J. M. EDER

AUSFÜHRLICHES HANDBUCH DER PHOTOGRAPHIE

BAND III, 1. TEIL

DRITTE AUFLAGE

([vielm.:] 6.)

VERLAG WILHELM KNAPP • HALLE (SAALE)

Ausführliches Handbuch

der

PHOTOGRAPHIE

von

Hofrat Prof. Dr. **Josef Maria Eder**

o. em. Professor für Photochemie an der Technischen Hochschule in Wien, em. Direktor der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien, wirkl. Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Wien und der Kais. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a. S.

Dritter Band, erster Teil

Die Photographie mit Bromsilbergelatine und Chlorsilbergelatine

von

Hofrat Prof. Dr. **Josef Maria Eder** und Dr. **Lüppo-Cramer**

unter besonderer Mitwirkung von Dr. Fritz Wentzel und Dr. M. Andresen

Sechste, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage

Halle (Saale)
Verlag von Wilhelm Knapp
1930.

Die Fabrikation der photographischen Platten, Filme und Papiere und ihre maschinelle Verarbeitung.

Neu bearbeitet

von

Dr.-Ing. **Fritz Wentzel**
techn.-wiss. Mitarbeiter der AGFA-ANSCO Corporation in Binghamton N. Y., U. S. A.

Mit 237 Abbildungen

Halle (Saale)
Verlag von Wilhelm Knapp
1930.

A. M[omme]

L. [Hinricus]

VORWORT.

Seit dem Erscheinen der V. Auflage von J. M. Eders: „Die Photographie mit Bromsilbergelatine“ vor mehr als 25 Jahren hat die Fabrikation der Trockenplatten, die der Filme und der Entwicklungspapiere sowie auch deren maschinelle Verarbeitung einen ungeheuren Aufschwung genommen. Waren diese Industrien damals in Europa wenigstens noch vorzugsweise auf kleine oder in der Entwicklung begriffene Betriebe beschränkt, die ihre Fabrikate in oft unzulänglichen Räumlichkeiten mit primitiven Hilfsmitteln nach rein empirisch gefundenen Vorschriften und Arbeitsregeln erzeugten, so haben sich daraus inzwischen eine Reihe von Großbetrieben entwickelt, die sich alle Errungenschaften moderner Wissenschaft und Technik zunutze machen, deren Namen fast jedermann bekannt sind, und deren Erzeugnisse in allen zivilisierten Ländern gehandelt werden.

Diesen gegenüber früher so vollkommen veränderten Verhältnissen sucht die vorliegende Neuauflage gerecht zu werden. Die historischen Abschnitte wurden so erweitert, daß sich der daran interessierte Leser über das Heranwachsen der photographisch-chemischen Industrie und ihren heutigen Stand sei es direkt oder auf Grund der angegebenen Quellen genau informieren kann. In besonderen Kapiteln wurden die erforderlichen Rohstoffe und ihre analytische Prüfung eingehend behandelt, die Fabrikationsverfahren und ihre technische Durchführung ausführlich geschildert und schließlich auch den Fertigfabrikaten ein breiter Raum gewidmet. Genaue Literaturangaben ermöglichen jedermann, den Quellen nachzugehen; auch wurden alle wichtig erscheinenden Patente oder da, wo dies wegen der Fülle des vorliegenden Materials nicht anging, typische Beispiele herangezogen, während im letzten, die maschinelle Verarbeitung der Filme und Entwicklungspapiere behandelnden Abschnitt im allgemeinen davon abgesehen werden konnte, da es sich dort meist um Erfindungen rein mechanischer Art handelt, die nicht in den Rahmen dieses Handbuches gehören.

Meinen ganz besonderen Dank spreche ich Herrn Hofrat, Professor Dr. J. M. Eder, Wien, dafür aus, daß er mich mit der ehrenvollen Aufgabe der Neubearbeitung dieses von ihm selbst erstmalig im Jahre 1880 abgefaßten Teiles seines Handbuches betraute und mir wiederholt mit seinem hochgeschätzten Rate zur Seite stand.

In gleicher Weise danke ich Herrn Dr. Lüppo-Cramer, Schweinfurt, dem Herausgeber der Neuauflage des gesamten III. Bandes, sowohl für seine wertvolle Bearbeitung der Abschnitte: „Emulsionsverfahren und -vorschriften" mit anschließenden „Schwärzungskurven von Handelserzeugnissen" und „Spezialplatten", wie auch für sein unermüdliches auf die Beseitigung von Schwierigkeiten bedachtes Wirken, die sich aus der Entfernung vom Verlage und von der Druckerei ergaben.

Eine große Zahl von im Text erwähnten Firmen und Einzelpersonen, die an dieser Stelle nochmals aufzuführen unnötig erscheint, stellten bereitwilligst Unterlagen verschiedenster Art zur Verfügung, durch die es ermöglicht wurde, ein wenn auch gewiß nicht lückenloses, so doch abgerundetes Bild von der Geschichte und Technik der photographisch-chemischen Industrie zu entwerfen. Allen diesen freundlichen Helfern sei gleich wie auch dem Verleger, Herrn Wilhelm Knapp, Halle a. S., für sein verständnisvolles Entgegenkommen hinsichtlich der Ausstattung des Buches der beste Dank ausgesprochen.

Binghamton, N. Y., U. S. A., im März 1930.

Fritz Wentzel.

INHALTSVERZEICHNIS.

I. Abschnitt.

FABRIKATION DER TROCKENPLATTEN.

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

Seite

II. Abschnitt.

FABRIKATION DER ROHFILME.

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

Drittes Kapitel.

III. Abschnitt.

FABRIKATION DER ENTWICKLUNGSPAPIERE.

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

IV. Abschnitt.

DIE MASCHINELLE VERARBEITUNG DER FILME UND ENTWICKLUNGSPAPIERE.

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

Druckfehlerverzeichnis.

Seite 5, Anm. 6 „Burton“ statt „Bolton“.
„ 11, Zeile 13 von oben „1928“ statt „1929“.
„ 19, „ 1 von oben „Tschecho-Slovakei“ statt „Teschecho-Slovakei“.
„ 26, „ 1 von unten „feststellten“ statt „feststellen“.
„ 131, „ 15 von oben „diese Hydrolyse“ statt „die Hydrolyse“.
„ 187, „ 23 von oben „Bd. III, 4“ statt „Bd. III, 5“.
„ 233, „ 2 von unten „Abb. 103“ statt „Abb. 102“.
„ 245, „ 4 von unten „Wasser“ statt „Wassers“.
„ 252, „ 9 von unten „Brit. P. 13596/1884“ statt „Brit. P. 135961/884“.
„ 253, Anm. 8 „Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 459“ zuzufügen.
„ 271, Zeile 19 von unten „Michel Werthen“ statt „Michel Wertisen“.
„ 289, „ 4 von oben „Bd. II, 2“ statt „Bd. II, 7“.
„ 305, Überschrift „Trommelgießmaschinen“ statt „Trommelgießmaschienen“.
„ 375, Zeile 4 von oben „H u. D“ statt „H μ D“.
„ 389, „ 1 von unten „Marion & Co., B. J. Edwards“ statt „Marion, Edwards“.
„ 393, Anm. 6 „C. Beckett-Lloyd“ statt „Beckett-Lloyd“.
„ 396, Anm. 2 „M'Glashan“ statt „M. Glashan“.
„ 396, Anm. 8 „G. Balagny“ statt „Balagny“.
„ 398, Zeile 6 von oben „S. 444“ statt „S. 499“.
„ 400, Anm. 4 „R. Fischer und H. Siegrist“ statt „Fischer und Sigrist“.
„ 410, Zeile 6 von oben „kolloidaler“ statt „Kollodialer“.
„ 410, letzter Absatz ist zu ergänzen: „doch tritt tatsächlich kein Schutz gegen Unreinheiten der Papierunterlage ein, da nicht vulkanisierter Latex ein Diffundieren wässriger Flüssigkeiten zuläßt“.
„ 415, Anm. 1 „C. F. Pease & Co.“ statt „C. F. Pease Co.“.
„ 515, Zeile 8 „Film-Wachsmaschine“ statt „Film-Waschmaschine“.

ERSTES KAPITEL.

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER TROCKENPLATTENFABRIKATION.

Leim als Bindemittel für Silbersalze: Die Verwendung von Leim als Bindemittel für die Silbersalze im Negativprozeß veröffentlichte Poitevin schon im Jahre 1850. Er legte in diesem Jahre der Pariser Akademie der Wissenschaften die Beschreibung eines Verfahrens vor, welches darin bestand, daß Gelatine mit Jodkalium versetzt und dann im Silberbade sensibilisiert wurde, und am 30. Juni 1851 eine Verbesserung dieses Prozesses, durch welche unter Benutzung von Gallussäure Porträts in 1 bis $1^1/_2$ Minuten erhalten werden konnten [1]). Ein ganz ähnliches Verfahren beschrieb Hadow im Phot. Journ. of The Royal Photographic Society of Great Britain im Mai 1854, bediente sich dabei aber des Eisenvitriols zur Entwicklung [2]).

Erste Gelatineemulsion mit Silbersalzen: Die erste Emulsion von Silbersalzen in Gelatine erwähnte M. A. Gaudin. Bereits in seiner ersten Notiz über die Kollodiumemulsion vom 20. August 1853 führte er an, daß er analoge Versuche mit Albumin und Gelatine angestellt habe. Im Jahre 1861 beschrieb er sein Verfahren näher: er stellte eine Mischung von Gelatine, Jod- und Bromsalzen und überschüssigem Silbernitrat her, die er „Photogène" nannte und mit Tannin oder Tannin und Gallussäure entwickelte [3]).

Trotz dieser Ansätze dauerte es doch noch geraume Zeit bis es gelang brauchbare Gelatineemulsionen herzustellen, da erst die Erkenntnis gewonnen sein mußte, daß nicht Jodsilber, sondern Bromsilber der wesentliche Anteil sei, und daß nur das chemische Entwicklungsverfahren zu einem Erfolge führen könne. In dieser

1) La Lumière 1851. **1.** 89.
2) Vgl. dieses Handb. Bd. II, 1. 2. Aufl. 1895. S. 150. Anm. 2.
3) La Lumière 1861. **10.** 21 und 25.

Richtung gelang es erst W. H. Harrison und Dr. R. L. Maddox einen bedeutsamen Schritt voranzukommen[1]).

Die Versuche Harrisons: Harrison veröffentlichte im Jahre 1868 in einem kurzen Artikel: „The Philosophy of Dryplates" (Brit. Journ. of Photography vom 17. Jan. 1868), Versuche mit Bromsilbergelatine. Er löste Gelatine, fügte etwas Brom- und Jodkadmium hinzu und setzte zu dieser Mischung, die sehr verdünnt war und nur ungefähr 1 % Gelatine enthielt, im Dunkelraum etwas Silbernitrat hinzu. Mit dieser Lösung, aus der sich das Bromsilber niederschlug und die er wieder umschüttelte, begoß er Glasplatten, trocknete sie und entwickelte sie nach ihrer Belichtung mit Pyrogallol-Entwickler. Er bemerkte: „Das Bild kam schön und schnell, war von großer Intensität, aber die rauhe und unebene Oberfläche der Schicht machte es wertlos." Als er mehr Gelatine hinzufügte, erhielt er kein entwickelbares Bild.

Die Versuche von Maddox: Maddox, ein englischer Arzt, der gewöhnlich als Erfinder der Trockenplatte bezeichnet wird, richtete am 8. September 1871 die erste Notiz über die von ihm angestellten Versuche über die Darstellung von Bromsilber-Gelatineemulsion an das British Journal of Photography und händigte gleichzeitig dem Herausgeber dieses Journals, Herrn J. T. Taylor, einige Negative ein, die nach seinem Verfahren hergestellt waren[2]).

---

1) Vgl. dieses Handb. Bd. I 3. Aufl. 1905. S. 294 und 295.

2) Brit. Journ. of Phot. 1871. **18.** 422; s. a. Phot. Korresp. 1874. **11.** 124. — s. a. die von Maddox in einem Briefe an W. Jerome Harrison (Autor of A History of Photography, New York 1887) gemachten ergänzenden Ausführungen über seine Erfindung; abgedruckt in dem genannten Werke S. 130—133. R. Jahr bemerkte wohl richtig, daß es keinen eigentlichen „Erfinder" der Trockenplatte gebe, sondern daß diese nach und nach in einer Reihe von Jahren durch Mitarbeit verschiedener Experimentatoren zu ihrer jetzigen Vollkommenheit entwickelt worden sei. s. Sitzungsber. u. Abhandlungen d. naturwiss. Ges. ISIS, Dresden 1924, S 52 bis 58 und Phot. Ind. 1928. **26.** 857. In einer von ihm ausgeführten Übertragung lautet die Originalabhandlung von Maddox wie folgt:

„Ein Experiment mit Bromsilbergelatine (Gelatine-Bromide).

Die Kollodiumbromide-(Bromsilberkollodium-)Verfahren sind in der letzten Zeit recht eingehend in den Spalten des British Journal of Photography behandelt worden und derartig in den Vordergrund getreten, daß es wahrscheinlich ist, daß Kollodiumemulsion das Verfahren des Tages für Trockenplatten werden wird, so daß einige Bemerkungen über Verwendung eines anderen Mediums als Kollodium vielleicht den Lesern dieses Journals nicht unwillkommen sein mögen, obgleich nur über das Resultat einiger mit nicht gerade besonderer Sorgfalt angestellter Experimente berichtet werden kann, die an einem sehr trüben Nachmittag vorgenommen wurden. Es wird nicht einen Augenblick daran gedacht, etwas Neues zu bringen (to be new); denn die Chancen

Das Auswaschen der Emulsion: Eine wichtige Verbesserung des von Harrison und Maddox angegebenen Arbeitsganges machte J. King, der im Jahre 1873 eine nähere Be-

---

für Neuigkeiten in der Photographie sind sehr gering, in Anbetracht der Legion von eifrigen Arbeitern auf diesem Gebiet und des Feldes, das von deren Anhängern schon beackert worden ist, so daß für Außenseiter nicht viel übrig bleibt, als die Resultate der Arbeiten, die so fleißig und so eifrig in den Spalten dieses Blattes behandelt werden, mit Dankbarkeit hinzunehmen.

Als Ersatz für Kollodium wurden mit Gelatine, dem Medium so vieler und zweifellos noch weiterer Druckverfahren folgende Versuche angestellt:

30 grains (Teile) Nelsongelatine wurden in kaltem Wasser gewaschen und einige Stunden weichen gelassen, darauf alles Wasser abgegossen und die Gelatine in eine weithalsige Flasche getan, dann vier Drachmen (220 Teile) reines Wasser und zwei kleine Tropfen aqua regia (Königswasser) hinzugefügt und im Warmwasserbad gelöst.

Acht grains (Teile) Bromkadmium, in $^1/_2$ Drachme (30 Teile) reinem Wasser gelöst, wurden hinzugefügt und die Lösung langsam gerührt.

15 grains (Teile) Silbernitrat, gelöst in $^1/_2$ Drachme (30 Teile) Wasser, wurden dann — im Dunkelraum — langsam in die Gelatinelösung unter stetigem langsamem Rühren hinzugegossen. Dies ergab eine schöne, milchige (sahnige) Emulsion, die einige Zeit sich selbst überlassen wurde („to settle"). Einige gut gereinigte Glasplatten wurden darauf auf einer Metallplatte nivelliert, die über einer kleinen Lampe angebracht war, und nachdem sie genügend erwärmt waren, mit der Emulsion präpariert, die mit Hilfe eines Glasstäbchens bis zu den Rändern geführt wurde, dann wurden sie auf ihren Platz zurückgebracht und trocknen gelassen. Die trocknen Platten hatten ein dünnes, opalisierendes Ansehen und der Bromid-(Bromsilber-)Niederschlag schien sehr gleichmäßig in der Substanz des Substratums verteilt zu sein.

Auf diesen Platten wurden Kopien von verschiedenen Negativen gemacht, von denen eins vor Jahren auf Albumin mit Ochsengalle und verdünnter Phosphorsäure präpariert, in einem sauren Silbernitratbade sensibilisiert und mit Pyrogallol zu einem schönen, warmen, braunen Ton entwickelt worden war.

Exponiert wurden diese Gelatineplatten von 30 Sekunden bis $1^1/_2$ Minuten, da das Licht sehr trüb war (as the light was very poor), also bei Tageslicht. Nicht die Spur einer Kontur zeigte sich auf den exponierten Platten. Sie wurden nun in Wasser getaucht, um die Oberfläche anzufeuchten, und dann mit einer etwa 1% igen einfachen Lösung von Pyrogallol übergossen. Sehr bald zeigte sich ein schwaches, aber deutliches Bild, das sich nach und nach bis zu einem gewissen Grade verstärkte, dann vollständig braun wurde (then browned all over). Deshalb wurde die Entwicklung bei den anderen Platten früher abgebrochen, die Platten gewaschen und die Entwicklung mit frischer Pyrogallollösung, zu der ein Tropfen einer etwa 2% igen Silbernitratlösung hinzugefügt wurde, weiter fortgesetzt, dann wieder gewaschen und in Fixiernatron ausfixiert.

Die erhaltenen Abdrücke zeigten sehr feine Details. Die Farbe variierte zwischen braun und oliv. Nach dem Waschen trockneten sie mit glänzender (brillanter) Oberfläche auf. Die Farben der Abdrücke waren sehr verschieden, je nach der Exposition. Aus der Farbe und der Feinheit der Zeichnung schloß ich, daß bei sorgfältiger Filtrierung der Gelatine oder bei Benutzung nur der klarsten Teile derselben dies Verfahren

schreibung des Gelatine-Emulsionsverfahrens gab, und vor allem die Notwendigkeit des Auswaschens der in der Emulsion enthaltenen überschüssigen Salze erkannte [1]).

---

zur Herstellung von Laternendiapositiven recht geeignet sein würde, und daß solche Platten fertig präpariert vorrätig gehalten werden könnten.

Einige Platten wurden mit Ammoniak geräuchert, schleierten aber in dem Entwickler. Die oben angebenen Proportionen sind ganz beliebig angenommen worden und geben sicherlich nicht so hohe Empfindlichkeit, wie man sie nach weiteren Versuchen erzielen könnte. Die übriggebliebene Emulsion wurde in einem Kasten im Dunkelraum belassen und am dritten Tage nach ihrer Herstellung erneut probiert, die Empfindlichkeit hatte aber wie es scheint sehr gelitten, obgleich die Emulsion, nachdem sie wieder geschmolzen war, sahnig und das Bromid gut verteilt erschien.

Etwas von dieser Emulsion wurde mit Hilfe eines Glasstäbchens auf Papier verteilt, dieses zum oberflächlichen Trocknen aufgehängt und dann auf der warmen nivellierten Platte völlig getrocknet und behandelt wie sensibilisiertes Papier. Ein Stück dieses Papieres, dem augenscheinlich Erdmetallbase zugefügt war, trocknete ohne Brillanz, gab aber, unter einem Negativ 30 Sekunden exponiert, sehr nett getonte Abdrücke bei Entwicklung mit einer schwachen Pyrolösung und sah beinahe so aus wie ein neutral getonter matter Pigmentdruck. Ich glaube, die Emulsion würde sich ganz gut für Mattpapier eignen. Auch altes Albuminpapier von Marion wurde versucht und die Emulsion sowohl auf die Albumin- als auch auf die Rückseite gegossen, aber die Salzung des Papieres erwies sich als nachteilig, die Abdrücke waren schmutzig und grau verschleiert. Diese Papiere mit Ammoniak geräuchert, wurden im Entwickler grau, erforderten sehr lange Exposition, selbst in direktem Sonnenlicht, und konnten nicht lange genug im Entwickler gelassem werden, um einen genügend kräftigen Abdruck zu erzielen. Sie wurden nach dem Wässern in verdünnter Fixiernatronlösung fixiert. Vielleicht kann man den Eisenentwickler für Abdrücke auf Glas verwenden, unter der Voraussetzung, daß die Ansäuerung die Gelatine beim Entwickeln nicht erweicht.

Die Unempfindlichkeit hängt vielleicht davon ab, daß das Verhältnis von Bromsalz und Silbernitrat nicht richtig balanziert war. Es wurde übrigens das gewöhnliche, nicht das wasserfreie Bromkadmium verwendet. Vielleicht waren auch die Mengen im Verhältnis zur Gelatine zu gering. Ob die Platten sich empfindlicher zeigen würden, wenn sie nur oberflächlich trocken exponiert werden, ist Sache des Versuches. Ebenfalls, ob andere Bromsalze als das oben angegebene sich vielleicht günstiger erweisen würden, sowie ob man auch etwa die aqua regia ganz fortlassen könnte oder in geringerer Menge nehmen müsse. Vielleicht gibt auch die Entwicklung mit Gallussäure und Bleiazetat bessere Resultate als die Pyrolösung.

Da ich wahrscheinlich nicht mehr dazu kommen werde, diese Versuche fortzusetzen, so bringe ich sie hiermit in ihrem rohen Anfangsstadium vor die Leser dieses Journals. Vielleicht werden sie in erfahrener Hand korrigiert und verbessert. Soweit man jetzt urteilen kann, erscheint das Verfahren weiterer und sorgfältiger ausgeführter Experimente wert und wenn vorteilhaft befunden, weist es dem Photographen eine neue Richtung für seine Betätigung."

1) Brit. Journ. of Phot. 1873. **20.** 542; s. a. Phot. Korresp. 1874. **11** 125; später ausführlicher im Brit. Journ. of Phot. 1874. **21.** 294.

Der notwendige Überschuß von Bromsalz: Von gleich großem Werte war für die weitere Entwicklung des Verfahrens die von J. Johnston angegebene Arbeitsweise, stets das lösliche Bromid im Überschuß anzuwenden[1]).

Bromsilberemulsion als Handelsartikel: In einer praktisch brauchbaren Beschaffenheit wurde Bromsilberemulsion zuerst durch J. M. Burgess im Juli 1873 in den Handel gebracht, mit der die Photographen ihre Trockenplatten selbst herstellen konnten, ohne daß seine Formeln bekannt gegeben wurden[2]). Die ganze Überlegenheit dieser Platten gegenüber den Kollodiumplatten zeigte sich jedoch erst bei Anwendung der 1862 durch Russel und unabhängig von diesem fast zur gleichen Zeit durch Leahy entdeckten alkalischen Entwicklung[3]). Trotzdem hatte Burgess keinerlei Erfolge, auch der von ihm erhoffte finanzielle Erfolg blieb aus.

R. Kennett brachte 1874 zuerst die gewaschene Gelatineemulsion in die Form getrockneter Blättchen („pellicle"), die zum Verkauf gelangten[4]). Das ihm 1873 patentierte Herstellungsverfahren beschrieb er, und sein Erzeugnis behauptete sich etwa 10 Jahre am Markt.

Um ungefähr die gleiche Zeit empfahl E. W. Foxlee das Wasser der Emulsion teilweise durch Alkohol zu ersetzen um dadurch ihrer vorzeitigen Zersetzung zu begegnen und auch das Trocknen der Platten zu beschleunigen[5]).

Ansatz- und Zusatzgelatine: Äußerst bedeutungsvoll für den Emulsionsprozeß wurde der zuerst von W. B. Bolton 1874 gemachte Vorschlag die Emulsion zunächst nur mit einem Bruchteil der Gelatine anzusetzen und das Hauptquantum erst nach beendeter Emulsifikation (Reifung) zuzusetzen und der Gelatine dadurch die Fähigkeit zur Bildung einer festen Gallerte zu erhalten[6]).

1) Brit. Journ. of Phot. 1873. **20.** 544; s. a. Phot. Korresp. 1874. **11.** 126.

2) Angezeigt im Brit. Journ. of Phot. vom 18. Juli 1873. **20.** 348.

3) s. dieses Handbuch Bd. I, 1. 3. Aufl. 1905. S. 277.

4) Brit. Journ. of Phot. 1874. **21.** 291, s. a, 1879. **26.** 71 u. 94.

5) Der Zusatz von Alkohol zur Bromsilber-Gelatine war zuerst von dem Anonymus „Ostendo non ostento" im Brit. Journ. of Phot. 1873. **20.** 477 empfohlen worden, später wurde sein Nutzen von E. W. Foxlee im Brit. Journ. of Phot. 1873. **20.** 621 und 1878. **25.** 172 hervorgehoben, ferner von J. P. Taylor im Brit. Journ. Phot. Almanac 1878 und von Anderen.

6) Brit. Journ. Almanac 1874. — Bolton ging in dieser Richtung wohl am weitesten, da er dem Wasser bei der Emulsionsbereitung nur $^1/_{800}$ der Gesamtgelatine zusetzte und deren Hauptmenge erst nach dem Kochen mit dem sedimentierten Bromsilber emulsifizierte. Phot. News 1882, **26.** 757.

„Nudeln“ der Emulsion zur Erleichterung des Auswaschens: Wratten und Wainright beschrieben 1877 zuerst das Durchpressen der Emulsionsgallerte durch ein weitmaschiges Gewebe, weil sich die dabei entstehenden Nudeln leicht auswaschen lassen[1]).

Methoden zur Empfindlichkeitssteigerung: Ch. Bennett gab am 29. März 1878 bekannt, daß eine Emulsion durch andauerndes Digerieren bei 32° bedeutend an Empfindlichkeit gewinnt[2]).

G. Mansfield erklärte später — 1878 — die lange Erwärmung für unnötig, da er gleich gute Resultate in Minuten statt Tagen dadurch erhielt, daß er die Emulsion kurze Zeit in kochendem Wasser erhitzte[3]). Zum gleichen Ergebnis war vor ihm schon Wortley gekommen, der die Emulsion 1/4 Stunde bei 180° F erwärmt hatte[4]).

Van Monckhoven befaßte sich mit Studien in gleicher Richtung und wies darauf hin, daß mit der Steigerung der Empfindlichkeit einer Emulsion eine molekulare Änderung verbunden sei. Er führte bei dieser Gelegenheit die früheren Angaben von Stas (1874) über die verschiedenen Modifikationen des Bromsilbers an, und machte die wichtige Entdeckung, daß die Umwandlung des Bromsilbers in die empfindliche „grüne“ Modifikation durch Ammoniak wesentlich beschleunigt wird[5]). Den Zusatz von etwas Ammoniak zur Emulsion hatte schon Johnston vorgeschlagen[6]). Da das Ammoniak aber nur unter gewissen Bedingungen zu guten Resultaten führt, gab Monckhoven später die Verwendung von Ammoniak im Emulsionsverfahren wieder auf.

Die ammoniakalische Methode der Emulsionsdarstellung, insbesondere die mit Silberoxydammoniak, die vorzugsweise in Deutschland, Österreich und Frankreich Eingang fand, wurde 1880 von J. M. Eder ausgebildet. Eder machte auch auf den günstigen Einfluß von Ammoniak auf gekochte Emulsion, sowie von Ammoniak, Ammoniumkarbonat und Natriumkarbonat auf das Reifen der Emulsion

1) Yearbook of Phot 1878, S. 108.

2) Brit. Journ. of Phot. 1878. **25.** 146; s. a. Phot. Korresp. 1878. **15.** 212 und 1879. **16.** 86.

3) Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 403.

4) Brit. Journ. of Phot. 1876. **23.** 307; s. a. Phot. Mitt. 1876. **13.** 173.

5) Bull. Soc. Franc. de Phot. 1879. **25.** 204; s. a. Phot. Korresp. 1879. **16.** 149—153 und 197—209.

6) Photographic Almanac 1877, S. 85.

in der Kälte aufmerksam und veranlaßte die Gelatinefabrik Winthertur (Schweiz), eine für das Ammoniakverfahren besonders geeignete harte Gelatine zu erzeugen.

In England war die bekannte Nelson Gelatine der heutigen Geo Nelson Dale & Co., Ltd., Warwick, schon ab 1872 für Emulsionszwecke besonders rein hergestellt worden.

Im Jahre 1882 gab A. L. Henderson eine Methode zur Darstellung empfindlicher Emulsionen in der Kälte bekannt.

Die Siedeemulsion wurde besonders von W. De W. Abney studiert und kam in England zur Anwendung. Abney suchte (1879) das Bromsilber für sich zu fällen, zu waschen und nachträglich zu emulsionieren; diese Methode fand zwar keinen Eingang in die Praxis, doch waren andere Ergebnisse seiner vielseitigen Arbeiten wie Untersuchungen über die Rolle des Jod- und Chlorsilbers in der Emulsion und über die Mittel, die Empfindlichkeit einer Emulsion durch Stehen in der Kälte zu steigern, für die Weiterentwicklung des Bromsilbergelatine-Verfahrens sehr befruchtend.

Gleichzeitiges Digerieren von Jod- und Bromsilber: V. Schumann, von dem viele wichtige Spektraluntersuchungen herrühren, fand 1882, daß Jod- und Bromsilber zusammen digeriert sich günstiger verhalten als wenn beide getrennt dargestellt und gemischt werden[1]), was anfangs stark angezweifelt, später aber von Eder (1884) spektroskopisch bestätigt wurde.

Optische Sensibilisierung: Die Erzeugung farbenempfindlicher Platten beruht auf dem von H. W. Vogel im Jahre 1873 entdeckten epochemachenden Prinzip der optischen Sensibilisierung durch Farbstoffe[2]). Derartige Trockenplatten stellten zuerst Attout & Clayton her, die 1882 in England und Frankreich Patente auf mit Eosin gefärbte Platten nahmen. In Deutschland wurde diese Methode von Schumann (1883) und Vogel (1884) weiter verfolgt; letzterer stellte farbenempfindliche Platten durch Sensibilisierung mit einer Mischung von Chinolinrot und Cyanin unter dem Namen „Azalinplatten“ her.

Kurz darauf — im Jahre 1884 — entdeckte J. M. Eder die besonders günstige Wirkung des Erythrosins als Sensibilisator für Gelb und Grün[3]). Dieser Farbstoff wurde nach Eders Angaben zuerst in der Trockenplattenfabrik von Loewy & Plener in Wien

1) Phot. Archiv 1882, **23.** 98 und 121.
2) Ber. D. Chem. Ges. 1873. **6.** 1305; 1875. **8.** 1635; Phot. Mitt. 1873. **9.** 236.
3) Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien 1884. **90.** 1097.

angewandt (1884), und findet vielfach in der Form seines Silbersalzes bis auf den heutigen Tag fast allgemein zur Herstellung orthochromatischer Platten (und Filme) Verwendung.

Um die Blauempfindlichkeit orthochromatischer Platten zu dämpfen setzte J. H. Smith der Emulsion noch gelbe Farbstoffe zu (1896), ein Verfahren, das in der Praxis weite Verbreitung fand, so daß fast alle Fabrikanten photographischer Trockenplatten derartige Fabrikate herausbrachten. Es gehören hierher die Perxantoplatte (1902) von Otto Perutz, die Kodoidplatte der Eastman-Kodak Co., die Flavinplatte (1905) von J. Hauff & Co., Schleußners Viridinplatte, Unger & Hoffmanns Verax-Chromalplatte u. a. Als geeignete Farbstoffe wurden für diesen Zweck neben Pikrinsäure Tartrazin (A. Miethe 1903), Rapidfiltergelb (E. König 1908) und Pyrazolgelb (E. König 1908) angegeben.

Zur Herstellung panchromatischer Platten war man zunächst auf ein Gemisch mehrerer Farbstoffe angewiesen, und verwandte dabei zur Sensibilisierung für Orange meist das von H. W. Vogel hierfür vorgeschlagene Cyanin (Lepidinchinolinamylcyaninjodid), das jedoch nur schwer fehlerfreie und jedenfalls keine haltbaren Platten anzufertigen erlaubte.

Erst die Einführung des bereits 1883 von Spalteholz dargestellten Chinaldinchinolinäthylcyaninjodids[1]) durch A. Miethe und A. Traube (1902), das sie „Äthylrot" nannten[2]), eröffnete auch in dieser Richtung neue Wege, und führte zu einer großen Vervollkommnung der dreifarbenphotographischen Verfahren. Bald folgten (1903 und 1904) andere vorzugsweise von den Farbwerken, vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. erzeugte und noch günstiger bis in das Orangerot um λ 650 wirksame Sensibilisatoren wie das „Orthochrom T", das „Pinaverdol" und das „Pinachrom", um deren Herstellung sich besonders E. König verdient machte, und mit deren Hilfe fast alle panchromatischen Platten der in- und ausländischen Fabriken und sämtliche Farbrasterplatten um jene Zeit hergestellt wurden[3]). Orthochrom T ist das p-Toluchinaldin-p-Toluchi-

1) Ber. D. Chem. Ges. 1883. **16.** 1851. — Die Vorschrift zur Darstellung des Farbstoffes findet sich in Beilstein, Handb. d. Chemie, III. Aufl. Bd. IV. S. 308; s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/20. **29.** 188.

2) D. R. P. 142 926/1902; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17.** 437; ferner A. Miethe, Dreifarbenphotographie nach der Natur, Halle 1904. S. 10 ff. und A. Traube, Atelier d. Photogr. 1904. S. 88.

3) s. hierzu besonders: H. W. Vogel, Photochemie. V. Aufl. Berlin 1906, bearb. von E. König. S. 185 u. 328 ff.; ferner Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17.** 9

nolinäthylcyaninbromid, Pinaverdol das p-Toluchinaldinchinolinmethylcyaninbromid und Pinachrom das p-Äthoxychinaldin p-methoxychinolinäthylcyaninbromid. Das gleichfalls hierhergehörige Pinachromviolett wurde von Staehlin aufgefunden.

Auch Gemische dieser und verwandter Farbstoffe wurden zuerst von E. König 1906[1]), dann besonders von E. Stenger und M. Ulrich untersucht, und von letzteren Pinachromviolett-Orthochrom als eine besonders günstige Mischung erkannt[2]).

Ein wirklicher Rotsensibilisator wurde jedoch erst 1906 durch B. Homolka in dem „Pinacyanol" aufgefunden, das kein eigentliches Isocyanin, ursprünglich durch Kondensation zweier Moleküle Chinaldinjodäthylat in Gegenwart von Formaldehyd dargestellt wurde[3]). Bald folgte das „Dicyanin", hergestellt von Philips durch Kondensation gleicher Moleküle von Chinaldin- und Lepidinjodäthylat, mit einer bis in das Infrarot um etwa λ 750 gesteigerten Empfindlichkeit, dessen Anwendung jedoch auf wissenschaftliche Spektralaufnahmen beschränkt blieb, da sich die Empfindlichkeit der Dicyaninplatte hinter Rotfilter als geringer erwies wie die der Pinacyanol- und Pinachromplatte[4]).

Während des Krieges und in der Nachkriegszeit wurden zahlreiche Sensibilisatoren auch von Forschern in England, Frankreich und den Ver. Staaten von Nord-Amerika systematisch untersucht, um die zwischen der Konstitution der Farbstoffe und ihrer sensibilisierenden Wirkung bestehenden Beziehungen aufzuklären, auch wurden Vorschriften für ihren Gebrauch angegeben in der offenbaren Absicht, den deutschen Farbstoffen gleichwertige Erzeugnisse herstellen und liefern zu können[5]).

Über Herstellung und Zusammensetzung des für die gewöhnliche orthochromatische Platte meist verwendeten Tetrajodfluoresceins (Erythrosin) berichteten M. Gomberg und D. L. Tabern in einer

---

u. 437 ff., 1904. **18.** 384 ff., 1905. **19.** 335 ff., 1906. **20.** 410 ff., 1907. **21.** 399 ff.; J. M. Eder, Phot. Korresp. 1915. **52.** 271—277. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/20. **29.** 188 ff. und F. Wentzel, Die Photographisch-Chemische Industrie. Dresden 1926. S. 43 ff.

1) Phot. Korresp. 1914. **51.** 288.

2) Zeitschr. f. Repr. Techn. 1915. **17.** 22 und 31 ff.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 409, 1907. **21.** 399, 1915/20. **29.** 188.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 409 ff.; 1907. **21.** 399; 1915/20. **29.** 189, s. a. J. C. McLennan und W. W. Shaver, Proc. Roy. Soc. Soc. A. 1921. **100.** 200.

5) Brit. Journ. of Phot. 1917. **64. 23.** — Referate über diese Arbeiten finden sich mit Quellenangaben in Eders Jahrb. f. Phot. 1915/1920. **29.** und 1921/1927. **30.**

ausführlichen Arbeit[1]). W. J. Pope von der Cambridge Universität und seine Mitarbeiter stellten Pinacyanol unter dem Namen „Sensitol-Red", und Pinaverdol als „Senzitol-Green" her[2]), und W. Harrison und S. E. Bottomley in Leeds fanden das „Formocyanin" und „Tolucyanin" die den Isocyaninen der deutschen Farbstoffe entsprechen[3]). In Frankreich wurden eine Reihe von Farbstoffen durch A. u. L. Lumière und M. Barbier eingeführt, das „Cyanin A" und „B" und besonders das „Pantachrome", ein den schon erwähnten gleichfalls analoger Sensibilisator mit einer Wirkung bis λ 680[4]).

Ein brauchbarer Grünsensibilisator wurde von R. Schuloff und E. Koenig gefunden, der im Jahre 1919 aus den Hoechster Farbwerken unter der Bezeichnung „Pinaflavol" hervorging; nach der Patentschrift handelt es sich um ein Kondensationsprodukt von Pyridinammoniumbasen mit p-Dimethylaminobenzaldehyd[5]).

Im gleichen Jahre wurde im Bureau of Chemistry der Ver. Staaten von E. Q. Adams und H. L. Haller das „Kryptocyanin" mit einem stark zwischen λ 700 und λ 800 sensibilisierenden Band und einem Maximum der Sensibilisierung bei λ 760 entdeckt[6]), ein Farbstoff, der allerdings für spektroskopische Arbeiten das Dicyanin nicht ersetzen kann, da er diesem in den andern Spektralgebieten unterlegen ist, der aber doch für gewisse kinematographische und astronomische Aufnahmen praktische Anwendung fand.

Als „Karbozyanine" bezeichnete Farbstoffe, die Bromsilbergelatine im Infrarot bis 740 $\mu\mu$ sensibilisieren, stellte G. O. Gutekunst aus 6-Acetaminochinaldin, bzw. β-Naphtachinaldinaethyljodid

---

1) Journ. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 1115—1117; s. a. S. 152.

2) Brit. Journ. of Phot. 1918, Col. Suppl. 28. — Über die Herstellung der wichtigsten Isocyaninsensibilisatoren machte das Colour Laboratory of the United States Bureau of Chemistry genaue Angaben. Journ. Ind. Eng. Chem. 1918, ref. Brit. Journ. of Phot. 1919, Col. Suppl. 35 und Eders Jahrb. f. Phot. 1915/20. **29.** 185. s. a. A. B. Hitchins und A. H. Piper, American-Made Sensitizing Dyes, Phot. Journ. of America, March 1919, ferner E. Rosenhauer, Konstitution der Pinacyanole, Ber. D. Chem. Ges. 1926, 59, (B) 2356—2360.

3) Phot. Ind. 1917. **15.** 121.

4) Franz. P. 508091 und 508092 (1919); Bull. Soc. Franç. Phot. 1920. **66.** 182.

5) D. R. P. 395566 (1922); ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 768; s. a. J. M. Eder, Phot. Korresp. 1921. **58.** 29; E. König, Phot. Rundsch. 1921. **58.** 228 und A. von Huebl, Phot. Rundsch. 1926. 63. 221.

6) Journ. Amer. Chem. Soc. 1920. **42.** 2661; Brit. Journ. of Phot. 1920. **67.** 503.

mit starker alkoholischer Kalilauge und einem Alkylhaloid bei Gegenwart eines Kondensationsmittels her[1]).

Ein weit bis in das Infrarot sensibilisierender Farbstoff wurde schließlich 1925 von H. T. Clarke im Eastman Kodak Laboratorium aufgefunden, als „Neocyanin" bezeichnet und von M. L. Dundon, A. L. Schoen und R. M. Briggs eingehend untersucht[2]), wobei sie fanden, daß das Maximum seiner Wirkung bei ungefähr λ 830 liegt, daß sich das Spektrum bei kurzer Belichtung bis λ 900 wiedergeben läßt, und daß er bei einer „Hyper"-Sensibilisierung mit Ammoniak die Wiedergabe des Spektrums sogar bis λ 1000 erweitert, so daß bei ausreichender Belichtung noch die bei 1128 $\mu\mu$ liegende Quecksilberlinie aufgenommen werden konnte.

Gleichwertig ist das „Allocyanin" (1929) der I. G. Farbenindustrie A.-G.

Der hohe Wert dieser Rotsensibilisatoren (Pinacyanol, Kryptocyanin, Neocyanin, Allocyanin) liegt darin, daß es mit ihrer Hilfe gelingt, durch Nebel zu photographieren[3]), ferner spielen sie unter anderem für astronomische Aufnahmen eine bedeutsame Rolle[4]), und auch in der Kinematographie[5]).

In anschaulicher Weise sind die im Laufe der Jahrzehnte erzielten Fortschritte in der Farbensensibilisierung der photographischen Emulsionen aus der folgenden Darstellung ersichtlich[6]):

---

1) U. S. P. 1532814 (1921) und 1568667 (1921) für G. O. Gutekunst (Eastman Kodak Co.) — Die Methoden zur Herstellung des Kryptozyanins und der Karbozyanine sowie deren Eigenschaften wurden von C. E. K. Mees und G. Gutekunst im Brit. Journ. of Phot. 1922. **69.** 474—475 beschrieben.

2) Eastman Kodak Abr. Sci. Publ. 1926. **10.** 29. Comm. 255.

3) Nach C. E. K. Mees, s. Anm. 6. — Rotsensibilisierung für Fernaufnahmen wurde bereits vor und während des Weltkrieges mit den damals bekannten Rotsensibilisatoren bei Ausschaltung des blauvioletten Lichtes durch Verwendung entsprechender Filter erfolgreich durchgeführt. s. hierzu F. Leiber, Atelier d. Photogr. 1914. **11.** 54 ff. und 65 ff.; ferner Phot. Ind. 1927. **25.** 1204—1205.

4) Auf der Lick-Sternwarte erhielt z. B. W. H. Wright bei Anwendung einer Kryptozyaninplatte bei infrarotem Licht ein beträchtlich kleineres Bild vom Mars, als es bei violettem Licht erhalten wird, so daß der Unterschied wahrscheinlich aus der Dicke der Atmosphäre des Planeten zu erklären ist. Nach C. E. K. Mees, s. Anm. 6.

5) s. hierzu u. a. J. A. Ball, Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1925. **9.** 21—24.

6) Entnommen aus: Eastman Kodak Abr. Sci. Publ. 1926. **10.** 73. Comm. 262: C. E. K. Mees, The Color Sensitivity of Photographic Materials. — Eine Übersicht der durch die wichtigsten Sensibilisatoren mit Bromjod- und Chlorsilber erreichbaren spektralen Empfindlichkeit gab J. M. Eder in der Zeitschr. f. wiss. Phot. 1926. **24.** 139—144. — s. a. O. Bloch and M. Hamer (Ilford Ltd.) The Optical and

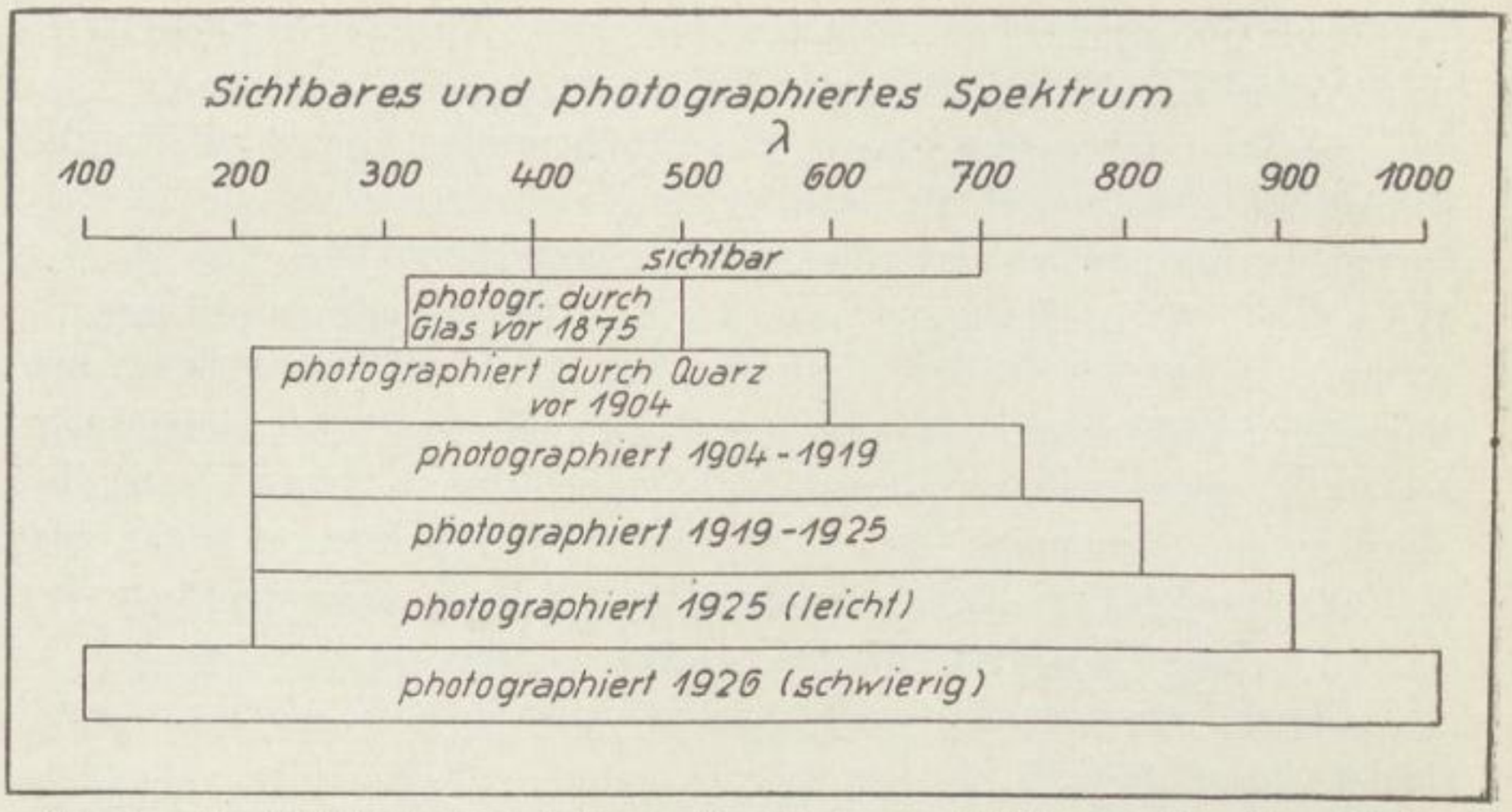


Abb. 1. Geschichtliche Entwicklung der Farbensensibilisierung in schematischer Darstellung.

Methoden zur Beseitigung der Lichthofbildung[1]): Die ersten lichthoffreien Platten erzeugte J. Sandell, Direktor der Plattenfabrik R. W. Thomas & Co. Ltd., Thornton Heath bei London, 1891, später, 1897, in The Sandell Works, London, South Norwood, durch Übereinandergießen mehrerer Emulsionen verschiedener Empfindlichkeit, wobei Lichtreflexe von der Glasrückseite dadurch vermieden werden, daß das Bild zuerst auf der oberen empfindlichen Schicht entsteht, während sich stärkere Lichteindrücke nur schwer in das Innere der unteren unreifen Schicht fortsetzen[2]). Nach dem gleichen Prinzip stellte Guilleminot & Co. in Paris „Anti-Haloplatten"[3]) und Dr. J. Steinschneider in Berlin „Deutsche Sandellplatten"[4]) her.

Den Weg, eine gefärbte inaktinische Gelatineschicht zwischen Glas und Emulsion einzuschalten, schlug O. Magerstedt 1893 ein, dessen Patente hierauf[5]) von der Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, Berlin (Agfa), verwertet wurden, die derartige Platten, die sich ausgezeichnet bewährten, unter der Bezeichnung „Isolar-

Photographie Properties of a Series of Typical Cyanine Dyes, Phot. Journ. 1928. **68.** 21—33.

1) s. hierzu a. S. 201—213.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1893. **7.** 378.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 451.
4) Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 488.
5) D. R. P. 73 101 (1892) und D. R. P. 77 270 (1892).

platten" erzeugte. 1900 kamen auch Diapositiv-Isolarplatten in den Handel [1]).

Während diesen Patenten die Anwendung von Farbstoffen zugrunde lag, wendete später Oakley (1895) Mangansuperoxyd-Gelatine an [2]), ein Verfahren, das von A. Lumière & ses Fils verbessert wurde [3]), und nach dessen Prinzipien sowohl die „Isorapid"-Platten der Agfa (ab 1910) [4]), wie auch eine Reihe anderer Fabrikate für Fälle hergestellt werden, in denen — gegenüber den Isolarplatten — eine größere Empfindlichkeit oder eine weichere Gradation erwünscht ist. Um die Haltbarkeit der mit solchen Zwischengüssen hergestellten Trockenplatten zu erhöhen, werden die kolloidalen Lösungen vor ihrem Auftrag einer Elektro-Dialyse unterworfen und neutralisiert [5]).

Zahlreich sind daneben die bekannt gegebenen Vorschriften und zum Verkauf gelangten Lösungen und Folien um die Rückseite der Platten mit einer inaktinischen stark lichtabsorbierenden roten, gelben, braunen oder schwarzen Schicht in Kontakt zu bringen und dadurch das durchfallende Licht zu absorbieren, so daß diese Lichtstrahlen nicht wieder zur Bildschicht zurückgelangen können (s. S. 207 ff.). In den von der Imperial Dry Plate Co. Ltd., London, seit 1921 hergestellten „Backed-Plates" wurde ein derartiger Rückstrich gleichzeitig mit einem roten Desensibilisator versehen [6]) (s. S. 217).

Emulsionen verstärkter Röntgenstrahlenwirkung: Eine verstärkte Röntgenstrahlenwirkung wurde von den Trockenplattenfabriken durch besonders dicken oder mehrschichtigen Emulsionsauftrag wie ihn P. H. Eykman und A. P. H. Trivelli [7]) vorgeschlagen hatten, angestrebt und durch Zusätze zur Emulsion. Bemerkenswerte Patente der letztgenannten Art wurden erteilt an H. Bauer [8]), an H. Arnold und Levy-Dorn [9]), an die Dr. C. Schleußner A.-G., die 1920 die „Neo-Röntgenplatte" herausbrachte [10]) und an andere. Mit Hilfe von Desensibilisatoren suchten

1) Eders Jahrb. f Phot. 1901. **15.** 606.

2) Brit. Journ. of Phot. 1895, **42,** 461; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 451.

3) D. R. P. 206 338 (1909); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1909, **23,** 365.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1911, **25,** 487.

5) D. R. P. 450 635 (1926) u. Brit. P. 275 933 (1926) der I. G. Farbenindustrie A. G., vgl. S. 35.

6) Brit. Journ. of Phot 1921. **68.** 231, 1922. **69.** 301.

7) Sitzungsber. d. 4. Intern. Kongr. f. Elektrologie und Radiologie, Amsterdam 1908, ref. Eders Jahrbuch f. Phot. 1909, **23,** 359.

8) D. R. P. 215 649 (1907); ref. Chem. Ztg. 1909, **33,** Repert. 640.

9) D. R. P. 290 872 (1914); ref. Phot. Ind. 1916 **14.** 264 u. 370.

10) D. R. P. 356 378 (1920); ref. Phot. Ind. 1923. **21.** 539.

G. Bucky 1909[1]) und später Lüppo-Cramer 1920[2]) Vorteile bei Röntgenaufnahmen zu erreichen, durch Überlagerung mehrerer Schichten die Akt.-Ges. für Anilinfabrikation[3]) und durch Verstärkerschichten Levy und Landau[4]), Schinzel[5]) und andere. Weiteres hierzu s. S. 196—199.

Industrielle Entwicklung der Trockenplattenfabrikation: Ihren Ausgang nahm die Trockenplattenfabrikation von England, wo, soweit bekannt ist, die ersten fertigen Trockenplatten im April 1878 durch Wratten & Wainright in London und von der Liverpool Dry Plate Company (Peter Mawdsley) zum Verkauf angezeigt wurden[6]). Die Platten der letztgenannten Firma wurden „Bennett Plates" genannt und der Preis für das Dutzend $^1/_4$ Platten war 3 Sh. Mawson & Swan, Newcastle-on-Tyne folgten mit Platten von einer für damalige Zeit schon recht beträchtlichen Empfindlichkeit[7]), und auch B. J. Edwards & Co. ist als eine der ältesten Fabriken hier zu nennen. Erst von 1880 an wurden Trockenplatten aber populär.

Zu den ältesten deutschen Unternehmungen gehören u. a. Joh. Sachs & Co. G. m. b. H., Berlin[8]) (1879), Johannes Herzog & Co. in Hemelingen bei Bremen (1880), F. Wilde in Görlitz (1882), Julius Formstecher in Offenbach a. M. (1882), Ernst Lomberg in Langenberg, Rhld. (1882), J. F. Schippang & Co., Berlin (1883), John & Co., Wien (1883), Th. Matter in Mannheim (1884) und das wohlbekannte Unternehmen von Dr. C. Schleußner in Frankfurt a. M.

---

1) D. R. P. 230 964 (1909); ref. Phot. Ind. 1911, **9.** 596.

2) D. R. P. 348 661 (1920); ref. Phot. Ind. 1922. **20.** 548

3) D. R. P. 398 956 (1923); ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 942.

4) D. R. P. 373 087 (1922); ref. Phot. Ind. 1923. **21.** 563.

5) D. R. P. 388 263 (1922); ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 743.

6) Cassells Cyclopaedia of Photography, New York 1912, Vol. 1. pag. 199. — Kollodium-Trockenplatten waren nach dem Verfahren von Norris bereits seit etwa 1862 in allen größeren Städten Englands im Verkauf. Vgl. dieses Handbuch, Bd. I. 3. Aufl. 1905. S. 274.

7) s. dieses Handb., Bd. I, 3. Aufl. 1905, S. 352.

8) Diese älteste deutsche Trockenplattenfabrik konnte am 1. März 1929 auf ihr 50 jähriges Bestehen zurückblicken. In seinem ersten Angebot im Photogr. Wochenblatt vom 29. Juli 1880 hob der Gründer J. Sachs besonders hervor, daß die von ihm hergestellten Platten die vierfache Empfindlichkeit gegenüber der „nassen" Platte hätten; die Preise wurden für je 10 Stück und die Formate nach rheinl. Zoll berechnet. Phot. Ind. 1929, **27,** 55—56.

Schleußners Versuche zur Herstellung von Bromsilbergelatineplatten datieren vom Jahre 1879; ab 1880 stellte er verkaufsfähige Platten her, die zunächst ausschließlich mit der Hand präpariert wurden und im Jahre 1885 wurde die erste Gießmaschine in seinem Betriebe aufgestellt. 1897 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, ging diese im folgenden Jahre eine Interessengemeinschaft mit der in Köln a. Rh. bestehenden Plattenfabrik von Westendorp & Wehner — ursprünglich Westendorp & Gebhardt (1881) — ein, wo seit 1926 die Alleinfabrikation stattfindet.

In Frankfurt a. M. bestanden auch eine Reihe kleinerer Fabriken (Dr. Bier, Merkel & Stiefel, F. Weißbrod und E. vom Werth & Co.).

Wie hier gleich erwähnt sei, entstanden aus der alten Firma Westendorp & Gebhardt später (1889) noch zwei weitere Fabriken, die von J. B. Gebhardt in Köln a. Rh. und die Trockenplattenfabrik „Berolina" von J. Gebhardt, die besonders durch ihre Graphosplatte bekannt wurde. Auch die von Dr. J. Steinschneider 1893 in Berlin gegründete Fabrik gelangte zu Ruf und Namen.

Zur ungefähr gleichen Zeit — um 1880 — taten sich Plattenfabriken in Belgien, in der Schweiz und in Österreich auf (Dr. van Monckhoven in Gent, Engel-Feitknecht & Co. in Biel, Löwy & Plener, Dr. E. Just und E. Schattera in Wien u. a.), und gründete in Amerika George Eastmann die Eastman Dryplate Company. Die nasse Kollodiumplatte verschwand immer mehr aus den Ateliers der Porträt- und Landschaftsphotographen, wurde seitdem nur noch für Reproduktionszwecke verwendet, und infolge des zunehmenden Bedarfs an Trockenplatten stellte man sich vielfach gleich auf maschinellen Betrieb ein.

Besonderer Erwähnung bedarf die Entwicklung der Trockenplattenfabrikation in Frankreich, mit deren Aufblühen der Name Lumière eng verknüpft ist. Von Antoine Lumière und seinen Brüdern im Jahre 1882 in Lyon begründet, überschritt die Produktion ihres kleinen Werkes anfänglich kaum 60 Dutzend am Tage, während nach Überwindung bedeutender materieller und technischer Schwierigkeiten im Jahre 1890 schon 350 000 Dutzend und 1900 3 000 000 Dutzend Platten erzeugt wurden, die einer Glasoberfläche von 650 000 Quadratmetern entsprachen. Als ein Triumph der photochemischen Technik kam 1907 die von Auguste und Louis Lumière ge-

schaffene und von aller Welt bewunderte Autochromplatte als erste Farbrasterplatte für naturfarbige Aufnahmen auf den Markt, die ein beredtes Zeugnis von der außerordentlichen Schaffenskraft und dem erfinderischen Geist ihrer Schöpfer ablegte. Nach der 1911 erfolgten Vereinigung mit der Firma J. Jougla, die ihren Sitz in Joinville-Le-Pont (Seine) hatte, wurde die gesamte, Trockenplatten, photographische Papiere und photographische Präparate umfassende Fabrikation in Lyon zentralisiert, wo die Werke der Lumière & Jougla Union Photographique Industrielle einen Flächenraum von beinahe 5 ha einnehmen.

Während sich alle die genannten Firmen anfänglich nur mit der Erzeugung gewöhnlicher für den blauen und violetten Teil des Spektrums empfindlicher Platten befaßten, legte sich die Fabrik von Otto Perutz in München als erste auch auf die Herstellung farbenempfindlicher Trockenplatten, ein Fabrikationszweig, dem sie seitdem stets besondere Aufmerksamkeit zuwandte. Auch die Anfänge dieser Fabrik reichen weit zurück. Der Inhaber, der sich ursprünglich der Herstellung chemischer und pharmazeutischer Artikel widmenden 1871 gegründeten Firma verband sich mit J. B. Obernetter, dem bekannten Photochemiker, der damals ein Verfahren zur Emulsionsbereitung mit Gelatine ausgearbeitet hatte. Im Jahre 1882 trat er auch mit H. W. Vogel, der gerade seine epochemachenden Arbeiten über farbentonrichtige Photographie veröffentlicht hatte, in Verbindung um diese hervorragende Errungenschaft technisch zu verwerten. Als Ergebnis dieser Arbeiten brachte Perutz die Vogel-Obernetter-Silbereosinplatte heraus, die einen Markstein in der Entwicklungsgeschichte der Trockenplattenfabrikation bedeutet, da es mit ihr erstmalig gelang, die Farben in ihren Helligkeitswerten richtig wiederzugeben. Hochwertige Plattenspezialitäten folgten, so im Jahre 1900 die Perorto-Platte, dann unter Verwendung der inzwischen von A. Miethe und A. Traube gefundenen neuen Sensibilisatoren die panchromatische Perchromoplatte, deren Spektrum sich von H bis fast zum C erstreckt und eine bis dahin unerreichte Rotempfindlichkeit aufwies. Die Höchstleistung auf dem Gebiete der Dreifarbenphotographie glückte aber erst in späterer Zeit in der „Perchromo-B"-Platte, die besonders hoch rotempfindlich bis zur Linie B und Wellenlänge 690 ist.

Aus diesem Unternehmen ging die Firma Kranseder & Co. in München im Jahre 1904 hervor (seit 1921 Akt.-Ges.), da Kranseder technischer Leiter bei Perutz gewesen war.

Zu den älteren deutschen Fabriken gehört ferner Unger & Hoffmann, Dresden, die 1878 begründet, sich zuerst mit der Erzeugung von Albuminpapier befaßte und nach Abtretung dieser Fabrikation an die Dresdner Albuminpapier Akt.-Ges.[1]) ab 1885 die Trockenplattenfabrikation aufnahm. Ihre Fabrikate waren erst unter der Marke „Apollo" sehr bekannt, später als Veraxplatten. Seit 1903 Aktien-Gesellschaft wurde das Unternehmen 1926 als Verax G. m. b. H. der Mimosa-A.-G. in Dresden angegliedert.

Unger & Hoffmann wurde Veranlassung mehrerer Neugründungen, unter denen die Plattenfabriken von Adolf Hertzka in Dresden (gegr. 1897) und von Richard Jahr in Dresden (gegr. 1903) bekannter wurden. Letztere wieder ging 1925, nachdem sie inzwischen Aktiengesellschaft geworden war, in den Besitz der Chem. Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering, Spindlersfeld über, deren Fabrikmarke „Satrap" seitdem auch den „Jahrplatten" beigelegt wurde.

In der Schweiz begründete der um das Farben-Ausbleichverfahren so verdienstvolle Photochemiker J. H. Smith 1889 eine Plattenfabrik in Zürich-Wollishofen, die jedoch 1907 wieder einging.

Ebenfalls im Jahre 1889 erstand in der „Agfa", Berlin, die bedeutendste Plattenfabrik Deutschlands und unseres Kontinents. Wie der Name schon besagt, aus einer Anilinfarbenfabrik hervorgegangen, gehört sie heute ebenso wie ihre um ein Vielfaches größere Tochter, die Agfa-Filmfabrik in Wolfen, der I. G. Farben-Industrie Aktiengesellschaft an. Die bekannten von ihr seit 1903 erzeugten Isolar- und Isorapidplatten wurden bereits erwähnt. Vielleicht die bedeutendste Leistung in der deutschen Photo-Industrie vollbrachte die Agfa mit der fabrikationsmäßigen Herstellung ihrer Farbenplatte ab 1916. War sie auch nicht die erste, die die grundlegenden Ideen von Ducos du Hauron aufgriff, so gelang es ihr doch in verhältnismäßig kurzer Zeit die bis dahin praktisch allein brauchbare Autochromplatte nicht nur an Qualität zu erreichen, sondern in mancher Hinsicht sogar zu übertreffen[2]).

Um 1900 traten wieder eine Reihe neuer Produzenten auf den Plan, denen es gelang eine führende Stellung zu gewinnen. In

1) s. dieses Handb. Bd. IV 1. 3. Aufl. 1928. S. 201.

2) s. hierzu F. Wentzel, Die Photographisch-Chemische Industrie, Dresden 1926. S. 51—58.

England die aus den 1898 gegründeten Britannia-Works Ltd. hervorgegangenen Ilford Dry Plate und Film Manufactures in Ilford-London, in Deutschland vor allem die Firma J. Hauff & Co., G. m. b. H., die ihre Plattenfabrikation zuerst in kleinem Umfange in Wildbad, ab 1902 in größerem Maßstab in Feuerbach bei Stuttgart aufnahm. 1904 folgten Arndt & Troost in Frankfurt a. M. und Langer & Co. in Wien.

Die heutige Trockenplattenindustrie umfaßt in Deutschland etwa 20 Firmen, unter denen sich noch viele der schon genannten älteren befinden, die teilweise allerdings dem wirtschaftlichen Drucke der Kriegs- und Nachkriegszeit folgend, sich entweder zusammenschlossen oder in größeren Konzernen aufgingen.

Zurzeit (1929) deckt die deutsche Trockenplattenindustrie rund ein Drittel des Weltmarktbedarfes. Die deutsche Ausfuhr belief sich 1925 auf 5,38 Mill. RM., 1926 auf 4,70 Mill. RM., 1927 auf 5,01 Mill. RM. und 1928 auf 4,79 Mill. RM. Österreich und die Tschecho-Slowakei waren die größten Abnehmer, große Mengen bezogen auch die Schweiz, China, Schweden und Holland [1]).

Von außerdeutschen Ländern ist vor allem England, das Mutterland der Trockenplatte, führend geblieben, doch fanden im Laufe der Jahre auch dort Verschmelzungen statt. So wurden noch kürzlich (1927) die Imperial and Gem Dry Plates Companies der Ilford Company angegliedert. Zu den bekanntesten englischen Fabriken gehören außerdem die Criterion Ltd., Elliott & Sons, The Paget Prize Plate Co., Ltd. und Wellington & Word, Ltd.

In Frankreich stehen heute die Firmen M. Bauchet & Cie., E. Crumière, Barnier, Risson & Cie., Grießhaber frères & Cie., Lumière & Jougla und die Société des Anciens Etablissements Simonet an der Spitze.

Eine Reihe weiterer Fabriken finden sich in Rußland, Litauen, Polen, in Belgien (L. Gevaert & Co. Soc. Ame., u. A.), Holland, Österreich (Lainer & Hrdličzka, hervorgegangen aus den Firmen Prof. A. Lainer, Dr. Just, Langer & Co. und

---

1) Nach H. Strakele, Phot. Ind. 1928, **26**, 779. — Über die Lage der deutschen Trockenplatten-Industrie am Weltmarkt (1927) s. a. Phot. Ind. 1927, **25**, 671 über den Welthandel in Trockenplatten, Phot. Ind. 1928, **26**, 202—204. — Die Ziffern des deutschen Außenhandels in Trockenplatten für die Jahre 1912 und 1924—1927 finden sich in der wirtschaftlichen Studie von Willy Kühn: Die Photogr. Industrie Deutschlands, Schweidnitz 1929, übersichtlich zusammengestellt.

F. Hrdličzka), in der Teschecho-Slowakei (Fotochema G. m. b. H., Rodak G. m. b. H. und Andere) und in Italien (M. Capelli und Società Anonima Tensi).

Von überseeischen Ländern verfügen auch die Ver. Staaten von Nord-Amerika über eine eigene Industrie, die besonders in St. Louis, Mo. ansässig ist (Central Dry Plate Co., Cramer Dry Plate Co., Hammer Dry Plate Co.), der aber keine allzu große Bedeutung zukommt, weil die Trockenplatte hier besonders für den Amateurbedarf so gut wie vollständig durch den Film verdrängt wurde. Die Ausfuhr der Ver. Staaten an Trockenplatten belief sich im Jahre 1927 auf 664 192 Dutzend im Werte von 369 934 $ und im Jahre 1928 auf 804 781 Dutzend im Werte von 470 735 $.

Soweit bekannt wurde, bestanden Ansätze zu einer eigenen Trockenplatten-Industrie auch in Rumänien, Spanien und in Japan.

ZWEITES KAPITEL.

DIE ROHMATERIALIEN, IHRE HERSTELLUNG, EIGENSCHAFTEN, VORBEREITUNG UND PRÜFUNG[1]).

Das Trockenplattenglas.

Entwicklung der Trockenplatten-Glasfabrikation: Aufgenommen wurde die Trockenplatten-Glasfabrikation in den achtziger Jahren zuerst in England, dann in und um Charleroi in Belgien, seit 1900 auch in Deutschland, wo sie ihren Sitz hauptsächlich in Sachsen und Schlesien hat, und sich aus kleinen Anfängen („Carlswerk", Glasfabrik von Carl Menzel & Söhne in Lommatzsch i. S.", begründet 1897) zu einer beachtenswerten Industrie entwickelte[2]). Sie bildet eine Spezialität verschiedener Hütten und gründet sich auf langjährige dem Gebrauchszweck angepaßte Erfahrungen, aber auch auf eine außerordentliche Geschicklichkeit der Arbeitskräfte. Ein gleichmäßiges gutes Erzeugnis ist ferner an eine umfangreiche Fabrikation gebunden[3]).

---

1) Da man allgemein zu der Erkenntnis gekommen ist, daß eine einwandfreie Erzeugung photographischer Materialien bei den hier vorliegenden äußerst verwickelten und großenteils noch ungeklärten kolloidchemischen Vorgängen nur mit Hilfe von dem Zwecke völlig entsprechenden Rohmaterialien durchführbar ist, so erklärt sich hieraus, daß deren Prüfung in der modernen photochemischen Technik der größte Wert beigelegt wird. Dies bezieht sich in erster Linie auf alle in Betracht kommenden Chemikalien, für deren Brauchbarkeit keineswegs immer die vorzugsweise für ihre pharmazeutische Verwendung aufgestellten offiziellen Teste (z. B. die des D. A. B. 5) entscheidend sind. Durch Aufnahme zahlreicher der Praxis entnommener Prüfungsmethoden wurde diesem Umstande im vorliegenden Abschnitt daher weitgehend entsprochen.

2) Bis zum Kriegsausbruch waren das Carlswerk in Deutschland und dessen Abzweige die einzigen Glashütten, die Trockenplattenglas in großen Mengen herstellen konnten, ihre Produktion bezifferte sich 1914 auf rund 1 000 000 qm.

3) s. hierzu F. Hansen, Phot. Ind. 1916. **14.** 590 und Phot. Chronik 1917, **24.** 243; Phot. Ind. 1917. **15.** 616 und 490; ferner 1925. **23.** 864. und 1929. **27.** 808.

Herstellung des Trockenplattenglases[1]): Zum Einschmelzen der Glasmasse dienen die aus höchst feuerfestem eisenfreien reinen Ton bestehenden „Häfen", die in sehr sorgfältiger Weise in den Hütten selbst hergestellt werden und indirekt einen wichtigen Teil der Fabrikation ausmachen. Ihre Haltbarkeit ist eine nur auf Wochen begrenzte, so daß fortdauernd für ihren Ersatz gesorgt werden muß. Die Häfen werden mit der aus Quarz-Sand, Kalziumkarbonat und Glaubersalz unter Zusatz von wenig Koks bestehenden gut gemischten Glasmasse beschickt und der äußerst intensiven Gasfeuerung des Glasofens ausgesetzt. Die Schmelzzeit beträgt ungefähr 20 bis 24 Stunden, nach dieser Zeit ist die Glasmasse dünnflüssig wie Wasser und rein, und muß nun noch 6 Stunden abstehen um die zu ihrer Verarbeitung erforderliche Zähflüssigkeit zu erhalten.

Die Verarbeitung geschieht in folgender Weise: Mittels der Glasbläserpfeife, die aus einem eisernen, am Ende verdickten Rohr besteht, wird die Masse aus dem Hafen herausgedreht, zu einer massiven Glaskugel von ungefähr 15 cm Durchmesser geformt und dann zu einer Kugel von einem Durchmesser von 40 cm aufgeblasen. Darauf wird das Vorderteil der Kugel in dem sogenannten Trommelofen erwärmt und innerhalb weniger Sekunden zu einem etwa 130 cm langen Glaszylinder ausgeblasen. Das Mundstück der Pfeife wird nun geschlossen, wonach die erwärmte Luft durch ihren Druck an dieser frisch erweichten Stelle eine Öffnung hervorbringt, die von einem Gehilfen mittels einer Schere erweitert und gleichmäßig beschnitten wird. Durch wiederholtes Wärmen, Drehen, Schwenken und darauf folgendes Absprengen der Pfeife wird der Zylinder geradlinig und an beiden Seiten offen. Ist der Zylinder erkaltet, wird er der Länge nach aufgeschnitten, im Streckofen auf großen Platten aus Chamotte, die auf Rädern laufen, von neuem mäßig erwärmt und mittels eines sogenannten Polier- oder Bügelholzes sorgfältig ausgebügelt, so daß er eine einwandfreie Tafelform erhält. Hieran schließt sich eine sorgfältige Abkühlung in besonderen Kanalkühlöfen, deren Beheizung so eingerichtet ist, daß sich das Glas langsam von der heißesten nach der kälteren Stelle zu bewegt[2]).

1) Zu genauer Orientierung sei auf das umfassende Werk von R. Dralle, Die Glasfabrikation, München und Berlin, Neuauflage ab 1925, verwiesen.

2) In verschiedenen Glashütten versuchte man um 1920 die schwierige Mundbläserei durch eine automatisch arbeitende Patentpfeife zu ersetzen, mußte jedoch

Die fertigen Glastafeln werden mittels Diamant in die verschiedenen Formate zerschnitten, deren hauptsächlichste 9×12, 10×15, 12×16,5, 13×18 cm oder ein Vielfaches davon sind. Dann werden die Platten in festen Holzkisten zum Versand verpackt, indem viele hundert Scheiben zu einem festen Block vereinigt mit Stroh umkleidet senkrecht in die Kisten gestellt werden.

Beschaffenheit des Trockenplattenglases: Die Anforderungen an das Trockenplattenglas sind außerordentlich hohe. Man verlangt eine vorzüglich grade Streckung, verbunden mit einem schönen Spiegel, eine helle, möglichst weiße Färbung, größtmögliche Reinheit und Abwesenheit von mechanischen Fehlern, einen genauen rechtwinkligen Schnitt in Verbindung mit genauen Maßen und eine gleichmäßige Stärke.

Eine grade Streckung, also eine ebene Oberfläche ist schon aus gießtechnischen Gründen erforderlich, da die Emulsion beim Auftrag von erhöhten Stellen abfließen und sich in Vertiefungen stärker ansammeln würde, was eine ungleichmäßige Schichtdicke, also das Vorhandensein transparenter Stellen neben weniger transparenten zur Folge hätte. Eine unebene Platte würde aber auch nicht an allen Punkten ihres Randes in der Kassette aufliegen und unscharfe Bilder geben, im Kopierrahmen auch leicht zerspringen.

Trotzdem die Streckung des Glases auf das Sorgfältigste vorgenommen wird, ist Trockenplattenglas — besonders in den größeren Formaten — doch infolge der beschriebenen Herstellungsweise aus

---

die Neuerung wieder abschaffen, da es sich trotz vieler Bemühungen erwies, daß diese Methode gleichzeitig qualitätsverschlechternd wirkte. — Das Problem, Glas maschinell aus der flüssigen Masse zu ziehen, ist etwa 30 Jahre alt, kann aber erst seit etwa 5 Jahren als gelöst angesehen werden. Nach diesem „Ziehverfahren" werden die Tafeln in etwa 1 m Breite fix und fertig in endlosem Arbeitsgang durch maschinelle Einrichtungen aus der flüssigen in Wannenöfen befindlichen Glasmasse herausgezogen und sofort nach dem Erkalten in etwa 1½ m Länge abgeschnitten. Maschinen dieser Art laufen in Amerika, Belgien und in der Tschecho-Slowakei vor allem für Bauglas. Glas in einer Stärke von nur 1½ bis 2 mm nach dieser Methode auch für Trockenplatten herzustellen, ist zwar schon geglückt, doch ist dessen Qualität infolge sogenannter „Ziehstreifen" häufig eine unbefriedigende. Um diese Streifen möglichst zu vermeiden, muß die Glasmasse weich eingestellt, also mit Soda statt mit Sulfat geschmolzen werden, wodurch es ganz bedeutend an Dauerhaftigkeit einbüßt, und oft schon nach Monaten eine durch eintretendes „Erblinden" gekennzeichnete Zersetzung erleidet. Es bleibt daher noch abzuwarten, wann es gelingen wird, ein einwandfreies dünnes Glas im laufenden Fabrikationsgange für die Zwecke der Trockenplattenfabrikation herzustellen.

einem Zylinder meist ganz leicht einseitig gekrümmt; vor dem Auftrag der Emulsion oder schon beim Waschen und Vorpräparieren des Glases wird es daher nach der Hohlseite hin sortiert und auf dieser emulsioniert [1]).

Das geradeste (planste) Glas fabrizierte früher ausschließlich England, das hierin auf der ganzen Welt unerreicht dastand, bis es im Jahre 1901 dem deutschen Glasfachmann Menzel durch Einführung eines besonderen Streckofens gelang, das Gleiche an planer Streckung zu erreichen. Eine Überflügelung des englischen Glases war hierin allerdings nicht mehr möglich, weil England bereits das Beste darin herstellte. Weder belgisches noch rheinisches Glas reichen in planer Streckung an englisches und an Menzelglas heran, im Gegenteil hat rheinisches Glas eine besonders starke Krümmung.

Das geschliffene und polierte Glas, das für Platten zu Reproduktionszwecken größeren Formats, daneben gelegentlich auch für wissenschaftliche Zwecke Verwendung findet, heißt „Spiegelglas", es wird in sehr verschiedenen Stärken hergestellt und ist chemischen Agentien gegenüber weniger widerstandsfähig.

Die Färbung des Tafelglases ist je nach seiner Herkunft bald grünlich, gelblich oder rötlichweiß und darf für photographische Zwecke nur an den Schnittkanten erkenntlich sein, nicht aber in der Durchsicht, da beim Kopieren sonst Wirkungen ähnlich denen unter farbigen Gläsern hervorgerufen werden würden [2]). Man verarbeitet in der Trockenplattenfabrikation fast ausschließlich sogenanntes „halbweißes" Sulfatglas, das gegen alle Einflüsse widerstandsfähiger ist als das mit Soda geschmolzene „weiße" Glas, das leicht erblindet und gegen Alkalien und Säuren äußerst empfindlich ist.

Für Diapositiv- und Stereoskop-Platten wird allerdings auch rein weißes Glas verarbeitet, und für besondere Zwecke kommt auch Opal- oder Milchglas zur Verwendung.

Reinheit des Glases: Trockenplattenglas soll sowohl eine

---

1) In der ersten Zeit der Photographie wurden manchmal, um die Fehler der früheren Objektive auszugleichen, gewölbte Aufnahmeplatten angewandt. — F. A. Bellamy machte darauf aufmerksam, daß ganz leicht gewölbte Platten für astronomische Aufnahmen auch heute noch bisweilen von Vorteil wären, und schlug vor, dies durch Absaugen der Luft hinter der Platte in einer geeigneten Kassette zu erreichen. Photography and Focus 1910, S. 403; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1911, **25.** 494.

2) s. dieses Handbuch Bd. IV, 1. 3. Aufl. 1928. S. 23 u. 89.

reine Oberfläche besitzen als auch in der Durchsicht einwandfrei sein. Die gewöhnlich vorkommenden Fehler sind dunkle Punkte, Kratzer und in der Durchsicht störende Schlieren und Luftblasen.

Genauer Schnitt: Die unliebsamen Folgen eines ungenau geschnittenen nicht rechtwinkeligen Glases bedürfen keiner weiteren Erörterung.

Gleichmäßige Stärke des Glases ist Vorbedingung für einen gleichmäßigen Emulsionsauftrag, da die Einstellung des Gießers der Auftragmaschine innerhalb enger Grenzen auf eine bestimmte Glasstärke erfolgt. Unterschiedliche Glasdicken im gleichen Arbeitsgang können daher verschiedene Schichtdicken und innerhalb ein- und derselben Emulsion verschiedene Bildresultate zur Folge haben.

In der Trockenplattenpraxis unterscheidet man drei verschiedene Glasstärken. Eine Glasdicke von $1^1/_2$—$1^3/_4$ mm wird als „Nuthstärke" bezeichnet, eine solche von 1—$1^1/_2$ mm als „Salinstärke", und ist das Glas dünner als 1 mm, besitzt es „Diapositivstärke". Die letztgenannten extra dünnen „S.-S.-(Salin-Salin)Gläser" werden nochmals in zwei verschiedenen Stärken: 0,6 bis 0,8 mm und 0,8 bis 1 mm gefertigt und beide in zwei Sorten, nämlich reinweiß und halbweiß geliefert; Anwendung finden sie einerseits für Diapositivplatten, anderseits in ihrer dünneren Ausführung als Deckgläser für Diapositive und andere Spezialzwecke, wie beispielsweise als Objektträger und Deckgläser in der Mikroskopie.

Gebräuchliche Dimensionen des Trockenplattenglases[1]): Die folgende Zusammenstellung gibt Aufschluß über die handelsüblichen deutschen Formate und die diesen entsprechenden genauen Plattenmaße. Eine besondere Spalte enthält das Innenmaß von aus Metall hergestellten Kontrollrahmen, in welche die geschnittenen Platten grade noch hineinpassen müssen, um sicher zu sein, daß sie auch in die zugehörigen Kassetten anstandslos hineingehen. Gelegentlich wird der Fabrikant eine derartige Nachprüfung vornehmen.

1) Über die im Laufe der Zeit immer wiederkehrenden Bestrebungen und Vorschläge, Normalformate nach bestimmten Grundsätzen festzulegen, finden sich in der photographischen Literatur zahlreiche Angaben; s. u. a. Phot. Wochenbl. 1884. **10.** 377; Phot. Korresp. 1885. **22.** 67 u. 92; Eders Jahrb. f. Phot. 1890. **4.** 263, 1892. **6.** 290, 1894, S. 285, 1900. **14.** 267, 1911. **25.** 497 usw. — In jüngster Zeit stellte der Deutsche Normenausschuß einen Entwurf unter Zugrundelegung der jetzt üblichen Plattengrößen auf (Phot. Ind. 1928, **26,** 830), der sich daher im wesentlichen mit den folgenden Angaben deckt.

Kontinentale Plattenformate:

Allgemein gebräuchliche Formate:	Genaue Plattenmaße:	Kontrollrahmen:
4,5 × 6 cm	4,45 × 5,95 cm	4,5 × 6 cm
4,5 × 10,7 cm	4,4 × 10,6 cm	4,45 × 10,65 cm
6 × 9 cm	5,95 × 8,9 cm	6 × 8,95 cm
6 × 13 cm	5,93 × 12,9 cm	5,98 × 12,95 cm
6,5 × 9 cm	6,45 × 8,9 cm	6,5 × 8,95 cm
8,5 × 10 cm	8,4 × 9,9 cm	8,45 × 9,95 cm
9 × 12 cm	8,9 × 11,9 cm	8,95 × 11 95 cm
9 × 14 cm	8,9 × 13,9 cm	8,95 × 13,95 cm
10 × 15 cm	9,9 × 14,9 cm	9,95 × 14,95 cm
12 × 16,5 cm	11,9 × 16,4 cm	11,95 × 16,45 cm
13 × 18 cm	12,9 × 17,9 cm	12,95 × 17,85 cm
13 × 21 cm	12,9 × 20,8 cm	12,95 × 20,85 cm
16 × 21 cm	15,9 × 20,8 cm	15,95 × 20,85 cm
18 × 24 cm	17,8 × 23,8 cm	17,9 × 23,9 cm
24 × 30 cm	23,8 × 29,8 cm	23,9 × 29,9 cm
26 × 36 cm	25,8 × 35,8 cm	25,9 × 35,9 cm
30 × 40 cm	29,8 × 39,8 cm	29,9 × 39,9 cm

Der Verschnitt der meist benutzten Formate und die zugehörige Glasstärke ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Genauer Schnitt des Glases für gewöhnliche Platten:	bestimmt für die Formate:
11,9 × 17,8 cm	Für 6 × 9 und 9 × 12 cm
17,8 × 23,8 cm	„ 18 × 24 und 9 × 12 cm
17,9 × 25,8 cm	„ 13 × 18,6 × 13 und 6,5 × 9 cm
23,8 × 32,8 cm	„ 12 × 16,5 cm
23,8 × 29,8 cm	„ 24 × 30 cm
23,8 × 35,6 cm	„ 24 × 36 cm
29,8 × 39,8 cm	„ 30 × 40 cm

Glasstärke: 1,20 mm bis 1,60 mm (1,8 mm äußerstens) bis zur Größe 18×24 cm; größere Formate sind entsprechend stärker, z. B. hat eine 50×60 cm große Platte eine Stärke von $2^1/_2$—3 mm.

Für Diapositiv- und Stereoplatten:

17,8 × 23,8 cm	Für 18 × 24, 9 × 12, 8, 5 × 10, cm
	„ 6 × 9 und 4,5 × 6 cm
17,8 × 25,8 cm	„ 13 × 18, 6 × 13 und 6,5 × 9 cm
17,6 × 21,2 cm	„ 4,5 × 10,7

Glasstärke: 0,8 mm bis 1,2 mm.

Aus 1 qm Glasfläche lassen sich im Maximum 23 Platten 18×24 oder 92 Platten 9×12 schneiden.

Englische Plattenformate:

Den kontinentalen Formaten, die in den Trockenplatten erzeugenden Ländern Deutschland, Österreich, Frankreich, Belgien, Tschecho-Slowakei und Rußland übereinstimmend sind, stehen die englischen und amerikanischen nach englischen Zoll (inches) bemessenen Formate gegenüber:

Englische Plattenformate:
1 engl. Zoll (inch.) = 2,54 cm

inches	cm
$2^1/_2 \times 3^1/_2$	6,4 × 8,9
$3^1/_4 \times 3^1/_4$ (Latern plate)	8,25 × 8,25
$3^1/_4 \times 4^1/_4$ ($^1/_4$ Platte) .	8,25 × 10,8
4 × 5 ($^1/_3$ Platte) . .	10,1 × 12,7
$4^2/_4 \times 6\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}$ Platte) .	12 × 16,5
5 × 7.	12,7 × 17,8
$6\frac{1}{2} \times 8\frac{1}{2}$ (Ganze Platte)	16,5 × 21,5
8 × 10.	20,3 × 25,4
10 × 12	25,4 × 30,4
12 × 15	30,4 × 38,1

Kontinentale Plattenformate:
10 cm = 3,93 engl. Zoll (inches).

cm	inches
4,5 × 6	$1^3/_4 \times 2^3/_8$
9 × 12	3,54 × 4,72
10 × 15	3,94 × 5,9
12 × 16	4,72 × 6,30
13 × 18	5,12 × 7,08
13 × 21	5,12 × 8,25
16 × 21	6,24 × 8,19
18 × 24	7,08 × 9,44
24 × 30	9,44 × 11,81
30 × 40	11,81 × 15,75

Das französische Standardformat für Diapositivplatten ist 8,5×10,0 cm (lange Seite horizontal gedacht), das amerikanische $3^1/_4 \times 4$ inches, doch benutzen einige Fabrikanten auch die englische Viertelplatte $3^1/_4 \times 4^1/_4$).

Wiederverwendung gebrauchten Glases: Während die Wiederverwendung von einmal emulsioniert gewesenen aber nicht verarbeiteten und aus irgendeinem Grunde unbrauchbaren Platten nach dem Abwaschen der Schicht unbedenklich erfolgen kann, birgt das wiederholte Überziehen abgewaschener Negative, wie es vielfach während der Kriegszeit aus Glasmangel geschah, eine gewisse Gefahr in sich, da in solchen Fällen, wie Lüppo-Cramer ausführte [1]), gelegentlich mit überraschenden Begleiterscheinungen zu rechnen ist, die in dem Wiedererscheinen des ursprünglichen Bildes bestehen. Diese Möglichkeit besteht besonders dann, wenn der Entwicklungsprozeß anormal verlief, so daß farbige Reduktionen zustande kamen, oder bei Platten, die einer Nachbehandlung, wie z. B. einer Verstärkung unterworfen wurden. Da nämlich diese Bilder, wie verschiedene Experimentatoren feststellen, den stärksten chemi-

1) Phot. Ind. 1920, **18.** 567.

schen Reagentien, wie Salpetersäure und kochendem kaustischen Alkali widerstehen, führt man sie auf ultramikroskopische Silberteilchen zurück, deren Entstehung aus einer Lösung von Silber im Glase erklärt werden muß [1]).

Reinigen der Glasplatten.

Ist das Glas nach den oben angegebenen Gesichtspunkten sortiert, wird es, auch wenn es neu ist, einem gründlichen Reinigungsverfahren unterworfen, um es von allen anhaftenden Schmutz-, Staub- und Fetteilchen zu befreien. Im Fabrikbetrieb schließt sich ihm oft im gleichen Arbeitsgang sofort die Vorpräparation an, die notwendig ist, um ein gutes, allen photographischen Operationen Widerstand leistendes Haften der Emulsion zu bewirken.

Reinigungsmethoden: Die dafür zur Verfügung stehenden Methoden lassen sich nach H. Ostermaier [2]) hinsichtlich ihrer Wirksamkeit wie folgt anordnen: 1. Wiener Kalkmethode, 2. Glühmethode und Englischrotmethode, 3. Methoden mit Kaliumbichromat-Schwefelsäure, Flußsäure-Kaliumpermanganat, Talkum, Magnesia usta, Bolus alba und Schlemmkreide, 4. Reinigung mit heißem Wasser und Seife. Die Überlegenheit des Wiener Kalkes gegenüber den andern Putzmitteln wird einmal auf seine hohe Feinkörnigkeit, die relative Gleichmäßigkeit der Kristallgröße, die wenig scharfen Kanten der Kristalle, zum andern aber auch auf den gerade richtigen Grad seiner Alkalität zurückgeführt.

Verfahren im Kleinen: Praktisch verfährt man bei Arbeiten in kleinem Maßstabe so, daß man die Gläser in einen Holzrahmen spannt, und alsdann mit dem zu einem dünnen Brei angerührten und auf einen Leinwandballen aufgetragenen Putzmittel behandelt. Man spült hierauf mit Wasser gut ab, reibt etwaige Reste des Putzmittels, die sich besonders leicht an den Kanten finden, mit einem Leinwandläppchen gut ab und stellt die Platten zum Trocknen.

Verfahren im Fabrikationsgange: Im Fabrikationsgange wird die Reinigung entweder ebenfalls von Hand oder im Großbetriebe ausschließlich maschinell vorgenommen.

---

1) s. hierzu J. W. French, Nature, Londres, 1923, S. 569/570, E. P. Wightman, Brit Journ. of Phot. 1923. **70.** 455 und L. T. Reicher und E. H. Buchner, ebenda.

2) Diplomarbeit, Dresden 1922.

Im ersteren Fall beläßt man die zu etwa 1 oder 2 Dutzend in gitterartigen Holzgestellen befindlichen Platten zunächst einige Stunden in einer etwa 5—10%igen Sodalösung, spült sie darauf gründlich unter einer Brause ab, und bearbeitet die einzeln zu diesem Zwecke in Holzrahmen gespannten Platten mit Wurzelbürsten, wobei in gleicher Weise auf eine gründliche Reinigung der Randpartien zu achten ist, da auf den fertigen emulsionierten Platten sich zeigender Randschleier oftmals auf deren Unterlassung zurückgeführt wird. Bei Verwendung gebrauchten Glases wird die Behandlung sowohl mit Sodalösung wie das nachfolgende Waschen wiederholt durchgeführt.

Nach mehrmaligem Abspülen, zuletzt in destilliertem Wasser, wobei dieses schlierenfrei ablaufen soll, ohne daß sich dabei Inseln und Flecke zeigen, erfolgt sogleich die Vorpräparation durch Eintauchen in die dafür vorbereitete Lösung (s. S. 31) und anschließend die Trocknung.

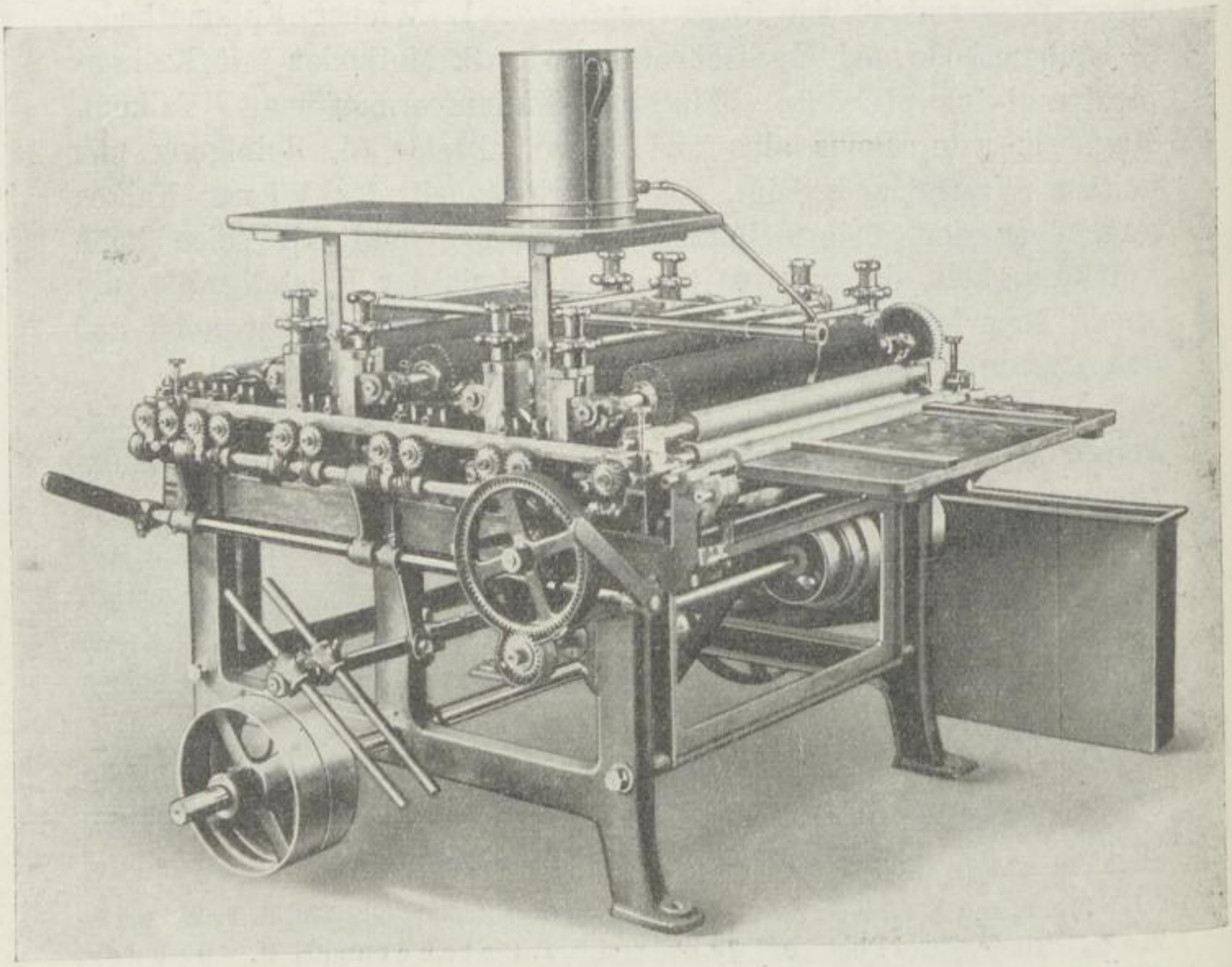


Abb. 2. Waschmaschine für Trockenplattenglas, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H.

Waschmaschinen: In allen größeren Fabriken wurde das früher allgemein übliche Putzen mit der Hand längst durch besondere Waschmaschinen ersetzt. Diese bestehen aus einem System schnell rotierender Walzenbürstenpaare, die auf einem Gestell montiert sind und zwischen denen die Platten durch mit Gummi überzogene Leitwalzen hindurchgeführt werden (s. Abb. 2 und 3). Wurden die Glasplatten nicht schon vorher wie angegeben in eine Sodalösung getaucht, werden sie auf der Maschine von einer solchen auf beiden Seiten angespritzt, sodann durch kräftig wirkende

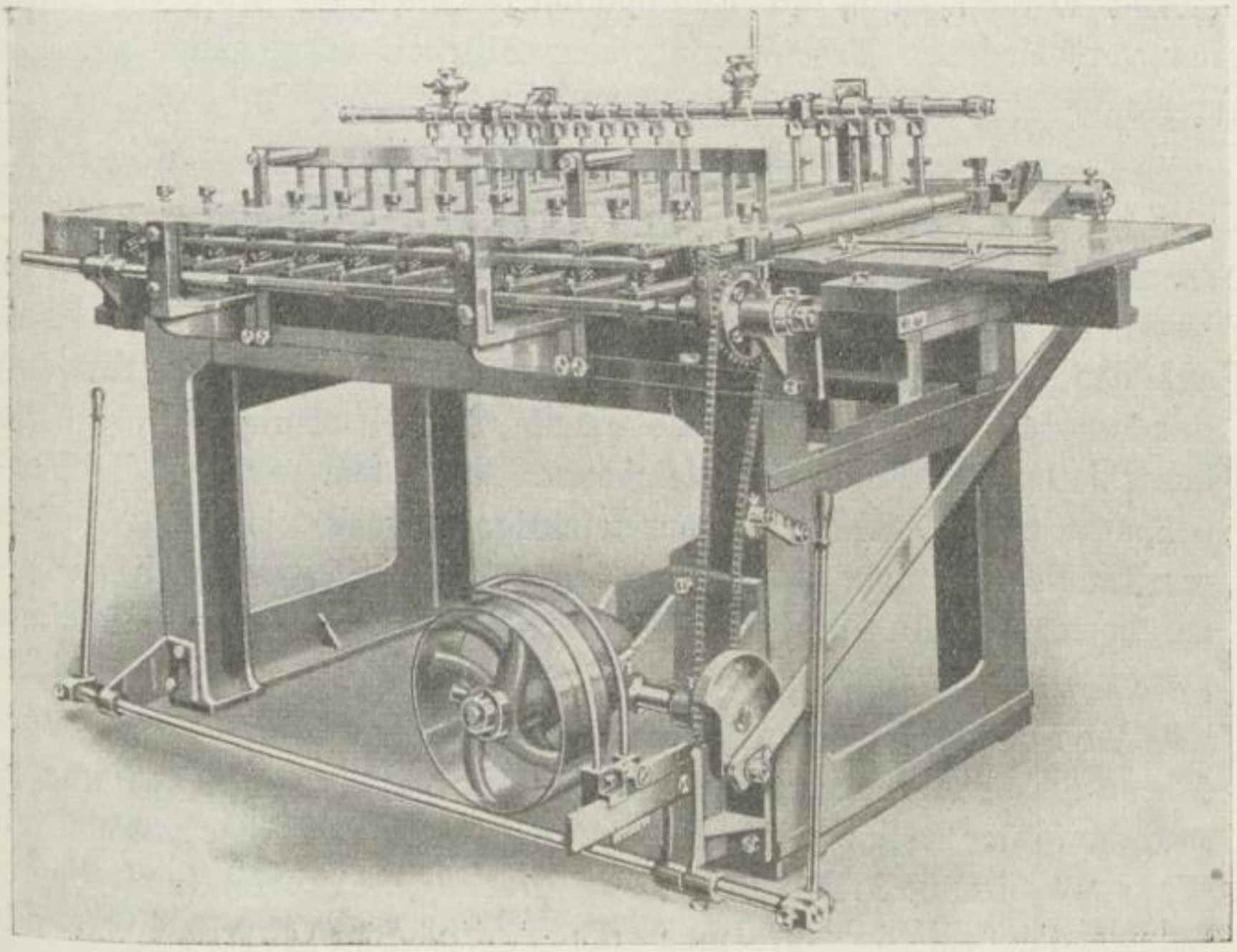


Abb. 3. Waschmaschine für Trockenplattenglas, Modell der R. W. Munro Ltd. South Tottenham, London-N. 15.

Spritzrohre abgespült und schließlich, besonders bei nicht einwandfreiem Waschwasser nochmals mit destilliertem Wasser gewaschen. Angelegt werden die Platten mit der Hand auf einen kurzen der Maschine vorgebauten Tisch oder auf Führungswalzen mit Gummiüberzug, abgelegt auf Bändern, sofern nicht die Untergußmaschine direkt angeschlossen ist. Um ein ruhiges stoßfreies Arbeiten der Maschine zu gewährleisten, werden sämtliche Walzenpaare von einer gemeinschaftlichen Längswalze durch geschnittene Schraubenräder

angetrieben, in gleicher Weise erfolgt der Antrieb der Bürsten ohne Riemen durch exakt geschnittene Stirnräder. Die Bürsten bestehen im ersten Teil der Maschine aus gegen die Einwirkung der Sodalösung widerstandsfähigen Fibreborsten, danach aus in Zinkkörper eingezogenen Schweinsborsten; ebenso wie die Gummiwalzen sind auch sie bequem herausnehmbar und auswechselbar. Schließlich ist durch eine mit den Leitwalzen verbundene Stufenscheibe dafür gesorgt, daß die Durchgangsgeschwindigkeit der Platten verändert und damit die Wirkung der Bürsten nach Bedarf vermindert oder erhöht werden kann. In Einzelheiten weichen die Konstruktionen der verschiedenen Maschinenfabriken natürlich voneinander ab.

Vorpräparation der Glasplatten.

Zweck der Vorpräparation: Da die wässerige Gelatine-Emulsion sich sehr schlecht auf Glasplatten ausbreitet und bei dem Versuche, sie durch Neigen der Platte beim Gießen aus freier Hand auf der Plattenfläche gleichmäßig zu verteilen, leicht über den Rand derselben rinnt, ist es notwendig, Mittel anzuwenden, welche das Fließen der Emulsion erleichtern. Außerdem verfolgt die Vorpräparation des Glases den sehr wichtigen Zweck, ein gutes Haften der Emulsionsschicht bei den photographischen Operationen herbeizuführen, also ein Kräuseln der Ränder oder gar ein vollständiges Loslösen zu verhindern.

Vorpräparationsverfahren: Ein brauchbares Verfahren dieser Art, das zuerst von Obernetter empfohlen wurde, besteht in der Befeuchtung der Glasoberfläche mit einer verdünnten Wasserglaslösung 1:200 bis 1:300. Der Auftrag erfolgt mit einem Leinwandlappen, worauf man die Platte ganz oberflächlich mit einem trocknen Lappen abwischt, indem man darauf achtet, daß eine Spur des Wasserglases haften bleibt. Auf so vorpräparierten Platten fließt die Emulsion leicht und gleichmäßig wie Öl, doch geht diese Eigenschaft bei längerem Aufbewahren der Platten wieder verloren, so daß sie dann von neuem präpariert werden müssen. Zu bemerken ist, daß zu konzentriertes Wasserglas das Entstehen dunkler Schlieren auf den Platten bewirkt und daß das Glas durch mehrmalige Behandlung mit Wasserglas[1]) angegriffen wird.

---

1) Genaueres s. H. Mayer, Das Wasserglas, seine Eigenschaften, Fabrikation und Verwendung, Braunschweig 1925.

Einige andere Mittel, welche gelegentlich zum gleichen Zweck empfohlen wurden, wie ein Absud von „Glaskraut“ [1]), Zuckerwasser [2]) oder verdünntes Eiweiß [3]) blieben ohne Bedeutung.

Beim Maschinenguß bietet der gleichmäßige Auftrag der Emulsion keine Schwierigkeiten, statt dessen tritt in der Fabrikation die Anforderung eines absolut sicheren Haftens der Schicht auch unter ungünstigen Arbeitsverhältnissen und bei nicht korrekter Behandlung der Platten, bzw. Negative in den Vordergrund. Fast allgemein bedient man sich zur Erfüllung dieser Forderung eines Untergusses von mit Chromalaun gehärteter Gelatine, der wie folgt angesetzt werden kann:

Man löst 50 g harte Emulsionsgelatine in 18 l dest. Wasser, filtriert, und setzt nach dem Erkalten etwa 300 ccm einer Lösung von 20 g Chromalaun in 1 l dest. Wasser hinzu.

Vorpräparation von Hand: Die Vorpräparation erfolgt in einfacher Weise durch Eintauchen der vorher wie oben angegeben sorgfältig gereinigten Glasplatten in die in einer Schale oder einem Troge befindliche Chromalaun-Gelatinelösung, worauf die Platten zum Ablaufen der Flüssigkeit und zum Trocknen senkrecht in Holzstellagen gestellt werden, die sich in einem gut temperierten Raum befinden. Die Trocknung erfordert etwa 1—3 Stunden. Bei dem geringen Werte des Präparationsmittels wird dieses öfter erneuert und jedenfalls nur wenige Tage verwendet.

Maschinelle Vorpräparation: Erheblich vereinfacht wird die gesamte Vorbehandlung der Glasplatten durch Verwendung einer mechanisch arbeitenden kombinierten Wasch- und Untergußmaschine mit anschließender Trockenpartie, wie sie zuerst von der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H., konstruiert wurde, und heute in zahlreichen Fabriken zu finden ist. Infolge ihres geringeren Raumbedarfs durch Fortfall der Trockenräume und infolge Ersparnis an Kraft, Dampf und Arbeitspersonal ermöglicht eine derartige Anlage ein weit rationelleres Arbeiten als die früher allgemein übliche Handpräparation. Hinzu kommt, daß die leicht zu Fehlern aller Art führende Berührung der

---

1) Von F. de Villecholle angegeben, Phot. Korresp. 1885. **22.** 100.

2) Nach E. Audra, Bull. Soc. Franc.; ref. Phot. Mitt. 1880. **17.** 16.

3) Von J. A. Forrest empfohlen, Brit. Journ. Phot. Almanac 1881, S. 46. — M. L. Warnerke setzte einer Aluminiumlösung etwas Wasserglas zu. Phot. News 1881, **26.** 1882. ref. Phot. Wochenbl. 1882, 8. 45.

Glasplatten mit den Fingern erheblich eingeschränkt wird, daß auch der beim Trocknen in größeren Räumen nie zu vermeidende Staub ausgeschaltet wird, und daß die Platten nicht stundenlang in feuchten oder im Sommer oft in dumpfigen Räumen zum Trocknen stehen bleiben, sondern nach erfolgter Abkühlung gleich zusammengestellt werden können.

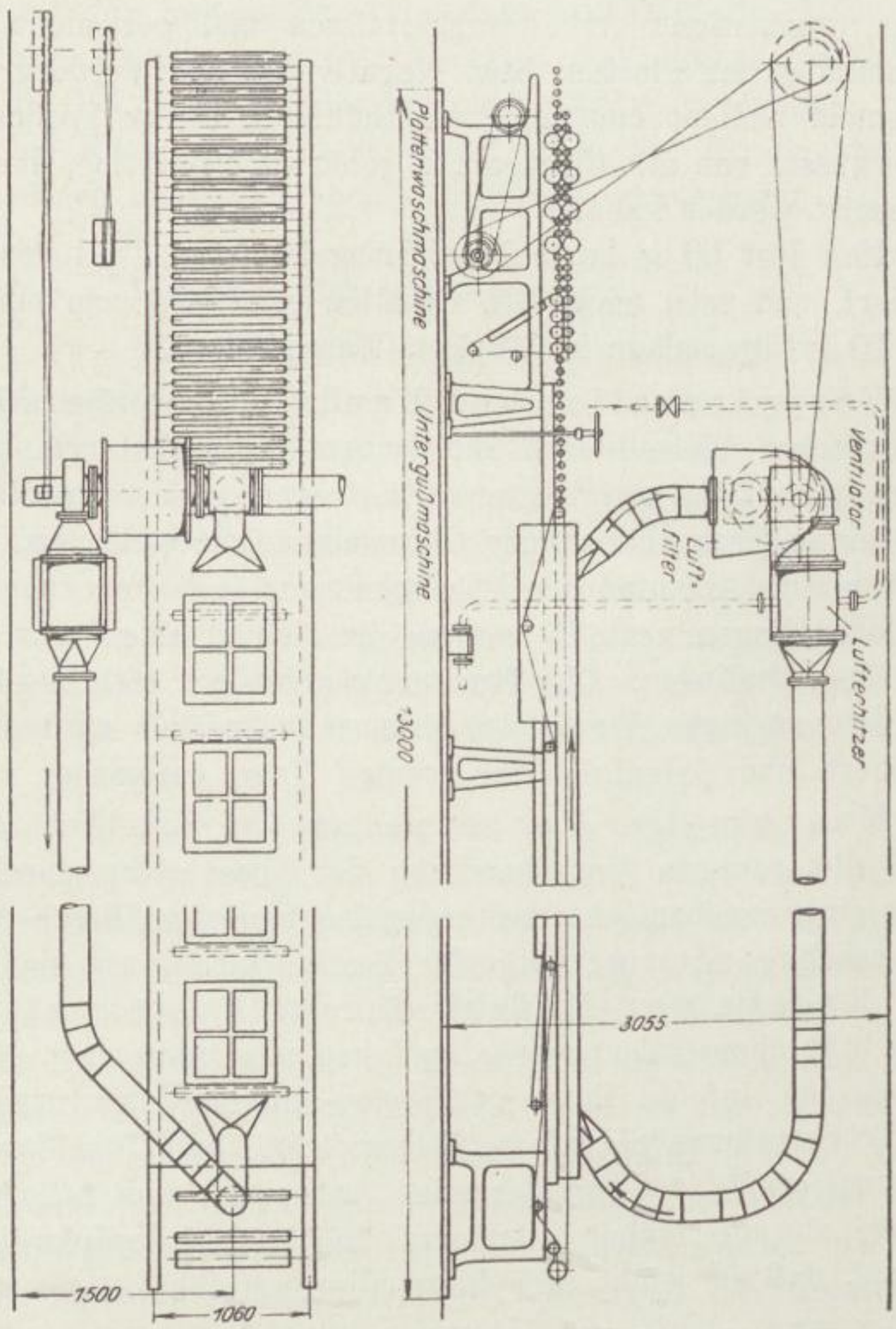


Abb. 4. Vereinigte Plattenwasch- und Untergußmaschine mit Trockenvorrichtung in schematischer Darstellung.

Die Gesamtanlage (Abb. 4 u. 5) besteht aus der schon beschriebenen Plattenwaschmaschine, einer aus einem geheizten Transporttuch bestehenden Trockenpartie, durch welche die Unterseite der Platten getrocknet wird, während die Oberfläche nur abgepreßt wird, also

etwas feucht bleibt, der Auftragvorrichtung für die Vorpräparation und einem anschließenden Heizkanal, durch den die Platten auf einem Transportgurt geführt werden, der alle erforderlichen Vorrichtungen zum Antrieb, zur Spannung und Regulierung besitzt.

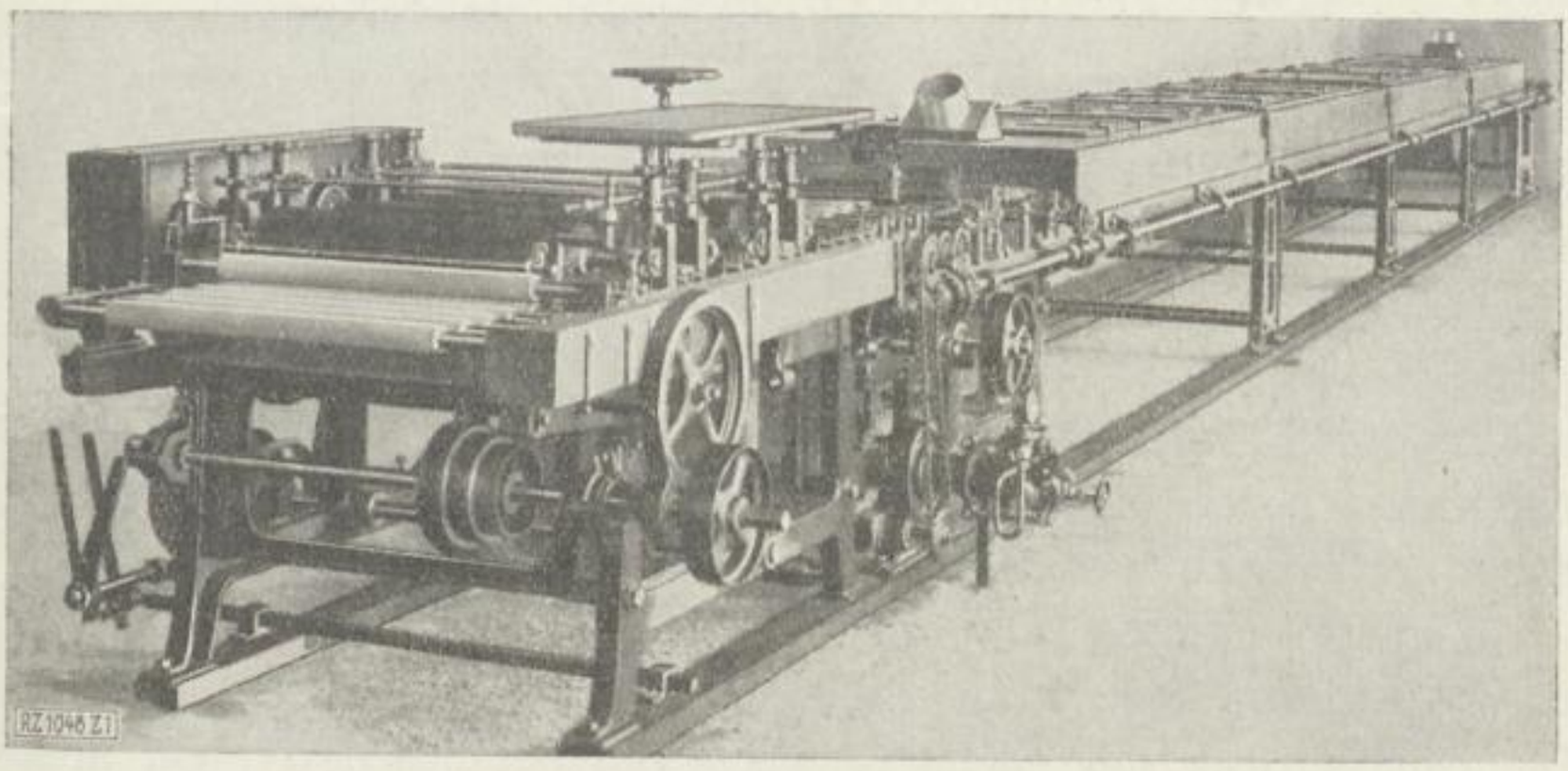


Abb. 5. Vereinigte Plattenwasch- und Untergußmaschine mit anschließender Trockenvorrichtung (System Koebig).

Die Trockenluft passiert zunächst ein Trockenfilter, wird darauf durch einen Ventilator einem Lufterhitzer zugeführt, und von dort der Laufrichtung der Platten entgegengeblasen, so daß diese das Ende der Anlage vollkommen gebrauchsfertig zum Emulsionieren verlassen. Da die Trockenluft im Kanal nur wenig Feuchtigkeit aufzunehmen hat, wird sie unter Zumischung frischer Luft wieder verwendet, so daß also auch das zu ihrer Erwärmung erforderliche Dampfquantum ein nur geringes ist.

Die Gesamtlänge einer derartigen vereinigten Anlage beträgt etwa 14 m bei einer Arbeitsbreite von 600 bis 800 mm. Der Kraftbedarf beläuft sich auf etwa $1^1/_2$ bis 2 PS, wovon 1 PS auf den Heißluftventilator entfällt, der ungefähr 10 bis 15 cbm Luft in der Minute zu fördern hat.

Besondere Vorpräparationsverfahren:

Präparation abziehbarer Platten. Die gewaschenen und trockenen Glasplatten werden nacheinander wie folgt behandelt:

1. mit einer Kautschuklösung, bestehend aus: 1 l Benzol, 40 g reinem Paragummi, 3 l Benzin, die zum Gebrauch noch mit 3 l Benzin verdünnt wird.
2. mit $1^1/_2$%igem Kollodium, das man sich aus dem handelsüblichen 3%igen dadurch herstellt, daß man 4 l desselben

mit einem Gemisch von 21 Alkohol und 21 Äther versetzt.
Die getrockneten Platten werden abgerändert und erhalten
3. den gewöhnlichen Unterguß.

Präparation lichthoffreier Platten: Das früher meist ausgeübte Verfahren, die Lichthofbildung dadurch zu verhindern, daß man mehrere Emulsionsschichten übereinander goß, und zwar als untere eine lichtundurchlässige von sehr geringer Empfindlichkeit, darüber eine hochempfindliche Emulsion[1]), wurde als zu unrationell verlassen, nachdem das der Akt.-Ges. für Anilinfabrikation erteilte Patent auf einen Lichthofschutz durch eingefärbten Gelatineunterguß[2]) abgelaufen und dieses einfachere und bewährte Verfahren der allgemeinen Verwertung zugänglich war. Allerdings liefern z. B. amerikanische Fabriken hochwertige Platten auch heute noch als „Double Coated Plates".

Neuere Patente der „Agfa" (I. G. Farbenindustrie A.-G.) schützen eine Präparation der Glasplattenrückseite vor dem Emulsionsauftrag mit einem Gemisch von Zellulosederivaten, alkalilöslichen Harzen und Farbstoffen und für panchromatische Materialien einen völlig schwarzen Lichthofschutz, der durch Auftrag bestimmter Farbstoffe erreicht wird, die bei der Verarbeitung in den Bädern ausgebleicht werden[3]).

Nach dem von Oakley herrührenden Verfahren bedient man sich einer Emulsion von Mangansuperoxyd-Gelatine, für deren Herstellung erst A. Lumière & ses Fils in Lyon, später Lüppo-Cramer eine verbesserte Methode angab.

Nach Lumières Verfahren versetzt man eine Gelatinelösung mit Permanganat und erhitzt so lange bis die vorübergehend infolge der Reduktion des Permanganats zu kolloidem Mangansuperoxyd durch die Gelatine entstehende koagulierte Masse wieder flüssig geworden ist.

---

1) s. S. 12. — Mehrfache Emulsionsschichten wurden auch zu andern Zwecken erzeugt, indem man solche verschiedener Gradation und Farbenempfindlichkeit übereinanderlegte. Brit. P. 15 054 (1912) für Rud. Fischer (N. P. G.) und D. R. P. 250 183 und 262 036 (1912) der Neuen Photographischen Gesellschaft A.-G., ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1913. **27.** 392 u. 393; ferner D. R. P. 350 659 (1921) für H. Schreiber.

2) s. S. 12. — Auf dem gleichen Prinzip der Einschaltung einer durchsichtigen, aber nicht reflektierenden Substanz zwischen Glas und lichtempfindlicher Schicht beruht das U. P. P. 1 497 272 (1922) für J. A. H. Hatt.

3) D. R. P. 472 115 (1927) und Brit. P. 294 104 (1927).

Während hierbei häufig gröbere flockige Ausscheidungen entstehen, welche die Homogenität der Lichthofschutzschicht beeinträchtigen, erhält man nach Lüppo-Cramer[1]) sehr gute Gelatineemulsionen von hochdispersem Mangandioxyd, wenn man die Reduktion des Permanganats innerhalb der Gelatine durch Natriumsulfit vornimmt, oder noch besser, wenn die Bildung die Dioxyds durch Umsetzung des Permanganates mit Manganosalz vollzogen wird. Die praktisch besten Resultate gab folgende Vorschrift:

Zu 500 ccm 1%iger Gelatinelösung werden bei 40° der Lösungen zuerst 50 ccm 2%iger Lösung von Kaliumpermanganat und dann 50 ccm 5%iger Mangansulfatlösung zugefügt. Es entsteht sofort eine ganz gleichmäßige gelbbraune Emulsion, die noch mit 40 g Gelatine, gelöst in 150 ccm Wasser, vermischt, zum Erstarren ausgegossen und dann ausgewaschen wird.

Da die mit Manganverbindungen hergestellten Lichthofschutzschichten oft die Haltbarkeit der auf sie gegossenen Emulsionen beeinträchtigten, wurde von J. Eggert und J. Reitstoetter eine elektrodialytische Behandlung solcher Untergußschichten vor ihrem Vergießen zur Verhinderung dieser Zersetzung als zweckmäßig befunden[2]). Man läßt z. B. Gelatine in einer etwa $^1/_{10}$ N-Lösung von Kaliumpermanganat 1 Stunde quellen, schmilzt sie auf und beschickt mit ihr die Mittelzelle eines Dialysierapparates, an dessen Elektroden man ein Potential anlegt. Zwischen Anoden- und Mittelraum wird ein elektropositives Diaphragma z. B. Wollstoff oder Chromleder, zwischen Kathoden- und Mittelraum ein negatives Diaphragma z. B. Pergamentpapier oder Zelluloseester angebracht. Sobald das Minimum an Leitfähigkeit erreicht ist, wird die Untergußlösung aus dem Mittelraum abgezogen und direkt vergossen oder falls erforderlich zur Erhöhung der Viskosität zuvor noch mit etwas Gelatine versetzt. Mitunter ist es zweckmäßig die dialysierte Kolloidlösung noch zu neutralisieren oder mit Elektrolyten zu versetzen. Anwendung findet dieses Verfahren bei der Fabrikation der Agfa-Isorapidplatten.

Von den vielen für die Selbstpräparation lichthoffreier Platten durch einen Hinterguß angegebenen Vorschriften sei hier nur die von H. W. Vogel empfohlene mitgeteilt[3]). Nach dieser werden die

1) Kolloid-Zeitschr. 1916. **19.** 241; s. a. dieses Handb. Bd. II 1. 3. Aufl. 1927. S. 449.

2) D. R. P. 450 635 (1926) der I. G. Farbenindustrie A.-G.

3) vgl. S. 207.

Platten mit einem 2%igen Kollodium überzogen, das auf 100 g 0,5 g Aurantia, 0,5 g Fuchsin und 4 g Rizinusöl enthält. Weiteres s. S. 201—213.

Präparation von Platten mit desensibilisierenden Farbstoffen: Der Auftrag von Desensibilisatoren auf die Plattenrückseite kann unter Zuhilfenahme eines in kaltem Wasser löslichen Substrates erfolgen [1]), ein Verfahren, das bei den „Backed Plates" praktische Anwendung fand, s. S. 213.

Lichthofschutzmittel in Verbindung mit desensibilisierenden Farbstoffen gaben M. Schiel [2]) und H. Meißner [3]) bekannt. Ersterer wählte als Substrat Dextrin oder aber Kolophonium mit Ätznatrom nach folgender Vorschrift: 4 g Kolophonium werden in 30 ccm Alkohol unter Erwärmung gelöst, darauf setzt man 2 g Natronlauge (40° Bé) und 0,3 g Phenosafranin hinzu. Der Alkohol verdunstet nach dem Auftrag und die Schicht trocknet matt auf. Meißner empfahl statt dessen einen dünnen Auftrag von Zaponlack, in dem Phenosafranin zuvor gelöst wurde.

Die Emulsionsgelatine

(s. a. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 470 ff. mit Literaturangaben) [4]).

Sollen im folgenden vor allem die praktischen Prüfungsmethoden für die Eignung einer Gelatine zur Emulsionsbereitung mitgeteilt werden, so wird manchem Leser doch erwünscht sein, wenigstens in großen Zügen etwas über die Gewinnung der Gelatine zu erfahren [5]).

Herstellung der Emulsionsgelatine.

Man hört oft heute noch die Gelatine als „gereinigten tierischen Leim" definieren, ein Ausdruck, der unzutreffend ist. Die Gelatine ist vielmehr das Produkt der leimgebenden Substanzen des tierischen Organismus, bei dessen Fabrikation von vornherein darauf hin-

1) D. R. P. 354 432 (1921) für K. Wiebking.

2) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1922. **59.** 185.

3) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1922. **59.** 233—234.

4) Außer den dort vermerkten Werken erschien inzwischen noch, vom kolloidchemischen Standpunkte behandelt: E. Sauer, Leim und Gelatine, Dresden, 1927.

5) Von deutschen Fabriken photographischer Emulsionsgelatine seien genannt: Deutsche Gelatinefabriken, vorm. Ch. W. Heinrichs, Höchst a. M. und F. Drescher & Co., Schweinfurt. — Deutsche Gelatinefabriken Göppingen, vorm. Goppinger Gelatinefabriken Paul Köpff. — Dr. C. Ewald, Gelatinefabrik, Sobernheim, Rhld. — Heidelberger Gelatinefabrik Stöß & Co., Ziegelhausen bei Heidelberg. — Julius Herold, Gelatinefabrik, Monzingen, Rhld.

gearbeitet werden muß, daß ein möglichst reiner farbloser Leim, eben die Gelatine, entsteht. Man kann deshalb durchaus nicht etwa aus dem gewöhnlichen Tischlerleim durch „Reinigung“ Gelatine herstellen, sondern muß schon bei der Auswahl des Rohmaterials, besonders für eine photographischen Zwecken genügende Gelatine, hierauf Rücksicht nehmen und bei der Verarbeitung alles vermeiden, was den dadurch bedingten Eigenschaften hinderlich ist.

Die leimgebenden Substanzen (Kollagene) sind die stickstoffhaltigen Grundsubstanzen der Gewebe, die das Gerüst für den Organismus insbesondere der Wirbeltiere bilden, d. h. die knöchernen, häutigen und knorpeligen Teile des inneren Skelettes: die Häute, Sehnen, Bänder usw. Sie bilden einen beträchtlichen Teil des Wirbeltierkörpers, während diese Substanzen bei den wirbellosen Tieren meist durch Zellulose, Chitin oder Spongin ersetzt sind.

Das Hauptmaterial für die photographische Gelatine ist die tierische Haut, das sogenannte Leimleder, doch wird auch vielfach aus Knochen eine gute Gelatine gewonnen. Das Leimleder ist dieselbe Substanz, aus der auch der Gerber sein Leder erzeugt, doch werden in den Gelatinefabriken naturgemäß nur diejenigen Teile verwendet, die ihrer Form oder Größe nach sich für die Verarbeitung zu Leder nicht eignen. Einen großen Teil des Leimlederes bilden daher die Köpfe und Sehnen, vor allem der Rinder.

Aus den großen Gerbereien erhalten die Gelatinefabriken das geeignete Rohmaterial in teils getrocknetem, nur gesalzenem, teils feuchtem Zustande. Es wird zunächst in Kalkmilch eingeweicht, die einerseits eine ausgezeichnete Desinfektion bewirkt, anderseits aber auch fettige Bestandteile weitgehend verseift, Blut und Fleisch entfärbt und das Gewebe lockert. Das so gekalkte oder „geäscherte“ Leimleder, das im allgemeinen nur wenig gefärbt und fast geruchlos ist, wird nun durch Waschen von der Hauptmenge des Kalkes befreit und dann der „Säuerung“ unterworfen, auf die eine nochmalige Waschung folgt.

Das gesäuerte und gewaschene Leimleder wird mit heißem Wasser extrahiert und für die besonderen photographischen Zwecke der Prozeß so geleitet, daß zunächst nur ein Bruchteil des insgesamt extrahierbaren als „erster Abzug“ abgelassen wird, da im allgemeinen nur dieser Anteil eine Gelatine liefert, die in ihren physikalischen Konstanten den hohen Anforderungen der photographischen Industrie genügt. Weitere mit steigender Temperatur entstehende Abzüge werden für Speisezwecke, insbesondere für die Konservenfabrikation verwendet.

Die flüssige Gelatinelösung wird nun nach gründlichem Filtrieren in Kästen ausgegossen, in Eiskammern zum Erstarren gebracht und alsdann in Blätter zerschnitten, die natürlich wegen ihres noch sehr hohen Wassergehaltes sehr viel dicker sind als die handelsüblichen feinen Blätter. Diese Gallerttafeln werden auf Netzen aus Baumwollgewebe zum Trocknen ausgebreitet, deren Form sich bei den handelsüblichen Blättern in ihrem rautenförmigen Muster erhalten zeigt. Daneben werden bedeutende Mengen vortrefflicher photographischer Gelatine von verschiedenen Fabriken aber auch in nach besonderen Verfahren erzeugter Pulver- und Fadenform in den Handel gebracht.

Bei der Herstellung von Gelatine aus Knochen wird in folgender Weise verfahren. Die Knochen werden zunächst mechanisch zerkleinert und dann zur Entfernung und Gewinnung des Fettes mit Benzin, Tetrachlorkohlenstoff oder Trichoräthylen extrahiert. Sie werden dann mit Salzsäure „mazeriert", wodurch die Mineralsubstanz, in der Hauptsache Dikalziumphosphat, entfernt wird, das ein wertvolles Nebenprodukt darstellt. Das auf diese Weise gewonnene „Ossein" wird alsdann in ähnlicher Weise dem Äscherungs- und Auskochprozeß unterworfen wie das Leimleder.

Die Methoden zur Prüfung der Emulsionsgelatine: Kann für den Praktiker kein Zweifel darüber bestehen, daß für die kritische Bewertung einer Emulsionsgelatine letzten Endes der Emulsionstest entscheidend ist, und daß demgegenüber den physikalischen Testen eine nur sekundäre Bedeutung zukommt, so wird man diese doch nicht vernachlässigen dürfen, da sie Auskunft vor allem über das mechanische Verhalten einer Gelatine geben und dieses nicht allein für den Reifungsvorgang wichtig ist, sondern auch für das Fertigfabrikat, wie z. B. besonders augenfällig bei dessen Verarbeitung in den verschiedenen Bädern oder danach noch beim stark beanspruchten Kino-Positivfilm. Die Prüfung der physikalischen Eigenschaften (äußere Beschaffenheit der Gelatine und ihrer Lösung, deren Viskosität, Gallertfestigkeit, Schmelz- und Erstarrungspunkt) wird daher mit der der photographischen (Empfindlichkeit, Schleierbildung, Gradation) stets Hand in Hand gehen müssen; hinzu kommen noch als erfahrungsgemäß mehr oder weniger wissenswert das Quellvermögen, die Feststellung der Reaktion, des Gehaltes an nicht gelatinierenden Substanzen, eine Prüfung auf gegenwärtige reduzierend wirkende Körper, auf etwa vorhandenen Alaun, auf Schwermetalle usw.

Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit.

Allgemeines: Wie schon G. Quincke[1]) zeigte, ist die Wasseraufnahme oder Quellung der Gelatine nicht als einfache Absorption anzusehen, da der Schwellungsvorgang mit einer Kontraktion verbunden ist — das Volumen der aufgequollenen Gelatine ist kleiner als die Summe der Volumina der trockenen Gelatine und des aufgenommenen Wassers —, gleichzeitig ist sie von einer Wärmetönung begleitet und vollzieht sich am besten in kaltem Wasser[2]). Außerordentlich beeinflußt wird sie durch eine Reihe verschiedener Faktoren wie die Vortrocknung der Gelatine und deren Form und Beschaffenheit, so daß ein Vergleich verschiedener Sorten streng genommen nur zulässig ist, wenn dieselben in gleicher äußerer Form als entweder Blatt-, Pulver- oder Fadengelatine vorliegen. Von Einfluß auf die Quellung ist ferner die Azidität der Gelatine, ihr Gehalt an bestimmten chemischen Substanzen und verunreinigenden Salzen, schließlich auch die Reinheit des benutzten Wassers, seine Temperatur und sein relatives Quantum. Die erhaltenen Werte sind daher immer nur als approximative anzusehen und für technische Zwecke von untergeordneter Bedeutung, so daß auf ihre Feststellung vielfach verzichtet wird.

Bestimmungsmethoden[3]): Nach der bevorzugten Gewichtsmethode wird üblicherweise ein bestimmtes Gewicht lufttrockener Gelatine 24 Stunden in Wasser von 18 bis 20° C untergetaucht belassen und nach Auspressen des überschüssigen Wassers erneut gewogen; die Gewichtsdifferenz ergibt die Wasseraufnahme. Durch Herstellung gleichgestalteter und gleichschwerer Quellplättchen kann diese verhältnismäßig rohe Methode nach F. Hofmeister[4]) verfeinert werden.

Auch das durch Quellung veränderte Volumen der vorher fein gepulverten und in einer kalibrierten Reagenzröhre mit Wasser überschichteten Gelatine gibt nach M. H. Fischer[5]) ein Maß für die Wasseraufnahmefähigkeit.

---

1) Archiv d. Ges. f. Physiologie 1870. **3** 332.

2) s. Bennet, Animal Proteins, 1921, S. 204.

3) Ältere Methoden von Schattenmann, Cadet, Lipowitz u. a. wurden wegen ihrer Unzuverlässigkeit längst verlassen und blieben daher in diesem Zusammenhange unberücksichtigt.

4) s. Wo. Ostwald, Kl. Praktikum d. Kolloidchemie 1920, S. 82.

5) Ebenda, S. 84; s. a. Kolloid-Ztschr. 1909 **5** 197.

Bisweilen wird der Quellungsdruck gemessen[1]), oder wie es S. E. Sheppard und F. A. Elliot[2]) gelegentlich der Untersuchung der Trocknungsvorgänge photographischer Schichten unternahmen, die durch die Quellung zunehmende Dicke mit Hilfe eines besonderen hierfür konstruierten Dickenmessers („Auxometer"), das auch den Einfluß von Salzen auf die Quellung nachzuweisen gestattet.

Herstellen einer 10%igen Lösung für die folgenden Teste.

100 g der zu untersuchenden Gelatine werden in kleingeschnitzeltem Zustande mit 900 ccm kaltem, destilliertem Wasser bedeckt, eine Stunde einweichen gelassen und dann auf dem Wasserbade unter zeitweiligem Umrühren bis zur vollkommenen Lösung erwärmt, ohne dabei die Temperatur von 43° C zu überschreiten. Die Wahl der 10%igen Konzentration erfolgt im Hinblick auf möglichste Anpassung an die bei der Herstellung der Emulsionen obwaltenden Verhältnisse.

Prüfung der äußeren Beschaffenheit der Gelatinelösung.

Färbung und Klarheit: Man beobachte, ob die Lösung blaß oder von mittlerer oder dunkler Bernsteinfarbe ist. Weiter prüfe man ihre Klarheit, wobei man unterscheide, ob sie sehr schwach getrübt ist, schwach trübe, mäßig trübe oder sehr trübe. Am einfachsten geschieht dies unter Anwendung des Faraday-Tyndallkegels, d. h. man beobachtet im Strahl einer bis auf eine kleine Öffnung abgeblendeten Projektionslampe, der durch Benutzung einer Linse noch weiter eingeengt werden kann.

Um genaue Angaben über den Grad der Klarheit machen zu können, schlug H. Bechhold[3]) die Benutzung des Kleinmannschen Nephelometers[4]) mit Heranziehung einer Vergleichstrübung und S. E. Sheppard[5]) die Benutzung eines Turbidimeters unter Anwendung des Prinzips der gekreuzten Gitter vor, wie es ähnlich Ives als Testobjekt für die Sehschärfe benutzt hatte, doch kommt

1) J. Amer. Chem. Soc. 1922, **44**, 373—379; ref. Phot. Ind. 1923, **21**, 55—59.

2) s. hierüber E. Posnjak, Kolloidchem. Beihefte 1912, **3**, 417 (nach Wo. Ostwald).

3) Zeitschr. f. angew. Chemie 1924, **37**, 369.

4) Kolloid-Zeitschr. 1925, **36**, 168—174 — gefertigt wird dieser Apparat von Schmidt & Hänsch, Berlin S.

5) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester 1923, S. 220, ferner J. Ind. Eng. Chem. 1920, **12**, 167.

dieses Verfahren, zu dessen Durchführung ein kompendiöser Apparat erforderlich ist, für die üblichen fabrikatorischen Prüfungen kaum in Frage.

Fremdkörper und Geruch: Sind Fremdkörper zugegen, so unterscheide man, ob sie in sehr geringer, in geringer oder in größerer Menge vorhanden sind. Ferner achte man auf „Fischaugen" (Knötchen ungelöster Gelatine) und einen ungewöhnlichen Geruch, der als süßlich, sauer, widerlich oder ähnlich bezeichnet wird.

Schaumbildung (Allgemeines): Eine außergewöhnliche Schaumbildung läßt auf die Gegenwart von Verunreinigungen, freien Alkalien oder Säuren, oder von Zersetzungsprodukten, Schleimsubstanzen oder Peptonen schließen. Systematische Untersuchungen über die Bestimmung der Schaummenge rühren von S. R. Trotman und J. E. Hackford[1]) her, die feststellten, daß diese von der Flüssigkeitshöhe, dem Gefäßdurchmesser, der Temperatur, der Zeitdauer des Versuches und der Art seiner Ausführung abhängt, und die eine diese Bedingungen berücksichtigende Prüfungsmethode unter Anwendung eines besonderen Apparates ausarbeiteten, die später von H. J. Watson im Prinzip zwar beibehalten, aber in vereinfachter Weise ohne solchen Apparat durchgeführt wurde.

Bestimmung des Schaumes: Nach Watson[2]) werden 5 g der Gelatine in einem Becherglase von 100—150 ccm Inhalt mit 40 ccm Wasser bedeckt, einige Stunden stehen gelassen und dann bei ungefähr 130° F (= 53,3° C) geschmolzen. Die Lösung wird in einen verschließbaren graduierten Zylinder von 100 ccm Inhalt und ungefähr $2^1/_2$ cm Durchmesser gegossen und mit heißem Wasser, das zum Ausspülen des Bechers benutzt wird, auf 50 ccm gebracht. Die Temperatur wird jetzt auf 120° F (= 48,8° C) gehalten, der Zylinder geschlossen und einige Stunden, bzw. solange geschüttelt bis kein Schaum mehr entsteht. Man läßt einige Minuten stehen, damit sich der Schaum auf der Oberfläche der Lösung ansammelt. Hat die Lösung die Höhe von 45 ccm erreicht, wird der obere Endpunkt abgelesen; die Differenz zwischen diesem und der 45 cm Grenze ergibt den gesuchten Schaumwert. Nach Watson erscheint diese Berechnungsweise zweckmäßiger als wenn man die Höhe unmittelbar nach dem Schütteln abliest und 50 ccm abzieht, weil man dabei gleichzeitig eine Vorstellung von der Permanenz des Schaumes

1) J. Soc. Chem. Ind. 1906, **25.** 104.
2) J. Soc. Chem. Ind. 1906, **25.** 108.

erhält; praktisch ist die Ablesung auch die gleiche, da die Abnahme des Schaumes in gleicher Richtung vor sich geht.

Prüfung der Reaktion der Gelatinelösung.

Die genaueste Methode zur Prüfung der Reaktion der Gelatine besteht in der Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration (p_H) auf elektrischem Wege oder einfacher durch den Farbenumschlag einer Serienskala von Indikatoren [1]). Der so bestimmte wirksame Säuregehalt hat unterschiedlich von dem durch Titration mit Alkali bestimmten Gesamtwert einen beträchtlichen Einfluß auf die übrigen physikalischen Eigenschaften wie die Viskosität, die Festigkeit, den Schmelzpunkt, die Absorption im Ultraviolett[2]) usw. p_H Werte unter 7,0 (Neutralitätspunkt für Wasser) zeigen eine saure Reaktion an, darüber eine alkalische. Die Bestimmung der Wasserstoffionen-Konzentration wird daher ausgeführt, wenn die Reaktion zur Änderung der physikalischen Eigenschaften der Gelatine in Beziehung gebracht wird, oder wenn man auf eine ganz neutrale Reaktion der Emulsion durch entsprechende Zusätze zur Gelatine hinarbeiten will. Bei exakten vergleichenden Untersuchungen verschiedener Emulsionsgelatinen müssen deren Lösungen daher auch auf den gleichen p_H Wert (zweckmäßig den isoelektrischen Punkt: $p_H = 4{,}7$) gebracht werden.

Bei der Handelsware liegt der p_H Wert in der Regel zwischen 5 und 6.

Sehr einfach, rasch und genügend genau erfolgt die Ausführung in der Betriebspraxis nach der kolorimetrischen Tüpfelmethode, z. B. mit der von Tödt angegebenen Apparatur [3]). Man bedient sich hierbei besonderer Farbtafeln, die jeden Umschlagsfarbton mit der zugehörigen p_H Zahl enthalten, und so einen direkten Vergleich mit dem auf einer Porzellanplatte bei Zufügung eines Indikatortropfens zu der zu untersuchenden Gelatinelösung erhaltenen Farbtones erlauben. Die Meßgenauigkeit beträgt etwa 0,2 p_H, während man für eine rohe Beurteilung auch ohne Farbtafel auskommt.

---

1) Genaue Anweisungen zur Ausführung der Bestimmungen enthalten u. a. L. Michaelis, Die Wasserstoffionenkonzentration, Berlin 1922, E. Mislowitzer, Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Flüssigkeiten, Berlin 1928, ferner W. M. Clark, The Determination of Hydrogen Jons, Baltimore, 1927 (mit Farbtafel).

2) Phot. Journ. 1926. **66.** 120.

3) Diese handliche Apparatur wird nebst Farbtafeln von der Stroehlein & Co., G. m. b. H., Düsseldorf 39 in den Handel gebracht.

Unter Verwendung von 10 ccm einer 1(!)%igen Gelatinelösung dienen als Indikatoren für den sauren Meßbereich:

0,5 ccm	einer	0,04 %igen	Lösung	von	Bromphenolblau	p_H 2,8 — p_H 4,6
0,5 ccm	„	0,04 %igen	„	„	Bromkresolgrün	p_H 3,6 — p_H 5,4
0,3 ccm	„	0,02 %igen	„	„	Methylrot	p_H 4,4 — p_H 6,3
0,5 ccm	„	0,04 %igen	„	„	Bromkresolpurpur	p_H 5,1 — p_H 6,7

für den alkalischen Meßbereich:

0,5 ccm	einer	0,04 %igen	Lösung	von	Bromthymolblau	p_H 5,8 — p_H 7,6
0,5 ccm	„	0,02 %igen	„	„	Phenolrot	p_H 6,7 — p_H 8,4
0,5 ccm	„	0,02 %igen	„	„	Kresolrot	p_H 7,1 — p_H 8,8
0,5 ccm	„	0,04 %igen	„	„	Thymolblau	p_H 8,0 — p_H 9,6

wobei sich die Indikatoren soweit überdecken, daß sämtliche in Frage kommenden p_H Bereiche in den günstigsten Meßbereich eines Indikators fallen. Kleine in verschiedenen Aufstellungen sich findende Abweichungen der p_H Grenzen sind dabei belanglos. Der Ansatz der Farbstofflösungen erfolgt im Verhältnis 1:1 mit Alkohol und dest. Wasser, die vollkommen neutral sein müssen, der Vergleich der Versuchslösungen in Reagenzröhrchen von 16 mm innerem Durchmesser.

Bestimmung der Viskosität (Zähigkeit).

Allgemeines: Wird die Bestimmung der Viskosität, unter der die innere Reibung der Moleküle verstanden wird, auch keine absoluten Werte ergeben, da es sich in der Technik meist um Vergleiche von Gelatinen verschiedenen Ursprungs handelt, deren Gehalt an fremden Substanzen je nach den gewählten Rohmaterialien und Herstellungsmethoden ein sehr unterschiedlicher sein kann, so kommt ihr doch zur Bewertung einer Gelatine in physikalischer Hinsicht wegen ihrer einfachen und schnellen Durchführbarkeit eine erhöhte praktische Bedeutung zu. Mehrmals nach verschiedenen Zeiten bei der gleichen Gelatinelösung angestellt, gibt sie Aufschluß über die mit dem Altern eintretenden inneren Zustandsänderungen, die ähnlich auch in der Emulsion verlaufen. Da die Viskosität außerdem von erheblicher Bedeutung für die Schichtdicke und Ausbeute beim Vergießen der Emulsionen ist, wird ihre Bestimmung wohl in den meisten photochemischen Betrieben nicht nur bei Prüfung neu hereinkommender Gelatinen, sondern auch zur Kontrolle der täglichen gußfertigen Emulsionen ausgeführt.

Um die erhaltenen Resultate richtig zu bewerten, sind dabei die vielfältigen Einflüsse auf die Viskosität in Erwägung zu ziehen, unter denen dem Dispersionsgrad der vorliegenden Gelatine die größte

Bedeutung zuzukommen scheint. Nach J. Alexander[1]) entspricht das Viskositätsmaximum einer Gelatinelösung, das nach 24 Stunden erreicht wird und sich dann mehr oder weniger schnell vermindert, einem mittleren Dispersionsgrad (5 $\mu\mu$ bis 100 $\mu\mu$), und nach R. H. Bogue[2]) scheinen Viskosität und Dispersion, ausgenommen nahe dem Erstarrungspunkt, parallellaufende Funktionen zu sein. C. E. Davis, E. T. Oakes und H. H. Browne[3]) haben in einer trefflichen Studie auch die übrigen Einflüsse kritisch erörtert, so die bei Herstellung der Gelatinelösungen angewandten Temperaturen, ihr Alter, ihre Konzentration, ihren Gehalt an Säure, Alkali, Salzen und Nicht-Elektrolyten und die bei z. B. bakterieller Zersetzung einsetzende Hydrolyse. In teilweise gleicher Richtung bewegt sich eine Arbeit von M. Briefer und J. H. Cohen[4]).

Muß bez. dieser Einzelheiten in diesem Zusammenhange auf die angeführten Originalarbeiten verwiesen werden, so sei doch an die für die Emulsionstechnik besonders wichtigen Beziehungen zwischen der Viskosität und der Temperatur erinnert, die sich darin äußern, daß die Viskosität einer bei über etwa 70° C hergestellten und dann auf 30—35° C abgekühlten 10%igen Gelatinelösung beträchtlich herabgesetzt wird gegenüber dem anderen Falle, daß sie etwa längere Zeit bei niederer Temperatur gehalten wird. Durch längeres Erwärmen über 70° C, aber auch durch wiederholtes Schmelzen der Gallerte, verliert die Gelatinelösung ihre Fähigkeit zum Erstarren und gleichzeitig einen beträchtlichen Teil ihrer Viskosität, die allerdings bemerkenswerterweise bei vielfachem Umschmelzen (12 mal und mehr) oftmals wieder zunimmt. Jedenfalls ist zu folgern, daß die Herstellung von Gelatinelösungen für Prüfungszwecke nur nach einem ganz bestimmten Schema, und eine längere Temperaturhaltung bei in gewissen Zeitabschnitten wiederholten Messungen nur unter Verwendung eines Thermostaten vorgenommen werden sollte um jede Überhitzung zu vermeiden. Sinngemäß sind diese Forderungen auch auf Emulsionen zu übertragen.

Wächst auch im allgemeinen die Viskosität mit der Konzentration, so bestehen zwischen beiden Werten nach R. H. Bogue[5]) doch keine einfachen Beziehungen, ferner verursachen die in jeder nicht

1) J. Amer. Chem. Soc. 1921. **43.** 434—440; s. hierzu auch die Arbeiten von J. Loeb, J. Gen. Physiol. 1918—1921.

2) J. Amer. Chem. Soc. 1921. **43.** 1764—73; J. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 32.

3) J. Amer. Chem. Soc. 1921. **43.** 1526—38.

4) J. Ind. Eng. Chem. 1927. **19.** 252—257.

5) J. Amer. Chem. Soc. 1921. **43.** 1764—73; 1922. **44.** 1343—56.

aschefreien Gelatine stets gegenwärtigen Elektrolyte, deren Eindringen in die Gallerte W. Stiles[1]) untersuchte, große Verschiedenheiten der Viskosität.

Von Interesse für die Emulsionsbereitung ist ferner der die Viskosität herabsetzende Einfluß mechanischer Wirkungen auf eine Gelatinelösung. So sehr auch das Zusammentreffen der Silber- und Haloidsalzteilchen beim Mischen einer Emulsion durch kräftiges Rühren zu begünstigen ist, wobei bekanntlich auch die Art des Zufließens der Silberlösung durch beispielsweise Kapillaren eine erhebliche Rolle spielt, so ist doch ein andauerndes heftiges Rühren der Emulsion etwa während eines mehrstündigen Reifungsprozesses durch mechanische Hilfsmittel besser zu vermeiden, s. hierzu a. S. 96.

Was die mit dem Alter einsetzende Hydrolyse der Gelatine anbetrifft, so begegnet man ihr üblicherweise durch Aufbewahren der Gallerten, bzw. Emulsionen in Kühlräumen, sowie durch Zusatz von Alkohol, wobei jedoch zu beachten ist, daß wachsende Mengen von Alkohol die Lösungen trüben und ihre Viskosität schließlich völlig aufheben, s. hierzu a. S. 131.

Bestimmungsmethoden (Allgemeines): Man bedient sich zur Viskositätsbestimmung entweder solcher Apparate, bei denen eine bestimmte Flüssigkeitsmenge durch ein enges Rohr von feststehenden Dimensionen ausfließt, wie zuerst von J. Fels[2]) angegeben wurde, oder bei denen der Widerstand gemessen wird, den die Gelatinelösung einer in ihr rotierenden Scheibe oder Kugel, oder einem Zylinder entgegensetzt. Für die Zwecke der photochemischen Praxis, bei der es sich um eine schnelle Bestimmung nur angenäherter Werte handelt, werden die verschiedenen Formen der Pipette bevorzugt, von anderen Apparaten ist der Englersche und das Mac Michaelsche Viskosimeter besonders zweckdienlich.

Behandlung der Gelatinelösung bei Viskositätsbestimmungen: Im Gegensatz zu den Angaben von Lambert[3]). der eine 1%ige auf 18° C gekühlte Gelatinelösung zur Viskositätsbestimmung wählte, nähert man sich, wie schon betont, zweckmäßiger den bei der Verarbeitung der Gelatine obwaltenden Bedingungen. Man verwendet daher meist 10%ige, allerdings gelegentlich auch 15- und selbst 25%ige Lösungen mittlerer Temperatur, denen man bei wiederholten Bestimmungen in größeren Zeitabständen einen Kristall Thymol zufügt um einem vorzeitigen Bakterienangriff zu begegnen.

1) Chemical Abstracts 1922. **16.** 860 nach Biochem. J. 1921. **15.** 629—35.
2) Chem. Ztg. 1897. **21.** 56 u. 70; 1901. **25.** 23.
3) T. Lambert, Glue, gelatin and their allied products, p. 117.

Bestimmung nach der Ausflußmethode: Jede beliebige Pipette kann hierzu dienen, doch fand die bestimmte Form einer solchen nach Angaben von J. Alexander[1]) allgemeinere Anwendung, weshalb deren Ausführung wiedergegeben sei (s. Abb. 6).

Alexanders Pipette erlaubt den Ausfluß von 45 ccm Wasser von 80° C in genau 15 Sekunden, und besitzt folgende Dimensionen:

Abb. 6.
Viskosimeter nach J. Alexander.

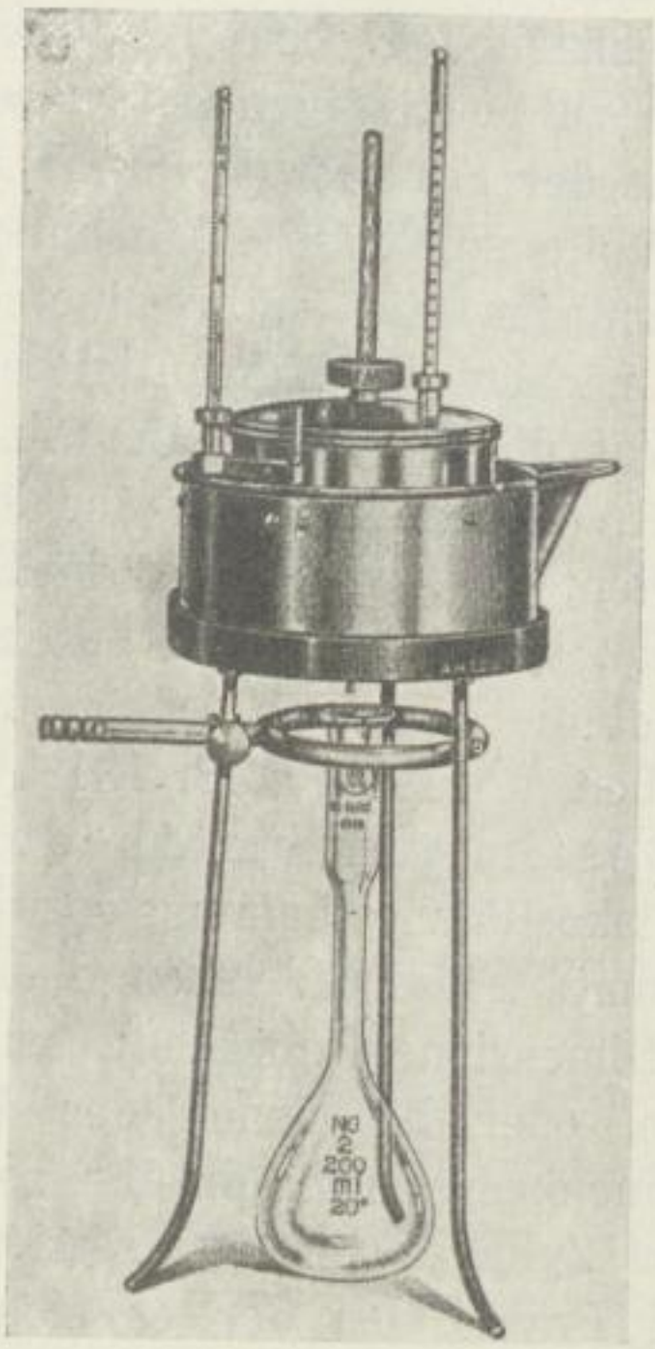


Abb. 7.
Viskosimeter nach Engler.

Lichte Weite der Ausflußröhre	6 mm
Äußere Weite der Ausflußröhre	9 mm
Länge der Ausflußröhre	7 cm
Engste Öffnung des Ausflusses	1,5 mm
Äußerer Durchmesser der Erweiterung	3 cm
Länge der Erweiterung	9,5 cm
Länge der oberen Röhre	22 cm

Will man übereinstimmende Resultate mit Pipetten gleicher Art erhalten, bzw. die mit solchen erhaltenen Werte miteinander vergleichen, sind sie sehr sorgfältig auszuführen, da ihre Abmessungen,

1) J. Soc. Chem. Ind. 1906. **25.** 158; Allens Comm. Organic Analysis, 4 th. ed. 8, S. 605.

insbesondere Form und Größe der Ausflußöffnung für die Ausflußzeit bestimmend sind; ihre Ausflußöffnung wird dadurch hergestellt, daß man die Ausflußröhre quer durchschneidet und sie unter steter Drehung vertikal in eine Bunsenflamme hält bis sie sich zur gewünschten Größe zusammenzieht. Während der Bestimmung kann die Pipette mit einer warmes Wasser enthaltenden Mantelröhre umgeben werden, oder einfacher mit einem vorher im Trockenschrank erwärmten kurzen Eisenrohr, ferner ist darauf zu achten, daß keine Verunreinigungen in die Ausflußöffnung gelangen. Gemessen wird die Ausflußzeit mit einer Stoppuhr. Die erhaltenen Werte können zwar nach S. E. Sheppards[1]) Ausführungen nicht ohne Korrektur für die kinetische Energie bei dieser Ausflußgeschwindigkeit als wirkliche Viskositätskoeffizienten angesehen werden, genügen aber den Anforderungen der Praxis vollkommen, ebenso kann man auf kompliziertere Viskosimeter wie das von Rideal-Slotter[2]), bei dem der Durchlauf durch drei zusammenhängende Kugeln unter Druck oder Vakuum erfolgt, für laufende Laboratoriumsarbeiten verzichten.

Vielfach Anwendung finden dagegen die gleichfalls auf der Ausflußmethode beruhenden Apparate von Engler[3]), Saybolt und Redwood, deren Ausführung und Handhabung an zahlreichen Stellen der Fachliteratur beschrieben ist. Der erstere ist besonders in Deutschland eingeführt, fand aber neben Saybolts Apparat auch in den Vereinigten Staaten Eingang, während Redwoods Apparat in England gebräuchlich ist. Eine Modifikation dieser Viskosimeter stellt das Instrument von F. Kahrs[4]) dar. Im wesentlichen bestehen diese Viskosimeter aus einem Ausflußgefäß zur Aufnahme der Gelatinelösung, das von einem Erwärmungsbad umgeben ist, um eine bestimmte Temperatur zu halten. Das Bad befindet sich auf einem Dreifuß mit untergesetztem verschiebbaren Kranzbrenner (s. Abb. 7). Aus der Mitte der Gefäßunterseite führt ein kurzes Kapillarrohr ab, aus dem die Flüssigkeit in einen untergesetzten Meßkolben abfließt, sobald ein durch den Gefäßdeckel geführter Stift, der den Verschluß bildet, gehoben wird. Bestimmt wird die Auslaufszeit in Sekunden, und zwar meist mit 15%igen Gelatinelösungen von 35° C. Der Zähigkeitsgrad V ergibt sich beim Englerschen Apparat,

1) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester, N. Y., 1923, S. 194.
2) J. Soc. Chem. Ind. 1891. **10.** 610.
3) Die für die amtliche Eichung dieses Apparates vorgesehenen Abmessungen und Fehlergrenzen s. F. Ullmann, Enzykl. d. techn. Chemie, Bd. 4, 1916, S. 707.
4) F. Kahrs, Glue Handlung, East Haddan, Conn. 1905—1906, S. 58.

bei dem ein mit Marken von 200 und 240 ccm versehener Glaskolben zum Auffangen der ausfließenden Gelatine dient, als der Quotient aus der Ausflußzeit O von 200 ccm der zu prüfenden Lösung bei der Versuchstemperatur t und der Ausflußzeit w von 200 ccm Wasser bei 20° C: $V = \frac{O\ t}{w\ 20^0}$

Bestimmung nach der Kapillarmethode: Die mit der kurzen Ausflußkapillare verbundenen Fehler werden bei Wi. Ostwalds[1]) Viskosimeter vermieden, das aus einem gläsernen U-Rohr besteht, dessen einer Schenkel als Kapillare ausgebildet ist, während der andere etwa 10 mm im Durchmesser mißt (s. Abb. 8). Beide Schenkel besitzen in verschiedener Höhe je eine kugelförmige Erweiterung *a* und *b*. An die höher gelegene Kugel *a*, deren Inhalt durch zwei Strichmarken *c* und *d* festgelegt ist, schließt sich eine Kapillare, die in Verbindung mit einem Gummischlauch zum Ansaugen der Flüssigkeit bis über die Marke dient. Gemessen wird die Durchlaufszeit zwischen den beiden Marken, indem etwa 3 ccm Flüssigkeit in das weite Rohrende pipettiert und erst durch die Kapillare, dann durch die Kugel *a* bis über deren obere Marke gesaugt werden, wobei sich der Apparat in einem Wasserbad von konstanter Temperatur befindet. Änderungen des Ostwaldschen Viskosimeters wurden von Rankin und Taylor[2]), von E. C. Bingham[3]) und von Baumé und Vigneron[4]) in Vorschlag gebracht.

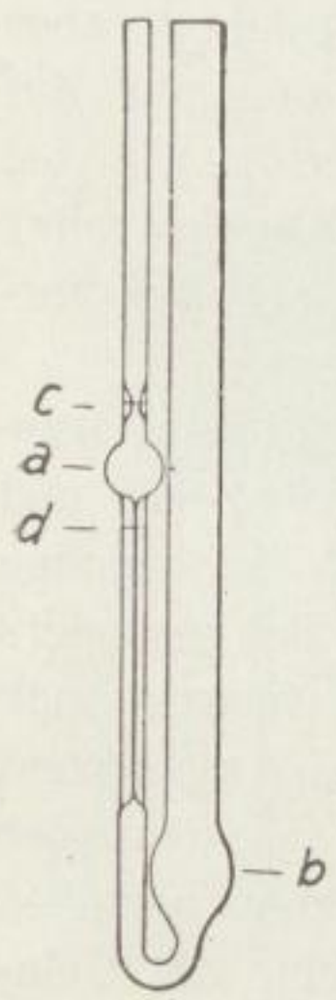


Abb. 8.
Viskosimeter nach Wi. Ostwald.

Bestimmung nach der Zentrifugalmethode: W. C. Cope[5]) gab diese interessante Methode bekannt, zu deren Ausführung jedoch ein besonderer Apparat erforderlich ist. Die in einer kleinen Zentrifuge befindliche zu prüfende Flüssigkeit steht unter konstantem Druck und das Gewicht der in einer gegebenen Zeit während des Umlaufes durch eine automatisch verschließbare Kapillare austretenden Teiles der Flüssigkeit ergibt ein Maß für die Viskosität.

---

1) Gefertigt von der Firma Robert Goetze, Leipzig.
2) Trans. Roy. Soc. Edinburg, 1905—1907. **45.** 397.
3) Proc. Amer. Soc. Test-Materials 1918. **18.** 273.
4) Ann. Chim. anal. appl. i. 1919, S. 379.
5) J. Ind. Eng. Chem. 1917. **9.** 1046.

Bestimmung nach der Luftblasenmethode: Nach dem von C. R. Smith[1]) angegebenen Verfahren mißt man die Zeitdauer des Aufstiegs einer Luftblase in der zu prüfenden Gelatinelösung bei gegebener Aufstiegshöhe, wobei die Röhre nach Untersuchungen von O. Faust[2]) einen Durchmesser von 18—24 cm haben soll, während der Durchmesser der Luftblase ohne Einfluß auf die Aufstiegszeit ist.

Bestimmung nach der Fallmethode: Diese für den technischen Gebrauch sehr empfehlenswerte Methode geht auf Stokes (1851) zurück, wurde aber erst viel später von R. Ladenburg[3]), H. D. Arnold[4]) und S. E. Sheppard[5]) weiterentwickelt. Sheppard wendet Stahlkugeln an, die er genau in der Mitte der in einem Zylinder befindlichen und von einem Wasserbad von 20° C umgebenen Flüssigkeit senkrecht aus 40 cm Höhe einfallen läßt. Mit einer Stoppuhr wird die Fallzeit zwischen zwei auf dem Zylinder angebrachten Marken gemessen und die absolute Viskosität unter Anwendung der Stokesschen Regel berechnet[6]). In gleicher Weise verfuhren Gibson und Jacobs[7]), doch benutzten sie eine Röhre von nur 29 cm Höhe bei 2 cm Durchmesser und empfahlen einen Kugeldurchmesser von nur 0,15 cm. Ihr nur für Zelluloselösungen gedachtes Verfahren wurde von R. Fischer[8]) auch zur Viskositätsbestimmung von Gelatinelösungen herangezogen. Erwähnt sei noch die von A. E. Flowers[9]) angegebene Abart der Fallmethode, die darin besteht, daß die aus Stahl, Glas oder anderem Material bestehende Kugel durch die entsprechend geneigte mit der Gelatinelösung gefüllte Teströhre hindurchrollt.

1) J. Amer. Chem. Soc. 1919. **44.** 135.
2) Z. f. phys. Chemie 1919. **93.** 758.
3) Ann. physik. 1907. **22.** 237; 1907. **23.** 447.
4) Phil. Mag. 1911. **22.** 755.
5) J. Ind. Eng. Chem. 1917. **9.** 323.
6) $V = \frac{1}{18} \frac{d^2 g}{\eta} (\sqrt{s} - \sqrt{m})$

V = begrenzte Geschwindigkeit,
d = Kugeldurchmesser in cm,
g = Beschleunigung,
η = absolute Viskosität in dyne,
$\sqrt{s}$ = Dichte der Kugel in g per ccm,
$\sqrt{m}$ = Dichte des Mediums in g per ccm.

7) J. Amer. Chem. 1920. **117.** 473.
8) Chem. Ztg. 1920. **44.** 622.
9) Proc. Amer. Soc. Test-Materials 1914. **14.** 565.

Bestimmung nach der Torsionsmethode: Dieses Verfahren geht auf das von Coulomb 1784 angegebene Instrument zurück, das in verschiedener Weise von Doolittle[1]), Garrett[2]), Couette[3]), Stormer[4]) und MacMichael[5]) modifiziert wurde. Das für Gelatineprüfungen besonders in Amerika gebräuchliche ausgezeichnete Viskosimeter von MacMichael (s. Abb. 9) besteht aus einer Messingscheibe, die an einem feinen goldplatierten Stahldraht

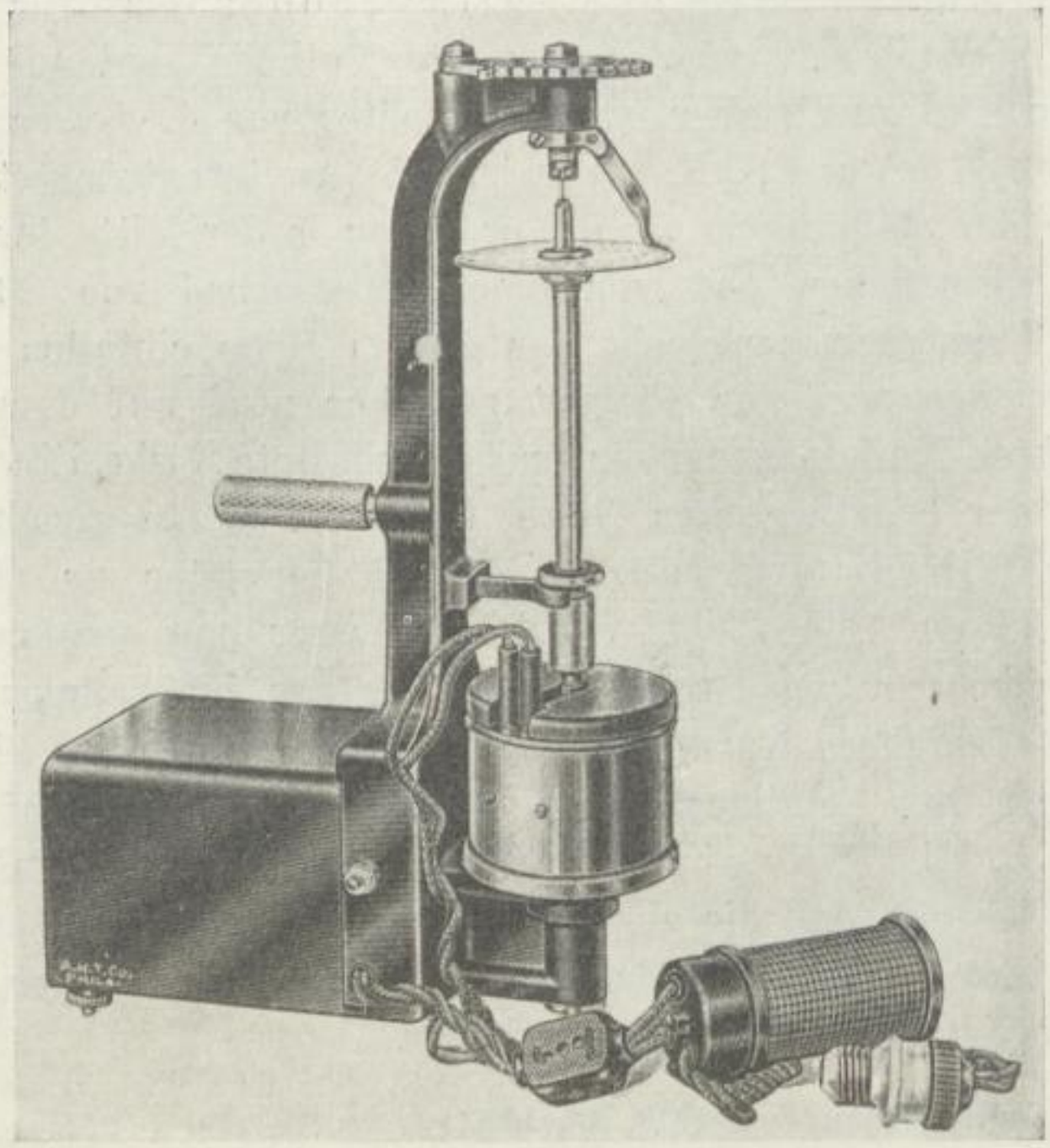


Abb. 9. Viskosimeter nach MacMichael.

hängt und in ein Messinggefäß eintaucht, das die zu prüfende Gelatinelösung enthält; zwischen dem Gefäß und der Scheibe ist ein so reichlicher Spielraum, daß sich Pendel und Gefäß bei genauer Zentrierung

1) J. Amer. Chem. Soc. 1893. **15.** 173.

2) Phil. Mag. 1903. **6.** 374.

3) J. phys. 1890. **9.** 414; Ann. Chem. Phys. **6.** 1890. 21; s. a. E. Hatschek, Trans. Faraday Soc. 1913. **9.** 80.

4) s. hierzu J. Ind. Eng. Chem. 1911. **3.** 737; 1912. **4.** 901; 1920. **12.** 537.

5) U. S. P. 1281042, 1918; J. Ind. Eng. Chem. 1915. **7.** 961. — Hergestellt wird das Instrument von der Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, U. S. A.

nicht berühren. Durch einen Motor kann das Gefäß in gleichmäßige Umdrehung versetzt werden, und dabei veranlaßt die Friktion der Flüssigkeit auch die aufgehängte horizontale Scheibe sich soweit zu drehen bis die Torsionskraft des Stahldrahtes dem Flüssigkeitswiderstand gleichkommt und dieser ihn in einer festen Stellung zurückhält. Die Ablenkung des Pendels wird auf einer von 0—300 Grad eingeteilten Scheibenskala abgelesen, und da dieselbe zwei Umdrehungen nicht überschreitet um ein Verzerren des Torsionsdrahtes zu verhindern, beträgt das abzulesende Maximum 600 Grade M. (MacMichael Grade). Die Bestimmungen werden üblicherweise bei zwei verschiedenen Temperaturen ausgeführt, und zwar bei 100° F (= 37,8° C) und bei 90° F (= 32,2° C), also oberhalb und unterhalb des nach R. H. Bogue[1]) bei etwa 35° C liegenden Übergangspunktes zwischen der „Sol"- und „Gel"form. Auf den durch die Beschleunigung der Flüssigkeit hervorgerufenen Fehler machten Haves und Lewis[2]) aufmerksam, W. H. Herschel[3]) wies auf weitere mögliche und unvermeidbare Fehlerquellen bei Benutzung dieses Instrumentes hin, während R. H. Bogue[4]) die Bedingungen erörterte, unter denen das Instrument streng wissenschaftlichen Anforderungen genügt.

Bestimmung durch Scheerung: Wie schließlich noch erwähnt sei, konstruierte S. E. Sheppard[5]) unter Berücksichtigung des Umstandes, daß kolloidale Lösungen je nach dem Grade der Scheerung verschiedene Viskositätswerte geben, ein Viskosimeter, bei dem die Gelatinelösung einer konzentrischen Scheerung zwischen zwei Zylindern ausgesetzt wird, doch wurde über dessen allgemeinere Anwendung nichts bekannt.

Bestimmung der Gallertfestigkeit.

Allgemeines: Die Gallertfestigkeit einer Gelatinelösung, die üblicherweise durch das Gewicht bestimmt wird, das erforderlich ist um einen Gallertkörper bestimmter Größe zum Zerbersten, bzw. zum Durchdringen zu bringen, ist nach R. H. Bogue[6]) proportional

1) J. Frankl. Inst. 1922, **193.** 795—825; **194.** 75—82; J. Amer. Soc. 1922, **44.** 1313—1322.

2) J. Amer. Soc. Mech. Eng. 1916. **38.** 626 u. 1002.

3) J. Ind. Eng. Chem. 1920. **12.** 282.

4) J. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 438.

5) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester, N. Y., 1923, S. 196.

6) J. Amer. Chem. Soc. 1922. **44.** 1346.

ihrem Gehalt an nicht hydrolisierten gegenwärtigen Protëinen. Ähnlich der Viskosität werden auch die Festigkeitswerte von fremden Substanzen wie z. B. durch Alaungehalt der Gelatine beeinflußt, ein Faktor, der jedoch bei den üblichen Prüfungen der verhältnismäßig reinen photographischen Gelatine vernachlässigt werden darf, falls nicht die Gegenwart von Alaun festgestellt wurde (s. weiter unten). Den erhaltenen Werten kommt eine erhebliche praktische Bedeutung zu, da sie einen gewissen Schluß auf die Widerstandsfähigkeit der Gelatine gegenüber der Reifung und bis zu einem gewissen Grade auch hinsichtlich des mechanischen Verhaltens der Emulsionsschichten bei deren Verarbeitung zulassen.

Bestimmung durch Druckkörper: Eine ebenso einfache wie altbewährte Methode ist der Fingertest, der darin besteht, daß man eine in bestimmter Konzentration hergestellte Gallerte, die man für einige Stunden erkalten ließ, mit einer in genau gleicher Weise hergestellten Gallerte einer Standard-Gelatine durch Druck mit dem Finger prüft. Da die Festigkeit des Testobjektes nach dem Erstarren eine nicht so große sein darf, weil geringe Unterschiede sonst nicht oder nur schwer festzustellen sind, kann man nicht immer mit der gleichen Konzentration arbeiten, sondern muß diese je nach der voraussichtlichen Festigkeit zwischen etwa 6 und 15 % wählen. Durch Vergleich mit Standard-Gelatinen kann man — eventl. unter Benutzung einer schon 1844 von P. Cooper[1]) angegebenen 11 verschiedene Festigkeitsgrade umfassenden Skala jede Gelatine auch mit einem Zahlenwert für ihre Festigkeit belegen. So einfach indessen der Fingertest für den geübten Praktiker ist, bietet er doch keinen objektiven Maßstab, daher wurden eine Reihe von Apparaten angegeben um die Gallertfestigkeit auf mechanischem Wege festzustellen und zahlenmäßig auszudrücken.

Durch einen Druckkörper, der auf die Oberfläche der in einem Becherglase befindlichen Gallerte bestimmter Konzentration und Temperatur einwirkte, indem er bis zu ihrem Durchdringen allmählich mit Schrot beschwert wurde, bestimmte schon Lipowitz[2]) die Gallertfestigkeit, wobei das aufgesetzte Gesamtgewicht das Maß darstellte. Je nach der Beschaffenheit der Gelatine lagen die gefundenen Werte zwischen 8 g und 60 g. R. Kißling[3]) bestimmte

---

1) Coopers Einteilung findet sich in R. H. Bogue, The Chemistry and Technology of Gelatin and Glue, New York, 1922, S. 369, s. a. J. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 435.

2) Neue Chem. techn. Unters. Berlin, 1861, S. 37—42.

3) Chem. Ztg. 1893. **17.** 726; 1898. **22.** 174.

die Zeit, in der Stäbe aus Glas oder Metall bestimmter Größe und Schwere die Gallerte durchdrangen. Ähnlich wie Lipowitz verfuhr E. Valenta[1]), der einen Apparat angab, bei dem Quecksilber langsam in ein auf dem Stempel angebrachtes Gefäß einfließen konnte bis die Oberfläche der Gallerte von dem Stempel durchdrungen wurde; mit ihm wurden Druckfestigkeitszahlen von 800 bis 1500 g ermittelt. Scott[2]) setzte den Becher mit der Gallerte auf eine Feder und führte den Stempel durch Drehung einer mit ihm durch

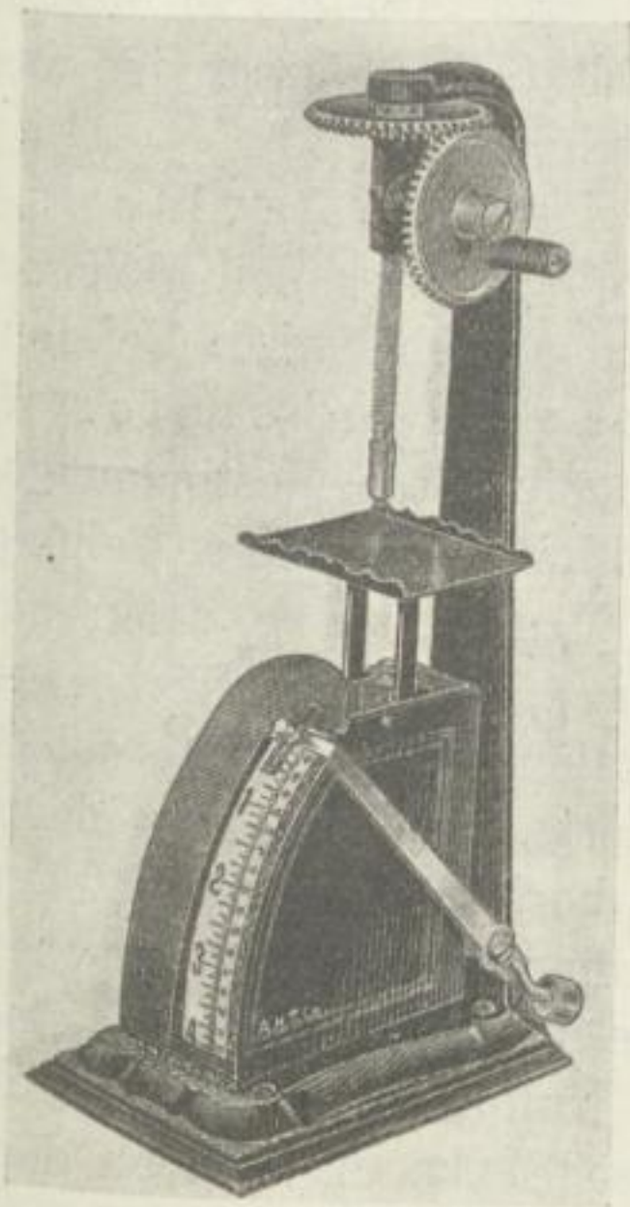


Abb. 10. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach Scott.

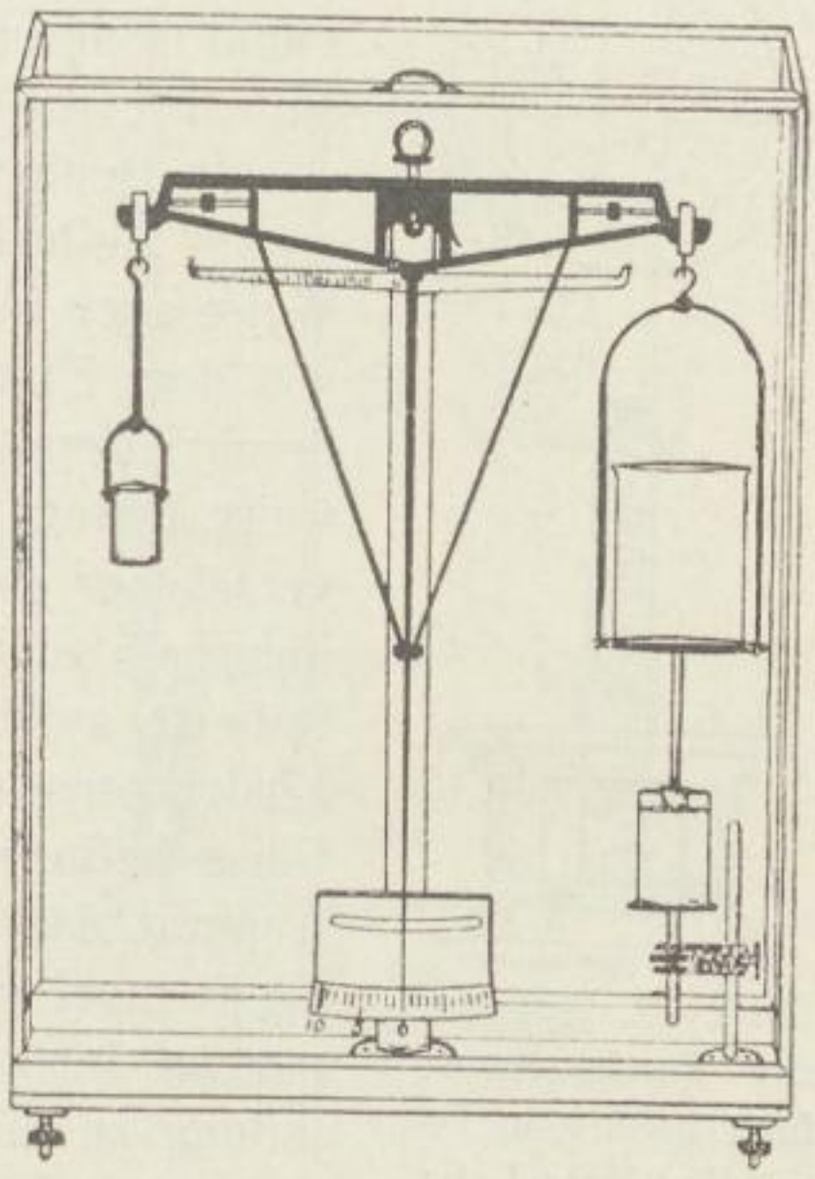


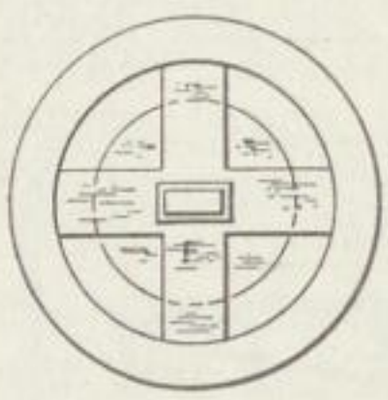
Abb. 11. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach A. Schweizer.

ein Kegelrad verbundenen Handkurbel abwärts, wobei der beim Durchdringen der Gallertoberfläche ausgeübte Druck an einer Skala abgelesen werden konnte (s. Abb. 10).

Ähnlich dem Scottschen Apparat wurde in neuerer Zeit ein Festigkeitsprüfer von A. Schweizer angegeben und von E. T. Oakes und C. E. Davis[3]) beschrieben, der sich in der United Chemical and Organic Products Co., Chicago, bewährt hat. Die rechte Seite des Balkens einer Wage trägt einen Stempel, der

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 179; Chem. Ztg. 1909. **33.** 94.
2) Chem. Eng. 1907. **5.** 441.
3) J. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 706—710.

mit der in einem Glase darunter befindlichen Gallerte in Kontakt gebracht wird, ferner einen Teller zur Aufnahme eines Bechers, der linke Arm ein kleines Gefäß, in das zur Herstellung des Gleichgewichtes Schrot gefüllt wird, so daß der Zeiger auf dem Nullpunkt steht. Man läßt nun Wasser gleichmäßig in den Becher fließen bis der Stempel in die Gallerte eindringt und der Zeiger einen willkürlich festgesetzten Anschlag erreicht hat, der mittels eines elektrischen Kontaktes durch ein Lampen- oder Glockensignal angezeigt wird. Die bis zu diesem Punkt gebrauchte Anzahl ccm Wasser ist das Maß für die Gallertfestigkeit.



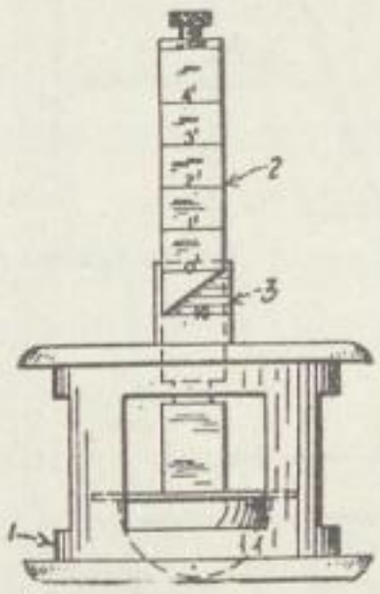


Abb. 12. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach dem Forest Products Laboratory.

In Deutschland ist vielfach F. Davidowskys[1]) Methode üblich, die in prinzipiell gleicher Weise auch in Amerika ausgeführt wird. Bei dem von dem Forest Products Laboratory[2]) beschriebenen Apparat für diese Bestimmungsweise bewegt sich ein schwerer mit einer Teilung versehener oben hohler Messingstempel senkrecht innerhalb eines leichten auf der Oberfläche der Gallerte aufsitzenden Rahmens. Die Tiefe seines Eindringens in die Gallerte, welche sich in einem Glase befindet, ist bei horizontal ausgerichtetem Apparat das Maß für die Festigkeit. Eine oben am Stempel angebrachte Stellmutter gestattet eine genaue Justierung des Nullpunktes der Stempelteilung zu einer zweiten Skala, die sich an dem Rahmen befindet, und durch Einfüllen von Schrot in den hohlen Teil des Stempels kann sein Gewicht auf den empfindlichsten Punkt gebracht werden.

Ähnliche Methoden beschrieben O. Gerngroß und A. Lottermoser und W. Matthaes[3]).

Erwähnt sei auch das kompliziertere automatisch arbeitende „Bloom-Gelometer“, das von der Association of Glue and Gelatin Manufacturers der Ver. Staaten Nordamerikas als Standard-Instrument angenommen wurde[4]).

---

1) F. Dawidowsky, Die Leim- und Gelatinefabrikation, Leipzig, 1925.

2) Technical Notes from the Forest Products Laboratory 1919, F. 32.

3) Phot. Ind. 1929. **27.** 531—533.

4) Beschrieben in J. Alexander, Glue and Gelatin, New York 1923.

Eine elastische Membran aus z. B. Kautschuk, die mit der Oberfläche der zu prüfenden Gallerte in Berührung gebracht wird und diese durch Wasserdruck, der gemessen wird, deformiert und dann durchdringt, benutzte E. S. Smith[1]), ein Verfahren, das von E. C. Hulbert[2]) und W. H. Low[3]) modifiziert wurde (s. Abb. 13 u. 14).

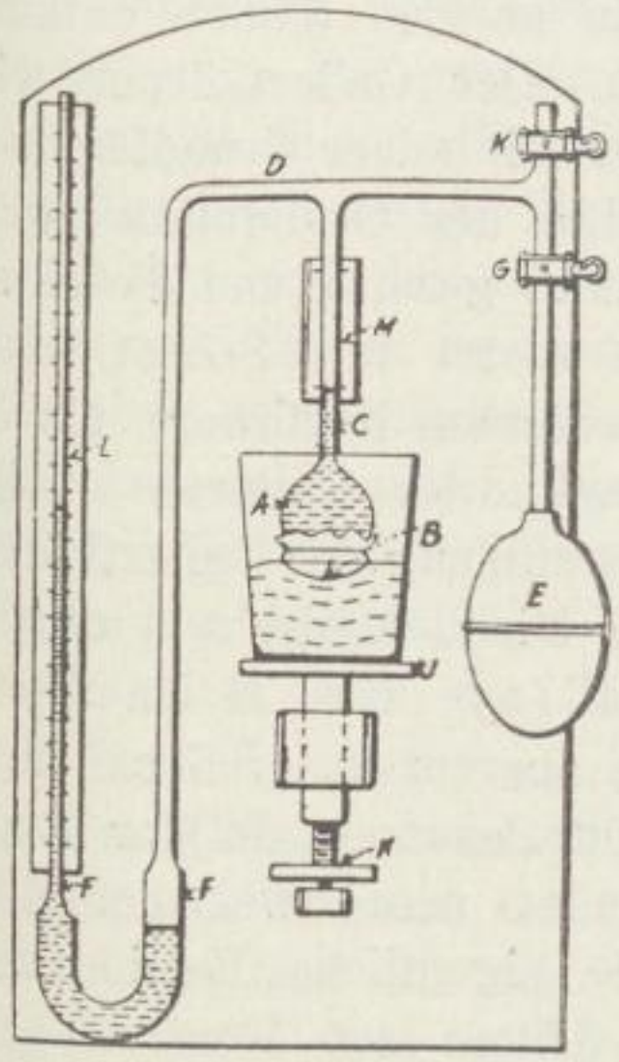


Abb. 13. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach E. S. Smith.

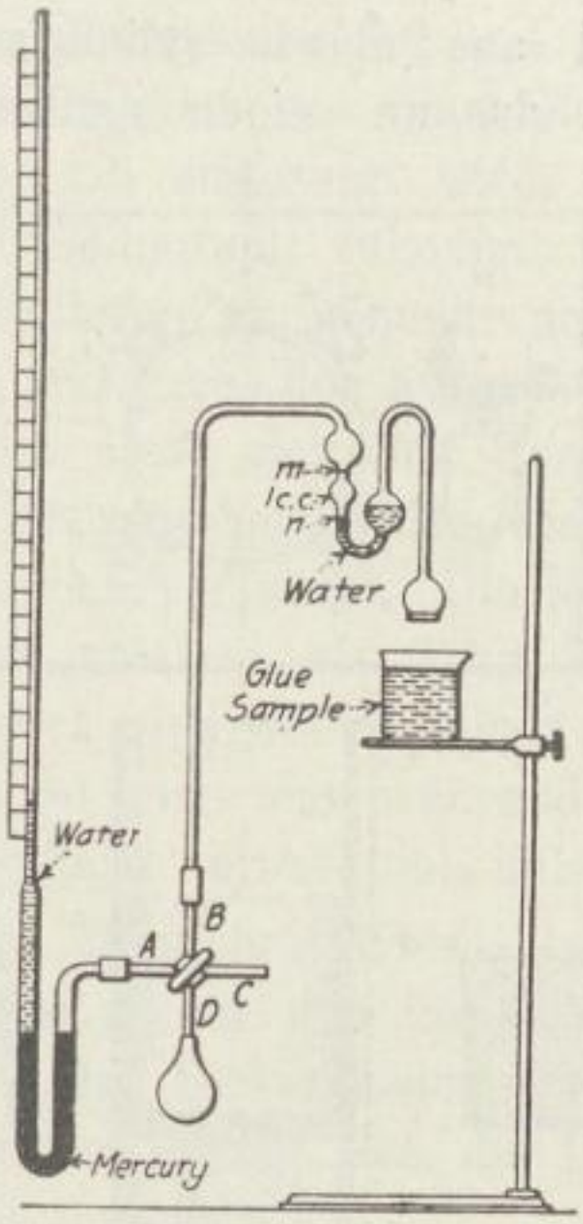


Abb. 14. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach E. C. Hulbert.

Bestimmung durch Druckkörper unter Ausschaltung des Einflusses der Gallert-Oberflächenhaut: Alle vorerwähnten Methoden der Festigkeitsbestimmung lassen die mehr oder minder starke Hautbildung der Gallerteoberfläche unberücksichtigt, und da sich eine Beeinflussung der Ergebnisse auch aus der verschiedenen Größe der gewählten Gefäße ergibt, wurde von J. Alexander[4]) ein Apparat angegeben, mit dem eigens hergestellte kleine konische Gallertkörper bestimmter Konzentration und Temperatur der Prüfung unterworfen werden. Da sich der ein-

1) U. S. P. 911 277, 1909; J. Soc. Chem. Ind. 1909. **28.** 252.
2) J. Ind. Eng. Chem. 1913. **5.** 235.
3) J. Ind. Eng. Chem. 1920. **12.** 355.
4) U. S. P. 882 731, 1908; J. Soc. Chem. Ind. 1906. **25.** 158, gefertigt wird der Apparat von der Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, U. S. A.

fache Apparat ausgezeichnet für Betriebszwecke eignet und die Genauigkeit der mit ihm erhaltenen Werte im allgemeinen vollauf genügt, sei seine Ausführung und Anwendung beschrieben (s. Abb. 15):

Im wesentlichen besteht er aus einer metallenen Grundplatte, die in gleichen Abständen voneinander vier Säulen (*1—4*) trägt, und aus einem zylindrischen Messinggefäß mit flachem Boden (*5*), das an seinen Außenwandungen mit Rädern (*6—9*) versehen ist, die an den Säulen entlanggleiten. Der Gallertkörper wird vertikal mit seiner Grundfläche in die Mitte der Grundplatte unter das Gefäß gesetzt, und dieses solange, zuerst mit Schrot, dann mit Gewichten beschwert, bis ein Zerbersten der Gallerte erfolgt. Zur Herstellung der Gallertkörper dienen leicht konische kupferne Becher (*15*) von 6 cm Tiefe, 6 ccm oberem und 5,5 cm unterem Durchmesser. In der Regel verwendet man zwei derselben für die eigentliche Bestimmung, einen dritten zur Kontrolle der Temperatur. In einem Kühlraum werden die Becher auf eine horizontale Unterlage gesetzt, in den zur Temperaturkontrolle dienenden wird ein Thermometer so eingehängt, daß sich das Quecksilbergefäß genau in der Bechermitte befindet, warme 10%ige Gelatinelösung wird eingefüllt und dieselbe über Nacht erstarren gelassen. Die dem Kühlraum wieder entnommenen Becher erwärmt man langsam auf 20° C, lockert die Gallerte an den Rändern vorsichtig unter Zuhilfenahme einer Rasierklinge, läßt einen Moment heißes Wasser auf die Becher fließen, indem man sie dreht, und kann dann ihren Inhalt durch leichtes Schütteln entfernen. Zur nun folgenden Bestimmung der Gallertfestigkeit legt man einen Gallertblock genau in die Mitte der Grundplatte des ausnivellierten Apparates, setzt das Gefäß auf die Gallerte, achtet darauf, daß dieselbe genau vertikal orientiert ist, schüttet ungefähr $1^1/_2$ bis 2 kg Schrot auf und justiert wenn

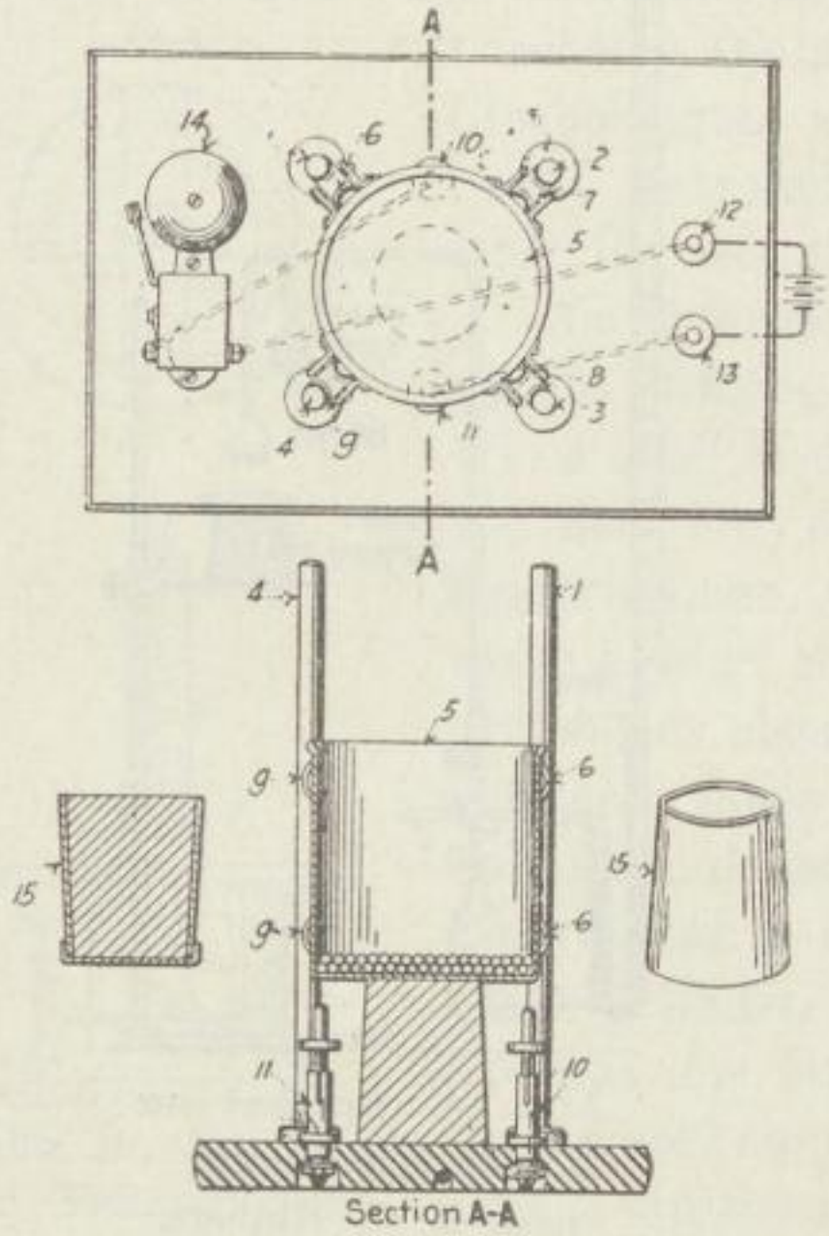


Abb. 15. Apparat zur Festigkeitsprüfung nach J. Alexander.

nötig von neuem. Scheint die Gelatine genügend widerstandsfähig zu sein, fügt man gleich weiteres Schrot bis zu ungefähr 4 kg zu, dann setzt man ein 500 g Gewicht auf und schaltet im gleichen Augenblick eine Stoppuhr ein. Nach 20 Sekunden ersetzt man die 500 g durch 1 kg Gewicht und weitere 500 g werden alle 20 Sekunden zugefügt bis der Gallertkörper zusammenbricht, was beim Alexander-Originalapparat durch Auslösen eines mit einer Glocke in Verbindung stehenden Kontaktes (*10—14*) angezeigt wird, eine Einrichtung, der praktisch jedoch keine Bedeutung zukommt. Um das zuletzt hinzuzufügende Gewicht kalkulieren zu können, notiert man die Sekundenzahl bis zu diesem Zeitpunkt. Aus den aufgesetzten Gewichten und dem Gewicht des Gefäßes setzt sich das Resultat zusammen, das in kg ausgedrückt wird. In gleicher Weise wie beschrieben, wird mit dem zweiten Gelatineblock verfahren. Die Differenz zwischen beiden Werten soll keine größere als 1 kg sein, außer ihnen wird noch der Durchschnittswert angegeben. Bringt man hinter dem Apparat eine Dezimalskala an, so kann man während der Bestimmung auch die Elastizität der Gallerte prozentual ablesen.

Sindall und Bacon[1]) verfuhren in ähnlicher Weise, indem sie eine Glaskugel mit Quecksilber auf die vorher von ihrer Oberflächenhaut befreite Gallerte setzten und das Gewicht des Quecksilbers als Maß für die Festigkeit annahmen, sobald sich die Glaskugel $^1/_2$ Zoll von der Grundplatte entfernt befand.

Bestimmung durch Scheerung: Von der Erwägung ausgehend, daß bei all den verschiedenen auf einer Beschwerung der Gallerte durch Stempel beruhenden Prüfungsmethoden nicht allein die Elastizität der Gallertmasse, sondern auch ihre Form mitspricht, konstruierte S. E. Sheppard[2]) für sehr exakte Arbeiten einen auf dem Prinzip der Scheerung beruhenden Apparat, der im Eastman-Kodak-Laboratorium im Gebrauch ist (s. Abb. 16). Die zu prüfende Gelatine wird in eine zylindrische Form gegossen, die einen gespaltenen Mantel besitzt, der entfernt werden kann sobald der Gallertzylinder auf dem Instrument in die richtige Stellung gebracht ist. Unter Vermeidung von Luftblasen wird die Gelatinelösung mit 40° C eingegossen und vor Beginn der Prüfung drei Stunden bei 0° C aufbewahrt. Die Form wird dann in den unteren Teil des Apparates eingesetzt, der Mantel entfernt, und die Skalen auf ihren Null-

1) Analyst. 1914. **39.** 20.
2) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester, N. Y., 1923, S. 213.

punkt eingestellt. Die Basis des Gallertzylinders wird nun mit konstanter Geschwindigkeit gedreht, während sich seinem oberen Teil gleichzeitig ein Gewichtsarm entgegenstellt, der sich in einem Bogen bewegt und dabei einen ständig zunehmenden Gegendruck ausübt bis der Zylinder schließlich bricht. Normalerweise verläuft der Bruch schraubenförmig unter einem Winkel von 45 Grad und soll dabei kein Zeichen einer unvollkommenen Adhäsion zeigen; fällt er unregelmäßig aus, ist der Versuch zu wiederholen. Nach erfolgtem Bruch wird die Bruchbelastung abgelesen, während sich die Torsion, welche die Gallerte erlitten hat, aus der Differenz zwischen den Drehungen des oberen und unteren Zylinderendes er-

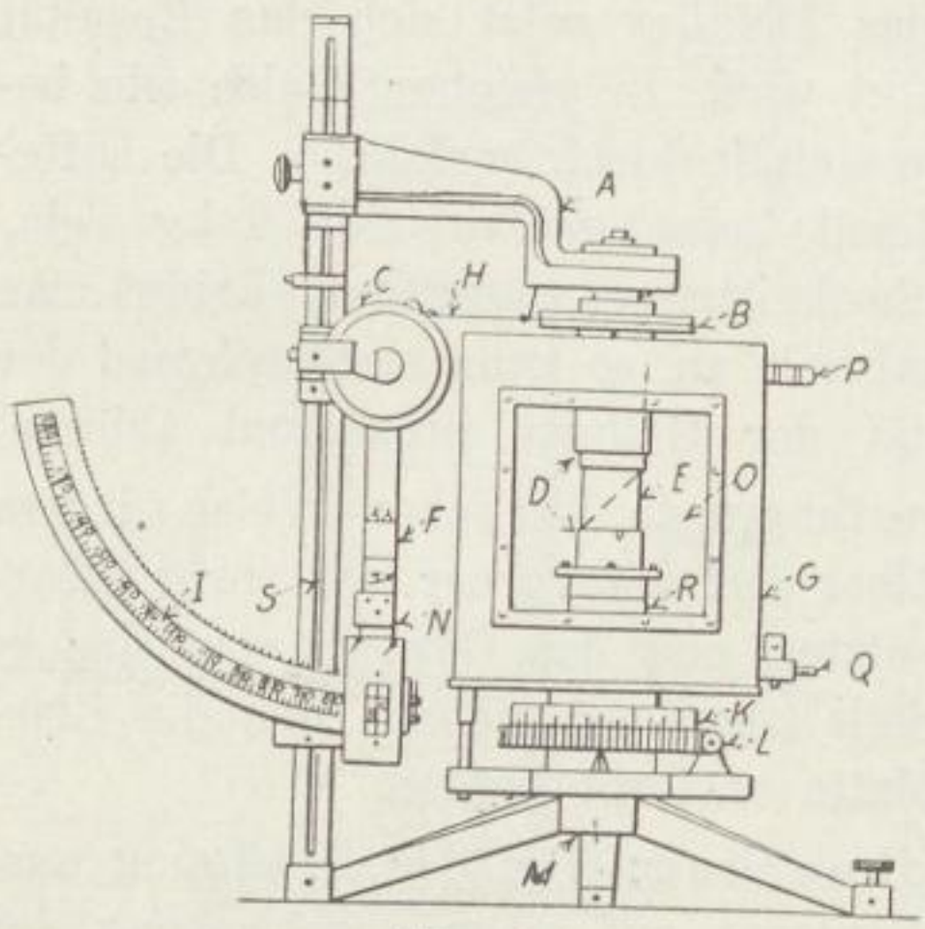


Abb. 16.
Apparat zur Festigkeitsprüfung nach S. E. Sheppard.

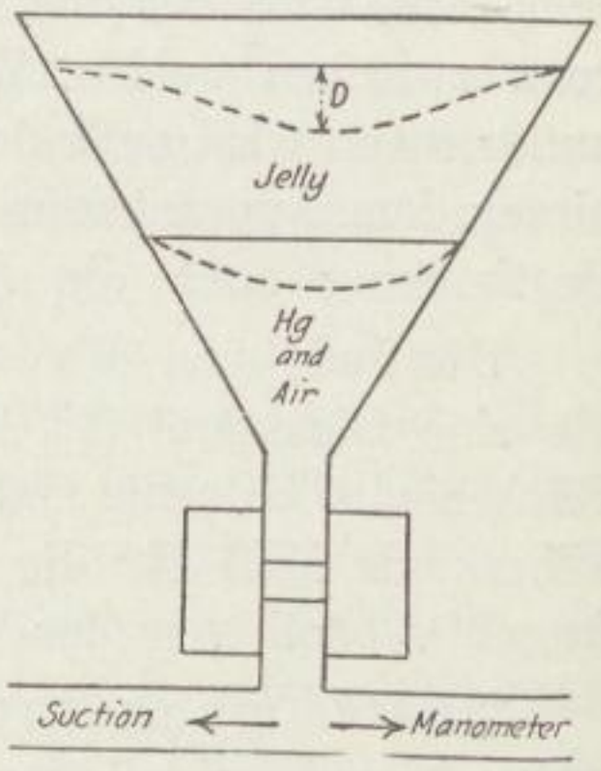


Abb. 17.
Vorrichtung zur Festigkeitsprüfung nach C. R. Smith.

gibt. Als Gallertfestigkeit wird das Produkt aus der Bruchbelastung und dem Torsionswinkel, geteilt durch den Querschnitt des Versuchszylinders angesehen.

Versuche, die mit diesem Drehdynamometer von S. E. Sheppard, S. S. Sweet und J. W. Scott[1]) ausgeführt wurden, ergaben, daß die Elastizitätsgrenze nur sehr wenig von der Bruchgrenze abweicht, und daß zwischen der Konzentration einer Gallerte und ihrer Festigkeit keine einfachen Beziehungen bestehen. Die für eine einzige Konzentration gewonnenen Werte geben daher keineswegs

1) J. Ind. Eng. Chem. 1920. **12.** 1007—1011 und 1921. **13.** 432; ferner J. Amer. Chem. Soc. 1921. **43.** 539—547.

einen einwandfreien Anhalt zum Vergleich verschiedener Gelatinen, doch kann man aus der Gallertfestigkeit einer passend gewählten an sich willkürlichen Konzentration auf die Qualität schließen. Auch zur gegenwärtigen Wasserstoffionenkonzentration stehen die Elastizitätswerte in keiner einfachen Beziehung.

Um die Fehlerquellen zu beseitigen, die sich daraus ergeben, daß Gallertzylinder in einer besonderen Form hergestellt und dann in den Apparat eingespannt werden müssen, wurde von E. Sauer und E. Kinkel eine Methode zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls der Scheerung ausgearbeitet, bei welcher der Gallertkörper bei der gleichen Temperatur in ein und demselben Behälter hergestellt und der Messung unterworfen wird [1]).

Bestimmung durch Unterdruck: Auf ganz anderen Prinzipien beruht eine einfache von C. R. Smith [2]) herrührende Methode. Dieser benutzt einen genau vertikal aufgestellten Glastrichter von 80 mm Durchmesser und 60 Grad Winkel mit unten angesetztem Glashahn, der die Verbindung zu einem Manometer herstellt. Der Trichter wird mit 120 g Quecksilber gefüllt, dessen Oberflächendurchmesser dann 3 cm beträgt, auf das Quecksilber werden 50 ccm der zu prüfenden Gelatinelösung gegossen und diese bei konstanter Temperatur von 10° C zum Erstarren gebracht. Wird nun das Quecksilber durch den Hahn ausgelassen und dadurch die Verbindung zu dem Manometer hergestellt, so wird in der Gallerte ein Unterdruck erzeugt und die dadurch in ihrer Oberfläche entstehende Vertiefung kann mit einem Mikrometer gemessen werden (s. Abb. 17).

Bestimmung durch Polarisation: Gleichfalls von C. R. Smith [3]) rührt auch eine Polarisationsmethode her, die darauf basiert, den Unterschied der spezifischen Rotation einer 3%igen (auch 10%igen) Gelatinelösung zwischen 35° und 15° C festzustellen, da dieselbe mit zunehmender Reinheit des Materials wächst und daher als Maß für die Gallertfestigkeit angesehen werden kann. Für praktische Prüfungszwecke erscheint dieses Verfahren jedoch wenig geeignet, da es abgesehen von einem immerhin kostspieligen Apparat eine erhebliche Übung zu seiner Durchführung voraussetzt und längere Zeit erfordert als die Durchführung anderer Verfahren.

---

1) Z. f. angew. Chemie 1925. **38.** 413. — Erhältlich ist das dafür konstruierte „Elastometer" von der Firma F. Köhler, Leipzig.

2) J. Ind. Eng. Chem. 1920. **12.** 878.

3) Ebenda; s. ferner J. Amer. Chem. Soc. 1919. **41.** 135.

Bestimmung des Schmelzpunktes.

Allgemeines: Da die Gelatine kein einheitlicher Körper ist, kommt ihr auch kein scharfer Schmelzpunkt zu, derselbe ist vielmehr im Übergangsstadium zwischen der Sol- und Gelform und nimmt je nach den Bedingungen, unter denen er bestimmt wird, und nach der ihm beigelegten Definition schwankende Werte an. Da diese — im allgemeinen wenigstens — mit den Festigkeitswerten korrespondieren, wird die Handelsware üblicherweise nach deren Grade in „harte", „mittelharte" und „weiche" Gelatine unterschieden, ohne daß doch bestimmte Grenzen für diese Begriffe gezogen sind. Der Schmelzpunkt harter Gelatinen (10%ig) liegt bei etwa 28 bis 29°, derjenige weicher Gelatinen bei 25 bis 26°.

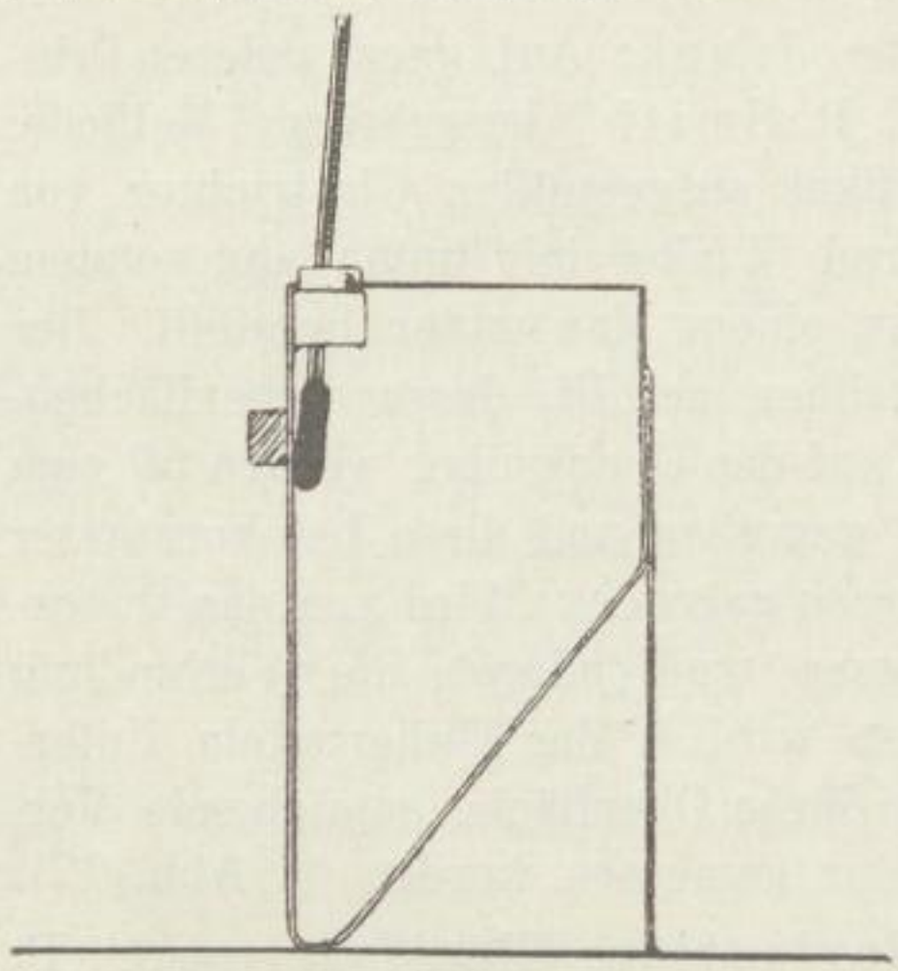


Abb. 18.
Methode der Schmelzpunktsbestimmung nach R. C. Bayley.

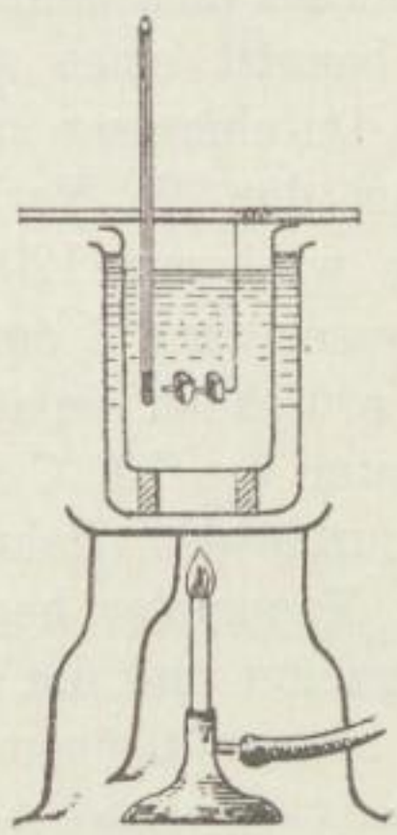


Abb. 19.
Methode der Schmelzpunktsbestimmung nach N. Chercheffsky.

Bestimmungsmethoden: R. Child Bayley[1]) gab hierfür ein rechteckiges Wasserbad von solchem Querschnitt an, daß es durch Bunsenbrenner beheizt werden kann, ohne daß seine Längsseite von heißer Luft oder Verbrennungsgasen bespült wird (s. Abb. 18.) Entlang dieser Seite ist in etwa 25 mm Abstand von der oberen Kante ein Metallstreifen angelötet, auf dem mit Hilfe von Papierröhrchen künstlich geformte Gallertkörperchen gleicher Größe aufgesetzt werden, während die Kugeln von in dem Bade angeordneten

1) Phot. Journ. 1895—1896. **20.** 224; s. a. W. De W. Abney, Instruction in Photography 10 th ed. p. 153.

Thermometern so dicht als möglich dem Metallstreifen genähert werden. Das Bad wird darauf langsam erwärmt und ein beginnendes Abfließen der Gallertkörper zeigt deren Schmelzpunkt an, der auf den Thermometern abgelesen wird.

Nach N. Chercheffsky[1]) wird in ein mit raffiniertem Paraffinöl gefülltes Becherglas von ca. 250 ccm Inhalt ein Thermometer und dicht daneben ein Draht eingehängt, an dessen horizontal gebogenem Ende mehrere aus 10, 15 und 20%iger Gelatinelösung hergestellte kleine Gallertwürfel befestigt sind (s. Abb. 19). Sobald dieselben beim Erwärmen des Ölbades ihre Würfelform verlieren, wird diese Temperatur als Schmelzpunkt abgelesen. Will man genauer arbeiten, erwärmt man das Ölbad indirekt durch ein Wasserbad. Ähnlich verfuhr später J. Herold[2]). Eine beiderseitig offene enge Röhre, welche die Gallerte und in diese eingebettet in ca. 1 mm Abstand von der Rohrwandung ein genaues in $^1/_{10}$ Grade geteiltes Thermometer enthält, hängt an dem Thermometer und wird in einem Wasserbade langsam erwärmt. Als Schmelzpunkt gilt die Temperatur, bei der die Röhre abgeleitet. R. Kießling[3]) bestimmte den Schmelzpunkt dadurch, daß er eine weite Röhre mit der aus 15 g Gelatine und 30 ccm Wasser bestehenden Lösung füllte, und den Inhalt durch einstündiges Eintauchen in Wasser von 15° C zum Erstarren brachte. Danach wurde die Röhre horizontal in warmes Wasser gelegt und der Punkt als Schmelzpunkt notiert, bei dem sich die Gallertoberfläche zu senken begann. H. Bechhold und J. Ziegler[4]) wandten ein Luftbad an, in das sie eine enge die Gallerte, und in ihr eingebettet ein Thermometer enthaltene Röhre einsetzten. Die Gallerte wird mit 5 g Quecksilber belastet und als Schmelzpunkt die Temperatur abgelesen, bei welcher das Quecksilber die Gallerte durchbricht. Da jedoch die Hautbildung der Gelatine hierbei unberücksichtigt bleibt und der Durchbruch des Quecksilbers an keiner bestimmten Stelle erfolgt, kann diese Me-

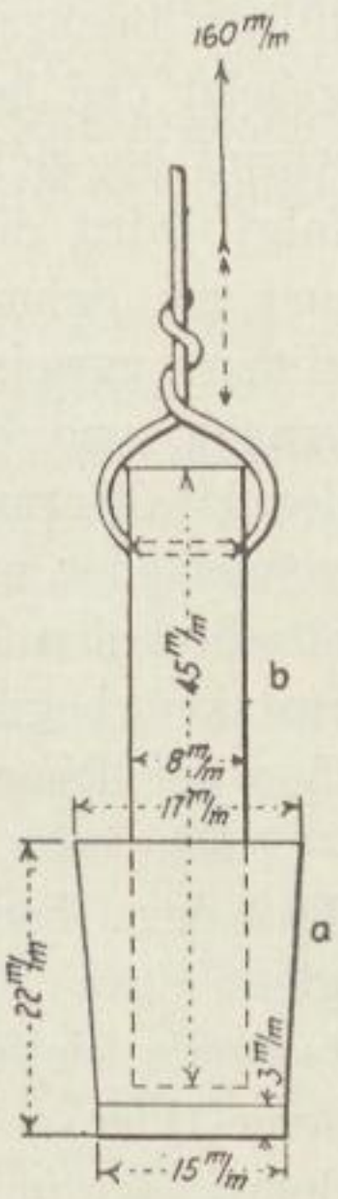


Abb. 20.
Das Fusiometer von V. Cambon.

1) Chem. Ztg. 1901. **25.** 413.
2) Chem. Ztg. 1910. **34.** 203.
3) Z. f. angew. Chemie 1903. **17.** 398.
4) Z. f. angew. Chemie, 1906. **46.** 110.

thode keineswegs als eine befriedigende angesehen werden. Lange Zeit war V. Cambons[1]) „Fusiometer"-Methode gebräuchlich (s. Abb. 20). 10 g Gelatine werden in 40 ccm Wasser gelöst, worauf die Lösung in ein Messingnäpfchen von genau 7 g Gewicht und genauen Dimensionen (22 mm Höhe, 17 mm oberem und 15 mm unterem Durchmesser) gegossen wird. Ein Glasstäbchen bestimmter Dimensionen wird noch senkrecht eingesetzt und der Inhalt zum Gelatinieren gebracht. Darauf wird das Ganze in ein mit Wasser von 15° C gefülltes Becherglas gehängt und dieses in ein Wasserbad von 50° C gesetzt und langsam — ca. 1 Grad in jeder Minute steigend — erwärmt bis sich die Schale löst und zu Boden sinkt. Sobald dies erfolgt, wird die Temperatur des Wassers im Becherglas abgelesen und als Schmelzpunkt angenommen. Eine Modifikation dieser Bestimmungsweise ist bei der Eastman-Kodak Co.[2]) im Gebrauch, und besteht in der Anwendung eines kleinen Metallringes, der das Thermometer umgibt und mittels dreier in gleichen Abständen voneinander angeordneter Füße auf der Gallerte aufsitzt. Man beobachtet den Moment, in welchem das Teststück in die Gallerte einzusinken beginnt, und nimmt als Schmelzpunkt den Punkt an, bei dem der Ring gerade in die Gallerte eingesunken ist.

Ein sehr einfaches praktisches Verfahren, bei dem der Einfluß der Oberflächenhaut ausgeschaltet ist, ist auch folgendes: Man gießt etwa 100 ccm der 10%igen Gelatinelösung in eine 150 ccm fassende Weithalsflasche, hängt ein Thermometer derart ein, daß sich seine Quecksilberkugel in gleichweitem Abstand von der Oberfläche, dem Boden und der Wandung befindet, und läßt die Gelatine in dieser Anordnung gut erstarren. Dann hebt man — am besten mit einem Korkbohrer — die Haut einer mittleren Zone von ungefähr 10 mm im Durchmesser heraus, und legt eine 5 g schwere Eisenkugel in die entstandene Höhlung. Die Flasche umgibt man durch Einsetzen in ein ca. 250 ccm fassendes Becherglas mit einem Luftmantel, und taucht das Ganze in ein zweites ca. 400 ccm fassendes mit Wasser gefülltes Becherglas. Man erwärmt nun über einer kleinen Flamme so langsam, daß die Temperatur in der Minute nicht weniger als 1° F, und nicht über 2° F steigt. Als Schmelzpunkt wird die Temperatur angenommen, bei welcher die Eisenkugel schnell auf den Boden der Flasche fällt. In gleicher Weise wird eine zweite Gelatineprobe behandelt, der man jedoch soviel Chromalaunlösung zugesetzt hat wie

1) Moniteur Scient, 1907, 399, ferner Z. f. öffentl. Chemie, 1907. **13.** 121.
2) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester 1923, S. 199.

dem Gehalte der Fabrikations-Emulsion entspricht, für welche die Gelatine bestimmt ist. Hierdurch erfährt man die Wirkung der praktisch vorgenommenen Härtung auf den Schmelzpunkt bei einer 10%igen Lösung, woraus man auf das Verhalten der Gelatine beim Emulsionsprozeß, bzw. beim Vergießen der Emulsion schließen kann.

Nur zur Vergleichen verschiedener Gallerten dient ein von C. F. Sammet[1]) angegebenes Verfahren, nach welchem die für nur eine Minute in kaltem Wasser aufgequollenen gekörnten Gelatinen in kleinen Mengen neben bekannten Mustern nahe dem Ende eines zu einem Winkel gebogenen Messingstreifens gesetzt werden, worauf das Ende in Wasser von 40° C getaucht wird. Man beobachtet, in welcher Reihenfolge die zu vergleichenden Gelatineproben schmelzen und ablaufen.

Indirekte Bestimmungsmethoden: Unter gewissen Bedingungen erlauben diese den Schmelzpunkt zu schätzen. So bestimmten A. W. Clark und L. Du Bois[2]) das Konzentrationsminimum einer Gelatine, indem sie eine Reihe verschieden konzentrierter Lösungen herstellten, diese unter 10° C abkühlten, darauf auf 10° C erwärmten, und die Konzentration ermittelten bei der die Gallerte noch fest blieb. C. R. Smith[3]) kühlte das Sol auf 2 und 3 Grad unter der erwarteten Erstarrungstemperatur ab, und bestimmte statt des unscharfen Schmelzpunktes die Viskosität beim Umwandlungspunkt unter Anwendung aufsteigender Luftblasen. Nach dem gleichen Prinzip, daß nämlich das Maaß der gegenwärtigen Viskosität bei Temperaturen nahe dem Erstarrungspunkt auch als Maaß für den Schmelzpunkt gelten kann, verfuhr auch R. H. Bogue[4]), doch bleibt hierbei der mitsprechende Zeitfaktor unberücksichtigt.

Bestimmung des Erstarrungspunktes.

Allgemeines: Die Bestimmung des Erstarrungspunktes begegnet ähnlichen Schwierigkeiten wie die des Schmelzpunktes, denn weder ist seine Definition eine allgemein übereinstimmende, noch auch werden die Bedingungen zu seiner Feststellung gleich gewählt. Da allein schon zeitliche Unterschiede bei der Abkühlung der Lösungen verschiedene Erstarrungspunkte ergeben, erhellt hieraus, wie genau einmal festgelegte Prüfungsbedingungen einzuhalten sind um brauchbare Vergleichswerte für verschiedene Gelatinen zu er-

1) J. Ind. Eng. Chem. 1918. **10.** 595.
2) J. Ind. Eng. Chem. 1918. **10.** 707.
3) J. Amer. Chem. Soc. 1919. **44.** 146.
4) J. Ind. Eng. Chem. 1922. **44.** 435.

halten. Bei sogenannten harten Gelatinen liegt der Erstarrungspunkt bei etwa 24 bis 26°, bei weichen Gelatinen zwischen 22 und 23°.

Bestimmungsmethoden: K. Winkelblech[1]) und auch E. Valenta[2]) setzten die in einem Becherglas befindliche Gelatinelösung bestimmter Konzentration (etwa 10%ig) einfach in kaltes Wasser und rührten die Lösung beständig um eine gleichmäßige Abkühlung der Masse zu erreichen mit einem Thermometer bis zu dem Punkte, wo dasselbe für einige Zeit konstant blieb. Da wenig konzentrierte Gelatinelösungen leicht unterkühlt werden können, müssen die Beobachtungen in solchen Fällen sehr rasch vorgenommen werden. E. Hatschek[3]) gab zur gleichzeitigen Bestimmung des Schmelz- und Erstarrungspunktes folgendes Verfahren an (s. Abb. 21): In die Mitte eines als Wasserbad dienenden Becherglases wird mit Hilfe einer Führung ein Reagenzglas eingesetzt, das zunächst mit einigen g Quecksilber gefüllt wird, um es dadurch in seiner Lage zu erhalten, dann mit der zu prüfenden Gelatinelösung. In diese wird ein Glasstab eingehängt und die Lösung zum Erstarren gebracht. Die Badtemperatur wird nun langsam von erst etwa 15° C erhöht, und als Schmelzpunkt der Punkt angenommen, bei dem das mit dem eingeschmolzenen Glasstabe etwas über die normale Lage höher gehängte und ständig gedrehte Reagenzglas von dem Gallertzylinder abgeleitet. Umgekehrt ergibt sich der Erstarrungspunkt nun bei langsamer Abkühlung des Bades und zeitweiliger leichter Bewegung des Stabes bis sich das Glas mit ihm dreht. Im Eastman-Kodak-Laboratorium[4]) werden gleiche Mengen von Gelatinelösungen in Gläser von 1 Zoll Durchmesser gegossen, in Eiswasser abgekühlt und von Zeit zu Zeit bis zur Annäherung an den Erstarrungspunkt durch

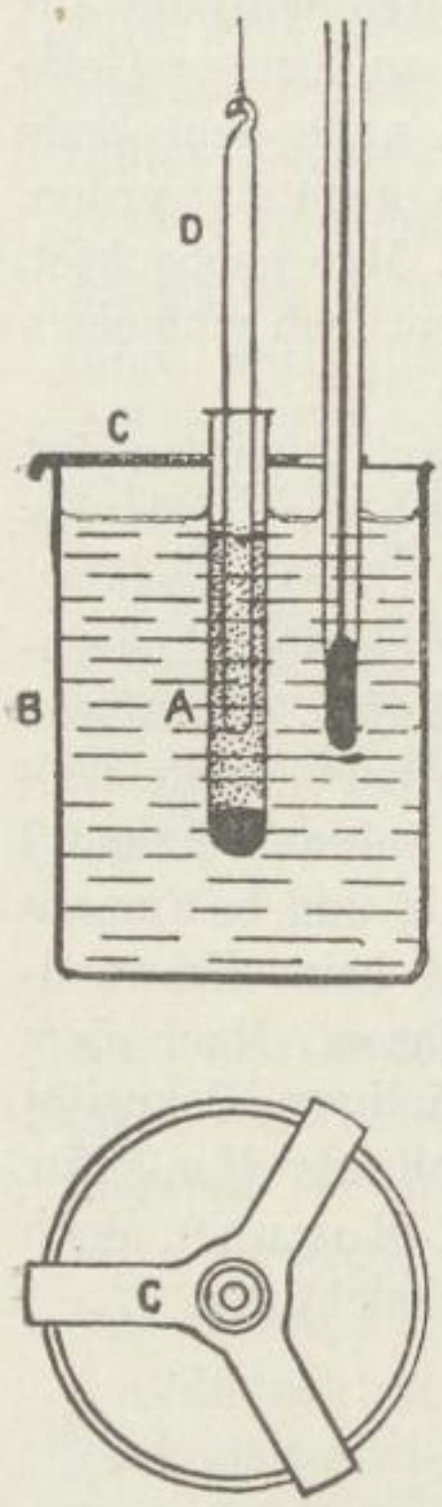


Abb. 21.
Methode zur Bestimmung des Schmelz- und Erstarrungspunktes nach E. Hatschek.

1) Z. f. angew. Chemie, 1906. **19.** 1260.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 179.

3) E. Hatschek, Laboratory manual of elementary colloid chimistry, London 1920.

4) S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester, N. Y. 1923, S. 203.

Neigen und Umdrehen der Gläser geprüft, wobei die Lösung zähflüssiger wird. Ist dieser Zustand erreicht, werden die Tuben in häufigeren Intervallen gedreht. Bewegt sich der Meniskus nicht weiter, wird ein Thermometer eingesetzt und die konstant bleibende Temperatur als Erstarrungspunkt angenommen. Die Methode ist zwar nicht sehr genau, aber doch praktisch. Ein ebenfalls leicht auszuführendes Verfahren gab A. Cobenzl[1]) an. Ein 250 ccm fassender Meßzylinder mit einsetzbarem Thermometer wird mit der 5%igen Gelatinelösung gefüllt, langsam abgekühlt, und in der Nähe des Erstarrungspunktes durch selbständiges Drehen und Umlegen unter genauem Verfolgen der Wärmegrade in Bewegung gehalten. Sobald sich ein erstes Gerinnen durch langwelliges Fließen an den Wandungen des Gefäßes erkennen läßt, wird der Wärmegrad als Punkt I verzeichnet. Millimetergroße Luftblasen folgen noch flott der Flüssigkeitsbewegung. Bei weiterer Abkühlung verdickt sich die Lösung derart, daß etwa 10 mm große Luftblasen nur noch träge der Bewegung der Lösung folgen. Dieser Wärmegrad wird mit II angegeben. Vermag die Luft schließlich nicht mehr durch die Gallerte zu dringen, erhält man den Punkt III als den wichtigsten, der in allen Fällen scharf bestimmbar ist, während II etwas von der Beurteilung des Beobachters abhängt.

Mit weit größerer Genauigkeit wird der Erstarrungspunkt durch das von S. E. Sheppard und S. S. Sweet[2]) im Eastman-Kodak-Laboratorium durchgeführte Verfahren ermöglicht, nach welchem man Luftblasen unter konstantem Druck und in bestimmten Abständen von 15 Sekunden durch Lösungen der Gelatine verschiedener Konzentrationen (1, 3, 5, 10, 15 und 25%ig) streichen läßt. Die Lösungen werden unter Innehaltung bestimmter Zeiten und Temperaturen hergestellt, und um eine gleichmäßige Abkühlung zu erhalten in beständig gerührtem Eiswasser abgekühlt. Sobald die Luftblasen aufhören die Gelatinelösung zu passieren, wird die Temperatur eines mit seinem Gefäß in der Nähe des Luftdurchganges eingesetzten Thermometers als Erstarrungspunkt abgelesen. Umgekehrt ergibt sich der Schmelzpunkt, wenn die Luftblasen nach langsamem Erwärmen der Gallerte in einem Wasserbad wieder durchgehen. Das Verfahren geht auf eine 1902 von W. Flemming zum Studium der Erstarrung einer kolloidalen Kieselsäurelösung benutzte Methode zurück und wird mit zwei verschiedenen Apparaten für ganz exakte und für weniger genaue Bestimmungen durchgeführt.

---

1) Phot. Korresp. 1918. **55.** 369—379.
2) J. Ind. Eng. Chem. 1921. **13.** 423.

Bestimmung der nicht gelatinierenden Substanzen.

Allgemeines: Unterscheidet man zwischen der reinen Leimsubstanz, welche der Gelatine die Festigkeit verleiht und den nicht gelatinierenden Substanzen, so bietet die Bestimmung des Gehaltes an letzteren einen wertvollen Anhalt zur Beurteilung einer Gelatine, die nicht außer acht gelassen werden darf, da ein hoher Schmelzpunkt und eine gute Gallertfestigkeit zwar meist, aber doch keineswegs immer einen hohen Prozentgehalt an gelatinierenden Bestandteilen voraussetzen, so daß durch diesen Test falsche Schlüsse auf die photographische Wirkung einer Gelatine, bzw. ihrer Anwendungsweise vermieden werden. Im allgemeinen kann man sagen, daß sich eine an gelatinierenden Substanzen reiche Gelatine — mit 90 % und darüber — besser als „Zusatzgelatine" eignet, während umgekehrt eine Gelatine mit relativ hohem Gehalt an nicht gelatinierenden Substanzen die oft erwünschten Vorzüge einer „Ansatzgelatine" besitzt, d. h. den Reifungsprozeß im Sinne höherer Empfindlichkeit und einer längeren Gradation beeinflußt. Der Prozentgehalt der Emulsionsgelatinen an nicht gelatinierenden Substanzen variiert in weiten Grenzen, für gewöhnlich rechnet man mit etwa 10, 15 und 20 %, doch begegnet man auch Gelatinen, bei denen derselbe bis zu 45 % beträgt.

Bestimmungsmethode: Eine Möglichkeit, diese Bestimmung in einfacher, wenn auch nicht exakter Weise vorzunehmen, besteht in der Fällung mit Alkohol, wobei man ein Verhältnis wählt, das sich in der Praxis als das günstigste erwiesen hat, um eine möglichst vollständige Scheidung der den Bodensatz bildenden unlöslichen Proteine von den in Lösung gehenden Peptonen und Aminosäuren herbeizuführen. Man gibt zu 40 ccm der 10%igen Gelatinelösung 60 ccm abs. Alkohol (eventl. genügt auch 96%iger Alkohol), erwärmt die Mischung und schüttelt von Zeit zu Zeit bis sich die erst klumpig ausgefällte Gelatine gleichmäßig verteilt und eine Trennung ihrer Bestandteile durch teilweise Auflösung stattgefunden hat. Dann läßt man über Nacht stehen, gibt einen — 25 ccm — aliquoten Teil des alkoholischen Auszuges mit Hilfe einer Pipette in eine Schale, dampft auf dem Wasserbade zur Trockne, und trocknet (innerhalb von etwa 6 Stunden) bei 100 bis 105° C bis zur Gewichtskonstanz. Das Gewicht des Rückstandes mit 100 multipliziert gibt alsdann den Prozentgehalt der Gelatine an nichtgelatinierenden Substanzen.

Da die Menge der nicht gelatinierenden Substanzen eine Funktion des Grades der eingetretenen Hydrolyse ist, kann dieselbe in-

direkt auch aus der Höhe des aus den Aminosäuren nach der von P. A. Levene und D. D. van Slyke[1]) angegebenen Methode durch Natriumnitrat und Essigsäure befreiten Stickstoffs geschätzt werden.

Eine andere Bestimmungsmöglichkeit bietet die verminderte Differenz zwischen der Polarisation bei 38—40° und nach 18 Stunden bei 15—18° C.

Bestimmung des Gehaltes an reduzierenden Substanzen.

Die Silberprobe auf Gelatine. H. W. Vogel empfahl zuerst, die Gelatine mit einer ammoniakalischen Silberlösung, wie sie auch zum Emulgieren verwendet wird[1]) auf reduzierende Substanzen zu prüfen. Diese fast einzige leicht auszuführende chemische Prüfung der Gelatine hat sich in den Kreisen der Emulsionstechniker bis heute vielfach erhalten, wird aber auch leicht überschätzt. Die Vorschriften für diese Probe sind sehr verschieden, was Quantität von Silber zu Gelatine sowie Erhitzungsdauer und Temperatur anlangt. Es wird dabei teils schon die beginnende Gelbfärbung, teils aber erst die Entstehung der braunen Farbe des reduzierten Silbers als Maßstab für die Eignung der Gelatine angenommen. Da aber jede Gelatine ammoniakalische Silberlösung reduziert, so kann hier allenfalls nur ein Vergleich zwischen einer bekannten und einer unbekannten Gelatine in bezug auf die Geschwindigkeit der Reduktion herangezogen werden. Sowohl Eder wie auch neuerdings Sheppard heben hervor, daß genaue Arbeitsbedingungen für die Silberoxydammoniakprobe nicht angegeben werden können, da diese Bedingungen von Fall zu Fall je nach dem speziellen Verwendungszweck und der Arbeitsweise des Fabrikanten wechseln[2]). Sheppard empfiehlt, gleiche Teile der 10%igen ammoniakalischen Silberlösung und der 1—2%igen Gelatinelösung zu mischen und „eine bestimmte Zeit" im Dunkeln stehen zu lassen. Lüppo-Cramer mißt der Vogelschen Silberprobe auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen ebenfalls keine erhebliche Bedeutung zu, immerhin zeigen die Gepflogenheiten mancher Gelatineabnehmer, daß diese einen Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit der sichtbaren Silberreduktion

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 476. Über das Silbernitratammoniak, das sogenannte Silberoxydammoniak s. dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927. S. 61 und weiter unten S. 74.

2) Man vergleiche hierzu das Kapitel über Nachreifung in Bd. II, 1 dieses Handbuches, 3. Aufl. 1927, S. 64.

durch die Gelatine und der Eignung für ihre Zwecke beobachtet haben[1]).

Die Bleiprobe: R. Luther ersetzt die Silberprobe durch die Bleiprobe um das Vorhandensein schwefelionenabspaltender Substanzen für sich nachweisen zu können, und gab hierfür folgende Vorschrift bekannt[2]):

Man stellt sich aus 20—25 g Ätznatron (in Stangen) und 100 ccm dest. Wasser eine konzentrierte Ätznatronlösung her, in der man 3—4 g festes Bleinitrat löst. 1 Volumen dieser alkalischen Bleinitratlösung wird mit 1 Volumen einer etwa 15—20%igen Lösung der zu prüfenden Gelatine gemischt und in einem Reagenzrohr in siedendes Wasser gestellt. Je nach der Bildungsgeschwindigkeit und der Menge des abspaltbaren Schwefelions färbt sich der sich stets bildende (kalziumhaltige) farblose, flockige Niederschlag verschieden rasch, bzw. verschieden stark dunkel. Aus der Geschwindigkeit und dem Betrage der Färbung kann man weitgehende Schlüsse auf den photographischen Charakter der Gelatine ziehen. Im allgemeinen eignen sich solche Gelatinen am besten, bei denen die Braunfärbung erst nach etwa einer halben Stunde deutlich sichtbar ist. Es empfiehlt sich, diese Probe stets als Vergleichsprobe auszuführen, indem man mehrere Gelatinesorten, darunter mindestens eine von bekannten photographischen Eigenschaften, gleichzeitig und unter gleichen Umständen mit der alkalischen Bleinitratlösung behandelt.

Prüfung auf Chloride. Selbst im Negativverfahren sind schon geringe Mengen von gegenwärtigen Chloriden von gewissem Einfluß auf das entstehende Bromsilber, siehe hierzu S. 141. Dann kommen vorhandene Chloride aber auch bei Herstellung „kornloser" Bromsilberemulsionen sowie gewisser Gaslicht-Papieremulsionen in Betracht, wenn man beabsichtigt ohne einen eigentlichen Überschuß von Bromid, bzw. Chlorid über die Äquivalenz zu arbeiten.

Alle Gelatinesorten, die unter Anwendung von Salzsäure gesäuert wurden, enthalten mehr oder weniger große Mengen an Chloriden, die sich leicht auslaugen und durch Silbernitratlösung nachweisen lassen. Will man für besondere Zwecke, wie z. B. für die kornlosen Emulsionen für das Lippmannsche Interferenzfarbenverfahren, bei denen man zweckmäßig die Gelatine mehrfach mit destilliertem Wasser auswäscht, eine scharfe Prüfung noch in der Gallerte ausführen, so verfährt man nach der von Lüppo-

1) Phot. Korresp. 1927. **63.** 293.
2) Phot. Ind. 1927. **25.** 494/495.

Cramer[1]) angegebenen und auch von Sheppard empfohlenen Methode: Man setzt auf die erstarrte Gelatinegallerte mit der Pipette Tropfen von 10%iger Silbernitratlösung. Mit der Zeit diffundiert die Silberlösung in die Gallerte und erzeugt auch bei sehr geringen Chloridmengen außerhalb des Tropfens die sogen. Liesegangschen Ringe von Chlorsilber, die sich im Lichte färben. Noch ein Teil Chlornatrium in 100000 Teilen Gelatine kann so mit Sicherheit nachgewiesen werden, während eine direkte Prüfung der Gelatinelösung versagt, da sich kolloides Chlorsilber bildet, das unsichtbar bleibt.

Fett in der Gelatine.

Wenn man bedenkt, daß das Rohmaterial der Gelatine als Begleiter stets auch tierisches Fett in großen Mengen enthält, so muß man bewundern, daß es der Technik gelungen ist, dieses Fett so gut wie vollständig aus der Gelatine fern zu halten. In früheren Jahren waren die in der Gelatine vorhandenen Fettröpfchen oft die Verzweiflung des Emulsionstechnikers. Solche Fettröpfchen erzeugten bis zur Erbsengröße anwachsende matte Flecken auf der Emulsion, die bei der Entwicklung sich so scharf markierten, daß man Platten mit diesen gefürchteten Flecken schonungslos aussortieren mußte. Manchmal half ein wiederholtes sorgfältiges Filtrieren der Emulsion z. B. durch Leder, um diesen Fehler zu beseitigen, doch war dies keineswegs immer eine Radikalabhilfe. Bei der heutigen Vervollkommnung der Gelatinefabrikation kommen die matten Flecke infolge eines Fettgehaltes der Gelatine kaum noch vor.

Bestimmung eines eventuellen Gehaltes an Kaliumalaun.

Allgemeines: Ist bei der üblichen Reinheit der Emulsionsgelatine eine Analyse ihrer Asche, die 2% nicht übersteigen soll, im allgemeinen nicht erforderlich[2]), da Basen wie Schwermetalle nur in Spuren gegenwärtig sind und sein dürfen, so empfiehlt sich doch eine besondere Prüfung auf Kaliumalaun, da dieser in den Gelatinefabriken gelegentlich zur Klärung der Lösungen verwendet wird, und daher, wenn im Überschuß angewandt, in die Gelatine übergehen und je nach der vorliegenden Konzentration deren Erstarrungspunkt

1) Lüppo-Cramer, Kolloid. Zeitschr. 1909. 5. 249.
2) s. hierzu S. E. Sheppard, Gelatin in Photography, Rochester, 1923, S. 113 ff.

mehr oder minder erhöhen kann[1]). Praktisch soll eine trockene Gelatine nicht mehr als 0,1 %, eine 10%ige Lösung also nicht mehr als 0,01 % enthalten.

Bestimmungsmethode: Um den Alaungehalt zu bestimmen, gibt man 10 ccm der 10%igen Gelatinelösung in eine Nesslerröhre, fügt 3 Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) und 25 ccm Wasser zu, darauf 10 ccm Glyzerin und 5 ccm einer Alizarinlösung. Die Mischung macht man mit 10%igem Ammoniak bis zum Auftreten einer Purpurfarbe und eines schwachen Ammoniakgeruches leicht alkalisch, wartet etwa 5 Minuten, und neutralisiert nun mit 25%iger Essigsäure bis die Lösung auf Lackmus sauer reagiert und ihre Farbe nicht weiter ändert, hat aber einen größeren Überschuß zu vermeiden, da dieser die Rotfärbung, welche bei Anwesenheit von Aluminium auftritt, zerstören würde. Man verdünnt auf 100 ccm und vergleicht die Probe mit einem Standardmuster, das eine äquivalente Menge von 0,1 % Kaliumalaun enthält. — Die Standard-Kaliumalaunlösung wird hergestellt, indem man 1 g des Salzes: $Al_2(SO_4)_3$, K_2SO_4, 24 H_2O in 100 ccm Wasser löst; es entspricht dann 1 ccm dieser Lösung 0,04 g Kaliumalaun. — Die Alizarinlösung wird hergestellt, indem man zu einer 1%igen alkoholischen oder wäßrigen Alizarinlösung gerade soviel 10%ige Natronlauge zufügt, daß Lösung des Alizarins eintritt.

Bestimmung des Aschengehaltes an Schwermetallen usw.[2])

Auf eine Wiedergabe der bekannten Bestimmungsmethoden darf hier verzichtet werden. Nur bemerkt sei, daß, da die meisten anorganischen Bestandteile der Gelatine ihre physikalischen und photographischen Eigenschaften beeinflussen, Schwermetalle wie Eisen, Kupfer, Quecksilber, Blei oder Zink in keinen größeren Mengen gegenwärtig sein sollen als je etwa 5—10 mg pro 100 g trockener Gelatine, Aluminium nicht über $^1/_{10}$ g, Schwefel als Schwefeldioxyd nicht über $^1/_{100}$ g.

---

1) s. hierzu A. u. L. Lumière und A. Seyewetz, Z. f. wiss. Phot. 1906. **4.** 360.

2) Gewisse Gelatinen des Handels enthalten — von der Konservierung der Häute herrührend — Spuren von Arsen, die jedoch erfahrungsgemäß keinen bemerkenswerten Einfluß auf die mit solchen Gelatinen hergestellten Emulsionen haben.

Photographische Prüfung (Probeemulsion).

Aus der Erkenntnis heraus, daß die Gelatine einen Faktor von weitgehendstem Einfluß bei der Erzeugung photographischer Emulsionen darstellt, und daß diese dem Verbraucher in einer niemals fortlaufenden identischen Beschaffenheit zur Verfügung steht, folgt, daß es immer wieder von neuem nötig ist, ein bestimmtes Verfahren innerhalb bekannter aus der Erfahrung gewonnener Grenzen einer gegebenen Gelatine anzupassen, oder, wie es in der Praxis in der Regel der Fall ist, umgekehrt eine Gelatine unter verschiedenen Mustern durch Versuche auszuwählen, deren Eigenschaften das bestmögliche Ergebnis nach einer im allgemeinen festliegenden Vorschrift gewährleisten.

Durch die wohl in fast allen Gelatinefabriken von Ruf eingeführten neueren exakten Bestimmungsmethoden, durch welche es ermöglicht wird, dem Abnehmer von vornherein für jeden besonderen Zweck eine wenigstens angenähert passende Gelatine zu liefern, wird diese Aufgabe erheblich vereinfacht.

Um ein allgemeines Urteil über die photographische Wirkung einer Gelatine zu erhalten, wird eine Emulsion von etwa 1—2 l ausschließlich unter ihrer Verwendung hergestellt und davon durch Handguß auf vorpräparierte in das Sensitometer passende Glasplatten gegossen, die schnell getrocknet werden [1]).

Je nach dem vorliegenden Fabrikationszweig, für den die zu prüfende Gelatine in Aussicht genommen ist, wird dazu ein den besonderen Anforderungen angepaßtes möglichst einfaches Emulsionsschema gewählt, so daß das Prüfungsergebnis in solchen Fällen ihre Brauchbarkeit für den gedachten Zweck ohne weiteres erkennen läßt. Ist es bei der Vielfältigkeit der gewünschten Resultate also nicht möglich ein allgemein gültiges Prüfungsschema (Testemulsion) aufzustellen, so sei doch erwähnt, daß man z. B. die zum Ansetzen dienende Gelatine von der nach erfolgter Mischung zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt zuzugebenden unterscheiden kann, und daß an letztere nicht immer die gleich hohen Anforderungen gestellt zu werden brauchen wie an die erste (vgl. S. 66).

Auch das Verhalten einer Gelatine bei der Nachdigestion der gewaschenen Emulsion wird für ihre Brauchbarkeit zu bestimmten

1) Für genaue Vergleichszwecke sind die Testplatten vor ihrer Verarbeitung durch mehrstündiges Aufbewahren, z. B. in einem mit Glyzerin beschickten Exciccator oder in anderer Weise auf gleichen Feuchtigkeitsgehalt zu bringen, außerdem sind größere Temperaturunterschiede zu vermeiden.

Zwecken entscheidend sein (vgl. S. 168). Führt man die Nachreifung der Emulsion solange durch bis ihr völliges Verderben durch Überschreiten der Schleiergrenze, den damit parallel laufenden Abfall an Empfindlichkeit oder durch eine Störung der Gradation eintritt, indem man etwa jede halbe Stunde eine Probe entnimmt, diese auf Glasstreifen gießt und sensitometrisch prüft, so gewinnt man noch ein recht zuverlässiges Bild darüber was man einer Gelatine bei Verwendung einer wohlbekannten Emulsionsvorschrift zumuten kann. Da hierher alle die Reifung sonst beeinflussenden Agentien wie Ammoniak oder nennenswerte Mengen löslicher Salze ausgeschaltet sind, kommen allein die besonderen Eigenschaften der betreffenden Gelatine zur Geltung und nur solche Gelatinen sind dann für den gedachten Zweck wirklich brauchbar, bei denen man nach Erzielung der gewünschten Empfindlichkeit noch genügend weit vom Umschlagspunkt im obigen Sinne entfernt ist. Läßt sich der gewünschte Effekt dagegen grade noch mit Mühe erreichen, so resultieren erfahrungsgemäß auch nur schlecht haltbare Präparate. Gilt dies schon für die unempfindliche Gaslichtemulsion, so in weit höherem Maße für höchst empfindliche, womöglich noch optisch sensibilisierte Emulsionen.

Die Weiterreifung der fertigen Emulsionsschichten kann verfolgt werden, um ein Urteil über den Einfluß der Gelatine auf deren Haltbarkeit zu gewinnen. Man verfährt hierzu in entsprechender Weise wie es sich zur Prüfung der Fertigfabrikate allgemein eingeführt hat [1]). Die Emulsion wird auf eine neutrale Unterlage (Glas) aufgetragen, und die getrockneten Platten beläßt man alsdann solange unverpackt (d. h. freiliegend in einem lichtdicht verschließbaren Behälter aus neutralem Material, z. B. Nickelblech) in einem auf 60 % rel. Feuchtigkeit und konstant auf 120° F (= 48,9° C) gehaltenen elektrisch beheizten Thermostaten bis unter diesen die Reifung fördernden Bedingungen Schleier aufzutreten beginnt, was durch Entwickeln von je einer Probeplatte in Zwischenräumen von etwa 3 Tagen festgestellt wird.

Belichtung und Entwicklung der Probeplatten werden in Anlehnung an die dafür allgemein festgesetzten Richtlinien durchgeführt, und Empfindlichkeit, Schleierbildung und Gradation in bekannter Weise graphisch ausgewertet.

---

1) s. hierzu Phot. Ind. 1926. **24.** 303 u. 384.

Die Silber- und Haloidsalze, Ammoniak und Zitronensäure[1]).

Silbernitrat[2]).

Reines Silbernitrat, $AgNO_3$, Mol.-Gew. 169,94 (Ag: 51%, NO_3: 36, 49%), wird durch Auflösen von chemisch reinem Silber in konzentrierter Salpetersäure, Abdampfen der erhaltenen Lösung und Auskristallisieren oder Schmelzen erhalten, und kommt in der Form großer farbloser rhombischer Kristalle von spez. Gew. 4,35, oder geschmolzen in Stangen oder Tafeln — wegen seiner ätzenden Wirkung als Höllenstein bezeichnet — in den Handel. Bei Gegenwart organischer Substanzen schwärzt es sich am Licht infolge eintretender Zersetzung und verursacht schwarze Flecken, beispielsweise an den Fingern und auf der Wäsche[3]). Eine gleiche Veränderung erfährt die wässrige Lösung im Lichte bei Gegenwart von Gummi, Zucker oder Gelatine, sie wird langsam rotbraun bis schwarz, indem sich feinverteiltes kolloides Silber ausscheidet. Ist auch eine auf diese Weise entstandene leicht gelbliche Färbung bei der Emulsionsbereitung ohne merkbaren Einfluß auf das Endergebnis, so soll doch ein längeres Stehenlassen silbernitrathaltiger Gallerte selbst in nur zerstreutem Licht tunlichst vermieden werden. Beim Erwärmen färbt sich eine Mischung von reiner Gelatine- und Silbernitratlösung bald gelbbraun; ist jedoch ein wenig Salpetersäure zugegen oder war das Silbernitrat mit Ammoniaküberschuß versetzt worden, so bleibt die Flüssigkeit klar. Auch die alkoholischen Lösungen werden im Lichte langsam zersetzt.

In Wasser ist Silbernitrat sehr leicht löslich: 100 Teile Wasser lösen bei 20° C 215 Gewichtsteile, bei 50° 400 Teile; in Alkohol ist die Löslichkeit erheblich geringer und in Äther löst sich Silbernitrat nur spurenweise. Weiteres über die Löslichkeitsverhältnisse s. dieses Handb. Bd. IV. 3. Aufl. 1928. S. 247.

Verhalten gegen Ammoniak: Für die Darstellung pho-

---

1) Um den Rahmen des Handbuches nicht zu überschreiten blieb diese Zusammenstellung auf die für Trockenplatten-, Film- und Entwicklungspapier-Emulsionen wichtigsten Chemikalien beschränkt.

2) vgl. dieses Handbuch. Bd. II, 3. Aufl. 1906. S. 200 und Bd. IV, 1, 3. Aufl. 1928. S. 246.

3) Silberflecke können von den Fingern und aus der Wäsche durch eine Lösung von 10 g Kaliumjodid und 1 g Jod in 50 ccm Wasser entfernt werden. Man behandelt die Flecke mit dieser Lösung bis sie gebleicht sind und wäscht sie dann mit Natriumthiosulfatlösung und stark verdünntem Ammoniak, wodurch die Gelbfärbung und der Jodgeruch beseitigt werden.

tographischer Emulsion ist das Verhalten des Silbernitrats gegen Ammoniak von besonderer Wichtigkeit. Versetzt man seine Lösung mit Ammoniak, so entsteht ein dunkelbrauner Niederschlag, der sich bei weiterem Zusatz von Ammoniak zu einer klaren Flüssigkeit auflöst. Läßt man die Flüssigkeit kristallisieren, so scheiden sich farblose Kristallnadeln aus, die sich am Lichte schwärzen und denen nach Mitscherlich die chemische Formel $2\,NH_3 \cdot AgNO_3$ zukommt[1]), doch lehrt die Erfahrung, daß konzentrierte und verdünnte Silbernitratlösungen wechselnde Mengen von Ammoniak zur Herstellung klarer Lösungen erfordern, so daß man die meist kurzweg „Silberoxydammoniak" genannte Verbindung besser durch die Formel $Ag\,(NH_3) \cdot NO_3$ ausdrückt. Beim Umsetzen solcher Lösungen mit beispielsweise Kaliumbromid bildet sich Bromsilber und das Ammoniak wird bei den üblichen Mischungs- und Reifungstemperaturen wieder frei oder bleibt wenigstens nur teilweise an Bromsilber gebunden, entweicht aber durch Waschen mit Wasser oder Verdampfen an der Luft[2]).

Auf eine besondere Weise kann man klare Lösungen herstellen, die sehr arm an Ammoniak sind. Teilt man nämlich eine Silbernitratlösung in zwei gleiche Teile, führt die eine durch genügenden Ammoniakzusatz in eine klare Lösung von salpetersaurem Silberoxydammoniak über und fügt zur andern etwas Ammoniumnitrat, so kann man beide Lösungen zusammengießen, und erhält wieder eine klare Mischung von nur halbem Ammoniakgehalt als die erstere. Vergl. hierzu die Emulsionsvorschrift S. 175.

---

1) Nach A. B. Prescott verläuft die Reaktion nach folgendem Schema:

$$2\,AgNO_3 + 4\,NHOH = (NH_3\,Ag)_2\,0 + 2\,NH_4NO_3 + 3\,H_2O,$$

Amer. Chem. Soc. 1880. **2.** 32; Berliner Ber. 1880. S. 1740.

s. hierzu auch die neueren Arbeiten von F. Jirsa und J. Diamant über die Dissociation der Ammoniakverbindungen des Silbernitrats, Z. f. phys. Chemie 1926, **123,** 261—274 und von L. J. Olmer über die Zersetzungsgeschwindigkeit ammoniakalischer Silberoxydlösung bei Gegenwart überschüssigen Ammoniaks. Journ. Chim. Phys., 1924, 21, 113—142.

2) Die vor sich gehenden Reaktionen lassen sich schematisch durch folgende Gleichungen veranschaulichen:

$$\text{I.}\quad 2\,AgNO_3 + 2\,NH_4OH = Ag_2O + 2\,NH_4NO_3 + H_2O$$
$$\text{II.}\quad Ag_2O + H_2O + 2\,NH_4OH = 2\,NH_4AgO + 2\,H_2O$$
$$\text{III.}\quad 2\,NH_4AgO + 2\,H_2O + 2\,KBr = 2\,AgBr + 2\,NH_4OH + 2\,KOH.$$

s. a. dieses Handb. Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927. S. 61 mit Hinweis auf V. Kohlschütter und Fischmann, „Über Bildungsformen des Silbers", Ann. d. Chemie 1912. **387.** 93.

Auch durch Lösen von Silberoxyd in salpetersaurem Ammoniak erhält man ähnlich wirkende ammoniakalische Silberlösungen.

Bezugsquellen für chemisch reines Silbernitrat sind u. a. Byk-Guldenwerke, Chem. Fabrik, A.-G., Berlin-Oranienburg; Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin-Spindlersfeld; Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt, vorm. Rößler & Co., Frankfurt a. M.

Prüfung: An die Reinheit des Silbernitrates werden bei seiner Verwendung für Emulsionszwecke die höchsten Anforderungen gestellt, seine sorgfältige Prüfung, die sich auf einen etwaigen Gehalt an Chloriden, reduzierend wirkenden Metallen und Nitriten zu erstrecken hat, ist daher nie zu unterlassen.

Die Farbe der Kristalle soll eine rein weiße sein, weder darf das Silbernitrat selbst ein stellenweise gebräuntes Aussehen zeigen noch auch das zu seiner Verpackung benutzte Papier; auch ein Geruch nach salpetriger Säure darf nicht wahrnehmbar sein.

Lösung und Reaktion: Man löse 5 g in 5 ccm dest. Wasser und beobachte, ob und welche Menge von Staub oder Schmutz in Suspension bleibt, und ob sich dunkel oder hell gefärbte Ausscheidungen absetzen.

Chloride: Man löst 5 g in 100 ccm dest. Wasser, säuert mit 2 ccm konz. Salpetersäure an und schüttelt, wobei weder eine Trübung noch eine Opaleszenz der Flüssigkeit eintreten darf.

Blei: Man fällt die 5%ige siedende Silbernitratlösung mit Natriumchloridlösung und setzt dem noch heißen Filtrat etwas konzentrierte Schwefelsäure zu, wodurch Blei — oft erst nach längerer Zeit — als weißer Niederschlag gefällt wird. Die Empfindlichkeit der Reaktion wird gesteigert, wenn man nach dem Zusatz der Schwefelsäure im Wasserbade soweit als möglich eindampft und den Rückstand mit Alkohol übergießt.

Kupfer: Verrät sich beim Ausfällen der Lösung mit überschüssigem Ammoniak durch bläuliche Färbung der Flüssigkeit. Auch die salpetersaure Lösung erhält infolge des sich bildenden Kupfernitrates eine blaue Färbung. (Um aus solcher Lösung reines Silbernitrat zu gewinnen, dampft man sie zur Trockne, glüht schwach, wobei das Kupfernitrat in Kupferoxyd übergeht, extrahiert mit Wasser, filtriert und dampft zur Kristallisation ein.)

Nitrate, (Kaliumnitrat): Eine Probe wird im Porzellantiegel bis zur vollständigen Zersetzung geglüht, der Rückstand mit dest. Wasser befeuchtet und mit rotem Lackmuspapier geprüft. Eintretende Blaufärbung zeigt die Gegenwart von Salpeter an.

Nitrite: Man löse 10 g in 70 ccm dest. Wasser in einem Becherglas von etwa 150 ccm Inhalt, füge 10 ccm konz. Schwefelsäure hinzu und titriere mit N/10 Kaliumpermanganatlösung bis auch nach einer Minute heftigen Rührens eine blaßrote Färbung bestehen bleibt. Dabei ist zu beachten, daß die konz. Schwefelsäure bisweilen selbst geringe Spuren reduzierender Substanzen enthält. 0,05 ccm verbrauchter Kaliumpermanganatlösung deuten auf Abwesenheit von Nitriten, 0,10 ccm zeigen eine schwache Spur an, 0,15 bis 0,20 ccm eine Spur. Mehr als dieser Kaliumpermanganatmenge entsprechen sollen reduzierende Substanzen nicht vorhanden sein.

Gehalt an $AgNO_3$: Man zerreibe ungefähr 15 g des Musters, trockne dieselben bei 105° C bis zu konstantem Gewicht und kühle ab. Eine hiervon genau abgewogene Menge von 10 g bringe man in einen Literkolben, fülle ihn mit dest. Wasser bis zur

Marke auf und titriere einen aliquoten Teil (0,05 g) mit N/10 Rhodankaliumlösung, indem man 5 ccm konz. Salpetersäure zufügt und 5 ccm 10%ige Eisensulfatlösung als Indikator verwendet.

Das trockne Salz soll nicht weniger als 99,5 % $AgNO_3$ enthalten, und die Resultate mehrerer Prüfungen desselben Salzes sollen nicht mehr als 0,15 % voneinander abweichen.

Silberchlorat — Silberperchlorat — Silbersulfat.

Silberchlorat, Chlorsaures Silber, $AgClO_3$, Mol.-Gew. 191,5 kann das Silbernitrat zum Ansatz für Emulsionen im Verhältnis des Äquivalentgewichtes gut ersetzen[1]). Das Salz bildet farblose in Wasser und Alkohol lösliche Kristalle, seine Lösungen setzen sich mit Halogensalzen glatt um und geben mit Ammoniak einen Niederschlag, der sich im Überschuß klar auflöst.

Silberperchlorat: Überchlorsaures Silber, $AgClO_4$, Mol. Gew. 205,8 ist noch leichter wasserlöslich als das Chlorat und verhält sich diesem ähnlich.

Silbersulfat: Ag_2SO_4, Mol. Gew. 312, kristallisiert in weißen Rhombenoktaëdern. Seine oft mangelhafte Reinheit und seine Schwerlöslichkeit — 100 Teile Wasser lösen bei 25° C nur 0,8 g, bei 100° C 1,46 g — sind seiner Verwendung für Emulsionszwecke hinderlich[2]). Es kann nur in Verbindung mit vollem Ammoniakgehalt gebraucht werden, und man verfährt dann folgendermaßen:

1 kg schwefelsaures Silber wird mit 2 Liter dest. Wasser, dem vorher 10 ccm konz. chem. reine Schwefelsäure zugefügt wurden, aufgeschlämmt. Hierauf läßt man in die Flüssigkeit 1 Liter Ammoniak (0,910) langsam unter Umrühren einfließen. Eine Erwärmung nach dem Zusatz des Ammoniaks ist nicht notwendig, zusammengeballte Stückchen werden erforderlichenfalls mit einem Glasstabe zerdrückt oder durch kräftiges Schütteln in Lösung gebracht. Um bei der geringen Menge Ammoniak eine klare Lösung zu erhalten ist der Schwefelsäurezusatz unbedingt erforderlich. Werden die angegebenen Lösungsverhältnisse eingehalten, ist ein äußerst geringer Überschuß an freiem Ammoniak vorhanden ohne daß die Flüssigkeit eine Trübung oder Schwarzfärbung zeigt; zu der so hergestellten Lösung kann jede beliebige Menge destilliertes Wasser oder Ammoniak zugefügt werden.

---

1) Silberchlorat und Silberperchlorat wurden während der Kriegszeit von K. Kieser als Ersatz für Silbernitrat in Vorschlag gebracht. Phot. Ind. 1915. **13.** 530.

2) s. Phot. Ind. 1915. **13.** 387, 404, 430, 442, 453.

Bei Benutzung schwefelsauren Silbers statt des Silbernitrates ist zu berücksichtigen, daß es einen Gehalt von 69,2% Silber hat, salpetersaures Silber dagegen nur einen solchen von 63,53%.

Natriumchlorid.

Natriumchlorid, Chlornatrium, Kochsalz, NaCl, Mol. Gew. 58,5 (Na: 39,40%, Cl 60,60%) kommt in der Natur in fester Form als Steinsalz vor und aufgelöst in den Salzsolen, aus denen es durch Eindampfen und kristallisieren („Sudsalz") gewonnen wird. Als „Seesalz" erhält man es auch durch freiwilliges Verdunsten aus dem Meerwasser. Natriumchlorid kristallisiert in farblosen durchscheinenden bis durchsichtigen Würfeln, besitzt einen rein salzigen Geschmack und das spezifische Gewicht 2,145—2,24. Erhitzt zerknistert es, färbt die nichtleuchtende Flamme intensiv gelb, und schmilzt bei 772° C. In Wasser ist es löslich, aber bemerkenswerter Weise in einem von der Temperatur ziemlich unabhängigem Grade. 100 Teile Wasser lösen bei:

0°	10°	20°	30°	40°	50°	80°	100°	
35,6	35,7	35,8	36,0	36,3	36,6	38,0	39,1	Gew.-Teile.

Aus seiner gesättigten Lösung scheidet es sich nicht beim Erkalten aus, wohl aber sofort beim Erwärmen („Kochsalz"). Die Dichte seiner Lösungen ist:

bei 1%	2%	5%	10%	20%	25%
1,0073	1,0145	1,0362	1,0734	1,1511	1,1923

In Alkohol ist Natriumchlorid wenig löslich.

Bezugsquellen für chemisch reines Natriumchlorid sind u. a.: Dr. L. C. Marquart A.-G., Beuel a. Rh.; E. Merck, Chem. Fabrik, Darmstadt.

Prüfung: Natriumchlorid soll neutrale Reaktion zeigen und frei sein von Schwermetallen, insbesondere von Eisen, Kalzium-, Magnesium-, Ammonium- und Kaliumverbindungen, von Sulfaten und Jodiden.

Lösung und Reaktion: Man löse 25 g in 225 ccm dest. Wasser. Die Lösung soll klar sein und auf Lackmus neutral reagieren.

Eisen: Zu 20 ccm der 10%igen Lösung füge man einige Tropfen Salpetersäure, koche 2 Minuten und füge 2%ige Rhodankaliumlösung hinzu, wobei keine Rotfärbung eintreten darf.

Andere Schwermetalle: Zu 10 ccm der 10%igen Lösung füge man nacheinander 10 ccm gutes Schwefelwasserstoffwasser und einen geringen Überschuß von Ammoniak (0,91), wobei weder eine Färbung noch Schwärzung eintreten darf.

Magnesium: Zu 30 ccm der 10%igen Lösung füge man 5 ccm Ammoniak (0,91) und 5 ccm 10%iger Natriumammoniumphosphatlösung und lasse 2 Stunden stehen. Innerhalb dieser Zeit soll sich kein weißer Niederschlag von Magnesium-

phosphat gebildet haben, doch ist ein geringer Gehalt des Natriumchlorids an Magnesiumchlorid bedeutungslos.

Ammonium: Zu 20 ccm der 10%igen Lösung füge man 1 ccm Nesslers Reagenz, wobei keine andere Färbung eintreten darf als mit dest. Wasser allein.

Kalzium: Zu 30 ccm der 10%igen Lösung fügt man 10 ccm 4%igen Ammoniumoxalats, wobei kein weißer Niederschlag entstehen darf.

Sulfate: 30 ccm der 10%igen Lösung versetze man mit 70 ccm dest. Wasser und 1 ccm verd. Salzsäure, und erhitze zum Kochen. Nach Zufügen von 5 ccm 10%iger Bariumchloridlösung darf sich auch nach dreistündigem Stehen kein weißer Niederschlag von Bariumsulfat gebildet haben.

Jodide: Zu 45 ccm der 10%igen Lösung füge man einige Stückchen Eisenchlorid, dann 5 ccm Stärkelösung und mische gut. Innerhalb ½ Stunde darf keine blaue oder blaugrüne Färbung entstehen. Weiter darf sich auch nach Zusatz von Chlorwasser beigegebener Schwefelkohlenstoff nicht gelb (Test auf Bromsalze) oder violett färben.

Gehalt an NaCl: Ungefähr 10 g des feingepulverten Salzes trockne man bei 100 bis 105°C bis zum konstanten Gewicht, wiege hiervon 5 g ab, bringe dieselben in einen Literkolben und fülle mit dest. Wasser bis zur Marke auf. Von dieser Lösung titriere man 50 ccm mit N/10 Silbernitratlösung, indem man 4 Tropfen 10%iger Kaliumchromatlösung als Indikator benutzt und gut umrührt. Der Endpunkt ist an einer leicht blutroten Färbung erkenntlich und tritt beim Vergleich mit einer nur Kaliumchromat enthaltenden Lösung deutlich hervor. Jeder ccm der N/10 Silbernitratlösung entspricht 0,00584 g NaCl und jedes g Natriumchlorid entspricht 169,3 ccm N/10 Silbernitratlösung.

Das getrocknete Salz soll nicht weniger als 99,5 % NaCl enthalten.

Ammoniumchlorid.

Ammoniumchlorid, Chlorammonium, Salmiak, NH_4Cl, Mol. Gew. 53,49 (NH_3: 31,85%, HCl 68,15%) wird fast ausschließlich aus Gaswasser, bzw. Destillation desselben, seltener aus Ammoniumsalzen durch wechselseitige Umsetzung dargestellt und durch Sublimation gereinigt. Es ist ein weißes luftbeständiges Kristallpulver oder bildet zähe weiße Kuchen von faserig kristallinischem Gefüge, ist geruchlos, besitzt das spezifische Gewicht 1,522 und einen scharfen Geschmack. Beim Erhitzen sublimiert es ohne zu schmelzen. In Wasser ist es unter starker Abkühlung leicht löslich. 100 Teile Wasser lösen:

bei 10°	20°	30°	40°	50°	80°	100° C
33,3	37,2	41,4	45,8	50,4	65,6	77,3 Gew.-Teile.

Absoluter Alkohol löst 0,62%. Die wässrige Lösung greift Eisen und Blei an, sie dissoziiert unter Verlust von Ammoniak und Abspaltung von Chlorwasserstoff und wird dann sauer.

Bezugsquellen sind u. a.: Königswarter & Ebell, Linden bei Hannover; E. de Haën G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover.

Prüfung: Die Reinheit des Ammoniumchlorids hängt in erster Linie von der mehr oder minder sorgfältigen Reinigung des bei seiner Herstellung verwendeten Ammoniaks ab, so daß sich in ihm unter Umständen noch Schwefel-, Cyan- und Rhodanverbindungen finden können, ferner ist die Untersuchung auf Schwermetalle, insbesondere Eisen auszudehnen. Reines Ammoniumchlorid soll sich beim Erhitzen in einem Porzellantiegel ohne merklichen Rückstand — von nicht mehr als 0,05 % — verflüchtigen.

Lösung und Reaktion: Man löse 10 g in 90 ccm dest. Wasser. Die Lösung soll klar sein und auf Lackmus neutral reagieren.

Eisen: Man prüfe wie unter Kaliumbromid angegeben.

Andere Schwermetalle: Man prüfe wie unter Kaliumbromid angegeben.

Sulfide (Ammoniumsulfid): Zu 20 ccm der 10%igen Lösung füge man etwas Bleisalzlösung, wobei keine Braunfärbung auftreten darf.

Sulfate: Man prüfe we unter Kaliumbromid angegeben.

Thiosulfate (Ammoniumthiosulfat): Nach Zusatz von Silbernitratlösung und Essigsäure zur 10%igen Lösung darf kein weißer oder grauer Niederschlag entstehen, der nach einiger Zeit schwarz wird.

Cyanide (Ammoniumcyanid): Man erhitzt die 10%ige Lösung mit Kalilauge, setzt ein Gemisch von Eisenoxydul- und Eisenoxydsalz (verwitterter Eisenvitriol) zu und säuert mit Salzsäure an, wobei keine Blaufärbung eintreten darf.

Thiozyanate: Mit Salzsäure angesäuert dürfen 10 ccm der 10%igen wäßrigen Lösung keine Rotfärbung annehmen, wenn man einige Tropfen Eisenchloridlösung zufügt.

Gehalt an NH_4Cl: Ungefähr 0,2 g des bei 100°C bis zum konstanten Gewicht getrockneten Salzes werden genau gewogen und in einen 200 ccm fassenden Kolben in 25 ccm dest. Wasser gelöst. Man säuert darauf mit 5 ccm Salpetersäure an, füllt bis zur Marke auf und filtriert die Lösung durch ein trockenes Filter in einen trockenen Kolben, wobei man die ersten 20 ccm des Filtrates wieder zurückgibt. Zu 100 ccm des Filtrates füge man nun 2 ccm 10%iger Ferriammoniumsulfatlösung und titriere mit N/10 Rhodankaliumlösung, bis die überstehende Flüssigkeit rötlich bleibt. Aus der ccm-Zahl verbrauchter N/10 Rhodankaliumlösung erfährt man den zugefügten Silbernitratüberschuß, und dieser von den angewandten 50 ccm N/10 Silbernitratlösung subtrahiert ergibt die tatsächliche zur Umsetzung des gegenwärtigen Ammoniumchlorides verbrauchte Silbernitratmenge und damit den Gehalt des Salzes. Jeder ccm N/10 Silbernitratlösung entspricht 0,00535 g NH_4Cl.

Das getrocknete Salz soll nicht weniger als 99,5% NH_4Cl enthalten.

Kaliumbromid.

Kaliumbromid, Bromkalium, KBr, Mol.-Gew. 119,11 (K: 32,27%, Br: 67,13%) wird technisch meist durch Umsetzung von Bromeisen mit Kaliumkarbonat, daneben auch nach anderen Verfahren gewonnen, so durch Einwirkung von Brom auf eine Mischung von Bariumsulfid und Pottasche oder von Brom auf Kaliumhydroxyd. Im Handel ist es in gut ausgebildeten Kristallen, in kleinen Kristallen und als Pulver. Im reinen Zustande hat Bromkalium das spezifische

Gewicht 2,69, kristallisiert regulär, ist farblos und beständig. Auf dem Platinblech erhitzt zerknistert es, schmilzt bei weiterem Erhitzen unzersetzt bei 515° C und erteilt der nichtleuchtenden Flamme eine violette Färbung. 100 Teile Wasser lösen bei:

0°	20°	40°	60°	80°	100°
54	65	76	86	95,5	105 Gew.-Teile.

Die gesättigte Lösung siedet bei 112° C. Die Dichte der Lösungen beträgt bei 19,5° C:

für 10%	20%	30%	40%	50%
1,070	1,159	1,256	1,366	1,500.

Eine wässrige Kaliumbromidlösung führt Chlorsilber allmählich in Bromsilber über. In Alkohol ist die Löslichkeit nur sehr gering (1:750).

Bezugsquellen sind u. a.: Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin; Chem. Fabrik von Heyden A.-G., Radebeul bei Dresden.

Prüfung: An die Reinheit des Kaliumbromids werden bei seiner Verwendung zur Emulsionsbereitung sehr hohe Anforderungen gestellt, worauf schon J. M. Eder hinwies[1]), weder darf es Schwermetalle noch Barium, Alkalien, Chloride oder Sulfate in nennenswerten Mengen enthalten, auch Bromate oder Jodide dürfen höchstens in Spuren vorhanden sein.

Lösung und Reaktion: Man löse 10 g in 200 ccm dest. Wasser. Die Lösung soll klar und ohne Rückstand erfolgen, ihre Reaktion gegen Lackmus neutral oder schwach alkalisch sein.

Eisen: Zu 40 ccm der 5%igen Lösung füge man einige Tropfen Salpetersäure, koche 2 Minuten und füge 2%ige Rhodankaliumlösung hinzu, wobei keine Rotfärbung eintreten darf.

Andere Schwermetalle: Man säure 40 ccm der 5%igen Lösung mit 1 ccm verdünnter Salzsäure (1 : 3) an, teile die Lösung in zwei Teile und erwärme beide Teillösungen auf 50° C. Nachdem man zu einem Teil 20 ccm gutes Schwefelwasserstoffwasser zugegeben hat, bedecke man beide und lasse sie bei ca. 35° C 30 Minuten stehen. Entsteht innerhalb dieser Zeit in der mit Schwefelwasserstoffwasser versetzten Lösung eine Färbung, so soll diese doch nicht dunkler sein als die der Gegenprobe.

Barium: Man säure 20 ccm der auf 1 : 20 verdünnten Lösung mit 1 ccm verdünnder Salzsäure (1 : 3) an, und füge mehrere ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) hinzu, wobei keine Trübung durch Bildung von Bariumsulfat eintreten darf.

Alkalien: Zu 20 ccm der 5%igen Lösung füge man 5 ccm N/10 Schwefelsäure und einen Tropfen Phenolphtaleïn, wobei keine Rotfärbung eintreten darf.

Chloride: Zu 20 ccm der 5%igen Lösung füge man 2 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 : 3), darauf 1 g chlorfreies Kaliumpersulfat, verdünne auf 60 ccm und koche, um das Brom auszutreiben, indem man von Zeit zu Zeit weiteres Persulfat zusetzt und das verdampfende Wasser durch Zugabe dest. Wassers ersetzt. Ist die Lösung

1) Phot. Korresp. 1880, **17**, 82.

farblos geworden, setzt man noch ein wenig Persulfat zu und kocht weitere 5 Minuten. Zur abgekühlten Lösung gibt man einige Tropfen 2,5%iger Silbernitratlösung, wobei höchstens eine ganz schwache Trübung auftreten darf. Ist dieselbe stärker, muß das Bromkalium beanstandet werden und eventuell eine quantitative Bestimmung der gegenwärtigen Chloride folgen. In diesem Falle titriert man 0,3 g des bei 110° C bis zur Gewichtskonstanz getrockneten Salzes mit N/10 Silbernitratlösung. Reines Kaliumbromid erfordert hierbei 25,18 ccm; der Mehrverbrauch von je 0,1 ccm entspricht einem Gehalt von 0,67% KCl. Gegenwärtiges Natriumchlorid wird schon an der Gelbfärbung der Bunsenflamme im ersten Augenblick des Einbringens einer am Platindraht befindlichen kleinen Substanzmenge erkannt.

Bromate: Man lasse auf ungefähr 1 g des feinpulverisierten Salzes 1 ccm verdünnte Schwefelsäure (1 : 3) tropfen, wobei auch nach längerer Zeit keine Gelbfärbung auftreten darf..

Jodide: Zu 10 ccm der 5%igen Lösung füge man wenige Tropfen Eisenchloridlösung, schüttele die Mischung, und gebe 1 ccm Chloroform hinzu, das keine Violettfärbung annehmen darf.

Sulfate: Zu 20 ccm der mit verd. Salzsäure (1 : 3) angesäuerten 5%igen Lösung füge man mehrere ccm 10%iger Bariumchloridlösung, wobei keine Trübung durch Bildung von Bariumsulfat auftreten darf.

Gehalt an KBr (bei Abwesenheit von Chloriden): Man trockne ungefähr 15 g des feinpulverisiertenSalzes bei 110° C bis zu konstantem Gewicht, wiege 8 g des trockenen abgekühlten Salzes ab, gebe sie in einen Literkolben und fülle mit dest. Wasser bis zur Marke auf. Von der so erhaltenen Lösung pipettiert man 50 ccm in einen Erlenmeyerkolben, setzt 50 ccm N/10 Silbernitratlösung hinzu, ferner 5 ccm 10%iger Ferrisulfatlösung als Indikator und säuert mit 5 ccm Salpetersäure an. Unter gutem Umschwenken titriert man nun mit N/10 Rhodankaliumlösung, bis die Flüssigkeit auch nach einigem Stehen rötlich bleibt. Durch Subtraktion der ccm Anzahl verbrauchter Rhodankaliumlösung von der ccm Anzahl zugefügter Silbernitratlösung erhält man die zur Ausfällung des vorhandenen Broms erforderlich gewesene Silbernitratlösung und damit unter Berücksichtigung der Gewichtsmenge des angewandetn Salzes den Gehalt desselben an KBr in %. Jeder ccm der verbrauchten N/10 Silbernitratlösung entspricht 0,011902 g KBr, und jedes g Kaliumbromid soll nicht weniger als 82,8 ccm und nicht mehr als 84,8 ccm der N/10 Silbernitratlösung zur Umsetzung erfordern.

Das getrocknete Salz soll nicht weniger als 99,5% KBr enthalten.

Ammoniumbromid.

Ammoniumbromid, Bromammonium, NH_4Br, Mol. Gew. 97,29 (NH_4: 81,57 %, Br: 18,43 %) wird analog wie Kaliumbromid durch Umsetzen von Bromeisen mit Ammoniak oder durch Einwirkung von Brom auf Bariumsulfid und Neutralisieren der gebildeten Bromwasserstoffsäure mit Ammoniak, oder endlich durch langsames Einlaufenlassen von Brom in starke Ammoniaklösung hergestellt, wobei die starke Wärmeentwicklung durch Kühlung ausgeglichen werden muß. Das erhaltene Salz ist farblos, kristallisiert regulär und hat die Dichte 3,372. Mit Kaliumbromid bildet es Mischkristalle.

100 ccm Wasser lösen bei

10°	15°	30°	50°	100° C
66,3 g	69,7 g	81,4 g	94,4 g	128 g

Auch in Methyl- und Äthylalkohol ist Bromammonium löslich.

Beim Erhitzen seiner wässerigen Lösungen dissoziiert sich Ammoniumbromid in Bromwasserstoff, der in der Flüssigkeit bleibt und in Ammoniak, das entweicht; diese Spaltung ist nach Eder[1]) schon bei 30° C merklich und steigert sich beim Sieden, jedoch bilden sich bei $^1/_2$- bis 1stündigem Sieden aus 100 g Ammoniumbromid nicht mehr als 0,4 g Bromwasserstoffsäure.

Die geringe Stabilität des Ammoniumbromids in seinen Lösungen ist der Grund dafür, daß zum Ansetzen von Emulsionen meist Kaliumbromid bevorzugt wird. Zu beachten ist auch, daß die Löslichkeitsverhältnisse von Bromsilber in einerseits einer Ammoniumbromidlösung, anderseits einer Kaliumbromidlösung unterschiedliche sind, was bei der Emulsionsbereitung von Einfluß auf die Kristallbildung ist[2]).

Bezugsquellen sind u. a.: Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin; Chem. Fabrik von Heyden, A.-G., Radebeul bei Dresden.

Prüfung: Ebenso wie Kaliumbromid soll auch Ammoniumbromid frei sein von Schwermetallen (Eisen), Barium, Alkalien, Chloriden, Bromaten, Jodiden und Sulfaten und höchstens 1% Wasser und 1% Ammoniumchlorid enthalten. Seine Prüfung auf diese Verunreinigungen und die Bestimmung seines Gehaltes an NH_4Br geschieht im einzelnen in gleicher Weise wie bei Kaliumbromid angegeben. Jeder ccm der bei der Titration verbrauchten N/10 Silbernitratlösung entspricht 0,00979 g NH_4 Br, und jedes g vorher getrocknetes Ammoniumbromid soll nicht weniger als 100,5 ccm und nicht mehr als 103,4 ccm N/10 Silbernitratlösung zur Umsetzung erfordern.

Das getrocknete Salz soll nicht weniger als 99,5% NH_4Br enthalten.

Kaliumjodid.

Kaliumjodid, Jodkalium, KJ, Mol. Gew. 165,5 (K: 23,57 %, J: 76,43 %) wird aus Jod nach verschiedenen Verfahren gewonnen, so durch Wechselwirkung von Kalilauge mit Jod, wobei ein Gemisch von Kaliumjodid und Kaliumjodat entsteht, und Reduktion des letzteren durch Glühen mit Kohle. Es bildet durchsichtige bis weißlich getrübte Würfel oder Oktaëder von scharf salzigem, etwas bitterem Geschmack und einem spezifischen Gewicht von 3,076.

1) Ber. d. Akademie d. Wiss., Wien 1880; Phot. Wochenbl. 1881, **7**, 74.

2) s. hierzu B. H. Carroll und D. Hubbard, Journ. Phys. Chem. 1927, **31**, 906—921.

Im Handel ist es sowohl in grob- und kleinkristallinischer Form als auch in Pulverform. In trockener Luft ist es beständig, in feuchter schwach zerfließlich. Es zerknistert beim Erhitzen und schmilzt bei 634°. In Wasser ist es unter starker Temperaturerniedrigung sehr leicht löslich:

100 ccm Wasser lösen bei:

0°	20°	100°
127,9 g	144,2 g	209 g

In Alkohol ist es dagegen nur ziemlich schwer löslich: 100 Teile abs. Alkohol lösen bei 17° 1,86 Teile, bei 20,5° 1,75 Teile. Die wässrige Lösung reagiert neutral und nimmt Jod in reichlicher Menge auf, sie ist lichtempfindlich und scheidet allmählich Jod aus, indem sie sich gelb färbt; Chlor- und Bromsilber führt sie, besonders in der Wärme, leicht in Jodsilber über, Oxydationsmittel machen Jod frei.

Bezugsquellen sind u. a.: C. F. Behringer Söhne, Mannheim-Waldhof; Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin; E. Merck, Chem. Fabrik, Darmstadt.

Prüfung: Je nach der Reinheit des zur Darstellung verwandten Jodes und der Potasche, bzw. Kalilauge kann Kaliumjodid mit Schwermetallen (Eisen), Alkalien, Chloriden, Bromiden und Bromaten, mit Jodaten, Thiosulfat, Zyaniden und Sulfaten verunreinigt sein.

Lösung und Reaktion: Man löse 10 g in 200 ccm dest. Wasser. Die Lösung soll klar und ohne Rückstand erfolgen, ihre Reaktion gegen Lackmus neutral oder schwach alkalisch sein.

Eisen: Zu 40 ccm der 5%igen Lösung füge man einige Tropfen Salpetersäure, koche 2 Minuten und füge 2%ige Rhodankaliumlösung hinzu, wobei keine Rotfärbung eintreten darf.

Andere Schwermetalle: Man säure 40 ccm der 5%igen Lösung mit 1 ccm verd. Salzsäure (1 : 3) an, teile die Lösung in zwei Teile und erwärme beide Teillösungen auf 50° C. Nachdem man zu einem Teil 20 ccm gutes Schwefelwasserstoffwasser zugegeben hat, bedecke man beide und lasse sie bei ca. 35° C 30 Minuten stehen. Entsteht innerhalb dieser Zeit in der mit Schwefelwasserstoffwasser versetzten Lösung eine Färbung, so soll diese doch nicht dunkler sein als die der Gegenprobe.

Alkalien: Zu 20 ccm der 5%igen Lösung füge man 5 ccm N/10 Schwefelsäure und einen Tropfen Phenolphtaleïn, wobei keine Rotfärbung auftreten darf.

Chloride: Zu 20 ccm der 5%igen Lösung füge man 2 ccm verd. Schwefelsäure (1 : 3), darauf 1 g chlorfreies Kaliumpersulfat, verdünne auf 60 ccm, und koche um das Jod auszutreiben, indem man von Zeit zu Zeit weiteres Persulfat zugibt und das verdampfende Wasser durch Zugabe dest. Wassers ersetzt. Ist die Lösung farblos geworden, setzt man noch ein wenig Persulfat zu und versichert sich nach weiteren 5 Minuten langem Kochen durch Prüfung eines Teiles der Lösung mit Schwefelkohlenstoff, daß alles Jod entfernt ist. Zur abgekühlten Hauptmenge gibt man einige Tropfen 2,5%iger Silbernitratlösung, wobei höchstens eine schwache Trübung auftreten darf. Ist dieselbe stärker, muß das Jodkalium beanstandet werden und eventuell eine quantitative Bestimmung der gegenwärtigen Chloride folgen.

Bromide, Bromate, Jodate (Thiosulfate) werden durch Zusatz von 2 Tropfen verdünnter reiner Schwefelsäure (1:3) zu der mit einigen Tropfen Schwefelkohlenstoff versetzten 5%igen Lösung erkannt. Die Flüssigkeit färbt sich durch freiwerdendes Brom gelblich und beim Schütteln wird der das Brom aufnehmende Schwefelkohlenstoff orangefarben. Jodsäure verursacht violette Färbung des Schwefelkohlenstoffes, und Thiosulfate geben nach dem Säurezusatz eine Trübung.

Zyanide: Man erhitze 20 ccm der mit 1 Tropfen 5%iger Eisensulfatlösung und 5 ccm 10%iger Kalilauge versetzten 5%igen Lösung gerade zum Kochen und säure danach mit 1 ccm verd. Salzsäure (1 : 3) an, wobei keine Blaufärbung auftreten darf. Ein Gehalt von 0,1% KCN zeigt sich an einer gelblichgrünen Färbung, 1% erzeugt jedoch eine deutliche Blaufärbung.

Sulfate: Zu 20 ccm der mit 5 ccm verd. Salzsäure (1 : 3) angesäuerten 5%igen Lösung füge man mehrere ccm 10%iger Bariumchloridlösung, wobei keine Trübung auftreten darf.

Gehalt an KJ: Man trockne ungefähr 15 g des feinpulverisierten Salzes bei 100 bis 110° C bis zum konstanten Gewicht, wiege 10 g davon ab, gebe sie in einen Literkolben und fülle mit Wasser bis zur Marke auf. Von der so erhaltenen Lösung pipettiert man 50 ccm in einen Erlenmeyerkolben, läßt aus einer Pipette 50 ccm N/10 Silbernitratlösung zufließen, setzt 5 ccm 10%iger Ferrisulfatlösung als Indikator zu, säuert mit Salpetersäure an und titriert nun unter gutem Umschwenken solange mit N/10 Rhodankaliumlösung, bis die Flüssigkeit auch nach einigem Stehen rötlich bleibt. Die Differenz zwischen der ccm-Zahl zugefügter N/10 Silbernitratlösung und der ccm-Zahl verbrauchter Rhodankaliumlösung ergibt dividiert durch die Gewichtsmenge des angewandten Salzes die ccm-Zahl N/10 Silbernitratlösung, die von einem g des Salzes verbraucht wurde und damit den Gehalt des Salzes an KJ. Jeder ccm N/10 Silbernitratlösung entspricht 0,01660 g KJ.

Das getrocknete Salz soll nicht weniger als 99% KJ enthalten.

Ammoniak.

Ammoniak des Handels ist die wässrige, stark alkalisch reagierende Lösung des gleichnamigen farblosen, stechend riechenden Gases, das vorwiegend bei der Leuchtgasfabrikation, daneben auch nach verschiedenen synthetischen Verfahren aus dem Stickstoff der Luft gewonnen wird. Die Dämpfe des meist durch organische Basen noch gelb gefärbten Rohammoniaks werden in Schwefelsäure eingeleitet, wobei man die wässrige Lösung von Ammoniumsulfat, und aus dieser durch Eindampfen und Kristallisation das annähernd reine Salz erhält. Durch Destillation desselben mit Kalk wird reines Ammoniak frei gemacht und dieses in Wasser eingeleitet. Das für photochemische Zwecke benötigte Ammoniak wählt man meist in einer Stärke von 28% entsprechend einem spezifischen Gewicht von 0,90 bei 15° C. Aufbewahrt wird es zweckmäßig an einem kühlen Ort in nicht ganz gefüllten mit Glasstopfen verschließbaren Ballons bzw. Flaschen aus bleifreiem Hartglas.

Tabelle über den Gehalt an Ammoniak in der wässrigen Lösung und die Dichte der letzteren bei + 14° C (nach Carius)[1]).

Spez. Gewicht	Ammoniak %	Spez. Gewicht	Ammoniak %	Spez. Gewicht	Ammoniak %	Spez. Gewicht	Ammoniak %
0,8844	36,0	0,9052	27,0	0,9314	18,0	0,9631	9,0
0,8864	35,0	0,9078	26,0	0,9347	17,0	0,9670	8,0
0,8885	34,0	0,9106	25,0	0,9380	16,0	0,9709	7,0
0,8907	33,0	0,9133	24,0	0,9314	15,0	0,9749	6,0
0,8929	32,0	0,9162	23,0	0,9449	14,0	0,9790	5,0
0,8953	31,0	0,9191	22,0	0,9484	13,0	0,9831	4,0
0,8976	30,0	0,9221	21,0	0,9520	12,0	0,9873	3,0
0,9001	29,0	0,9251	20,0	0,9556	11,0	0,9915	2,0
0,9026	28,0	0,9283	19,0	0,9593	10,0	0,9959	1,0

Bezugsquellen sind u. a.: I. G. Farbenindustrie, A.-G., Frankfurt a. M.; E. de Haën, G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover.

Prüfung: Reines Ammoniak muß farblos sein. Verdampft man 25 ccm einer Probe in einem gewogenen Porzellantiegel zur Trockne und erhitzt bei 100° C bis zum konstanten Gewicht, so soll der Rückstand nicht mehr als 0,005 g (= 0,022%) betragen.

Chloride: Zu 20 ccm des vierfach verdünnten Ammoniaks fügt man nach dem Ansäuern mit Salpetersäure 2,5%ige Silbernitratlösung, wobei keine Trübung durch Bildung von Chlorsilber auftreten darf.

Sulfate: Zu 20 ccm des vierfach verdünnten Ammoniaks fügt man nach dem Ansäuern mit 5 ccm konz. Salzsäure 10%ige Bariumchloridlösung, wobei auch nach mehrstündigem Stehen kein Niederschlag entstehen darf.

Reduzierende Substanzen (Schwermetalle, Sulfide, Anilin, Pyridin u. a.): Silbernitratprobe: Zu 10 ccm 25%iger Silbernitratlösung fügt man soviel unverdünntes Ammoniak bis eine klare Lösung entsteht. Man belichtet diese 3 Stunden in einem Abstand von etwa 15cm von einer in einem kleinen Kasten befindlichen 25 kerzigen Metallfadenlampe, wobei keine Dunkelfärbung oder Schwärzung eintreten darf. Um die Beobachtung zu erleichtern, unterwirft man zum Vergleich eine Probe einwandfreien Ammoniaks der gleichen Prüfung. Da gegenwärtige Chloride den Test in noch ungeklärter Weise im Sinne verminderter Dunkelfärbung beeinflussen, stellt man im Falle ihrer Anwesenheit die Kaliumpermanganatprobe an.

Kaliumpermanganatprobe: Zu 17,5 ccm des vierfach verdünnten Ammoniaks fügt man 50 ccm 10%iger Schwefelsäure und 0,2 ccm N/10 Kaliumpermanganatlösung, ferner zu 14 ccm Wasser 50 ccm 10%iger Schwefelsäure und 0,1 ccm N/10 Kaliumpermanganatlösung. Beide Lösungen koche man 5 Minuten, die blaß-

1) Eine ausführlichere Tabelle nach Lunge und Wiernik mit Korrektionszahlen für den Temperaturintervall von 13 bis 17° findet sich in Bd. IV, 1 dieses Handbuches 3. Aufl. 1928. S. 261 abgedruckt.

rote Farbe der Probe darf dabei nicht vollständig verschwinden und nicht heller werden als die Gegenprobe.

Gehalt an NH_3: Ungefähr 2 ccm des zu prüfenden Ammoniaks werden in einen Kolben gegeben, ca. 50 ccm dest. Wasser zugefügt, genau gewogen und mit N/10 Schwefelsäure titriert, indem man Lackmus oder Methylorange als Indikator verwendet. Jeder ccm der N/10 Schwefelsäure entspricht 0,01703 g NH_3, und jedes g Ammoniakwasser soll zur Umsetzung nicht weniger als 15,8 und nicht mehr als 17 ccm N/10 Schwefelsäure benötigen.

Für eine angenäherte Gehaltsbestimmung genügt die Feststellung des spezifischen Gewichtes bei 15° C.

Zitronensäure.

Zitronensäure, $C_3H_4OH\ (COOH)_3$, Mol. Gew. 210, findet sich weitverbreitet in vielen Früchten und wird im Großen entweder durch Gärung der Glukose oder vorzugsweise aus dem ausgepreßten Safte der Zitronen durch Behandlung derselben mit Kalk und Zersetzung des gebildeten Kalziumzitrates mit Schwefelsäure gewonnen. Nach Absaugen des Kalziumsulfates wird die Lösung der Zitronensäure zwecks Reinigung zur Kristallisation eingedampft, die mehr oder weniger schwach gelblich gefärbte rohe Säure in wenig heißem Wasser gelöst, durch Knochenkohle entfärbt, filtriert, und dann der Kristallisation überlassen. Reine Zitronensäure bildet mit 1 Mol. Wasser farb- und geruchlose Kristalle von stark saurem Geschmack und verflüchtet sich beim Glühen unter Aufblähen und Dunkelfärbung ohne wägbaren Rückstand; an der Luft verwittert sie langsam. In Wasser ist sie sehr leicht löslich, bei 15° C löst sie sich in zwei Drittel Teilen, bei 100° C in der Hälfte ihres Gewichtes. In Alkohol ist ihre Löslichkeit etwas geringer: 1 Teil Zitronensäure erfordert 1,15 Teile 80%igen und 1,32 Teile absoluten Alkohols bei 15° C. Äther vermag in 100 Teilen nur 2,26 Teile zu lösen.

Bezugsquellen sind u. a.: Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin-Adlershof; Gehe & Co., A.-G., Dresden.

Prüfung: Das Handelsprodukt enthält als Verunreinigungen häufig Spuren von Blei, Kupfer, Gips, Weinsäure und Oxalsäure, worauf sich daher die Prüfung zu erstrecken hat.

Nicht flüchtige Substanzen: Man erhitze und verasche 5 g des pulverisierten Musters in einem gewogenen Tiegel. Der Rückstand soll weniger als 0,0025 g oder 0,05% betragen.

Löslichkeit in Wasser: Man stelle eine 10%ige Lösung her, indem man 20 g in 200 ccm dest. Wasser löst. Die Lösung soll klar sein.

Blei: Man füge 12 ccm Ammoniak (0,91) und ungefähr 10 ccm Schwefelwasserstoffwasser zu 50 ccm der 10%igen Lösung, wobei keine Dunkelfärbung durch Bildung von Schwefelblei eintreten darf.

Kalzium: Beim Zufügen von 10 ccm 4%iger Ammoniumoxalatlösung zu 20 ccm der 10%igen Lösung darf sich kein Niederschlag von Kalziumoxalat bilden.

Sulfate: Man füge 10 ccm 10%iger Bariumchloridlösung zu 20 ccm der 10%igen Lösung und lasse $^1/_2$ Stunde stehen, wobei sich kein weißer Niederschlag von Bariumsulfat bilden darf.

Oxalsäure: Man neutralisiere etwa 100 ccm der 10%igen Lösung mit Ammoniak (0,91), füge 5 ccm 10%iger Kalziumchloridlösung hinzu und lasse $^1/_2$ Stunde stehen. In dieser Zeit darf sich kein Niederschlag von Kalziumoxalat gebildet haben.

Organische Verunreinigungen, wie Weinsäure, Zucker u. a.: Man mische 1 g der pulverisierten Zitronensäure mit 10 ccm konz. Schwefelsäure und erhitze ½ Stunde auf dem Dampfbade. Hierbei darf keine braune oder rötlichbraune Färbung eintreten, doch kann die Mischung eine gelbliche oder bräunlichgelbliche Färbung annehmen.

Gehalt an $C_6H_8O_7$, H_2O: Genau 15 g der zu prüfenden Säure werden in einem 500 ccm Kolben in dest. Wasser gelöst und dieser bis zur Marke aufgefüllt. Von dieser Lösung gibt man einen aliquoten Teil (50 ccm entsprechend 1,5 g) in eine flache, 100 ccm Wasser und 2 Tropfen Phenolphtalein enthaltende Porzellanschale und titriert mit N/2 NaOH bis zur ersten bleibenden blaßroten Färbung.

Die Zitronensäure soll nicht weniger als 99,5 % $C_6H_8O_7$, H_2O enthalten.

Über Ersatz der Zitronensäure durch Phosphorsäure oder Glykolsäure siehe dieses Handbuch, Bd. IV, 1., 3. Aufl., 1928, S. 256. — Von K. Wolfsohn wurde zum gleichen Zweck die Methyl-Adipinsäure in Vorschlag gebracht. Phot. Ind. 1929. 27. 1192.

DRITTES KAPITEL.

HERSTELLUNG DER HALOIDSILBER-GELATINE-EMULSIONEN.

Allgemeines.

Entstehen einer Bromsilberemulsion: Unter einer Bromsilberemulsion versteht man eine Mischung von äußerst feinverteiltem suspendierten Bromsilber mit Gelatine. Man erhält eine solche, wenn man eine Silbernitratlösung und Bromkaliumlösung bei Gegenwart von Gelatine (auch andere Kolloide wie Eiweiß, Stärke, Agar-Agar, Gummi arabicum geben Emulsionen) mischt, wodurch der eintretende Fällungsprozeß sehr verlangsamt wird. Anfangs entsteht kein Niederschlag von Bromsilber, sondern eine fast klare schwach opalisierende Flüssigkeit, die in dünnen Schichten ganz durchsichtig ist[1]), die aber bei Temperaturen, bei denen die zugesetzte Gelatine grade noch flüssig bleibt (ca. 30°), nach einiger Zeit infolge Bildung gröberer Bromsilberteilchen allmählich undurchsichtiger und milchig trübe wird.

Der sich dabei abspielende chemische Vorgang wird durch die einfache Gleichung veranschaulicht:

$$AgNO_3 + KBr = KNO_3 + AgBr$$

und zwar findet die Umsetzung, wie Versuche von E. Cohen über die spezifische Leitfähigkeit solcher Gemische ergaben, auch bei Gegenwart von Gelatine sofort statt[2]). Das entstehende Bromsilber ist jedoch zunächst kolloidal gelöst und gelangt erst mit der langsam sich einstellenden Trübung zur Abscheidung.

In analoger Weise findet die Bildung von Chlorsilber- oder Chlorbrom- und Jodsilbergelatine statt.

---

1) Diese Beobachtung machte zuerst van Monckhoven (Phot. Mitt. 1879. **16.** 174), später J. Gaedicke (Phot. Wochenbl. 1890, **16.** 413; Eders Jahrb. f. Phot. 1894. **8.** 388; 1895. **9.** 103 und 208).) — Ältere Versuche hatten schon gezeigt, daß Gelatine die Fällung des Brom- und Chlorsilbers beträchtlich hindert (Hardwich 1860). — s. auch die von Hecht hierüber angestellten Versuche. (Bull. Assoc. Belge Phot. 1881, **8.** 19.)

2) Eders Jahrb f. Phot 1895, **9.** 103.

Die photographischen Eigenschaften der Bromsilbergelatine werden wesentlich von seiner molekularen Beschaffenheit beeinflußt, und zwar im allgemeinen in dem Sinne, daß die feinkörnigsten Emulsionen zugleich die unempfindlichsten sind, während mit zunehmendem Wachsen der Korngröße — dem „Reifen" der Emulsionen — die Empfindlichkeit steigt.

Verhältnis von löslichem Haloidsalz zum Silbernitrat: Da freies Silbernitrat mit organischen Substanzen, also auch mit Gelatine, leicht zersetzlich ist, seine Anwesenheit in einer Emulsion daher deren Verschleierung verursachen würde, anderseits eine genaue Absättigung des Silbernitrates durch die Halogensalze schwierig ist, läßt man letzteres stets vorwalten.

Zur genauen chemischen Umsetzung von 170 Gewichtsteilen Silbernitrat in Bromsilber, bzw. Chlor- oder Jodsilber sind folgende äquivalente Mengen der hierfür vorzugsweise benutzten Haloidsalze [1]) erforderlich:

58,5	Gewichtsteile	Natriumchlorid (NaCl)
53,5	„	Ammoniumchlorid (NH_4Cl)
119,1	„	Kaliumbromid (KBr)
98	„	Ammoniumbromid (NH_4Br)
166,1	„	Kaliumjodid (KJ)

1) Bei vergleichenden Emulsionsproben, die mit verschiedenen Bromiden und Mischungen solcher angestellt wurden, fanden B. H. Carroll und D. Hubbard, daß Kadmium oder Zink enthaltende Emulsionen infolge der sehr geringen Löslichkeit des Bromsilbers in den Lösungen von Kadmium-, bzw. Zinkbromid ein anfänglich feines Korn geben, und daß die Anwendung der verschiedenen Salze sowohl bei der ammoniakalischen wie bei der Kochemulsion auch im Kristallhabitus des Korns zum Ausdruck kommt. J. Phys. Chem. 1927, **31**, 906—921. — Die gleiche Erklärung für die unterschiedliche Wirkungsweise verschiedener Bromsalze bei der Emulgierung gab Lüppo-Cramer (s. dieses Handb., Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927, S. 51) unter Hinweis auf die schon von Eder und Pizzighelli in ihrer ersten Publikation „Die Photographie mit Chlorsilbergelatine", 1881, S. 9, bekanntgegebene Feststellung, daß auch die Chloride des Kadmiums und Zinks abweichend von andern Chloriden eine merklich geringere Empfindlichkeit in Chlorsilberemulsionen geben. Eder empfahl schon damals, bei Herstellung von Bromsilbergelatine stets Kaliumbromid an Stelle von Ammoniumbromid zu verwenden, da dasselbe keine Feuchtigkeit anzieht und sich beim Kochen nicht zersetzt, während Ammoniumbromid schließlich Ammoniak abspaltet. Phot. Korresp. 1880. **17.** 82. — Erwähnt sei auch der von P. Knoche ausgeführte Umsatz des Silbernitrates mit Äthylbromid, von Silberoxyd mit Äthylbromid und von Silberoxyd mit Natriummonobromazetat, wobei jedoch unempfindliche kraftlos arbeitende Emulsionen erhalten wurden. Phot. Rundsch. 1921. **57.** 49—50.

Zu beachten ist, daß sich beim Versetzen von Gemischen aus Chlor-, Brom- und Jodsalzen mit Silbernitrat immer zuerst nur Jodsilber, dann Bromsilber und zum Schluß erst Chlorsilber bildet.

In Lösungen der Alkali-Halogensalze lösen sich Chlor-, Brom- und Jodsilber namentlich beim Erwärmen, scheiden sich aber beim Erkalten oder Verdünnen größtenteils wieder aus [1]).

Bromsilbergelatine mit überschüssigem Alkalibromid: Erfahrungsgemäß hat sich das Verhältnis von 4:5 als ein Optimum für die anzuwendenden Mengen von Silbernitrat und Kaliumbromid ergeben, so daß also ein beträchtlicher Überschuß von löslichem Alkalisalz vorwaltet [2]). Die hiermit verbundenen Vorteile sind: 1. Die Reifung des Bromsilbers kann sowohl durch Digerieren in der Wärme wie mit Ammoniak erheblich weiter getrieben werden ohne daß Schleier eintritt. 2. Das im Kaliumbromid in der Wärme gelöste und beim Erkalten sowie beim Verdünnen mit Gelatinelösung und nachfolgendem Waschen ausgeschiedene äußerst fein zerteilte Bromsilber wirkt günstig. 3. Wägefehler haben bei Benutzung unempfindlicher Wagen keine Nachteile zur Folge.

Siedeemulsionen von hoher Empfindlichkeit können dagegen ohne jeden nennenswerten Bromsalzüberschuß erhalten werden, geht man mit demselben zu weit, so erhält man flaue oder auch schleirige Emulsionen.

Bromsilbergelatine mit überschüssigem Silbernitrat [3]): Ist überschüssiges Silbernitrat in der Emulsion wäh-

---

1) W. De W. Abney machte 1881 hierauf aufmerksam; s. hierzu auch Hecht S. 88. Anm. 1. — Über das Verhalten des Bromsilbers gegen andere Lösungsmittel, vgl. E. Valenta, Photogr. Chemie, Halle 1921, S. 136 und 139; s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1895, **9.** 279 bis 283.

2) Eder und Toth 1880. — Über von verschiedenen Autoren vorgeschlagene Mischungsverhältnisse: Bennett und Burtons s. S. 5. Anm. 6 u. S. 6. Anm. 2. Abney, Phot. News 1881. **25.** 198; ref. Phot. Wochenbl. 1881, **7.** 161; Newberry, Eders Jahrb. f. Phot. 1888. **2.** 469; W. E. Debenham, Eders Jahrb. f. Phot. 1897. **11.** 401.

3) Über die hierüber angestellten zahlreichen Versuche aus älterer Zeit, die eine Empfindlichkeitssteigerung bezweckten wie man sie von der Kollodiumemulsion her kannte, s. R. H. Maddox, Brit. Journ. of Phot. 1871. **18.** 422; R. Parr, Yearbook of Phot. 1878, S. 93; H. B. Berkeley, Phot. News 1879, **23.** 195; 1880, **24.** 202; van Monckhoven, Phot Archiv 1880, **21.** 195; Stosch, Phot. Mitt. 1881, **18.** 70; s. a. H. W. Vogel, und Stosch ebenda; Graeter, Phot. Korresp. 1883. **20.** 165; Eder und Toth, Phot. Korresp. 1881. **18.** 137, ferner 1883, **20.** 165. — Über die Wirkung von chlorsaurem Silberoxyd und zitronensaurem Silberoxyd; Ducos du Hauron, Phot. Archiv 1881, **22.** 175. Über die Wirkung von essigsaurem Silberoxyd.

rend ihrer Darstellung gegenwärtig, so zersetzt es sich beim längeren Erwärmen mit der Gelatine, eine derartige Emulsion bräunt sich, gibt beim Entwickeln Rotschleier und ist praktisch wertlos. Bromsilbergelatine mit ganz wenig Silbernitratlösung vermischt wird zwar empfindlicher, zersetzt sich aber ebenfalls in kurzer Zeit.

Zusätze vor oder während der Emulsionsdarstellung. (Über Zusätze zur fertigen Emulsion s. S. 137—154.)

Während ihrer Darstellung erhält die Emulsion bisweilen noch Zusätze. Viele derselben sollen die Reifung, bzw. das Bromsilberkorn beeinflussen, doch verfolgt man bisweilen auch andere Zwecke.

Im Folgenden sind die in der älteren photographischen Literatur empfohlenen Zusätze zusammengestellt, denen abgesehen von dem Alkoholzusatz heute kaum eine praktische Bedeutung zuzuschreiben ist. Bezüglich der bedeutsamen neueren Arbeiten auf diesem Gebiete, die besonders die sensibilisierende und desensibilisierende Wirkung gewisser Substanzen in der Gelatine umfassen, kann auf Bd. II, 1 dieses Handbuches, 3. Aufl. 1927 verwiesen werden [1]).

Alkohol wurde als Zusatz zur Bromsilbergelatinelösung vor dem Mischen insbesondere beim Silberoxydammoniakprozeß empfohlen, sobald man bei höherer Temperatur digeriert und deshalb die Entstehung von grobem Korn befürchten muß. Ein Gehalt der wäßrigen Gelatinelösung an Alkohol von 5 bis 20% bewirkt die Entstehung feineren Bromsilbers, verzögert aber das Reifen, sobald viel Gelatine zugegen ist, dagegen wirkt der Zusatz äußerst günstig, sobald nur sehr wenig Gelatine zugegen ist; s. hierzu W. K. Burton, Phot. Korresp. 1882, A. L. Henderson, Phot. Korresp. 1885, J. B. Obernetter, Phot. Korresp. 1882/1883. — Nach Versuchen von Eder verhindert Alkohol die Auflösung des Bromsilbers in Ammoniak wesentlich, wodurch die Emulsionen sahniger werden.

Ammoniumzitrat wirkt verzögernd auf die Reifung. Wellington, Phot. News 1884. **28.** 79. Beim Silberoxydammoniakprozeß wirkt es schleierwidrig. Eder.

Arseniksaures Natrium wendete Maddox in seiner ersten nicht in der Wärme digerierten Emulsion an, es soll die Farbe der Negative dunkler machen.

Azetylchlorid soll als Zusatz während des Reifens die Empfindlichkeit wesentlich steigern, worauf Ernst Colby & Co. das D. R. P. 82691 (1895). erhielt. Eders Jahrb. f. Phot. 1896, **10.** 475 und 1897 **11.** 401.

Bier wurde sogar der Emulsion beigemischt! H. J. Palmer, Brit. Journ. Phot. Almanac 1877, S. 87; Phot. Archiv 1876, **17.** 91, 1877, S. 62; H. Houlgrave, Brit. Journ. Phot. Almanac 1881, S. 78.

---

1) Als Nachtrag sei hier die inzwischen erschienene Arbeit von B. H. Carroll und D. Hubbard erwähnt, welche die Sensibilisierung photographischer Emulsionen durch kolloidales Silberjodid, Silbersulfid, Silber und Gold zum Gegenstande hat. Bureau of Standards, Journ. of Research 1928, **1**, 565—588.

Patente, welche den Zusatz von Abbauprodukten von Proteinen zur Emulsion, eine Vorbehandlung der Gelatine usw. betreffen, nahm die I. G. Farbenindustrie A.-G. s. Phot. Ind. 1929. **27.** 263, 841, 842, 1012.

Aethylendiamin wurde vorübergehend von Lüppo-Cramer technisch verwendet, aber wegen Beeinträchtigung der Haltbarkeit der Emulsionen als Zusatz wieder aufgegeben. s. dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927. S. 67.

Glyzerin hält die Emulsion beim ammoniakalischen Prozeß klar, erleichtert das Waschen, vermindert aber etwas die Empfindlichkeit.

Hydrochinon wurde für Reifungszwecke wie auch zur Erhöhung der Haltbarkeit der Emulsionen geeignet befunden. Biering, Phot. Archiv 1888, **29.** 121; Eders Jahrb. f. Phot. 1887, **1.** 298.

Isländisches Moos soll, der Bromsilbergelatine bei deren Darstellung zugesetzt, die Empfindlichkeit etwas beeinträchtigen, die Emulsion aber haltbarer machen. F. Wilde, Eders Jahrb. f. Phot. 1893, **7.** 400.

Kaliumzitrat wirkt beim Reifen in der Wärme wenig. Wellington, Phot. News 1884. **28.** 79.

Kollodium in Mischung mit Gelatineemulsion stellte H. W. Vogel her, indem er von der Beobachtung ausging, daß sich Gelatine in Gemischen von Essigsäure und Alkohol löst ohne ihr Erstarrungsvermögen einzubüßen. Vielfach wurde auch versucht, trockene Gelatine (Emulsion) in Alkohol — Eisessig zu lösen ohne Zusatz von Kollodiumwolle. Laoureux, Bull. d. l'Assoc. Belge de Phot. 1880. **7.** 298, 1881. **8.** 1. — Nach Husnik gelingt Vogels Methode am besten, wenn man 30 g trockene Bromsilbergelatine in 30 ccm Eisessig und 30 ccm Alkohol löst, dann 60 g Kollodiumwolle, gelöst in 30 ccm Eisessig und 50 ccm Alkohol hinzusetzt. — Das spektroskopische Verhalten zeigt die charakteristische Verschiedenheit der Grundemulsion. H. W. Vogel, Phot. Mitt. 1882. **19.** 33, 94 und 108. — s. a. S. 180.

Natriumchlorid wurde als Reifungsmittel verwandt, indem man die noch nicht gewaschenen Emulsionsnudeln in einer Kochsalzlösung badete. D. Phot. Ztg. 1888. **12.** 18; Eders Jahrb. f. Phot. 1889. **3.** 381.

Natriumsulfit in der Emulsion reduziert bei gleichzeitiger Anwesenheit von Ammoniak das Bromsilber und scheidet metallisches Silber in Spiegelform an den Gefäßwänden ab. Wellington, Phot. News 1885. **29.** 223. Nach A. L. Henderson bewirkt es Grünschleier. Phot. News 1885. **29.** 224.

Pyridin, seine Homologen oder Analogen dieser Base wurden von O. N. Witt zur Herstellung besonders feinkörniger Emulsionen diesen vor Einleitung des Reifungsprozesses zugesetzt. D. R. P. 151 752 (1903). Derartige Platten zeigten nach Lüppo Cramer jedoch nicht die erwarteten Vorteile (Phot. Korresp. 1905, **42.** 538), das Verfahren erlangte auch keine praktische Bedeutung.

Pyrogallol übt als Zusatz zur Emulsion eine schwach reduzierende Wirkung aus. Phot. Archiv 1886. **27.** 230; Eders Jahrb. f. Phot. 1887. **1.** 298.

Schwefelsäure zum Neutralisieren von mit Ammoniak gereiften Emulsionen und schnellem Abbrechen des Reifungsprozesses wurde von L. Belitski verwendet. Eders Jahrb. f. Phot. 1889. **3.** 107. J. Gaedicke erhielt auf das gleiche Verfahren das D. R. P. 156 345 (1903).

Silber, kolloidales, wurde zur Einleitung des Reifungsprozesses verwandt. Abegg und Hertzog, Archiv f. wiss. Phot. 1899. **1.** 114. s. a. Baur und Portius, Phys. Zeitschr. 1902. **3.** 491.

Triaethylamin wurde als Reifungsmittel zur Erzeugung feinkörniger Emulsionen statt Ammoniak von A. Miethe angegeben. Phot. Nachr. 1890. S. 425, Phot. Wochenbl. 1890. **16.** 182 und 189; Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 425.

Technik der Emulsionsbereitung.

Lösung des Silbernitrates: Die Lösung des Silbernitrats erfolgt stets in destilliertem Wasser, sie muß absolut klar sein, und auch bei Zusatz von Ammoniak zwecks Herstellung von Silberoxyd-Ammoniakemulsionen muß sich der erst entstehende braune Niederschlag von Silberoxydammoniak wieder vollkommen klar ohne jede Trübung, Verfärbung oder gar einen unlöslichen Niederschlag auflösen, vgl. S. 73/74.

Der bei Zusatz von Ammoniak entstehenden Verbindung kommt die Zusammensetzung $2\,NH_3\,AgNO_3$ zu, doch zeigt die praktische Erfahrung, daß je nach der Konzentration der Silberlösung etwas verschiedene Mengen von Ammoniak zur Herstellung einer klaren Lösung erforderlich sind.

Auf eine besondere Weise kann man auch klare Lösungen, die sehr arm an Ammoniak sind, herstellen. Man teilt die Silbernitratlösung zu diesem Zwecke in zwei gleiche Teile, führt den einen durch genügenden Ammoniakzusatz in eine klare Lösung von salpetersaurem Silberoxydammoniak über und fügt zum andern etwas Ammoniumnitrat. Beim Mischen beider Teile erhält man wieder eine klare Lösung, mit nur halbem Ammoniakgehalt.

Auch durch Lösen von Silberoxyd in Ammoniumnitrat erhält man ähnlich wirkende ammoniakalische Silberlösungen.

Beim Umsetzen solcher Lösungen mit Bromkalium bildet sich Bromsilber und das Ammoniak wird wieder frei oder bleibt nur teilweise an Bromsilber gebunden, entweicht aber durch Waschen mit Wasser oder durch Verdampfen an der Luft.

Herstellung der Halogensalz-Gelatinelösung: In der Regel verfährt man so, daß man die genau abgewogene Salzmenge in das Mischgefäß gibt, das erforderliche Wasserquantum hinzufügt, die Gelatine einträgt und einige Zeit bei Raumtemperatur gut aufquellen läßt, worauf die Lösung im warmen Wasserbade (s. S. 97) schnell vor sich geht. Vielfach wird aber auch die umgekehrte Reihenfolge bevorzugt, d. h., man bringt zuerst die Gelatine in Lösung und trägt dann die Haloidsalze ein.

Da eine Emulsion mit geringerem Gelatinegehalt besser reift (s. S. 5), und auch um die Gelatine, die durch den Reifungsvorgang, sowohl das längere Erwärmen wie durch gegenwärtiges Ammoniak immer mehr oder weniger angegriffen wird, zu schonen, stellt man die „Ansatz-Emulsion“ zunächst mit relativ geringen Mengen

weicher oder mittelharter Gelatine her und gibt erst nach erfolgter Mischung, bzw. gegen Ende der Reifung einen größeren Zusatz harter Gelatine, trocken oder in Wasser angequollen hinzu.

Gelegentlich ist es notwendig, die Gelatine Blatt für Blatt nachzusortieren und Schmutzteilchen durch Herausschneiden zu beseitigen, auch empfiehlt sich in manchen Fällen zur Entfernung grober, technisch nicht immer vermeidbarer Unreinigkeiten ein ganz kurzes, nur minutenlanges Durchwaschen in reichlichem Wasser. Dabei wird das geringe von der Gelatine aufgenommene Wassergewicht festgestellt und auf das nach der Emulsions-Vorschrift nötige Quantum angerechnet. Ein längeres „Auswaschen" der Gelatine wie es in früheren Zeiten vielfach empfohlen wurde, ist jedoch im allgemeinen zu vermeiden, da man dabei Gefahr läuft aus der Gelatine gerade solche Bestandteile zu entfernen, welche photographisch wertvoll sind.

Bedingungen der Mischung: Das Mischen der Emulsionen kann in sehr verschiedener Weise vorgenommen werden und zwar sowohl hinsichtlich der Konzentration [1]) und Zusammensetzung der Teillösungen, wobei deren Gelatinegehalt von besonderer Bedeutung ist, ferner je nach Innehaltung bestimmter Temperaturen und auch mit Bezug auf seine Ausführung. In jedem Fall wird das Resultat hiervon außerordentlich beeinflußt.

Die feinsten Emulsionen werden erhalten, wenn sowohl die Silbernitratlösung wie die Bromsalzlösung Gelatine enthielt, wie es Obernetter zuerst empfahl [2]), und bei einem gegenwärtigen größeren Gelatinequantum werden unempfindlichere Emulsionen erhalten als wenn die Herstellung einer Emulsion mit wenig Gelatine eingeleitet wird.

Verschiedene Mischungsmöglichkeiten: Die einfachste und gewöhnliche Art des Mischens besteht darin, daß man die vorher sorgfältig vorbereiteten wässrigen Lösungen von einer-

1) Silbernitratkristalle in warme Bromsalz-Gelatinelösung einzutragen, wurde z. B. von Burton (Eders Jahrb. f. Phot. 1891, **5.** 453) von L. Dixon (Phot. Almanac für 1884, S. 65) und von Spering (Phot. Wochenbl. 1888, **14.** 150) angegeben. Umgekehrt trugen Wilson (Phot. Archiv 1887, **28.** 305) und Newberry (Eders Jahrb. f. Phot. 1888. **2.** 469) Bromkaliumkristalle in eine Silbernitratgelatinelösung ein.

2) s. 5. Aufl. dieses Bandes S. 359. — Auch F. Stolze versetzte sowohl die Silbernitratlösung wie die Bromkaliumlösung mit Gelatine und fügte beide Lösungen abwechselnd einer dritten reinen Gelatinelösung zu, wodurch er ein sehr feinkörniges Bromsilber erhielt (Phot. Wochenblatt 1881, **7.** 146).

seits Silbernitrat mit oder ohne Ammoniak, aber ohne Gelatine, anderseits die das Brom- bzw. Chlor- und Jodsalz enthaltende Gelatinelösung unter Innehaltung bestimmter Temperaturen langsam unter stetem Umrühren bei rotem Licht zusammengießt. Da die Reaktion mit einer Wärmetönung verbunden ist, wird die Mischungstemperatur ermittelt.

Daß es hierbei nicht gleichgültig ist, ob man die Silbernitratlösung in die Haloidsalz-Gelatinelösung einträgt oder umgekehrt letztere in die Silbernitratlösung, und daß weiter die Temperaturen, die Art des Zufließens, ob langsam oder schnell, und auch das Umrühren eine bedeutsame Rolle spielen, hatten bereits ältere Autoren beobachtet [1]). Auch einige Patente beziehen sich auf Ausführungen von Mischeinrichtungen, durch welche Emulsionen von wesentlich besserem Auflösungsvermögen und zum Teil auch höherer Empfindlichkeit hergestellt werden sollen [2]).

R. E. Liesegang wies auf die Kompliziertheit dieser Vorgänge hin [3]) und führte, indem er die einfachste Form der Emulsionsbildung durch Eingießen einer wässerigen Silbernitratlösung in eine Bromkalium enthaltende Gelatinelösung zu Grunde legte, aus, daß es trotz besten Rührens Stellen innerhalb der Emulsion gibt, an denen sich Bromsilber in Gegenwart eines Überschusses von Silbernitrat befindet, während der andere Teil im Bromkaliumüberschuß ist. Ersteres hat Silber-, letztere Bromionen adsorbiert. Dadurch sind die Körner verschieden elektrisch geladen und ziehen sich an, wenn sie sich einander nähern. Neben dieser elektrischen Verkittung findet aber auch eine chemische statt, weil sich aus den adsorbierten Brom- und Silberionen neues

1) W. De W. Abney fand, daß das Bromsilber feiner wird, wenn man die Bromkaliumlösung in die mit Gelatine versetzte Silbernitratlösung gibt als wenn man umgekehrt verfährt (Brit. Journ. of Phot. 1881. **28.** 512; ref. Phot. Wochenbl. 1881, **7**, 369. —

2) Feinkörnige hochempfindliche Emulsionen soll man nach W. Scheffer dadurch erhalten, daß man die Teillösungen in zerstäubter Form aufeinander einwirken läßt. D. R. P. 297 708 (1916); ref. Phot. Korresp. 1917. **54.** 340. — Der gleiche Zweck wird nach W. Scheffer auch dadurch erreicht, daß man die gleich oder verschieden erwärmten und durch ein Rührwerk in Bewegung erhaltenen Lösungen durch eine Dialysatormembran zusammentreten läßt, wobei noch besondere Wirkungen erreicht werden können, wenn man die Gefäße unter verschiedenen Druck setzt. D. R. P. 304 737 (1916); ref. Phot. Korresp. 1918. **55.** 386. — s. a. dieses Handb. Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927. 3. 61—62.

3. Phot. Ind. 1925. **23.** 111—112.

Bromsilber bildet. Auch der scheinbar unnütze Zusatz von Chlorkalium (oder Chlornatrium) zu einer Bromsilberemulsion, der beim Auswaschen entfernt wird, übt einen Einfluß auf ihre mikrokristallinische Struktur aus, die ihrerseits wieder von wesentlichem Einfluß auf die photochemischen Eigenschaften ist. Ebenso spielt eine kleine Menge Chlorkalium quantitativ eine bemerkenswerte Rolle, denn wenn zuerst neben dem Bromsilber etwas Chlorsilber entsteht, so wird im Laufe des Prozesses doch Chlorkalium immer wieder zu neuer Wirkung frei, und je weiter man mit dem Silberzusatz fortschreitet, desto mehr verschiebt sich das Verhältnis von Bromkalium zu Chlorkalium zugunsten des letzteren, es ist also von dem später gebildeten Bromsilber mehr Chlorsilber gewesen als anfangs. Dem Chlorkalium kann man daher die Rolle eines „Formkatalysators" zuschreiben, d. h. es beeinflußt die Kristallstruktur des Bromsilbers, und ist am Ende der Reaktion wieder unverändert als solches da.

In ähnlicher Weise kann auch der Jodgehalt je nach Schnelligkeit des Silbernitratzusatzes und der Stärke des Rührens von Einfluß auf den Emulsionscharakter sein. Bromsilberemulsionen des Handels enthalten meist bis zu 3%, ausnahmsweise auch bis zu 5% Jodsilber. Beginnt man mit dem Silbernitratzusatz zu einer Brom- und Jodkalium enthaltenden Gelatinelösung, so bildet sich Bromsilber und Jodsilber, doch kann sich bei dem üblichen starken Rühren anfangs ein Teil des Bromsilbers noch in Jodsilber umsetzen, also eine Anreicherung der erst gebildeten Keime an Jodsilber stattfinden, die dadurch mehr Aussicht haben zu größeren Körnern anzuwachsen als die später gebildeten. Die größeren Bromsilberkörner können daher mehr Jodsilber enthalten als die kleineren, was nach F. F. Renwick und V. B. Sease[1]) tatsächlich bei gewissen Emulsionen der Fall ist, ohne daß dieser Befund nach Lüppo-Cramer auf alle Emulsionen übertragen werden darf, denn bei rascherem Zusatz des Silbernitrats tritt die geschilderte Wirkung, die von der Umwandlung von Bromsilber in Jodsilber abhängt und daher Zeit erfordert, mehr und mehr zurück[2]).

Praktische Durchführung der Mischung — im Laboratorium —: Für Versuchszwecke kann man die eine Lösung aus einem Scheide- oder Tropftrichter in die andere, die sich in einem

1) Phot. Journ. 1924. **64.** 324; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 728.
2) Zeitschr. f. wiss. Phot. 1924. **23.** 88.

darunter befindlichen mit einer Rührvorrichtung versehenen Gefäß befindet, zulaufen lassen (s. Abb. 22). Ähnliche Einrichtungen sind in jedem Laboratorium leicht zusammenstellbar.

Die gebräuchliche Ausführung eines einfachen Warmwasserbades zur Aufnahme des Emulsionsgefäßes zeigt Abb. 23. Dasselbe besteht aus einem zylindrischen Kupferbehälter von zirka 600 mm Durchmesser und 700 mm lichter Höhe mit einem gelochten Messingboden, auf dem das Gefäß steht. Unter demselben befindet sich die Heizung, die entweder durch direkten Dampf erfolgt, den man in das Wasser einströmen läßt oder besser durch eine dafür vorgesehene Dampfschlange. Durch einen besonders weiten Hahn wird ein rasches

Abb. 22. Mischvorrichtung für Emulsionen.

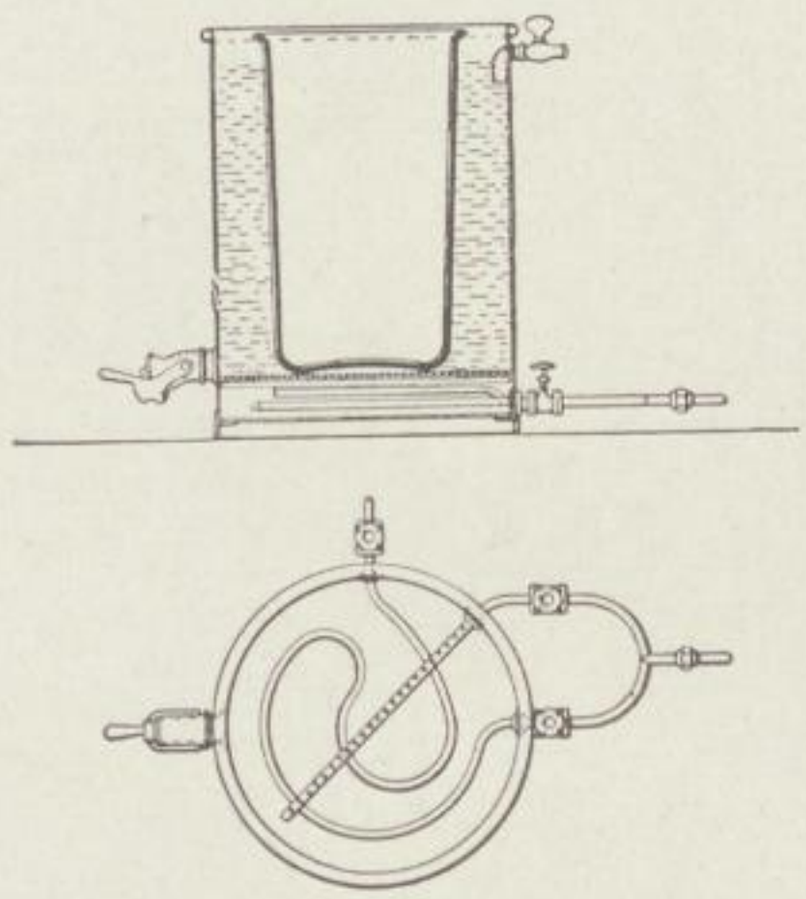


Abb. 23. Emulsions-Kochgerät für kleine Mengen.

Ablaufen des warmen Wassers ermöglicht, gleichzeitig kann man kaltes Wasser zufließen lassen, so daß man in der Lage ist, den Emulsionsprozeß genau nach den vorgeschriebenen Temperaturen zu leiten und auch schnell zu unterbrechen.

Im Fabrikbetriebe — Rührwerke: Im Fabrikbetriebe erfolgt die Mischung mitunter noch von Hand mit hölzernen Rührlöffeln, in größeren Betrieben aber unter Zuhilfenahme von vertikal angeordneten Rührwerken, die an Wand- oder Deckenlagern befestigt sind und durch Motorkraft angetrieben werden. Zweckmäßig sind zwei verschiedene Geschwindigkeiten vorgesehen. Die durch Bajonettverschluß leicht und schnell abnehmbar eingerichteten hölzernen mit Flügeln versehenen Rührer tauchen in die zum Ansatz der Emulsion dienenden Gefäße, die zum Zwecke des Mischens auf

Tische unter die Rührvorrichtung gesetzt werden. Nach einer anderen Ausführungsart sind die Rührer direkt über den Wasserbädern angebracht, in denen sich die Emulsionsgefäße befinden, so daß deren Abkühlung vermieden wird.

Wasserbäder: Die in der Regel rechteckigen Wasserbäder bestehen aus verbleitem Eisenblech oder mit Blei oder Kupfer ausgeschlagenen Holzkästen mit Querwänden und Lattenrost, unter dem Dampfschlangen zur Beheizung angebracht sind[1]). Ausgestattet sind sie mit einem Wasserüberlauf und Ablauf, mit deutlich ables-

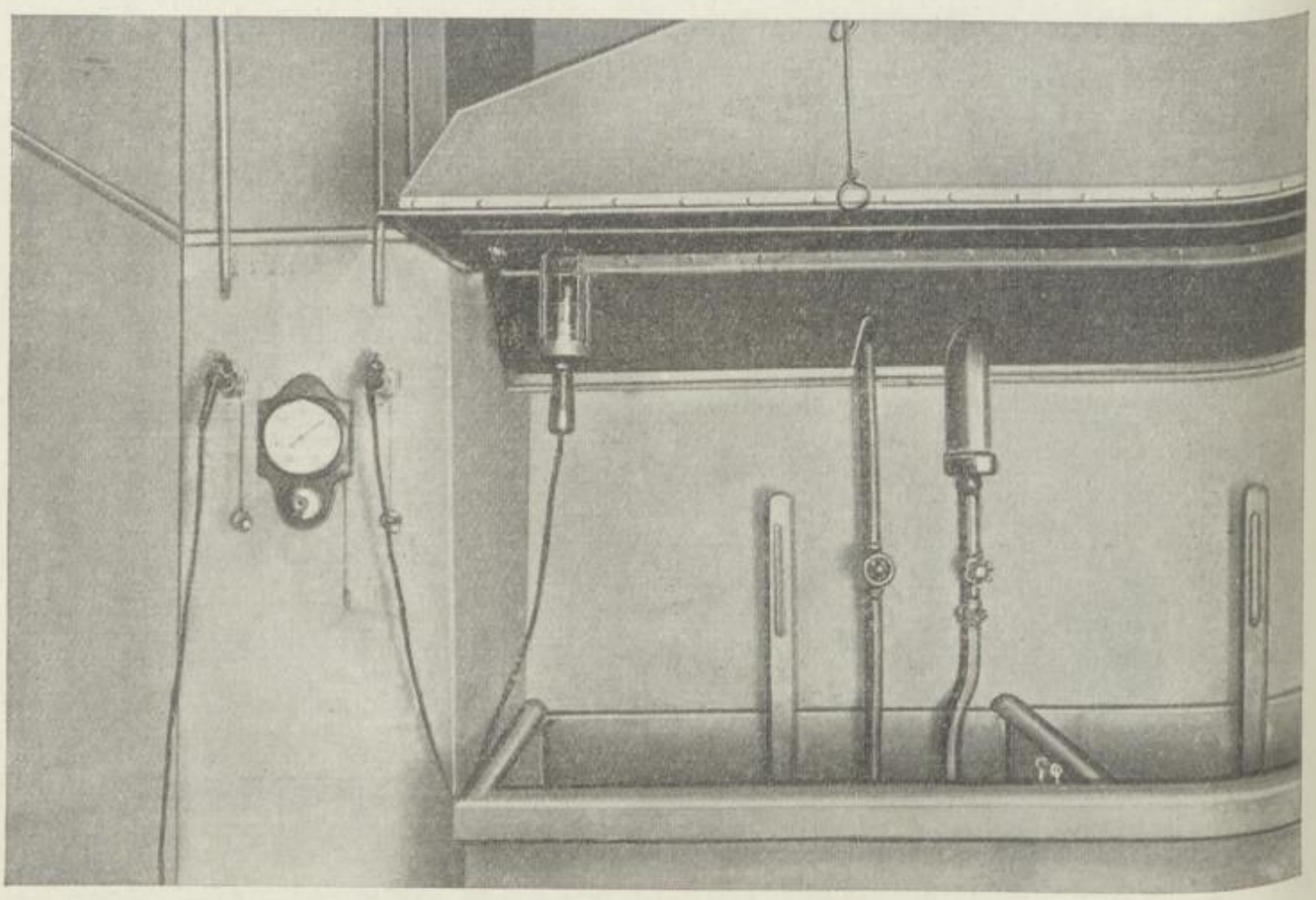


Abb. 24. Wasserbad-Anlage für fabrikatorische Emulsionsbereitung.

baren, vorteilhaft in der Durchsicht beleuchteten Thermometern, einer Holzverkleidung zum Wärmeschutz und mit einem an einen Exhaustor angeschlossenen Abzug zur Entfernung der Wasserdämpfe (s. Abb. 24).

Eine zweckmäßige Anlage ist die mit einer selbsttätigen Temperaturregelung, einstellbar auf jede beliebige Temperatur zwischen 25° und 100°, wie sie von dem Schellwa-Werk in Berlin-Werder ausgeführt wird (s. Abb. 25).

1) Über Wärmewirtschaft bei der Emulsionsbereitung s. G. Kail, Phot. Ind. 1929. **27.** 638—639, 663—664, u. 691—693.

Beleuchtung: Die Beleuchtung erfolgt abgesehen von den einer allgemeinen Erleuchtung der Räume dienenden an den Decken und Wänden befestigten Kastenlampen mit Rotfiltern[1]) zweckmäßig durch rubinrote elektrische mit einem Schutzkorb umgebene Handlampen, die mit Schalter und Kabel versehen sind und so an jeder beliebigen Stelle der Wasserbäder, bzw. der eingesetzten Emulsionsgefäße zur Ablesung der Temperaturen dienen können (s. Abb. 24). Den gleichen Zweck erfüllen schließlich auch einfache Taschenlampen in ihren größeren Ausführungen mit geprüftem rotem Deckglas.

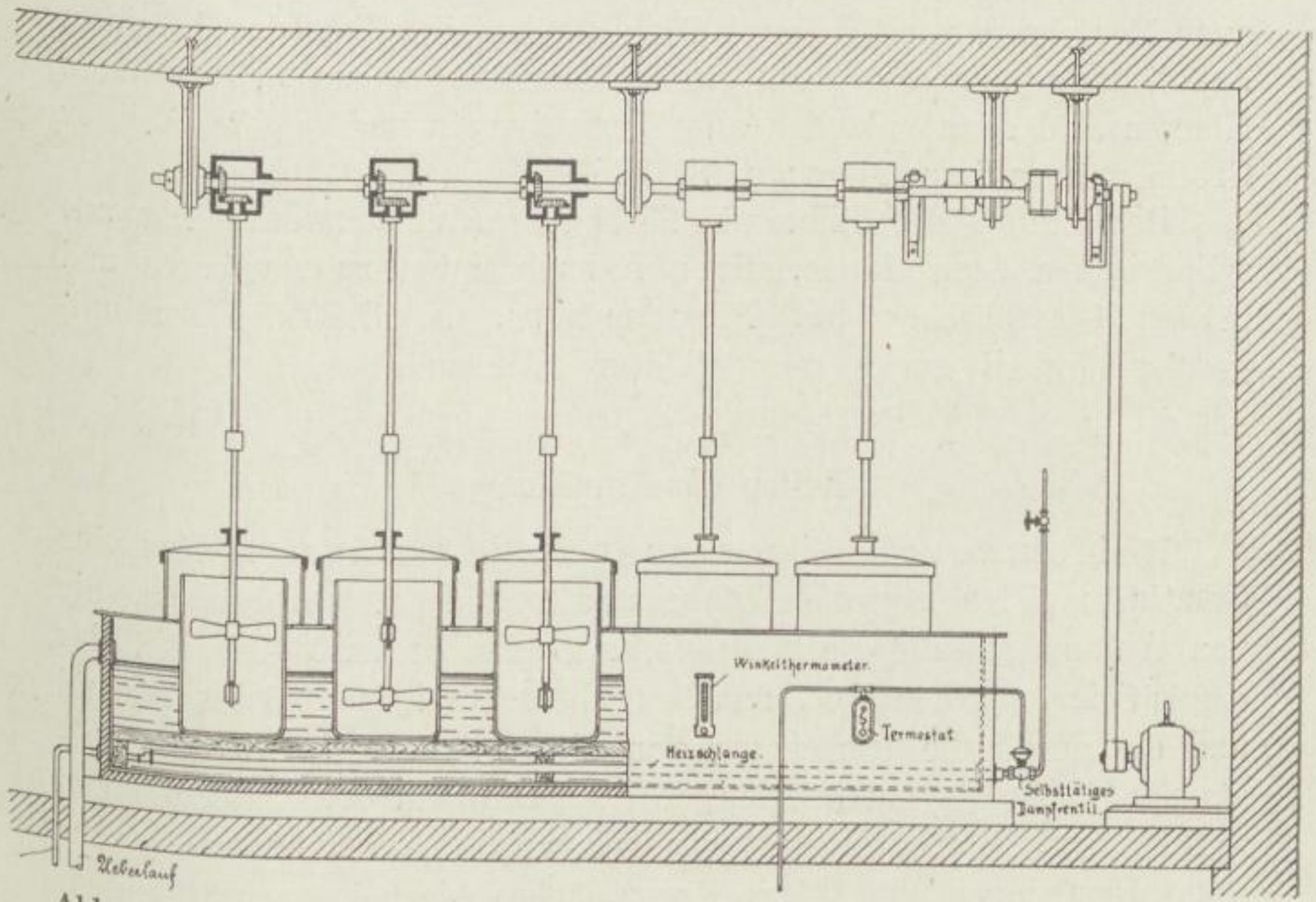


Abb. 25. Wasserbad-Anlage für fabrikatorische Emulsionsbereitung mit Rührwerk, automatischer Temperaturregelung usw. in schematischer Darstellung.

Zeitmesser: Ein auf beliebige Minuten einstellbarer Zeitmesser mit Signaleinrichtung zur Überwachung des Reifeprozesses vervollständigt die Einrichtung.

---

1) Eine weitgehende Sicherheit verbunden mit großer Helligkeit bieten die nach H. Arens und J. Eggert hergestellten Agfa-Dunkelkammerfilter (Nr. 104 für nur blauempfindliches Material wie Extra-Rapidemulsionen und Röntgenfilme, Nr. 107 für orthochromatisches Aufnahmematerial, und Nr. 108 für panchromatisches Aufnahmematerial), s. hierzu Zeitschr. f. wiss. Phot. 1926. **24.** 230 und Phot. Ind. 1928. **26.** 1273 u. 1274.

Ansatz- und Mischgefäße: Man benutzt Eimer und Krüge am besten aus Steingut oder wenigstens Ton mit bleifreier Glasur. Diese leiten die Wärme weniger als etwa Emaillegefäße und bieten daher einen besseren Schutz gegen eine unbeabsichtigte Überhitzung der Emulsion, die diese sofort ungünstig beeinflussen könnte. Da man es im allgemeinen vorzieht, kleinere Teilquanten herzustellen, um durch deren spätere Mischung die nicht immer zu vermeidenden Reifungsunterschiede auszugleichen, wird ihre Größe um ihre Handhabung nicht unnötig zu erschweren 20 Liter Inhalt im allgemeinen nicht überschreiten, doch bestehen in Großbetrieben auch Verfahren, nach denen 100 und mehr Liter Emulsion in einem Arbeitsgang angesetzt und weiterbehandelt werden. Derartigen Mengen sind dann natürlich alle Einrichtungen und Gefäße in ihrer Größe angepaßt, s. hierzu a. S. 135.

Der Zufluß der Silbernitratlösung geschieht zweckmäßig aus zylindrischen Glasgefäßen, die sich nach unten zu verjüngen und in ein Glasröhrchen mit Hahn münden, so daß die Ausflußgeschwindigkeit genau geregelt werden kann.

Reifen der Emulsionen.

Reifen durch Digerieren in der Wärme: Wird eine Gelatineemulsion normaler Konzentration, d. h. eine solche, die von Anfang an alle Bestandteile, also die gesamte Gelatine, das emulsifizierte Bromsilber, daneben überschüssiges gelöstes Bromid und die durch die Umsetzung von Silbernitrat und Bromsalz entstandenen Nitrate enthält, längere Zeit schwach erwärmt, so bildet sich fein zerteiltes körniges Bromsilber, welches aber immer noch sehr feine Emulsionen gibt. Das Korn wächst hierbei (nach 5 Tagen) von 0,0008 mm auf 0,003 mm [1]), gleichzeitig hat die Empfindlichkeit zugenommen. Man bezeichnet diesen Vorgang als „Reifen". Wird die Digestion weiter fortgesetzt (8—14 Tage), so erleidet das fein zerteilte körnige Bromsilber meistens eine weitere beträchtliche Vergrößerungen seines Kornes, es bilden sich schon dem freien Auge sichtbare Klumpen von etwa 0,02—0,04 mm Durchmesser, aber diese bestehen bereits aus zersetztem Bromsilber, das sich — eine charakteristische Eigenschaft sehr grobkörnigen Brom-

1) J. M. Eder, Mikroskopische Messungen bei Bromsilber-Gelatine-Emulsionen. Phot. Korresp. 1880. **17.** 1880. 30; s. a. S. 107, Anm. 1.

silbers — auch bei Lichtausschluß im Entwickler schwärzt, oder wie man sagt „schleiert".

Die gleiche Wirkung, welche langes Digerieren bei niedriger Temperatur hervorruft, wird durch kurzes Erwärmen bei höherer Temperatur erreicht, und je höher die angewandte Temperatur ist, um so schneller geht der Reifungsprozeß vonstatten.

In der Praxis wird das Digerieren der Emulsionen bei Temperaturen von etwa 40° bis 70° vorgenommen und meist bei gleichzeitiger Reifung durch Ammoniak auf einige Stunden oder Bruchteile von Stunden beschränkt, doch werden gewisse Emulsionen auch heute noch zwar nicht tagelang, so doch etwa 16 bis 24 Stunden in automatisch gleichmäßig temperierten allseitig abgeschlossenen Bädern (für technische Zwecke hergerichteten größeren Thermostaten) bei niederer Temperatur (ca. 35° C) gereift. Hierdurch gewinnt man den außerordentlichen Vorteil das langsame Fortschreiten des Reifeprozesses durch jederzeit anstellbare Proben genau überwachen und im richtigen Zeitpunkt abbrechen zu können.

Je nachdem die eine oder andere der angegebenen Behandlungsweisen vorherrscht — ohne also Kombinationen auszuschließen — unterscheidet man daher „Siede"-Emulsionsverfahren, „Ammoniak"-Emulsionsverfahren und „Kalte"-Emulsionsverfahren (vgl. S. 158).

Einfluß der Konzentration der Emulsion auf die Reifung: Je nachdem eine Gelatineemulsion mit viel oder wenig Gelatine angesetzt wurde, ergeben sich für den Reifungsprozeß bemerkenswerte Unterschiede [1]), und zwar erhält eine gelatineärmere Emulsion unter sonst gleichen Umständen eine größere Empfindlichkeit in kürzerer Zeit als eine solche mit von vornherein reichlichem Gelatinegehalt. Eine untere Grenze für die Konzentration der Gelatinelösung ist dadurch gegeben, daß ein Verlust von Bromsilber durch Absetzen am Boden der Gefäße in der Praxis unter allen Umständen vermieden werden muß, was allerdings bei Gegenwart einer sehr geringen Menge Gelatine auch durch gutes Rühren erreicht werden kann. Ein zu hoher Gelatinegehalt

1) van Monckhoven machte wohl zuerst auf die verschiedene Wirkung aufmerksam, die das Emulsionieren mit viel oder wenig Wasser zur Folge hat. (Phot. Archiv. 1880, **21.** 192), s. hierzu a. L. de Bruyn, Archiv f. wiss. Phot. 1900. **2.** 238.

würde anderseits, ganz abgesehen von eintretenden Gießschwierigkeiten, Verschwendung bedeuten [1]).

Im allgemeinen enthalten gußfertige Trockenplattenemulsionen etwa 8,5 % Gelatine, wovon man jedoch bei ihrer Darstellung zunächst nur einen Bruchteil, etwa $^1/_3$, zu verwenden pflegt, während der Rest gegen Ende der Digestion zugefügt wird. Abgesehen von der durch die Teilung der Gelatine herbeigeführten Beschleunigung des Reifungsprozesses sowohl in der Wärme als auch beim Reifen mit Ammoniak, bleibt die Gelatine auch widerstandsfähiger, was bei der Ammoniakreifung besonders wichtig ist.

Wird der Wasser- und Gelatinegehalt einer Emulsion zu stark erniedrigt, so bildet sich zwar leicht sehr empfindliches Bromsilber, doch ergibt die Mischung einer konzentrierten Silbernitratlösung mit einer konzentrierten Bromsalzlösung eine grobe und körnige Emulsion von schlechten photographischen Eigenschaften, und wie schon bemerkt, setzt sich infolge der mangelhaften Tragfähigkeit der Gelatine leicht zuviel Bromsilber ab.

Reifen mit Ammoniak und anderen Alkalien:

Die Bedingungen, unter denen Ammoniak günstig wirkt, untersuchte Eder [2]) und gelangte dabei zur Ausarbeitung seiner Emulsionsmethode mit Silberoxydammoniak — die ersten Versuche hierüber stellte Pizzighelli 1880 an — und mit zitronensaurem Silberoxydammoniak.

Wie sich ergab, beschleunigen Ammoniak, Ammoniumkarbonat und Natriumkarbonat das Reifen der Emulsion schon in der Kälte, außerdem erhöhen diese Substanzen die Dichte der Negative.

Es ist aber für das Endresultat durchaus nicht gleichgültig, ob man das Bromsilber in neutraler oder saurer Lösung emulsifiziert und dann erst Ammoniak zur fertigen Emulsion hinzufügt, oder ob das Ammoniak schon während des Reifens zugegen ist. Im letzteren Falle — wenn es während des Entstehens des Brom-

---

1) Die Herstellung gelatinearmer Emulsionen behandelt das D. R. P. 301 291 (1917) für W. Merckens, nach welchem derartigen Emulsionen Härtemittel zugesetzt werden, um ihre Viskosität und ihren Erstarrungspunkt zu erhöhen. — Wird umgekehrt der Gelatinegehalt einer Emulsion gegenüber der Bromsilbermenge stark vermehrt, so erhält man kraftlose Negative, die beispielsweise für den Uvachromprozeß brauchbar sind. D. R. P. 319 459 (1917) für J. H. Christensen.

2) Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften 1880. **81.** s. a. Phot. Korresp. 1880. **17.** 143 und 1889. **26.** 169—171.

silbers zugegen ist — ist die Wirkung bedeutender, d. h. es bewirkt eine raschere und höhere Steigerung der Empfindlichkeit als im ersteren Falle.

Sehr rasch erfolgt das Reifen der Emulsion, wenn man die Silbernitratlösung mit Ammoniak bis zum Wiederauflösen des entstehenden Niederschlages versetzt und diese ammoniakalische Silberlösung in die Bromsalz-Gelatinelösung einträgt; ähnlich wirkt eine Auflösung von zitronensaurem Silberoxyd in überschüssigem Ammoniak, auch hier wirkt das Ammoniak auf das Bromsilber im Augenblicke seines Entstehens ein.

Man kann zur flüssigen ungewaschenen Emulsion 1 bis 2% Ammoniak (d = 0,91) hinzufügen; die Kornvergrößerung ist dabei eine mäßige und für die Zartheit der Bilder in keiner Weise nachteilig. Eine größere Ammoniakmenge verursacht aber häufig ein grobes Korn, das schon für das freie Auge sichtbar und daher störend wird. 5 % Ammoniak greifen die Gelatine beim Erwärmen schon stark an, beeinträchtigen bei längerem Dirigieren ihr Erstarrungsvermögen und verursachen Schleier.

Bei höherer Temperatur als etwa 50° gibt eine ungewaschene Emulsion bei nur 1 bis 2% Ammoniakgehalt (0,91) häufig Schleier, doch ist dies gleichzeitig von der Dauer des Digerierens und von der angewandten Gelatine abhängig. Für gewöhnlich soll man bei einer Silberoxydammoniakemulsion 40° bis 50° nicht überschreiten und nicht länger als eine Stunde digerieren, doch arbeitet man bei Emulsionen mit Ammoniaknachreifung mit gewissen Gelatinen in der Praxis auch bis nahe 70° und digeriert bis zu 2 Stunden ohne daß Schleierbildung eintritt.

Kocht man eine Emulsion, und setzt nach ihrem Erkalten auf 30° bis 40° nur eine Spur Ammoniak zu um die Flüssigkeit alkalisch zu machen (z. B. 1 Tropfen auf 100 ccm Emulsion), so reift die Emulsion beim Stehen in der Kälte vor dem Waschen schon nach einem Tage ziemlich stark. Es beruht hierauf eine Methode der Emulsionsdarstellung, indem man eine schwach saure Emulsion etwa $^1/_2$ Stunde kocht, dann auf 40° abkühlt, mit 1 bis 3 % Ammoniak versetzt und bei dieser Temperatur noch $^1/_2$ Stunde stehen läßt.

Weniger energisch als Ammoniak wirkt Ammoniumkarbonat. Nach Eder[1]) versetzt man eine in neutraler oder schwach saurer

1) s. S. 102, Anm. 2. — auch J. A. Forrest gab eine Emulsionsmethode mit Ammoniumkarbonat an, Phot. Archiv 1881. **22.** 38.

Lösung gekochte Bromsilbergelatine bei etwa 40 bis 50° mit 2 bis 5% einer Lösung von Ammoniumkarbonat 1:10, digeriert ½ bis 2 Stunden, oder läßt auch 48 Stunden kalt stehen. Die Kraft der Negative wird hierdurch gesteigert ohne daß Härten entstehen oder Verschleierung eintritt.

O. Papesch[1]) erhielt mit dem käuflichen Ammoniumkarbonat keine brauchbaren Resultate und hält das in diesen Präparaten stets vorhandene karbaminsaure Ammon für störend. Er stellte daher das Ammoniumkarbonat [$(NH_4)_2CO_3$] nach der Vorschrift von Divers durch Umkristallisation aus Ammoniak her, konnte aber auch hiermit bei der Reifung des Bromsilbers keine befriedigenden Ergebnisse erzielen. Auch mit dem Salze NH_4HCO_3, das er nach Vaninos Angaben durch Einleiten von CO_2 in konzentriertes Ammoniak erhielt, wurde keine brauchbare Empfindlichkeit erzielt. Weitere Versuche legten die Vermutung nahe, daß mit einem Salze der Zusammensetzung $Ag_2CO_3 \cdot 4\,NH_3$ möglicherweise gute Resultate erhalten werden könnten. Papesch versuchte daher dieses Salz rein darzustellen, gelangte dabei aber (s. unter 5) unerwarteterweise zu dem Körper $AgNO_3 \cdot 2\,NH_3$.

Seine Versuche und Ergebnisse faßte Papesch in folgender Weise zusammen.

1. Es wurde die Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers in Gelatineemulsion unter dem Einflusse von NH_3, $(NH_4)_2CO_3$, NH_4HCO_3 und käuflichem Ammoniumkarbonat untersucht und festgestellt, daß das Ammoniak den übrigen an reifender Kraft weit überlegen ist und diesen eine reifende Wirkung nur nach Maßgabe ihrer Ammoniakabspaltung bei höherer Temperatur zukommt.

2. Es wurde der variable Einfluß des Ammoniaks festgestellt, je nachdem dies direkt zur Bromsalzgelatine zugesetzt oder aber in Form von $AgNO_3 \cdot 2\,NH_3$ zur Verwendung kommt. Im letzteren Falle wirkt es bedeutend günstiger auf die Empfindlichkeit.

3. Es wurde bei der Reifung mit $(NH_4)_2CO_3$, NH_4HCO_3 und dem neu gefundenen Silberammonkarbonatdoppelsalz der große Einfluß der Digestionstemperatur auf die resultierende Korngröße festgestellt, indem beim Reifen mit Ammoniak ein gröberes Korn entsteht als beim Reifen mit den genannten Salzen.

4. Es wurden das Tetraminsilberkarbonat $Ag_2CO_3 \cdot 4\,NH_3$ und das neu gefundene Silberammonkarbonatdoppelsalz in ihrer Verwend-

1) O. Papesch, Reifung von Bromsilbergelatine mit Ammoniak und Ammoniumkarbonat, Halle 1928.

barkeit zur Herstellung von Bromsilberemulsionen untersucht und die Temperaturgrenzen ihrer Anwendbarkeit festgestellt.

5. Fällt man Silbernitrat mit Ammoniumkarbonat, so bildet sich zunächst Ag_2CO_3. Dieses löst sich aber im Überschuß von Ammoniumkarbonat-Lösung unter Kohlensäureentwicklung wieder auf, indem sich bei Gegenwart von Nitraten das sehr stabile $AgNO_3 2NH_3$ bildet, was bisher unbekannt war.

6. Silberkarbonat ist in $(NH_4)_2CO_3$ löslich und zwar wird bei 40° bis 50° ein Vielfaches mehr gelöst als bei 10° bis 20°. Es kommt dem $(NH_4)_2CO_3$ eine Löslichkeit nur nach Maßgabe seiner Ammoniakabspaltung bei höherer Temperatur zu.

7. Ag_2CO_3 löst sich in $(NH_4)_2CO_3$-Lösung zu einer Komplexverbindung, die in der ursprünglichen wäßrigen Lösung zwar unverändert bleibt, sich aber nicht rein darstellen läßt, da sie sich nach Ausfällung mit Alkoholäther an der Luft sofort unter Abspaltung von Ammoniak und Kohlensäure in Silberkarbonat verwandelt.

8. Es wurden die Prinzipien der Ostwald-Reifung bei der Bromsilbergelatineemulsion nicht nur während des Reifens der Emulsion, sondern auch bei nachträglicher Behandlung einer gußfertigen Emulsion mit einem bromsilberlösenden Mittel bestätigt gefunden.

Auf bereits gewaschene Bromsilbergelatine wirken Alkalien sehr energisch, weil das verzögernde Bromsalz und Nitrat entfernt wurden. Trotzdem kann man einen ganz geringen Zusatz von Ammoniak zur Emulsion zugeben, um die Empfindlichkeit noch nachträglich zu erhöhen, z. B. 1 Tropfen Ammoniak (0,91), vermischt mit etwas Wasser auf 1 bis 2 Liter Emulsion, es ist aber angezeigt in diesem Falle auch eine Spur Bromammonium oder Bromkalium zuzusetzen [1]).

Mangelhaft gewaschene Emulsionen enthalten noch Ammoniak und Bromsalz, hieraus erklärt sich, daß in solchen Fällen beim Wiedereinschmelzen der Emulsion eine beträchtliche Steigerung ihrer Empfindlichkeit beobachtet wird [2]).

Einige Tropfen einer 10%igen Lösung Ammoniumkarbonat auf 1 Liter gewaschener Emulsion wirken milder als Ammoniak und bringen auch weniger die Gefahr einer Verschleierung mit sich.

Reifen der erstarrten Emulsionen in der Kälte: Durch das Erstarren der fertig gemischten digerierten oder auch

1) s. hierzu Phot. News 1882, **26.** 753 und 1883, **27.** 78.
2) s. hierzu Phot. News 1883, **27.** 270.

nicht digerierten Emulsion wird der Reifungsprozeß keineswegs unterbrochen, sondern nur verlangsamt, so daß die Empfindlichkeit einer an sich schon hochempfindlichen Emulsion allmählich von Tag zu Tag beim Stehen bei gewöhnlicher Temperatur zunimmt, bis schließlich Schleier eintritt[1]). Während diese Nachreifung in der Kälte bei sauren und neutralen Emulsionen nur gering ist, wird sie durch Gegenwart von Ammoniak, Ammoniumkarbonat und Natriumkarbonat erheblich verstärkt und beschleunigt[2]).

Von dieser Nachreifung der erstarrten Emulsion wird fabrikatorisch vielfach Gebrauch gemacht, indem man die ungewaschene ammoniakalische Emulsion nach beendeter Digestion in flache Schalen ausgießt und kühlt, oder auch die die Emulsion enthaltenden Ansatzgefäße direkt in Kühlgefäße aus Eisen oder Beton einsetzt, deren Wasserinhalt durch eingebaute Verdampferschlangen auf etwa $+5^{\circ}$ C gehalten wird. Bei bestimmter niederer Temperatur, die sich etwa zwischen $+3^{\circ}$ und $+10^{\circ}$ bewegt, überläßt man die Emulsion dann ein oder mehrere Tage sich selbst; es werden daher in der Regel mehrere derartige Apparate in einer Kühlkammer vorgesehen, welche wechselweise gefüllt werden können.

Verzichtet man auf die Nachreifung in der Kälte, kann die Emulsion sofort nach erfolgter Erstarrung gewaschen, aufgeschmolzen und vergossen werden. Auch dieses Verfahren, das den Vorteil einer schnellen Aufarbeitung bietet, wird im Großen durchgeführt.

Auch die gewaschenen Emulsionen reifen in gallertartigem Zustande in einigen Tagen noch merklich; läßt man die gewaschene Emulsion 3—8 Tage kühl stehen, so erhöht sich ihre Empfindlichkeit

---

1) Diese Beobachtung machten schon van Monckhoven, Traité Général de Photographie; ref. Phot. Archiv 1880. **21.** 197 und W. De W. Abney, Phot. News 1880, **24.** 567; ref. Phot. Mitt. 1880. **17.** 231.

2) A. Cowan, Phot. News 1882, **26.** 753 u. a. — Flüssige Emulsionen reifen ebenfalls in der Kälte. Ganz verdünnte Gelatinelösungen (z. B. solche von ½% Gelatinegehalt) erstarren in der Kälte nicht; mischt man diese mit Bromkalium und hierauf mit Silbernitratlösung, so bildet sich eine Emulsion, die oft auch großflockiges Bromsilber enthält. War auch Alkohol zugegen, so erfolgt ein feinerer Niederschlag. In neutraler oder saurer Lösung reift solche Emulsion bei 10°—20° sehr schwer, rasch dagegen bei Gegenwart von etwas Ammoniak oder Ammoniumkarbonat. W. K. Burton z. B. mischte die Emulsion, welche sehr wenig Gelatine enthielt ($^1/_{800}$ der Flüssigkeit) bei 77°, kühlte möglichst schnell ab, und versetzte mit 1% Ammoniak; schon nach 4 Tagen erhielt er die Empfindlichkeit einer gekochten Emulsion, Brit. Journ. of Phot. 1882, **29.** 18; ref. Phot. Wochenbl. 1882, **8.** 31.

allerdings nur wenig, dagegen ist die Zunahme an Kraft bedeutend.

Die verschiedenen Reifestadien in einer Emulsion (Korngröße, Kristallformen und Typen der Silberhaloide): Vom Augenblick ihrer Bildung an durchlaufen die Silberhaloide eine mehr oder minder definierte Reihe mikrokristallinischer Zustände, beginnend mit einer dispersen kolloidalen Suspension (Lösung) bis zur Endform nahezu vollkommener geometrischer Kristalle. Wir begegnen jedoch innerhalb der Emulsion den verschiedensten dieser Reifestadien gleichzeitig, was sich daraus erklärt, daß der anfangs entstehende Teil des Bromsilbers bei vorhandenem größeren Überschuß an Bromsalz gebildet wird als der gegen Ende des Mischens entstehende. Aber auch die Menge des gegenwärtigen Ammoniaks ändert sich während des Mischens, wenn man eine Silberoxydammoniak-Emulsion herstellt, und Reifungsunterschiede werden schließlich auch dadurch verursacht, daß gewisse Teile der Emulsion wie die an den Gefäßwandungen eine andere Erwärmung erleiden als solche in der Gefäßmitte. Selbst durch ständiges sorgfältiges Rühren während der Mischung sind Reifungsunterschiede innerhalb einer Emulsion unvermeidbar[1]).

Begleitet werden diese Zustandsänderungen von gewissen korrespondierenden Veränderungen der Gelatine selbst, so daß eine Betrachtung der Reifungsvorgänge auch diese einschließen muß. Nicht zu übersehen ist ferner, daß während und nach der Mischung aber auch Silbernitrat, überschüssiges Alkalisalz, die sich bildenden Nitrate und bisweilen Zusätze wie Saponin, Stärke und andere Körper gleich dem Haloidsilber in disperser Form gegenwärtig sind.

Bemerkenswerterweise enthalten einige Emulsionen gewisse Zu-

1) Der Nachweis für das Zustandekommen ungleich gereiften Bromsilbers in einer Emulsion kann durch Zentrifugieren geführt werden, wie es J. Plener unternahm, Phot. Korresp. 1882. **19.** 306 oder durch Sedimentieren, Phot. News 1883, **27.** 81. — s. hierzu ferner die wichtigen Arbeiten von K. Schaum, Mikroskopische Untersuchungen über die Struktur der Negative, Eders Jahrb. f. Phot. 1901. **15.** 281, von V. Bellach. Die Struktur der photographischen Negative, Halle 1903, von A. P. H. Trivelli und S. E. Sheppard, The Silver Bromide Grain of Photographic Emulsion, New York 1921, und von F. F. Renwick und V. B. Sease, Über sedimentäre Analyse photographischer Emulsionen, Phot. Journ. 1924. **64.** 324; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 727; a. dieses Handb. Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927. — Eine knappe zusammenfassende Darstellung des über den Aufbau der Silberhalogenidschichten Bekannten gaben J. Eggert und W. Rahts im Abschnitt: „Photographie" des Handbuches der Physik, herausgegeben von H. Geiger und K. Scheel, Berlin 1928, Bd. XIX, S. 588—591 und 605—606.

standsformen der sich bildenden Kristalle mehr als andere, wofür heute noch keine Gründe angegeben werden können, wie auch zahlreiche andere Fragen trotz der vorliegenden ausgezeichneten Arbeiten, die in Europa und Amerika auf diesem Gebiete ausgeführt wurden, noch ihrer Beantwortung harren (s. alles Nähere hierüber in diesem Handb. Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927, Kap. 1).

Fassen wir in diesem die praktische Emulsionsbereitung behandelnden Abschnitt die Punkte kurz zusammen, welche nach heutiger Erfahrung als die für die Reifung wesentlichen gelten, so ist folgendes zu sagen:

Die im Vorangegangenen bereits erörterte Technik des Mischens (Mischungsweise, Geschwindigkeit, Bewegung, Temperaturhaltung, Konzentration) wie die Reihenfolge, in der die einzelnen Komponenten (Halogenalkali, Gelatine, Silbernitrat und Ammoniak) zugegeben werden, bestimmen weitgehend die Korngröße, und zwar in der Weise, daß bei langsamer Zugabe von Silberoxydammoniak zu der mit reichlich überschüssigem Haloidsalz versetzten Gelatinelösung große Kristalle gebildet werden, während die direkte Zufügung von Silbernitrat ohne Ammoniak und ohne großen Überschuß an Haloidalkali kleine Kristalle ergibt. Soweit Untersuchungen darüber vorliegen, scheinen geringe Mengen freien Bromids die Reifung nicht zu beeinflussen, sie wirken lediglich soweit sie in der fertigen Emulsion vorhanden sind als Verzögerer bei der Entwicklung und erhöhen die Haltbarkeit der betreffenden lichtempfindlichen Präparate.

Die Gegenwart von Jodid beeinflußt ebenfalls die Korngröße und Kristallform und bis zu einem gewissen Grade den Typus der Kristalle, indem das Korn gleichzeitig wächst. Dabei bezieht sich der Begriff „Typus" mehr auf den Grad der chemischen und geometrischen Reinheit, d. h. wieweit die ursprünglich gebundene und absorbierte Gelatine und andere Unreinheiten durch die folgende Behandlung der Emulsion abgestoßen werden, so daß also die Reinheit der Kristalle bis zu einem gewissen Grade als Maß für die fortschreitende Reifung durch Abstoßung der Gelatine, durch Ostwald-Reifung oder durch Wiederkristallisation und die Bildung von Sensibilisierungszentren angesehen werden kann. Die dabei eintretende Differenzierung im Aufbau der Kristalle variiert jedoch, wie schon bemerkt, mit den verschiedenen Emulsionen, und sie zu verfolgen ist bisweilen sehr schwierig [1]).

1) s. hierzu auch den Beitrag von S. E. Sheppard und A. P. H. Trivelli in Bd. II dieses Handbuches, 3. Aufl. 1927, S. 735 ff.

Was die Gelatine anbelangt, so sind die Beziehungen zwischen ihren physikalischen Eigenschaften und dem Zustandekommen der Kristallformen der Silberhalogenide sehr mannigfaltige und verwickelte und lassen daher keine bestimmten Deutungen zu.

Die günstige Wirkung der Gegenwart von nur relativ geringen Gelatinemengen auf die Reifung wurde bereits hervorgehoben (s. S. 93) und es bleibt nur hinzuzufügen, daß unbeachtet ihrer angewandten Menge im allgemeinen solche Gelatinen die Reifung begünstigen, die eine relativ geringe Viskosität und Festigkeit besitzen, sich also durch einen höheren Gehalt an nicht gelatinierenden Protëinen auszeichnen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß als etwa „mittelhart" bezeichnete Gelatinen bisweilen eine bessere Schutzwirkung auf die Silberhaloide ausüben als solche die als „hart" gelten und nur wenig nichtgelatinierende Substanz enthalten.

In diesen sehr verwickelten Beziehungen mag auch der Grund liegen, weshalb eine Gelatinemischung von verschiedenen Sorten, wie oft beobachtet wurde, eine höhere photographische Empfindlichkeit geben kann, als jede einzelne dieser Gelatinen für sich allein.

Bei betriebstechnischen Untersuchungen kann man die Bromsilberkörner nach ihrer Entwicklungsform und Größe nach B. E. Nelson, dessen Ausführungen hier wiedergegeben sind[1]), zweckmäßig in fünf verschiedene Klassen einteilen. Studiert man diese nach ihrer Entstehungsweise, so findet man (vgl. Abb. 26) zunächst:

Typus 5: umfaßt die in der Gelatine-Suspension (Lösung) enthaltenen noch dispersen ultramikroskopischen kolloiden Silberhaloide, denen natürlich keine Kristallform zuzusprechen ist. Sie werden im ersten Augenblick der Emulsionsmischung gebildet und ein beträchtlicher Teil von ihnen geht sehr schnell in den nächsten Typ über.

Typus 4: Dieser erscheint noch amorph, also ohne bestimmte Form, die Teilchen sind nahezu vollständig abgerundet und enthalten

1) Bei diesen im Research Laboratory der früheren Ansco-Corp., Binghamton, N.-Y., ausgeführten Arbeiten wurden die Winkelmessungen der in der Abbildung gezeigten Formen mit dem kristallographischen Mikroskop und dem Goniometer, ihre Größe in Mikrons gemessen und zum Zwecke der übersichtlichen Darstellung die charakteristischen Formen der einzelnen Reifestadien in ungefähr 2500facher Vergrößerung wiedergegeben. In einigen Fällen mußten besondere Emulsionen, darunter auch übergereifte hergestellt werden, um gut ausgebildete Kristalle zu erhalten.

große Mengen zusammengeballter anhaftender Gelatine. Einige wenige zeigen jedoch eine Tendenz zur Annahme geometrischer Formen; diese stellen das in jeder Emulsion zuerst sichtbare Korn dar, und bilden den Hauptbestandteil der Emulsion einiger der weniger empfindlichen Entwicklungspapiere. Durch ihre Klebrigkeit verbinden sich derartige Teilchen miteinander, um durch spontane oder künstliche Reifung in den dritten Typ überzugehen.

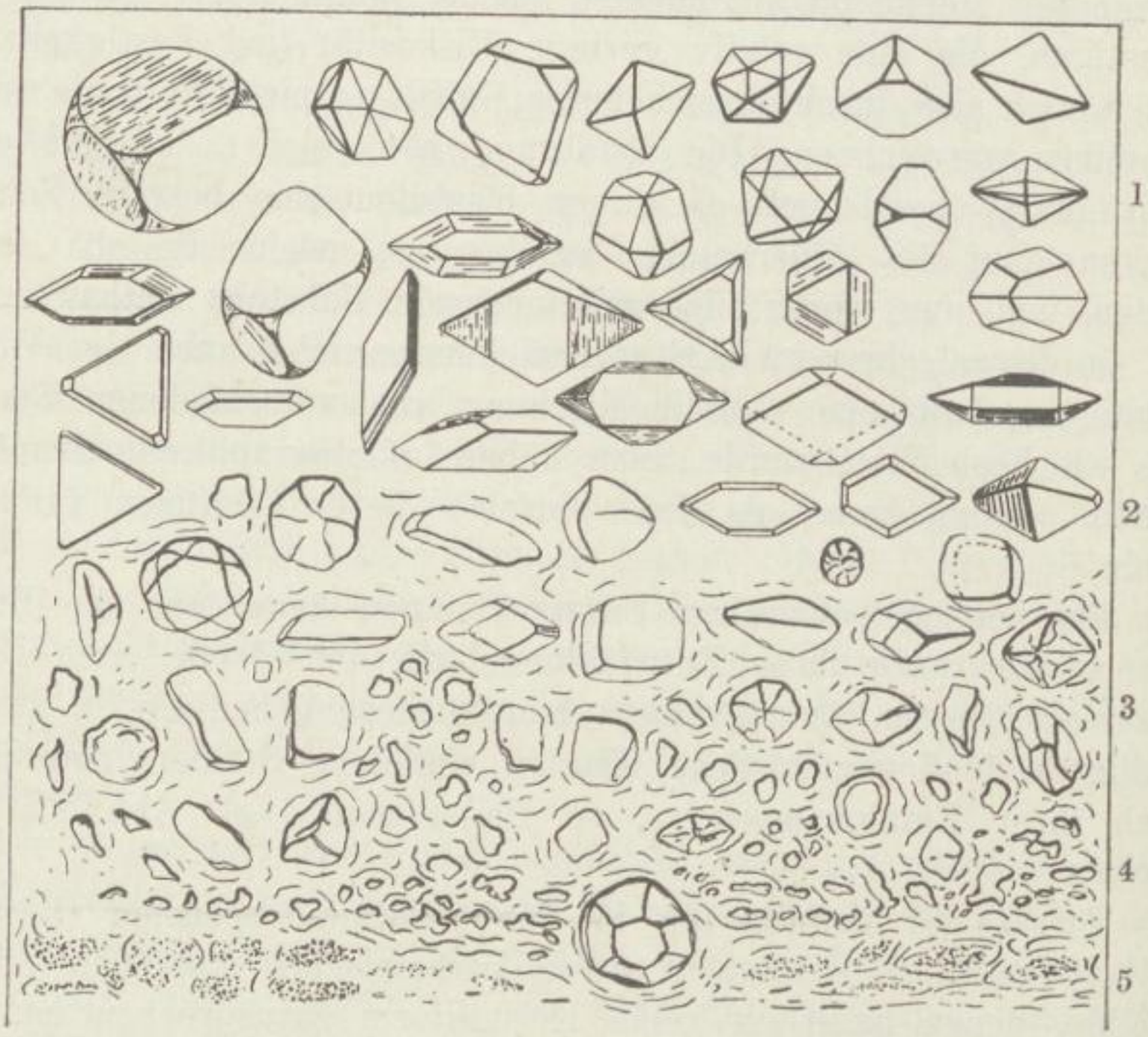


Abb. 26. Schematische Darstellung des Wachstums der Bromsilberkristalle während der Reifung.

Typus 3: Die sich bildenden Kristalle sind im allgemeinen noch abgerundet und zeigen nur geringe Ansätze zur Ausbildung bestimmter Winkel; die Teilchen enthalten solche nur angedeutet und zeigen wellige Außenlinien. Sie enthalten ebenfalls noch viel Gelatine und die sie umgebende Gelatinehülle ist noch deutlich ausgeprägt. Ein vorgeschrittenes Beispiel für diesen Typ ist der in der Zeichnung unten sichtbare Einzelkristall.

Typus 2: Die geometrische Form wird im Verlaufe der weiteren Reifung zwar an sich schon deutlich sichtbar, aber wir haben es noch mit Sphärokristallen zu tun, ihre Winkel sind also abgerundet,

ihre Flächen nach auswärts gekrümmt und auch zurückgehaltene Gelatine ist noch sichtbar. Diese Form ist ebenso wie die dritte in fast allen wenig gereiften Emulsionen zu finden, neben ihr sind aber in gewissen Mengen die vorher erwähnten Typen gegenwärtig.

Typus 1: Diese Klasse wird von den in chemischer Hinsicht reinsten, in kristallographischer Hinsicht vollkommensten Kristallen gebildet, die die höchste photographische Empfindlichkeit besitzen, aber auch am wenigsten stabil sind, und daher bei Einwirkung des Entwicklers am leichtesten Schleier verursachen, bzw. einen mikroskopisch kleinen schwarzen Fleck hervorrufen können. Sie bilden die durch die Reifung erreichbare endgültige Form von aus Brom- und Jodsilber bestehenden Mischkristallen, besitzen eine durchschnittliche Größe von 1,0 bis 2,5 Mikrons, können jedoch auch um das 25fache größer sein, und sind in den hochempfindlichen Emulsionen als solche „giant cristals" fast stets in einigen Exemplaren vertreten. Wahrscheinlich entstehen sie durch langsame Wiederkristallisation aus Bromalkali- und Ammoniaklösung und sie für sich allein, also unter Ausschaltung der anderen Typen auf dem Wege über die Emulsion herzustellen, dürfte wahrscheinlich unmöglich sein. Diese wohlausgebildeten Kristalle sind meist flach und relativ dünn, und zeigen hexagonale und trigonale Modifikationen der hexakisoktäedrischen und hexakisdodekaëdrischen Form des regulären Systems, obwohl in verschiedenen Emulsionen fast alle Formen dieses Systems gefunden wurden. Anscheinend finden sich die flachen Formen häufiger in solchen Emulsionen, denen Ammoniak erst nach der Mischung während des Reifens zugegeben wurde, während der dickere kuboide Typus mehr in den Silberoxydammoniakemulsionen anzutreffen ist. Unter sonst gleichen Umständen scheinen beträchtliche Mengen von Jodid im Bromsilberkristall die dickeren Kristalle zu geben, bei gleicher Korngröße ist aber das jodsilberhaltige Bromsilberkorn lichtempfindlicher als das reine Bromsilberkorn[1]). Diese Emulsionen haben schon gleich nach Beendigung des Silberns ihre endgültige Korngröße und die weitere Empfindlichkeitszunahme verläuft daher unabhängig von der zunehmenden Korngröße[2]). Es ist auch zu beachten, daß gleiche Korngröße in verschiedenen Emulsionen keineswegs gleichbedeutend mit übereinstimmender Empfindlichkeit ist. Eine gelegentlich beob-

---

1) F. F. Renwick und V. B. Sease, Phot. Journ. 1924, **64.** 324; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 727.

2) Lüppo-Cramer, Z. f. wiss. Phot. 1924. **23.** 84 und 111, s. a. 1925. **24.** 137; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 1194 und 1925. **23.** 622.

achtete Doppelbrechung der Kristalle im polarisierten Lichte ist wahrscheinlich auf innere Spannungen im Korn zurückzuführen.

Emulsionen, in denen die Korngröße des Bromsilbers beträchtliche Unterschiede zeigt, besitzen erfahrungsgemäß eine umfangreichere Gradationsskala mit weniger ausgeprägter Kontrastwirkung. Umgekehrt zeigen feinkörnige Emulsionen unter sonst gleichen Bedingungen einen größeren Kontrast bei kurzer Gradation und geringerer Empfindlichkeit. Für Negativemulsionen allgemeiner Verwendbarkeit mischt man daher häufig beide Typen derart, daß sämtliche Reifestadien in der Mischemulsion in günstigstem Mengenverhältnis enthalten sind.

Die Zusammensetzung nach ihrer Korngröße stellt sich beispielsweise für eine Film-Negativemulsion des Handels, deren Empfindlichkeit ca. 350—450 H. u. D. = 16—17° Scheiner beträgt:

Maximalgröße: 1,5—2,5 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 17%,
Minimalgröße: 0,25—0,50 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 11%,
durchschnittliche Größe: 1,0—1,5 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 72%.

Den Hauptbestandteil der Emulsion bilden Kristalle vom 1. und 2. Typus, doch sind auch solche vom 3. Typ in beträchtlicher Menge vorhanden.

Film-Positivemulsion des Handels, deren Empfindlichkeit ca. 15—30 H. u. D. = 3—6° Scheiner beträgt:
Maximalgröße: 0,75 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 23%,
Minimalgröße: 0,2—0,3 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 18%,
durchschnittliche Größe: 0,5 μ, Anteil am Aufbau der Emulsion etwa 59%.

Farbenänderung der Bromsilbergelatine beim Reifen: Mit dem Reifungsvorgange ist eine Farbenänderung der Bromsilbergelatine verbunden. Die gelbweiße Farbe unreifer Emulsion geht im auffallenden Licht in einen olivgrünen Ton über, im durchfallenden Licht wird die Farbe mit zunehmender Reifung und Empfindlichkeit mehr violett und blau, ist aber bei Emulsionen, die nach verschiedenen Methoden hergestellt sind, eine unterschiedliche.

Eine Silberoxydammoniakemulsion erscheint im durchfallenden Lichte ziemlich blau, selbst wenn sie unempfindlich ist, eine ohne Ammoniak gekochte Emulsion kann empfindlicher sein und erscheint im durchfallenden Licht noch rotviolett.

Dünne Schichten unreifer Emulsion erscheinen im durchfallenden Licht gelbrot bis karminrot und ändern beim Reifen ihre Farbe in rotviolett und grauviolett bis graublau und grünblau.

Mit der fortschreitenden Änderung der Farbe im durchscheinenden Lichte vergrößert sich das Korn der Emulsion, gleichzeitig wird aber ihre Deckkraft geringer.

Unreife in der Durchsicht rot erscheinende Emulsion ist in der Regel schleierlos, besitzt eine geringe Empfindlichkeit und starke Deckkraft, beim Entwickeln entstehen harte Negative mit mangelnden Halbtönen. Die Emulsion mit graublauem Schein ist in der Regel normal gereift, jene mit grünblauem Schein aber überreif, sie schleiert, gibt grobkörnige, durchsichtige Schichten, die sehr empfindlich sind, aber flaue Negative ohne Kontraste liefern.

Erstarrung der Emulsionen.

Zweck der Erstarrung: Nach beendeter Digestion wird die Emulsion durch tunlichst schnelle Abkühlung in feste Form übergeführt, um ihre Weiterverarbeitung (Auswaschen des in ihr enthaltenen Ammoniaks und der überschüssigen Salze) zu ermöglichen.

Technische Durchführung der Erstarrung: Da die Emulsionen nach dem Digerieren in der Regel Temperaturen von 40—70° aufweisen, wäre es unwirtschaftlich, wollte man ihre Abkühlung etwa direkt in einem Kühlraum lediglich durch Luftwirkung vornehmen, auch würde die Erstarrung in diesem Falle nur verhältnismäßig langsam vonstatten gehen. Man kühlt daher zunächst nur mit fließendem Wasser oder Eiswasser, indem man dieses die auf entweder einer Marmorplatte oder einem Holzrost in flachen Wannen aufgestellten Schalen umspülen läßt, und erst wenn die Erstarrung erfolgt ist, bringt man die Schalen in den Kühlraum oder einen Eisschrank.

Bei weitem zweckmäßiger ist das in Großbetrieben häufig ausgeführte Verfahren des Einsetzens der Emulsionsgefäße in Behälter aus Eisen oder Beton, deren Wasserinhalt durch eine eingebaute Kühlschlange für Ammoniakverdampfung oder für kalte Sole auf etwa 5° gehalten wird. Um bei mehrtägiger Reifung wechselweise arbeiten zu können, müssen mehrere derartige geräumige Tröge vergesehen werden. Die Erstarrung wird durch Umrühren mit Hartholzrührern befördert und erfolgt verhältnismäßig rasch. Einrichtungen dieser Art haben noch den großen Vorteil einer angenehmen Arbeitsweise, da der übrige Raum nicht kühler als etwa

15° zu sein braucht, ohne daß die Emulsionen dadurch nachteilig beeinflußt würden.

In ähnlicher Weise wirksam sind versilberte Metallschalen mit doppeltem Boden, durch den gekühlte Sole zirkuliert.

Waschen der Emulsionen.

Zweck des Waschens: Das Waschen der Emulsionen bezweckt gegenwärtiges freies Ammoniak zu entfernen, ferner das bei der Umsetzung der Haloidsalze mit Silbernitrat entstandene Nitrat (Ammonium- oder Kaliumnitrat) und endlich den Überschuß des angewandten Brom- oder Chlorsalzes zu beseitigen. Würde man das Auswaschen unterlassen, so würden diese Salze beim Trock-

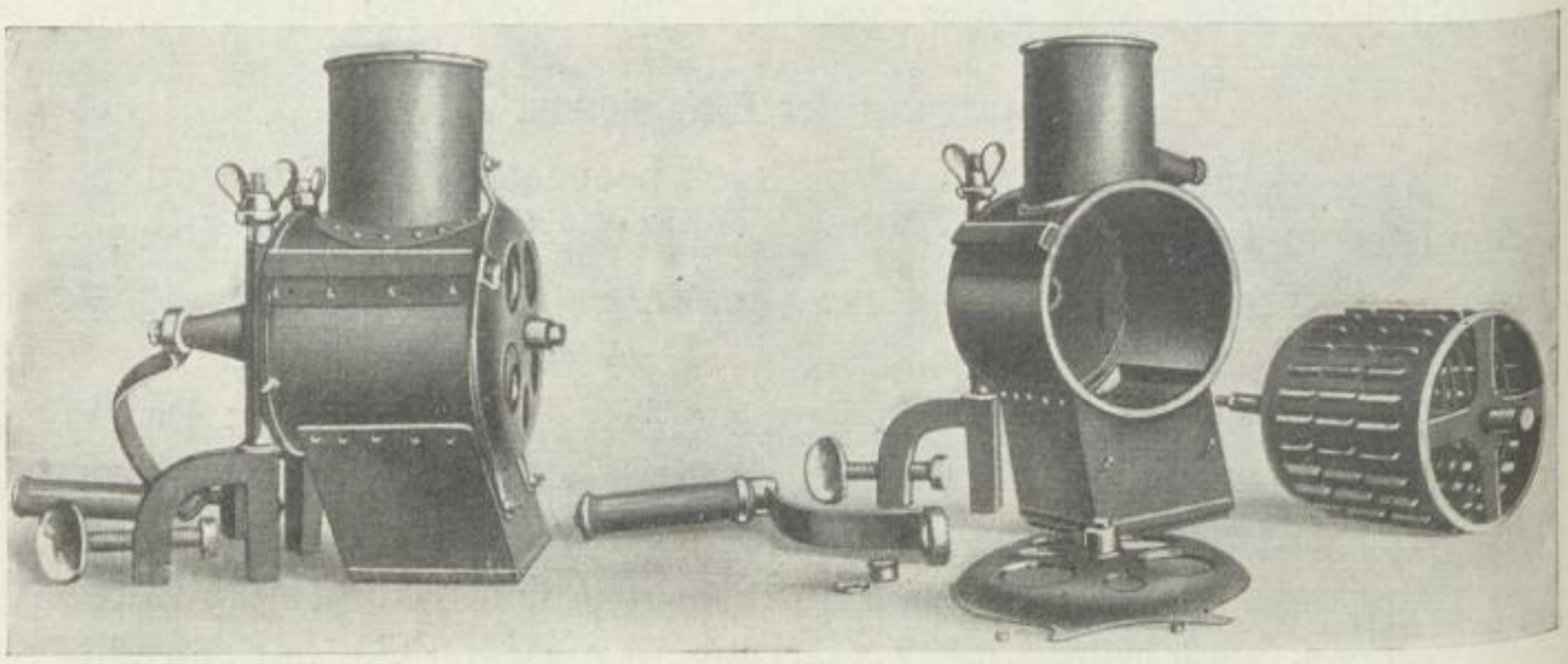


Abb. 27. Zerkleinerungsapparat für Emulsion.

nen der Schichten auskristallisieren, gleichzeitig die Empfindlichkeit der Fabrikate herabsetzen und einen harten glasigen Charakter der Negative verursachen. In den Emulsionen verbliebenes freies Ammoniak würde seinerseits je nach seiner vorhandenen Menge die Gefahr des Schleierns mit sich bringen.

Für Entwicklungspapiere — besonders Gaslichtpapiere — kommen allerdings zur Erreichung bestimmter Wirkungen vielfach auch ungewaschene Emulsionen in Anwendung, die ohne Ammoniak und mit einem nur geringen Überschuß von Haloidsalz hergestellt werden [1]), s. S. 178 und 179.

---

1) Diese Idee griff zuerst van Monckhoven auf, indem er Silberkarbonat mit Bromwasserstoffsäure im äquivalenten Verhältnis umsetzte und dadurch die Entstehung fremder Salze vermied. Phot. Mitt., 1879. **16.** 108.

Zerkleinern der Emulsionen: Um die Angriffsfläche der Gallerte zu vergrößern und dadurch den Waschprozeß zu erleichtern und zu beschleunigen, ist es erforderlich sie zu zerkleinern, doch ist dafür Sorge zu tragen, daß die Emulsion vorher gut erstarrt und fest ist, da sie andernfalls während des meist mehrstündigen Waschens, besonders mit nicht ganz kaltem Wasser, unerwünscht viel Wasser aufnehmen würde.

Vorrichtungen zum Zerkleinern: Zur Zerkleinerung der Emulsion kann für Versuche im kleinen ein kräftiges Fischernetz von etwa 4 mm Maschenweite dienen, durch das man die Emulsion durch Drehen und Drücken mit der Hand hindurchpreßt, was zweckmäßig unter Wasser geschieht um ein Zusammenkleben der dabei entstehenden langgestreckten Zylinder, der sogenannten „Emulsionsnudeln" zu verhindern.

Leichter kommt man durch Verwendung einer mechanischen Vorrichtung zum Ziele, wie z. B. einer gutemaillierten Reibmaschine, wie sie für Küchenzwecke benutzt wird (s. Abb. 27), oder einer eigens zum Zerkleinern von Emulsion erhältlichen Laboratoriumspresse (s. Abb. 28).

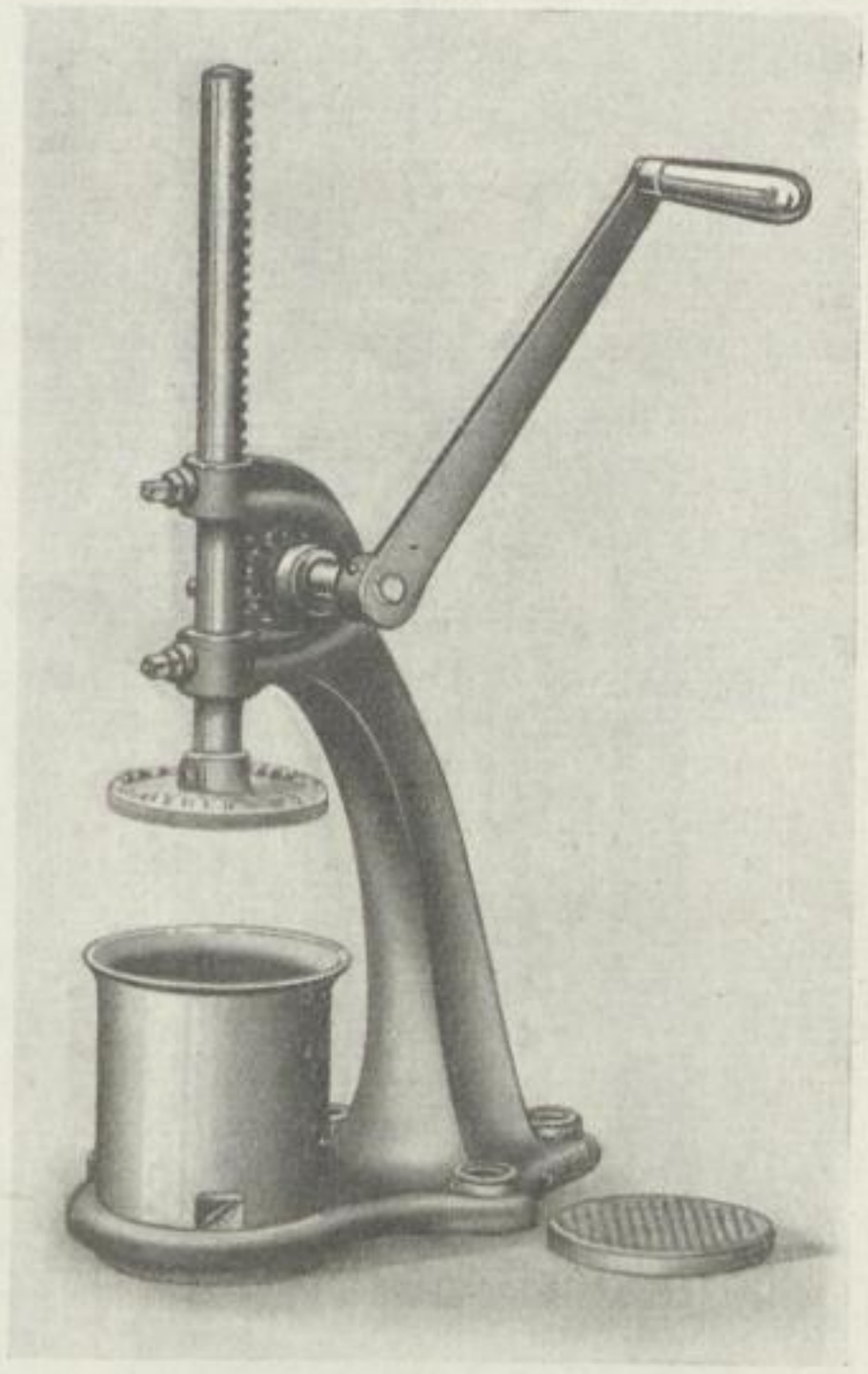


Abb. 28. Laboratoriumspresse zum Zerkleinern von Emulsion.

Für Emulsionsmengen wie sie täglich in Fabrikbetrieben zur Verarbeitung gelangen hat man besondere „Nudelpressen" gebaut, die entweder von Hand bedient werden oder für Motor- oder hydraulichen Antrieb eingerichtet sind und ein Fassungsvermögen von 10, 20, 50 und auch mehr Litern besitzen[1]).

1) Die in den Abbildungen 29 u. 30 wiedergegebenen Emulsionspressen stellen die Modelle der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig dar; ähnliche Pressen baut die R. W. Munro, Ltd., South Tottenham, London, N. 15.

Die Emulsionspressen für Handbetrieb (s. Abb. 29) bestehen aus einem Zylinder, in dessen unteren Teil eine Schneidplatte einsetzbar ist, und in dem ein Kolben mittels einer Spindel und ansitzendem Handrad auf- und abwärts bewegt werden kann. In

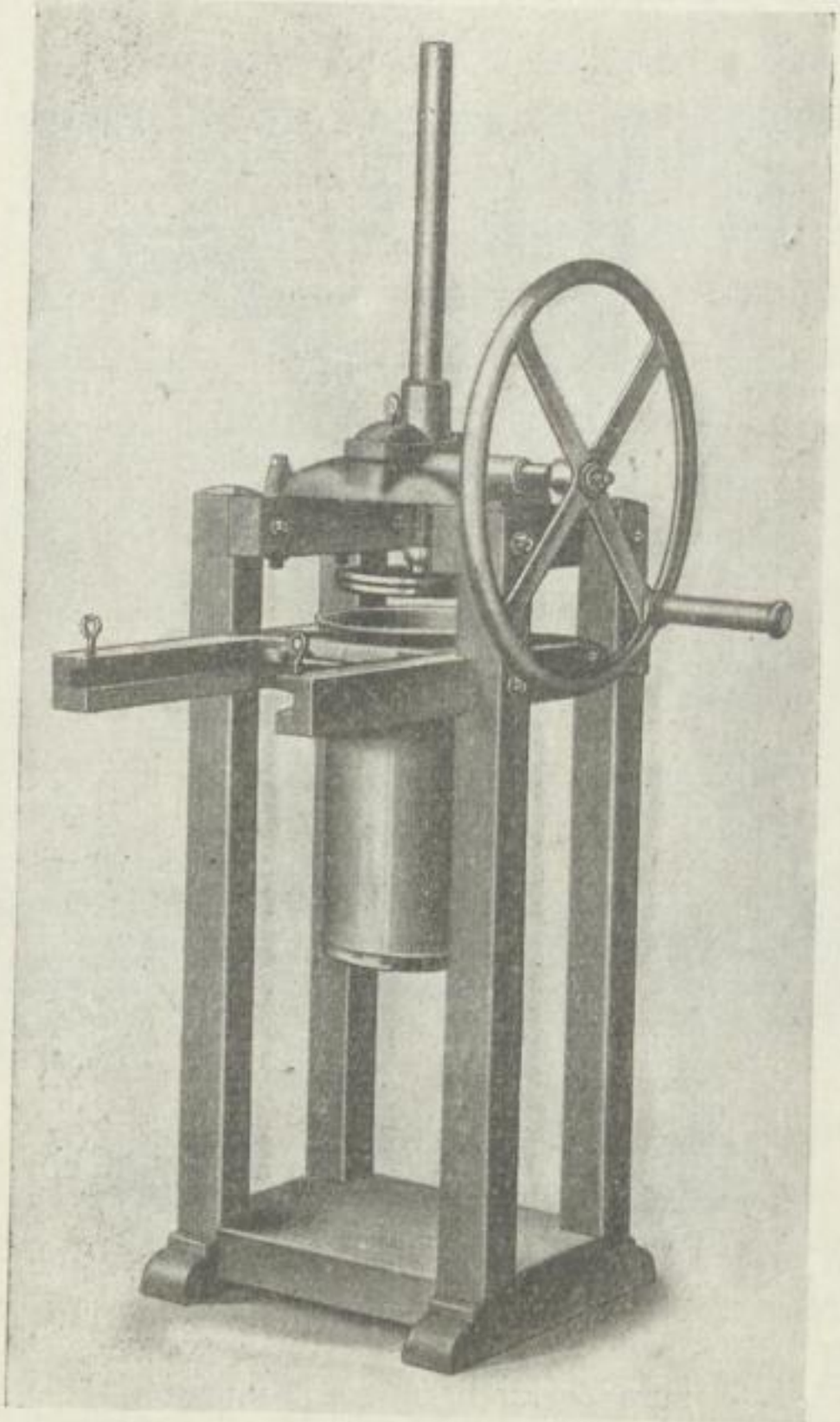


Abb. 29.
Emulsions-Nudelpresse
für Handbetrieb.

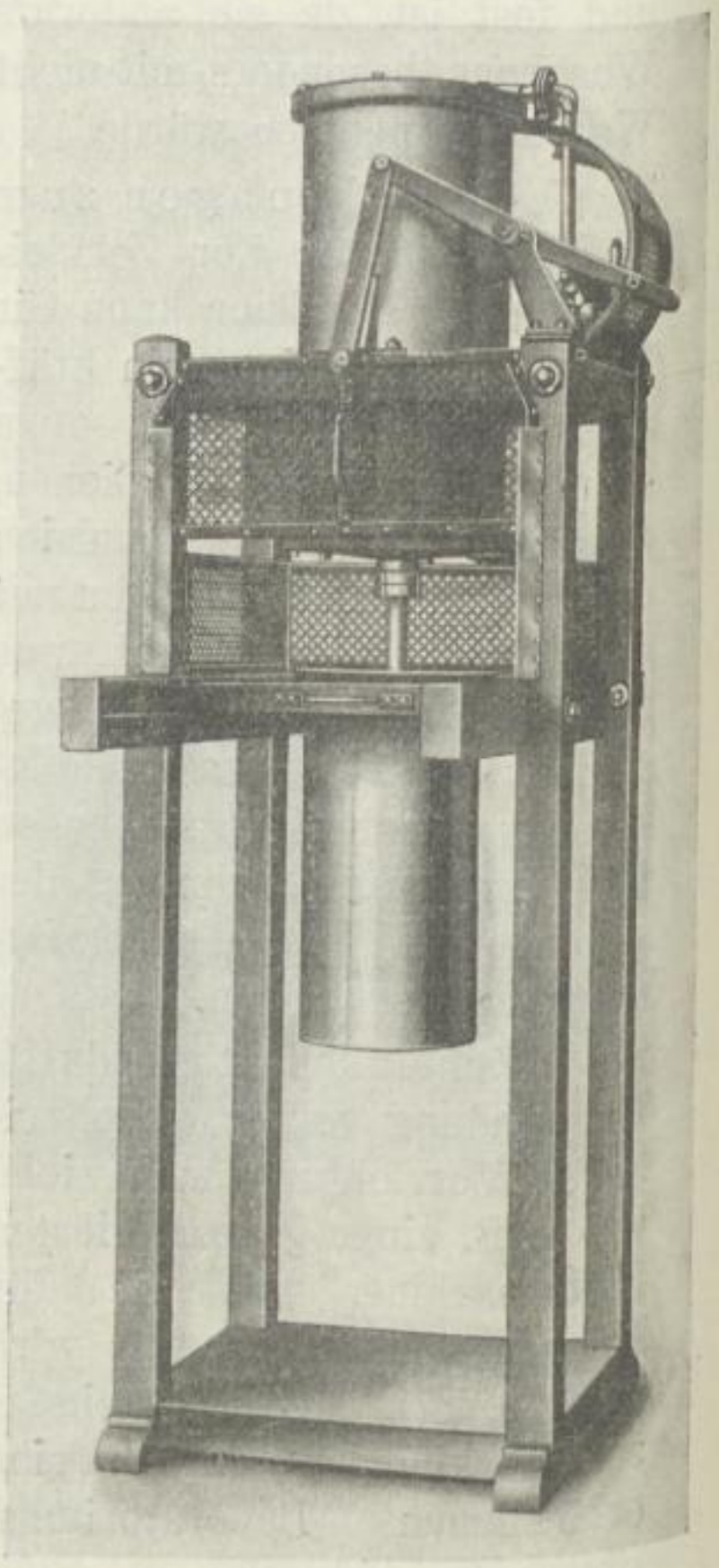


Abb. 30.
Emulsions-Nudelpresse
für hydraulischen Antrieb.

bewährter Ausführung besteht der Zylinder aus entweder stark versilberter Phosphorbronze oder aus Reinnickel. Die gleichfalls gut versilberte aus Messing gefertigte Schneidplatte enthält runde oder quadratische, schwach konisch ausgearbeitete Löcher von 5 bis 7 mm Durchmesser, oder setzt sich aus kreuzweise zusammengefügten messerartigen Nickelstreifen zusammen, welche die Emulsionsgallerte

in vierkantige Streifen zerlegen, die sich leicht auswaschen lassen. Der ganze Apparat ist auf einem Holzgestell mit einer herausziehbaren Tischplatte befestigt, der den Emulsionszylinder trägt, so daß dieser leicht mit Emulsion gefüllt und nach beendetem Zerschneiden zur Reinigung herausgehoben werden kann.

Die erhaltenen Nudeln entsprechen in ihrer Dicke, der allein für das Auswaschen eine Bedeutung zukommt, den Bohrlöchern der Schneideplatte, ihre Länge ist je nach der physikalischen Beschaffenheit der Gallerte sehr verschieden und erreicht oft bis zu 10 und 15 cm.

Die hydraulischen Emulsionspressen (s. Abb. 30) erlauben ein weit bequemeres und schnelleres Arbeiten und sind daher im Großbetriebe nahezu unentbehrlich. Die Ausführung des Emulsionszylinders und der Schneideplatte ist die gleiche wie schon beschrieben. Der obere aus Eisen bestehende hydraulische Zylinder besitzt einen Kolben mit Ledermanschetten und Rotgußstopfbüchsen, und eine Umschaltung durch einen Vierwegehahn. Durch den Wasserdruck, der wenigstens 2 kg pro qcm betragen muß, wird der Kolben abwärts bewegt und preßt dabei mit einem Stempel die Emulsion in etwa 2 Minuten durch die Schneideplatte. Auch diese Pressen werden von einem kräftigen Holzgestell getragen und erlauben ein Herausziehen des Emulsionszylinders zum Zwecke der Füllung und Reinigung.

Waschvorrichtungen für kleine Emulsionsmengen: Die einfachste Methode, die zerkleinerte Emulsion zu waschen, besteht darin, daß man sie in ein Gefäß mit Wasser gibt, mit einem Holzrührer oder Glasstab von Zeit zu Zeit umrührt und das Wasser etwa alle 10—15 Minuten durch ein Haarsieb abgießt und durch frisches ersetzt. In dieser Weise durchgeführt, ist das Auswaschen kleiner Emulsionsmengen in 2—3 Stunden beendet.

In ähnlicher Weise kann man die Emulsionsnudeln in einen Beutel aus Organtinstoff bringen, den man mit Hilfe eines quer übergelegten Glasstabes in ein Glas einhängt, das mit Wasser gefüllt ist. Auch bei dieser Anordnung wechselt man das Wasser etwa 8—10 mal innerhalb von 2 oder 3 Stunden.

Verwendet man fließendes Wasser, so führt man dasselbe mittels einer Glasröhre bis zum Boden des die Emulsion enthaltenden Gefäßes, so daß die Emulsionsnudeln durch die Wasserströmung bewegt werden und dadurch immer wieder mit frischem Wasser

in Berührung kommen. Um ein Fortschwemmen von Emulsionsteilchen mit dem abfließenden Wasser zu verhindern, wird die obere Öffnung des Gefäßes durch Umbinden mit dünnem Leinen oder dergleichen abgedeckt. Die ganze Anordnung ist leicht in jeder Dunkelkammer vorzunehmen oder aber man stellt das Wässerungsgefäß in einen gut verschließbaren Zinkbehälter, der mit einer lichtsicheren Zu- und Abflußöffnung versehen ist, wie es Abb. 31 zeigt.

Für Emulsionsmengen von wenigen Litern sind auch Vorrichtungen nach Abb. 32 praktisch. Sie bestehen aus einem Gefäß aus Steingut, Steinzeug oder starkem Zinkblech, um dessen innere Wandung ein vorspringender Rand *B* läuft. Auf letzterem ruht ein feines in Holz gefaßtes Haarsieb *C* dicht auf, so daß das

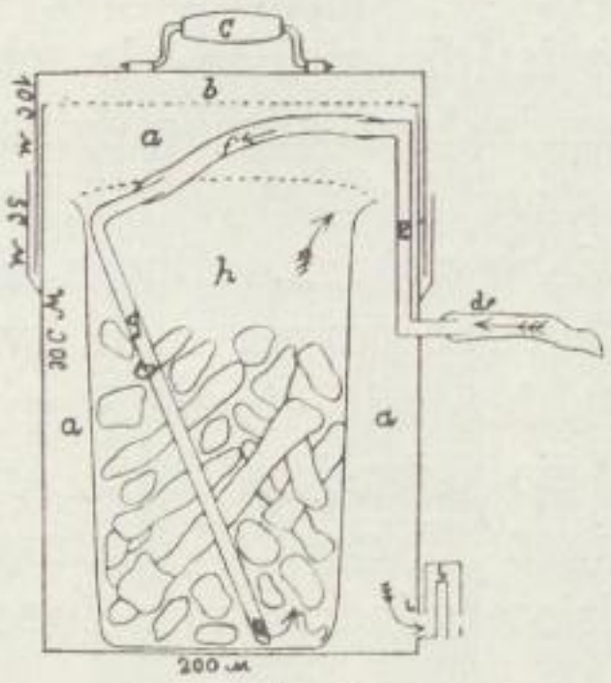


Abb. 31.

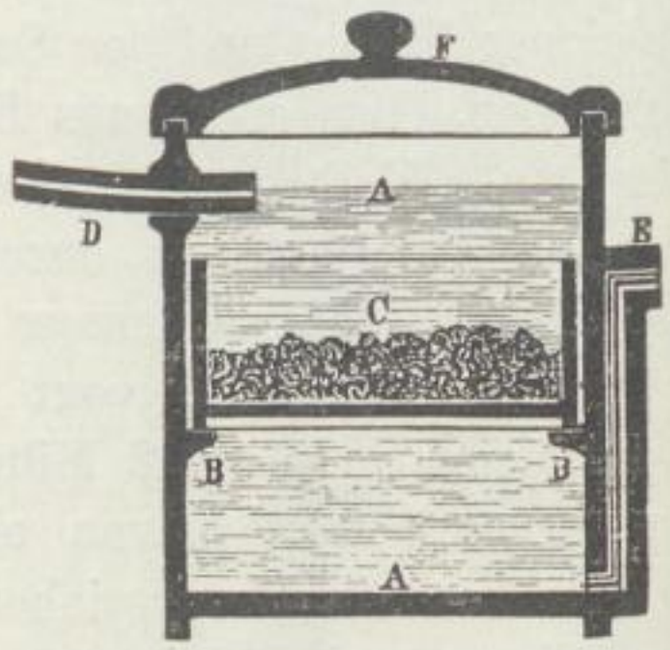


Abb. 32.

Waschvorrichtungen für kleine Emulsionsmengen.

Wasser nicht seitlich emporsteigen kann. Das Sieb enthält die zerkleinerte Emulsion und wird mit einem zweiten darüber gestürzten Haarsieb verschlossen. Bei *E* läßt man das Wasser eintreten, es durchströmt das Sieb, wühlt hier die Emulsion auf und fließt bei *D* ab. Der lichtdicht übergreifende Deckel *F* verschließt den Apparat.

Wässerungsanlagen für Fabrikbetriebe: Um den Wasserverbrauch in der Fabrikation nicht nur wirksam, sondern auch ökonomisch zu gestalten, ist dafür zu sorgen, daß die Emulsionsnudeln in ständiger Bewegung gehalten werden, sich also weder an den Gefäßwandungen noch am Boden derselben ansetzen, und auch immer wieder mit frischem Wasser in Berührung kommen. Keineswegs kommt es also, wie in der Praxis oft übersehen wird, auf die verwendeten Wassermengen und die Dauer des Wasch-

prozesses so sehr an, als vielmehr auf die günstigste Art und Weise der Auslaugung. Vielfach genügt der Wasserstrom selbst, um eine ausreichende Bewegung der Emulsionsnudeln, die ständige Erneuerung des Wassers und damit das Hinausdiffundieren der Salze aus den Nudeln zu sichern, ist jedoch der Wasserdruck ein unzureichender, ist die Anwendung von Rührvorrichtungen angezeigt und naturgemäß beansprucht der Waschprozeß in solchem Falle auch eine längere Zeit.

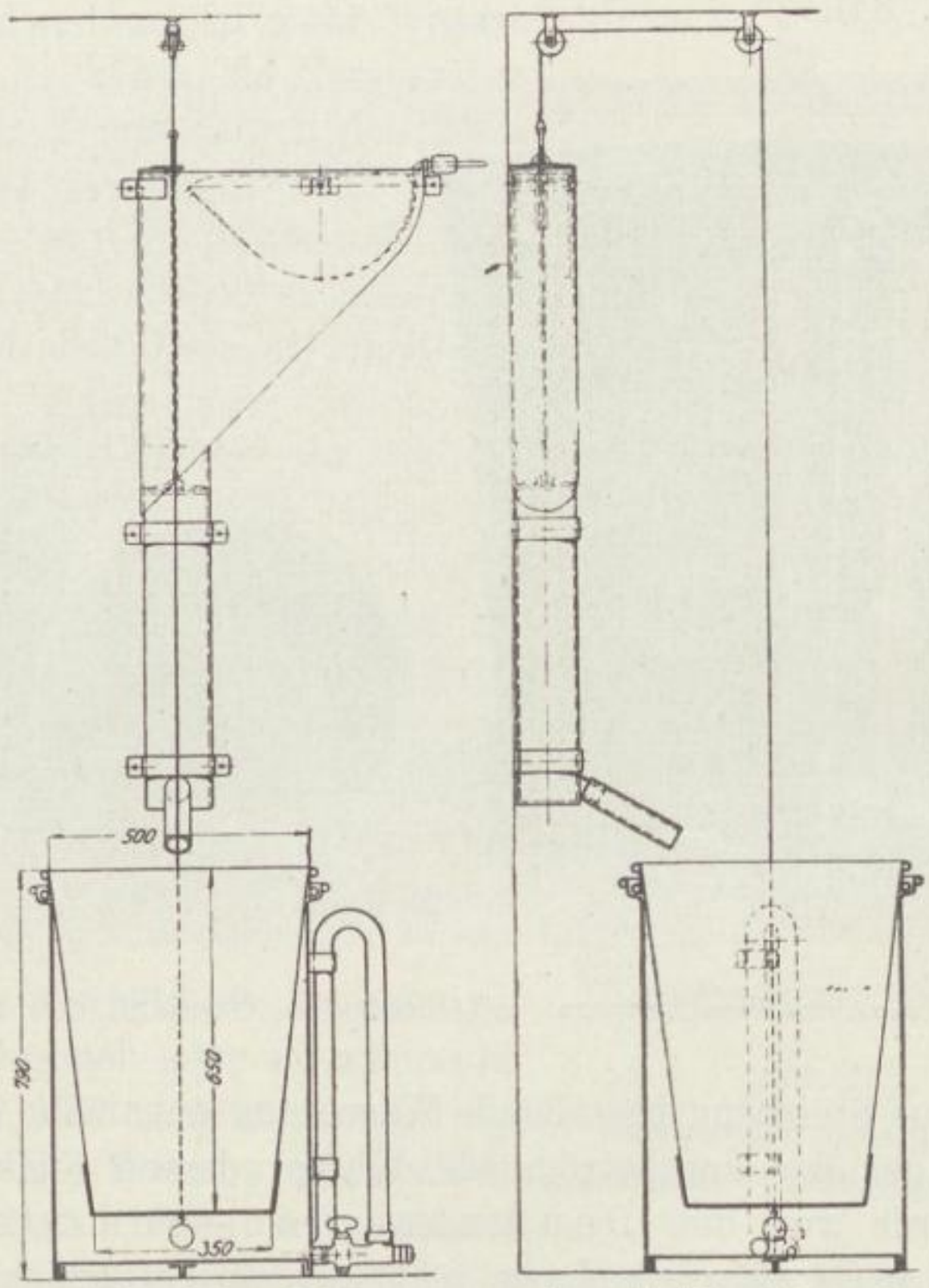


Abb. 33. Automatisch arbeitende Wässerungsanlage für Emulsionen in schematischer Darstellung.

Eine automatisch mit periodischem Wasserwechsel arbeitende Anlage wie sie die Abb. 33 zeigt, scheint allen Anforderungen am besten zu entsprechen; das Emulsionsgefäß wird durch ein Gegengewicht aus dem Wasser herausgehoben und letzteres von Zeit zu Zeit erneuert. Ein Vorteil dieser Einrichtung besteht noch darin, daß Anzahl und Zeit der vorgenommenen Wassererneuerung bekannt

sind, also bei vorausgesetzt gleichmäßiger Wassertemperatur und -beschaffenheit einen brauchbaren Maßstab für die Wässerung im Fabrikationsbetrieb an Hand geben.

Vielfach begnügt man sich mit siebartigen in etwas größeren Holzbottichen befindlichen Gefäßen, in denen sich die Emulsionsnudeln befinden, die darin durch ein Rührwerk in Bewegung gehalten werden. Das Wasser wird oben zugelassen, durchströmt den Siebboden, und fließt aus einem Überlauf des äußeren Bottichs ab (s. Abb. 34).

Abb. 34. Emulsions-Waschapparat mit Siebboden, Überlauf (und Rührwerk).

Eine aus Steinzeug bestehende Wässerungsapparatur ohne Rührwerk, bei der das durchströmende Wasser dessen Funktion übernimmt, wurde von den Deutschen Ton- und Steinzeugwerken, A.-G., Charlottenburg, mehrfach ausgeführt (s. Abb. 35).

Wo nur enge Röhren zur Verfügung stehen, ist der Gebrauch von wasserdurchlässigen Stoffsäcken empfehlenswert, die um einen Bügel gespannt sind. Sie hängen innerhalb konischer hölzerner Bottiche von etwa 50 cm oberem Durchmesser und 1 m Höhe, die zur erleichterten Bedienung in Lagern kippbar eingerichtet sind und sich in Serien angeordnet über flachen das ablaufende Wasser aufnehmenden Bassins befinden. Das Wasser tritt in den unteren Teil der Bottiche ein, durchspült diese und damit auch die Emulsions-

nudeln und fließt durch den Überlauf wieder ab, so daß ein Verlust von Nudeln durch Fortspülen ausgeschlossen ist.

Nicht unerwähnt bleibe, daß das Wasser nach Passieren der zur Abscheidung suspendierter Verunreinigungen vorgesehenen Filter (s. S. 123) nicht mehr durch rein eiserne, sondern nur noch durch innen verzinnte oder aus Messing bestehende Röhren zugeführt werden darf.

Temperatur des Waschwassers: Eine Gelatinegallerte (Emulsion) nimmt um so mehr Wasser in sich auf, je höher die Temperatur desselben ist. Temperaturen des Wassers zwischen 8 und 13° dürfen für das Waschen von Emulsionen als normale gelten, sind dieselben höher, so wird je nach der Beschaffenheit der vorliegenden Gelatine mehr oder minder Wasser aufgenommen bis zur schließlich oft mehr als doppelten Menge bei über 20°. Derartige Verschiedenheiten in der Wasseraufnahme zu vermeiden, ist für die Erzeugung gleichmäßiger Fabrikate außerordentlich wichtig, und Brunnenwasser von in jeder Jahreszeit nahezu gleicher Temperatur ist daher einem Leitungswasser im allgemeinen stets vorzuziehen.

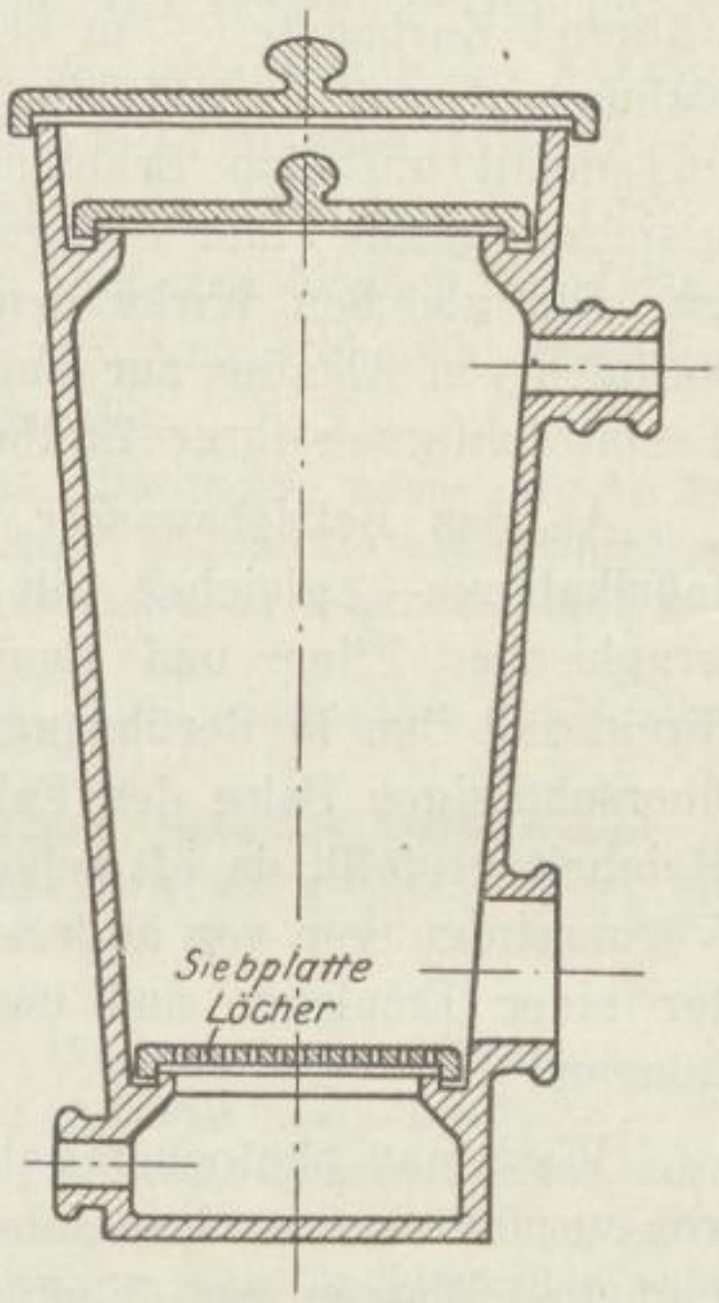


Abb. 35.
Emulsions-Waschapparat in geschlossener Steinzeugausführung.

Sind die Verhältnisse ungünstige, wie es im Sommer oder in wärmeren Klimaten der Fall sein kann, muß die Temperatur des Wassers nötigenfalls auf künstlichem Wege herabgesetzt werden. Man stellt in solchen Fällen gut abgedeckte Vorratsbehälter aus Holz, gut isolierte stark verzinkte Eisenbehälter oder solche aus Beton auf, deren Wasserinhalt durch eingelegte Verdampferschlangen gekühlt und darauf den Waschapparaten zugeführt wird. Die nicht unbeträchtlichen Kosten einer derartigen Abkühlung verhältnismäßig großer Wassermengen verlangen naturgemäß eine besonders sorgfältige Überwachung und rationelle Durchführung des Waschprozesses.

Ist eine Abkühlung des zur Verfügung stehenden Wassers

nicht möglich, so bleibt nur übrig, einen gewissen Ausgleich dadurch zu schaffen, daß der Emulsionsansatz so konzentriert wie möglich erfolgt.

Beschaffenheit des Betriebs(Wasch)wassers: Abgesehen von den allgemeinen Bedingungen, denen das Wasser hinsichtlich seiner Reinheit zu entsprechen hat, sei vorausgeschickt, daß ein Gehalt desselben an Kalzium- und Magnesiumsalzen bemerkenswerterweise einen Löslichkeitsverlust an Gelatine verhütet, während Karbonate — in erhöhtem Maße besonders Natrium- und Kaliumkarbonat — auf eine beschleunigte Hydrolyse beim Reifen und damit auf eine Erhöhung der Empfindlichkeit hinwirken, die gleichzeitig mit einer Steigerung der Rotempfindlichkeit verbunden ist. Die gleichen Wirkungen werden natürlich durch absichtliches Zufügen von Alkalien zur Emulsion erreicht, womit jedoch auch eine Beeinträchtigung ihrer Haltbarkeit Hand in Hand geht.

An das Betriebswasser werden daher in der Trockenplattenfabrikation — gleiches gilt natürlich für die Fabrikation photographischer Filme und Emulsionspapiere — soweit die Emulsion direkt mit ihm in Berührung kommt, wie es beim Auswaschen der überschüssigen Salze der Fall ist, erhöhte Anforderungen an seine Reinheit gestellt, da oft schon geringe Mengen gewisser Salze oder Verunreinigungen von äußerst nachteiligem Einfluß auf den Charakter einer Emulsion sind und auch Fehler aller Art verursachen können.

Wird man photochemische Betriebe mit Rücksicht hierauf auch von vornherein nur dort anlegen, wo ein zuverlässig reines und geeignetes Wasser zur Verfügung steht[1]), so muß dasselbe doch in regelmäßigen Zeitabständen untersucht werden, besonders aber dann, wenn sich Fehler in der Fabrikation zeigen, deren Ursache auf schädigende Bestandteile des Wassers zurückgeführt werden können.

---

1) Als Beispiel hierfür verdient bemerkt zu werden, daß sich die Gegend von St. Louis, Mo., U. S. A., als besonders günstig für die Trockenplattenfabrikation erwiesen hat, und daß der Versuch, eine der dort befindlichen Fabriken in eine andere Gegend zu verlegen aufgegeben, werden mußte, da man nicht in der Lage war, mit anderem Wasser unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen ein gleichwertiges Fabrikat zu erzeugen. — Auch die bekanntlich hervorragende Reinheit der Rives-Papiere ist, wie schon in der Phot. Mitt. vom Jahre 1882, **19.** 129 ff., ausgeführt wurde, hauptsächlich besonders günstigen Wasserverhältnissen zuzuschreiben.

Filtrieren des Betriebswassers: Um suspendierte, dem Auge oft kaum sichtbare Stoffe wie Tone oder Algen zurückzuhalten, ist eine Reinigung des Wassers durch Filtration angezeigt, wozu man sich zweckmäßig der Kieselgurfilter in Zellenform bedient, die nach dem System der Berkefeldfilter für industrielle Zwecke in großer Zahl an einem gemeinsamen Einsatzstück in einem eisernen Topfe hängen, von dem ein einziges Abflußrohr ausgeht. Bei konstantem Betriebe ist bei Vermeidung allzuhäufiger Reinigung für eine Stundenleistung von 50 l Wasser bei mindestens 1 Atm. Druck 1 Filterzylinder zu rechnen, wenngleich die Anfangsleistung wesentlich höher ist. Natürlich können auch Filteranlagen anderer Art wie z. B. Zellstoffilter sehr brauchbar sein [1]).

Bei der großen Empfänglichkeit photographischer Emulsionen ist auch die Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden destillierten Wassers stets sorgfältig zu überwachen.

Prüfung des Betriebswassers: Die Stoffe, welche man bei Prüfung des Wassers erfahrungsgemäß zu berücksichtigen hat, und die je nach ihrer Menge und Form, in der sie im Wasser enthalten sind, die Emulsion mehr oder minder nachteilig beeinflussen können, sind:

1. Kalium-, Natrium-, Ammonium, Kalk-, Zinn-, Magnesium-, Blei-, Zink-, Kupfer-, Eisensalze und freies Ammoniak.
2. In gebundenem Zustande: Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, salpetrige Säure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kohlensäure.
3. Organische Substanzen.
4. Suspendierte Stoffe: Ton, Algen u. dgl.

Man verfährt bei der Prüfung so, daß die Wasserprobe erst entnommen wird, nachdem man das Wasser eine Zeit lang frei hat auslaufen lassen. Die Probe — etwa 5 l — wird in einem sorgfältig gereinigten und gut verschlossenen Glasgefäß, das zuletzt mit einer geringen Menge des Probewassers ausgespült wurde, kühl aufbewahrt.

Farbe, Klarheit, Geruch und Geschmack geben erste Anhaltspunkte, worauf man zu einer chemischen nötigenfalls auch bakteriologischen Untersuchung übergeht.

Gesamtalkaligehalt (Karbonate von Kalzium, Magnesium und Natrium): 100 ccm der Wasserprobe versetzt man mit einigen Tropfen Methylorange und titriert mit N/50 Schwefelsäure bis zur eben bleibenden Orangefärbung. 1 ccm N/50 H_2SO_4 Lösung entspricht 10 mg an Alkalien im Liter Wasser.

Chloride von Kalium, Natrium, Ammonium: Man versetzt eine Wasserprobe von ca. 100 ccm mit 2 ccm Salpetersäure und 2 ccm 2½ proz. Silbernitratlösung, wobei eine Trübung durch sich ausscheidendes Chlorsilber die Gegenwart von Chlor anzeigt, das sich in gebundenem Zustande als Natriumchlorid, Kaliumchlorid usw. fast stets im Wasser findet.

Zur quantitativen Bestimmung versetzt man 100 ccm der Probe mit etwa 3 ccm 10 proz. Kaliumchromatlösung (halogenfrei!) und titriert mit N/100 Silbernitrat-

1) s. hierzu Phot. Ind. 1928. **26.** 961—963.

lösung bis zur ersten bleibenden rötlichen Färbung. Je 1 ccm verbrauchter Silbernitratlösung entspricht 5,8 mg NaCl im Liter.

Kalzium- und Magnesiumsalze: 50 ccm Wasser werden mit wenig Salzsäure angesäuert, dann mit Ammoniak im Überschuß versetzt und zur Fällung des Kalziums mit Ammoniumoxalat. Im Filtrate von Kalziumoxalat gibt phosphorsaures Natrium oft erst nach längerer Zeit bei Anwesenheit von Magnesiumsalzen einen weißen Niederschlag.

Sämtliches vorhandene CaO und MgO auf CaO berechnet und in mg ausgedrückt stellt die Gesamthärte des Wassers dar. (1 mg CaO in 100 ccm Wasser entspricht 1 deutschen Härtegrad.)

Zur Bestimmung der Gesamthärte versetzt man 100 ccm des Wassers in einem graduierten Mischzylinder mit 20 Tropfen Phenolphtaleïnlösung (1 : 100), stumpft tropfenweise unter Umschwenken mit N/10 Kalilauge bis zur Rosafärbung ab, nimmt diese mit 1 Tropfen N/10 Salzsäure fort und setzt nun vorsichtig unter Umschwenken 1/20 normale, glyzerin-alkoholische Kaliumpalmitatlösung hinzu bis die Lösung rosarot erscheint. Die verbrauchten ccm Seifenlösung mit 1,4 multipliziert, ergeben die deutschen Gesamthärtegrade.

Blei, Zink oder Kupfer finden sich als Folge von bleiernen, verzinkten oder kupfernen Leitungsröhren im Wasser. Man säuert 1—2 Liter des Wassers mit Salzsäure an, konzentriert dasselbe bis auf etwa 100 ccm und behandelt mit Schwefelwasserstoff. Entsteht ein schwarzer Niederschlag, der aus Schwefelkupfer oder aus Schwefelblei bestehen kann, so filtriert man ihn ab, wäscht ihn mit destilliertem Wasser gut aus und löst ihn in verdünnter Salpetersäure, wobei nur flockiger Schwefel zurückbleibt, den man abfiltriert. Nachdem man das Filtrat von dem größten Teil der Salpetersäure durch Abdampfen befreit hat, scheidet sich etwa vorhandenes Blei nach Zusatz von verdünnter Schwefelsäure und Alkohol als weißer Niederschlag ab.

Wird die von dem Bleisulfat abfiltrierte Flüssigkeit mit überschüssigem Ammoniak blau oder mit Ferrozyankalium bräunlich hellrot, so ist damit die Gegenwart von Kupfer erwiesen.

Hat man alles Blei und Kupfer aus dem mit Salzsäure angesäuerten Wasser entfernt, so fügt man Natriumazetat im Überschuß hinzu, um die Salzsäure vollständig zu binden und Essigsäure frei zu erhalten. Durch wiederholte Behandlung mit Schwefelwasserstoff scheidet sich vorhandenes Zink als Schwefelzink ab.

Eisen: Eine besondere Probe des Wassers wird mit reiner eisenfreier Salzsäure angesäuert und tropfenweise mit 10%iger Rhodanammoniumlösung versetzt, wobei im Falle der Anwesenheit von Eisen eine intensiv rote Färbung auftritt.

Zur quantitativen Bestimmung sehr geringer Eisenmengen bedient man sich zweckmäßig der kolorimetrischen Methode. 100 ccm der Wasserprobe versetzt man mit 1 ccm Salpetersäure, verdampft zur Trockne, nimmt mit 5 ccm dest. Wasser unter Zusatz von 1 ccm konz. Salpetersäure auf, und überträgt die Flüssigkeit in eine Neßlerröhre. Gleichzeitig bereitet man drei Vergleichslösungen, indem man sich dazu einer Standard-Eisenchloridlösung bedient. Um diese herzustellen, löst man 0,1 g reinen Eisendraht in 20 ccm Salzsäure (1 : 1), kocht unter Zusatz von 5 ccm Bromwasser, bis alles Brom entfernt ist, kühlt ab und verdünnt auf 1 l. Von dieser Standardlösung gibt man in je eine weite Neßlerröhre 0,1 ccm, 0,5 ccm und 1,0 ccm, darauf je 5 ccm dest. Wasser und je 1 ccm konz. Salpetersäure. Sämtliche vier Lösungen werden mit 10%iger Azeton auf 50 ccm verdünnt, mit 2 ccm 2%iger Rhodankaliumlösung versetzt, und die Färbung der Probe mit derjenigen dieser Lösungen von bekanntem Eisen-

gehalt verglichen, woraus sich auch der Gehalt der Probe ergibt. 1 ccm der Eisenchloridlösung entspricht 1 mg Fe im Liter.

Ammoniak bzw. Ammoniumsalze: Man versetzt 100—150 ccm Wasser mit 0,5 ccm Natriumhydroxydlösung und 1 ccm Natriumkarbonatlösung, um etwa vorhandene Erdalkalien zu entfernen. Bei auftretendem Niederschlag filtriert man in einen engen Glaszylinder und fügt 1 ccm Neßlersches Reagenz hinzu. Entsteht hierdurch eine gelbe Färbung oder bei Zusatz eines weiteren ccm eine rötlichbraune Trübung, so wird dadurch ein geringerer oder größerer Gehalt des Wassers an Ammon angezeigt. s. a. S. 128.

Schwefelsäure und Sulfate werden am Entstehen eines weißen Niederschlages oder einer Trübung erkannt, wenn das zu prüfende Wasser nach Ansäuern mit Salzsäure mit Chlorbariumlösung versetzt wird.

Zur quantitativen Bestimmung fügt man zu 250 ccm der Wasserprobe 1 ccm konz. Salzsäure, kocht, versetzt tropfenweise mit 10 ccm heißer 10%iger Bariumchloridlösung, kocht weitere 15 Minuten mäßig und läßt darauf 6 Stunden zum Absetzen des gebildeten Bariumsulfates stehen. Man filtriert dann durch einen gewogenen mit einer Asbesteinlage versehenen und zuvor erhitzten Goochtiegel, wäscht die Chloride mit heißem Wasser aus, trocknet, erhitzt von neuem und wägt nach dem Erkalten. Das gefundene Gewicht $BaSO_4 \times 2400$ ergibt den Gehalt an Sulfat (Ca, Na, Mg) in mg.

Salzsäure bzw. Chloride s. S. 123.

Salpetersäure und Nitrate[1]): Nach Eindampfen des Wassers und Versetzen des Rückstandes mit einigen Tropfen gesättigter Brucinlösung und reiner konzentrierter Schwefelsäure, tritt bei ihrer Gegenwart Rotfärbung auf oder mit Diphenylamin in konzentrierter Schwefelsäure eine Blaufärbung.

Salpetrige Säure bzw. Nitrite: Das mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Wasser wird mit schwefelsaurem Metaphenylendiamin versetzt, wobei eine Gelbfärbung eintritt.

Phosphorsäure bzw. Phosphate[1]): Man dampft mit Salpetersäure ein und fügt zur salpetersauren Lösung des Rückstandes, der vorsichtig über 100° erhitzt wurde, um etwa vorhandene Kieselsäure zu binden, molybdänsaures Ammon, wodurch bei Gegenwart von Phosphorsäure eine Gelbfärbung oder bei größerem Gehalte ein gelber Niederschlag entsteht.

Kieselsäure bzw. Silikate[1]): Der durch Eindampfen einer Wasserprobe erhaltene Abdampfrückstand wird geglüht und mit verdünnter Salzsäure übergossen, wobei Kieselsäure in unlöslicher Form zurückbleibt.

Kohlensäure bzw. Karbonate: Freie Kohlensäure verursacht mit Rosolsäure (1%ige Lösung in verdünntem Alkohol) Gelbfärbung. Gebundene Kohlensäure wird durch Zusatz von verdünnter Salzsäure zu dem beim Eindampfen einer Wasserprobe sich abscheidenden Niederschlag an dabei eintretendem Aufbrausen erkannt.

Schwefelwasserstoff, Sulfide (reduzierende Substanzen): Alkalische Bleilösung (durch Zusatz von Natronlauge zu 10%iger Bleiazetatlösung erhalten) gibt nach Entfernung der etwa vorhandenen Erdalkalien durch Zusatz von 0,5 ccm

---

1) Eine Prüfung des Wassers auf Salpetersäure, Phosphorsäure und Kieselsäure, bzw. deren Salze wird für die photochemische Praxis kaum je von Bedeutung sein und ist hier nur der Vollständigkeit halber aufgenommen.

Natriumhydroxyd- und 1 ccm Natriumkarbonatlösung zu 100 bis 150 ccm der Wasserprobe je nach den Mengen der vorhandenen Sulfide eine gelblichbraune bis schwarze Trübung.

Organische Substanzen: Wird der beim Eindampfen von etwa 200 ccm Wasser zur Trockne erhaltene Rückstand stärker erhitzt, so geben sich organische Substanzen, je nachdem sie in geringerer oder größerer Menge anwesend sind, durch Bräunung oder Schwärzung zu erkennen. Faulende organische Substanz erkennt man durch Prüfung des Geruches, wenn man eine Flasche zu $^2/_3$ mit dem Wasser gefüllt und mit der Hand verschlossen geschüttelt hat.

Um ein direktes Maß für gegenwärtige oxydierbare organische Substanzen zu haben (Reduktionsvermögen), bestimmt man die zu ihrer Oxydation erforderliche Menge von 1/100 N-Kaliumpermanganatlösung. Man verfährt so, daß man 100 ccm der Wasserprobe und zum Vergleich 100 ccm dest. Wasser in je eine Neßlerröhre gibt, je 2 ccm konz. Schwefelsäure und gleich darauf genau 2 ccm N/100 $KMnO_4$ Lösung zufügt, gut umrührt und $^1/_2$ Stunde stehen läßt. Nun fügt man zu der Wasserprobe soviel von der N/100-Lösung, bis ihre Farbintensität der dest. Wassers gleicht. 1 ccm dafür verbrauchter Normallösung entspricht 0,8 mg organischer Substanz im Liter Wasser.

Suspendierte Stoffe läßt man durch Abstellen des Wassers im Kalten und Dunkeln sich absetzen (c. 5 Liter in 24 Stunden), hebert das klare Wasser ab, und prüft in schon angegebener Weise auf die in Frage kommenden Substanzen. Daneben kann der Bodensatz auch mikroskopisch untersucht werden.

Sauerstoff (Luft), der etwa durch Förderpumpen in das Wasser gelangt, ist für dessen Verwendung zum Waschen von Emulsionen stets vorteilhaft, da er gegenwärtiges Eisen in die unlösliche Ferriform überführt und dasselbe alsdann in den Filtern zurückbleibt.

Die quantitative Bestimmung des im Wasser enthaltenen Sauerstoffs kann man in einfacher Weise z. B. nach dem Verfahren von A. Levy vornehmen. Man bedient sich dazu einer Pipette von genau bekanntem etwa 300 ccm fassenden Inhalt, die an ihrem oberen und unteren Ende durch je einen Glashahn verschließbar ist und sich über dem oberen Hahn zu einem kurzen zylindrischen Trichter erweitert. Die Pipette wird mit dem zu prüfenden Wasser gefüllt, das der in einer vollständig gefüllten Flasche enthaltenen Probe von bekannter Temperatur entnommen wird. Nachdem die Hähne der Pipette geschlossen und der ansitzende Trichter entleert wurde, werden von diesem aus unter Vermeidung von Luftzutritt 3 ccm 10%iger Kalilauge zum Wasser gegeben, dann nach vorausgegangenem Waschen des Trichters genau 10 ccm N/10 Ferriammoniumsulfat. In Gegenwart der Alkalilösung oxydiert der im Wasser enthaltene Sauerstoff jetzt das Ferrosalz zu Ferrisalz, und nach leichter Bewegung setzt sich nach einigen Minuten ein Gemisch beider Hydroxyde ab. Der Trichter wird von neuem gewaschen, und man läßt nun 2 ccm konz. Schwefelsäure nach Öffnung des oberen Stopfens zufließen, die infolge ihres spezifischen Gewichtes langsam eintritt und die Hydroxyde auflöst. Der Inhalt der Pipette wird in ein Becherglas gespült und mit N/10 Kaliumpermanganatlösung titriert. Titriert man ein gleichgroßes Volumen der Wasserprobe nach Zufügung von 2 ccm der Schwefelsäure, 3 ccm Kaliumhydroxydlösung und 10 ccm der Ferroammoniumsulfatlösung, wobei die saure Reaktion die im ersten Fall vorsichgehende Oxydation verhindert, so ergiebt die Differenz zwischen beiden Titrationen die dem gelösten Sauerstoff entsprechende Kaliumpermanganatmenge. Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung des Volumens

der Alkali- und Eisensalzlösungen sowie der Temperatur unter Verwendung einer Tabelle in Gewichtsprozenten vollständig mit Sauerstoff gesättigten Wassers.

Bakteriologische Untersuchung[1]). Das Wasser wird in sterilen Reagenzröhrchen (nach Abbrennen ihres Randes) entnommen, wobei am Leitungshahn befindliche Keime durch etwa 5 Minuten langes Laufenlassen des Wassers weggesprengt werden. Unter Verwendung sterilisierter Pipetten (2 Stunden bei 160°) wird darauf bei Leitungswasser je 1 ccm der Probe (1/10 ccm bei Brunnen- oder Flußwasser) einerseits mit 10 ccm bei 35 bis 40° verflüßigter Nährgelatine sorgfältig in einer Petrischale vermischt, anderseits auch in ein Substrat von dest. Wasser, Agar und Nährstoff von 38° gebracht und gleichfalls in einer Petrischale vergossen. Um die eventuell mit zur Entwicklung gelangenden Luftkeime berücksichtigen zu können, werden gleichzeitig stets Kontrollplatten (ohne Wasserzusatz) ausgegossen. Man bebrütet die Gelatineplatten im dunklen Inkubator 48 Stunden bei 20 bis 22°, die Agarplatten 24 Stunden bei 38°, beobachtet eine etwa eingetretene Verflüssigung der Gelatine, und schreitet dann mit optischen Hilfsmitteln zur Zählung der gebildeten Kolonien, ev. zur Züchtung von Reinkulturen und zur Bestimmung der vorliegenden Organismen.

Grenzen des Auswaschens: Im allgemeinen soll der Auslaugeprozeß solange durchgeführt werden bis eine Prüfung der Nudeln die Abwesenheit freien Ammoniaks anzeigt; in der gleichen Zeit wird der Bromsalzüberschuß bis auf 0,025 % bis 0,040 % ausgewaschen sein. Bei längerem Waschen wird meist zuviel Bromsalz entfernt und sein Gehalt z. B. in 3 Stunden häufig bis auf 0,015 bis 0,025% herabgesetzt. In solchen Fällen muß es nachträglich wie es meist geschieht vor dem Nachreifen oder aber teilweise vor dem Nachreifen und teilweise der fertigen Emulsion wieder zugefügt werden. Einige Fabriken setzen absichtlich auch zum Waschwasser selbst geringe Mengen von Bromsalz zu, doch bietet der jedem den allgemeinen Anforderungen entsprechenden Betriebswasser eigene Gehalt an Natriumchlorid einen vollkommen ausreichenden Haloidjonenschutz.

Um die Tendenz zu vorzeitigem Schleiern bei empfindlichen Emulsionen herabzusetzen und auch ihre Rotempfindlichkeit zu mindern, scheint ein Gehalt von Bromkalium, der sich in den Grenzen von 0,050 % und 0,100 % bewegt und durchschnittlich etwa 0,075 % beträgt, der günstigste zu sein, doch verhalten sich die verschiedenen Emulsionen durchaus nicht gleich, so daß also eine bestimmte Bromsalzmenge in einem Falle vorteilhaft sein, in einem andern nachteilig wirken kann. Bei beispielsweise der Kino-Positivemulsion einer bekannten Handelsmarke liegt die obere Grenze des Optimums bereits bei 0,020% KBr., bei der Kino-Negativemulsion bei 0,030% KBr.

1) Genaueres s. O. Olsen, Bakteriologisches Taschenbuch, Leipzig, 28. Aufl. 1927.

Je nach der Wirkungsweise der Wässerungsanlage sind Emulsionsnudeln von 36 qmm Querschnitt für gewöhnlich in 2—3 Stunden hinreichend ausgewaschen, doch sollten sie daraufhin stets geprüft werden.

Prüfung der Emulsionsnudeln auf genügendes Auswaschen: Es hat dies in zwei Richtungen zu geschehen, einmal ist auf etwa noch gegenwärtiges freies Ammoniak zu prüfen, dann auf den Gehalt der Emulsion an überschüssigen Salzen (Nitrate, Bromide, Chloride).

Durch Neßlers Reagenz[1]): Das vollständige Auswaschen des Ammoniaks wird nach dem Grade der Färbung beurteilt, die eintritt, wenn man die gewaschenen Emulsionsnudeln mit Neßlers Reagenz behandelt. Man verdünnt 5 ccm desselben mit 100 ccm klarem, kaltem, destilliertem Wasser, und läßt in ihm etwa $^1/_5$ seines Gewichtes der teilweise zerquetschten Nudeln unter gelegentlichem Umrühren 10—15 Minuten stehen, damit das etwa noch zurückgebliebene Ammoniak genügend Zeit findet hinauszudiffundieren. Mit zunehmendem Ammoniakgehalt werden dabei die Farbtöne zitronengelb, orange, rötlich und rötlichbraun durchlaufen.

Durch Silbernitratlösung: In ähnlicher Weise wird die Gegenwart von Haloidsalzen vergleichsweise angenähert durch den Grad der Trübung beurteilt, der eintritt, wenn einerseits etwas Silbernitratlösung (ca. $2^1/_2$%ig), der ein wenig Salpetersäure zugefügt wurde, zu dem Waschwasser selbst gegeben wird.

Durch Kaliumchromatlösung: Man verdünnt bei Anwendung dieses Verfahrens, das eine quantitative Bestimmung der in der Emulsion anwesenden Haloide gestattet, genau 100 ccm gewaschener und geschmolzener Emulsion mit 4—5 Teilen Wasser

---

1) Die Herstellung von Neßlers Reagenz zum Nachweis von Ammoniak und Ammoniumsalzen erfolgt zweckmäßig in folgender Weise:

Man löst 62,5 g Kaliumjodid in 250 ccm Wasser und stellt 10 ccm der Lösung zunächst beiseite. Zum Hauptteil fügt man kalt gesättigte Quecksilberchloridlösung bis gerade ein bleibender Niederschlag entsteht (ca. 460 ccm). Durch Zugabe der zurückbehaltenen 10 ccm Kaliumjodidlösung wird nun der Niederschlag wieder in Lösung gebracht und tropfenweise noch soviel Quecksilberchloridlösung zugefügt bis eine rötliche Opaleszenz auftritt. Unter Schütteln wird darauf eine abgekühlte wäßrige Lösung von 150 g Kaliumhydroxyd eingetragen, die Mischung auf 1 Liter gebracht, und die überstehende Flüssigkeit nach erfolgter Klärung in die Gebrauchsflasche dekantiert. Das so zubereitete Reagenz besitzt eine solche Empfindlichkeit, daß 1 ccm der Lösung schon eine Färbung mit 0,008 mg NH_3 ergibt, was beispielsweise einem Gehalt von 0,8 ccm N/100 Ammoniumchloridlösung in 50 ccm Wasser entspricht.

und setzt gelbes chromsaures Kali (1:10) hinzu, bis eine deutliche Gelbfärbung eintritt. Alsdann titriert man mit $^1/_{10}$ n-Silbernitratlösung bis zum Farbenumschlag in Orange, bzw. Rotbraun.

Eine Bromsilberemulsion von 16 kg enthält bei beispielsweise 5 ccm Verbrauch der $N/_{10}$-Silberlösung, da 1 ccm $N/_{10}$ $AgNO_3$ Lösung = 0,0119 g KBr entspricht:

$$0{,}0119 \times 5 \times 160\,g = 9{,}52\,g \text{ Kaliumbromid.}$$

Oder eine Chlorsilberemulsion von 10 kg enthält bei beispielsweise 3 ccm Verbrauch der $N/_{10}$-Silberlösung, da 1 ccm $N/_{10}$ $AgNO_3$ Lösung = 0,00585 g NaCl entspricht:

$$0{,}00585 \times 3 \times 100\,g = 1{,}75\,g \text{ Natriumchlorid.}$$

Auf elektrometrischem Wege[1]). Da die Ausführung der im Vorangehenden beschriebenen Methoden häufig zuviel Zeit beansprucht, weil die Salze erst aus der Gelatine hinausdiffundieren müssen, bevor sie einer Bestimmung zugänglich sind, werden in der Betriebspraxis die Grenzen des Auswaschens der Emulsionen auch durch Messung ihrer elektrischen Leitfähigkeit festgestellt, eine Prüfung, die in wenigen Minuten erfolgen kann.

Ein hierfür brauchbarer einfacher Apparat besteht aus zwei starken Silber- oder Nickelelektroden (Platin- oder Goldelektroden sind nicht unbedingt erforderlich), die fest und parallel zueinander angeordnet sind und sich im gleichen Stromkreis mit einem Rheostaten und einer durch einen konstanten Wechselstrom gespeisten Glühlampe befinden. Die Emulsionsprobe wird rasch in einem Becherglase geschmolzen und in ein Wasserbad von konstanter Temperatur eingesetzt, worauf die Elektroden bis zu einer bestimmten Marke eingetaucht werden. Durch Justieren des Rheostaten wird der Strom jetzt solange verändert bis der durch ein kleines Fenster im Lampengehäuse erkennbare Lampendraht sich von voller Dunkelheit zu einem gerade sichtbaren Rot verändert. In dieser Stellung wird die Skala des Rheostaten abgelesen, doch muß man mehrere Bestimmungen unter und über der Sichtbarkeit des Lampendrahtes ausführen, um einen Durchschnittswert zu erhalten und so die sich aus der Erwärmung des Drahtes ergebende Verzögerung auszugleichen. Zur Auswertung werden die Ablesungen bei vollkommen ausgewaschener Emulsion mit solchen von Testemulsionen verglichen, die bestimmte kleine Mengen von Haloidsalzen enthalten, doch genügen für die Praxis Lösungen von Haloidalkali in destilliertem Wasser von 0,010

1) Zu genauerer Orientierung diene Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen, IV. Aufl., Leipzig 1925.

bis 0,100 %. Um etwaige Fehler durch eintretende Stromschwankungen auszugleichen, sollte der Rheostat vor jedesmaligem Gebrauch gegen eine der Standardlösungen geprüft werden, außerdem sind die Elektroden unmittelbar nach ihrem Gebrauch zu waschen und zu trocknen um stets gleichbleibende Prüfungsbedingungen zu sichern. Ist auch der Gelatinegehalt der flüssigen Emulsion von erheblichem Einfluß auf das Potential der Kette[1]), so ist dies für die Praxis doch ohne Bedeutung, da es sich ja meist um fortlaufend stets gleiche Emulsionen, also um nur relative Werte handelt.

Eine noch weit einfachere Vorrichtung besteht aus zwei Drahtelektroden von Silber und Aluminium, die durch einen doppelt durchbohrten Gummistopfen in ein Reagenzglas führen, das die geschmolzene Emulsion enthält. Durch einen biegsamen Draht sind die Elektroden mit einem Mikrophon verbunden. Schließt und unterbricht man nun den Strom an einer Stelle der Zuführung rasch mit den Fingern, so kann das geübte Ohr den Gehalt der Emulsion an Salzen an dem mehr oder weniger scharfen knackenden Geräusch beim Vergleiche mit verschiedenen Standardlösungen bekannten Gehaltes „abhören". Während der Prüfung befinden sich die Teströhren wie auch die Standardlösungen in einem Wasserbad um eine bestimmte Temperatur zu halten.

Beide dieser elektrischen Prüfungsmethoden eignen sich besonders zur Bestimmung sehr geringer Salzmengen in den Emulsionen, also wenn deren Ermittelung nach dem Waschen erfolgen soll.

Waschen der Emulsionen mit Alkohol: Die Emulsion kann auch mit Alkohol gewaschen werden, doch kommt dieses kostspielige Verfahren für die Praxis nicht in Frage. Legt man die zerkleinerte Emulsion in starken Alkohol, so zieht er langsam das Wasser und die Salze aus. Statt dessen kann man die geschmolzene Emulsion gleich nach der Digestion direkt in Alkohol eingießen (wie es Henderson bei seinem Verfahren vorschrieb, s. S. 176), wodurch die Reifung sofort unterbrochen und eine Nachwirkung des Ammoniaks vermieden wird.

Das Waschen mit Alkohol erfolgt allerdings unvollständiger als mit Wasser, die Gelatine wird aber gehärtet und haftet fester am Plattenglase. Nach dem Waschen mit Alkohol muß man die Emulsion mit Wasser anquellen lassen, bevor man sie schmelzen und verarbeiten will.

1) s. W. Schoeller, Zur Photochemie des photogr. Auskopierprozesses, Dissertation, Bonn 1921.

Aufbewahren der Emulsionen.

Hydrolyse der Gelatine, bzw. der Emulsion: Hierunter versteht man deren nach kürzerer oder längerer Zeit eintretenden Zerfall in einfachere komplexe Verbindungen unter chemischer Bindung eines Teiles des in der Gallerte enthaltenen Wassers. Durch Zusatz von Alkohol zu der noch flüssigen Emulsion (Herabsetzung der Ionenzahl und damit der Reaktionsfähigkeit), durch Aufbewahrung der Gallerte in Kühlräumen und durch ihre Überschichtung mit Alkohol, Benzol, Toluol und dgl. kann die Hydrolyse wohl für Wochen und selbst Monate verzögert, aber schließlich doch nicht verhindert werden. Je neutraler (pH = 7,0) eine Emulsion reagiert, um so widerstandsfähiger wird sie gegen diese Hydrolyse sein. Zusätze antiseptischer Mittel wie von Phenol, Thymol, Salizylsäure u. a., die gegen Bakterienangriffe gedacht sind — obgleich die Silbersalze an sich schon eine gewisse keimtötende Wirkung ausüben — schützen daher keineswegs gegen die Hydrolyse, sondern werden sie sogar meist befördern. Äußerlich nimmt die Emulsion dann die jedem Fachmann bekannte halbflüssige schmierige Form an, sie verliert ihr Erstarrungsvermögen und läßt sich nicht mehr vergießen (s. hierzu auch S. 241).

Während sich eine ungewaschene Emulsion, kühl gehalten, mit Leichtigkeit mehrere Monate unverändert aufbewahren läßt, besitzt sie nach dem Auswaschen des Bromsalzüberschusses und der löslichen Anteile der Silbersalze allerdings eine weit geringere Widerstandsfähigkeit und ist nun auch für das Eindringen von Keimen, die aus dem Waschwasser stammen, wenn dasselbe nicht ganz frei von Organismen oder ungenügend kalt war, wie es im Sommer oder in warmen Klimaten der Fall sein kann, bei weitem zugänglicher. Die Emulsion verliert allmählich an Festigkeit, verflüssigt sich und gibt schleiernde Schichten, die sich obendrein leicht von der Unterlage loslösen, doch hängt dies weitgehend auch von der Herstellungsweise der Emulsion ab.

Im allgemeinen werden die Emulsionen höchstens 2—3 Tage nach dem Waschen verarbeitet und inzwischen in gut gekühlten Räumen oder für Laboratoriumszwecke im Eisschrank aufbewahrt. Sorgt man für gutes Abtropfen des den Nudeln adhärierenden Wassers und behandelt man sie mit etwa 5%igem Phenol, kann die Weiterverarbeitung auch länger hinausgeschoben werden.

Aufbewahren der Emulsionen in Kühlräumen: Die Ausführung von Emulsionskühlräumen erfolgt nach allgemein

bekannten Regeln. Da die Kühlmaschine einer Trockenplattenfabrik meist nur periodisch im Betrieb ist, sind die Räume sorgfältig zu isolieren und zur Aufspeicherung der Kälte mit Vormauerung zu versehen. In jedem Raume wird eine oder mehrere Kühlschlangen aufgestellt (s. Abb. 36), und ein Elektroventilator in einem anschließenden Luftkanal sorgt für den Umlauf der Luft, die durch einen kleinen

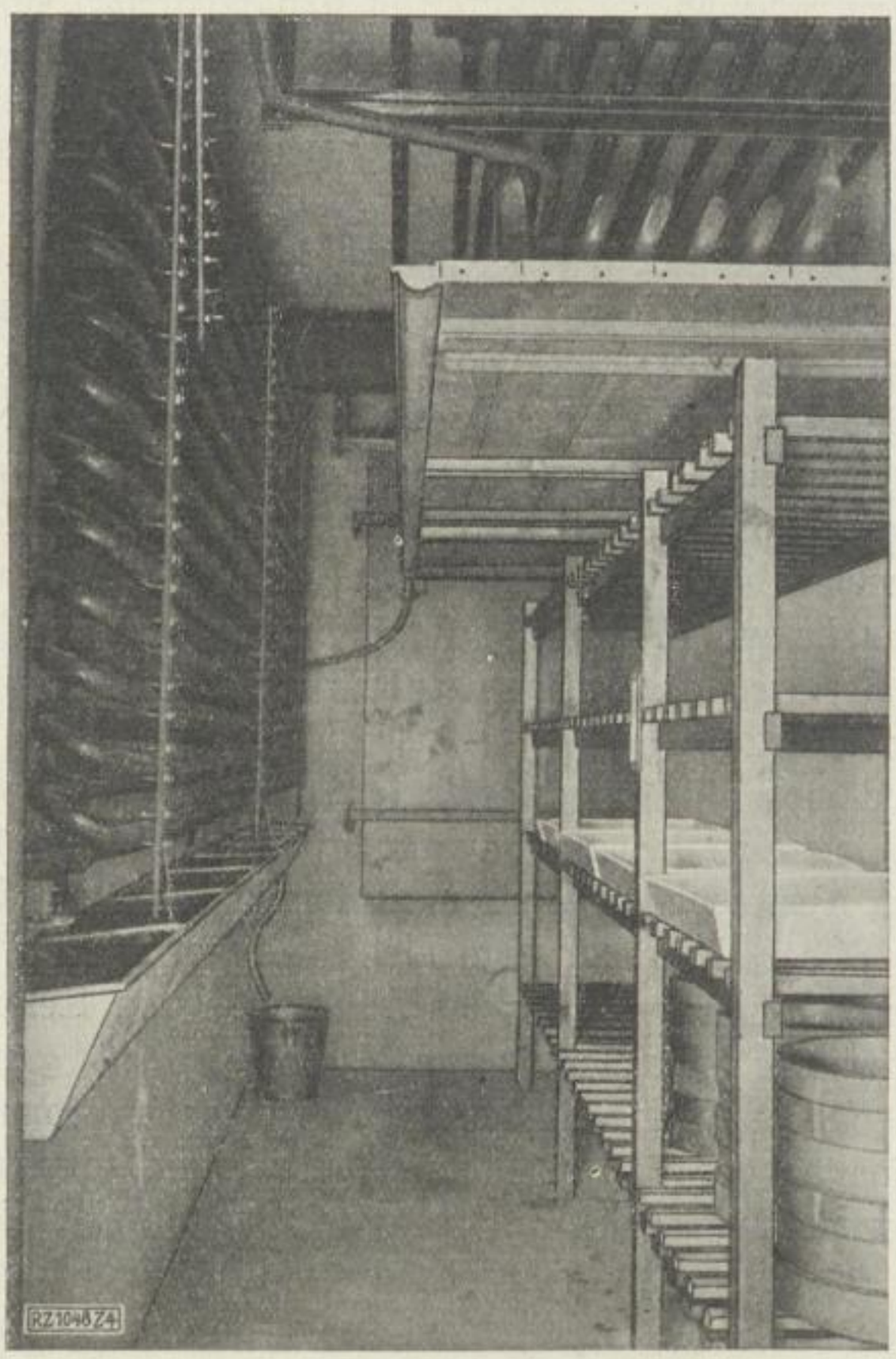


Abb. 36. Emulsionskühlraum einer Trockenplattenfabrik.

Luftkühler noch besonders rein und trocken gehalten werden kann. Auf Lattenregalen findet die in Sieben oder Schalen befindliche Emulsion Aufstellung, doch soll durch Einrichtung mehrerer Kühlräume dafür gesorgt sein, daß gewaschene Emulsionen nicht im gleichen Raum wie noch Ammoniak enthaltende zu stehen kommen, und daß auch Diapositivemulsionen vor jeder unkontrollierbaren Einwirkung von Ammoniakdämpfen geschützt werden.

Aufbewahren der Emulsionen unter Alkohol: Wie schon bemerkt, wirkt Alkohol auf die gewaschenen Emulsionsnudeln konservierend, wenn man dafür sorgt, daß ihre Oberfläche durch Eintauchen benetzt wird. Zweckmäßig verwendet man in solchen Fällen mit verflüssigter Karbolsäure denatuierten Alkohol, dessen Gehalt hiervon nach den zurzeit in Deutschland darüber bestehenden Bestimmungen 1 % beträgt.

Wird die Emulsionsgallerte vollständig mit Alkohol (Methyl- oder Äthylalkohol) überschichtet, so entzieht ihr derselbe den Wassergehalt, gleichzeitig aber auch gewisse Bestandteile der Gelatine. Ihre Haltbarkeit wird auf viele Monate erhöht, sie gewinnt an Festigkeit, arbeitet reiner und kräftiger, wird aber gleichzeitig etwas unempfindlicher und härter [1]). Helle transparente Flecke, ein Fehler mancher Emulsionen, verschwinden durch diese Behandlung häufig vollkommen. Für eine laufende Produktion kommt ein solches Verfahren als viel zu kostspielig jedoch nicht in Frage.

Aufbewahren der Emulsionen unter Benzol: Für vergleichende photochemische Untersuchungen ist die Konservierung einer Emulsion unter Alkohol allerdings nicht geeignet, da es erfahrungsgemäß nur sehr schwer oder gar nicht gelingt, eine derartig behandelte Emulsion durch erneute Wasserzufuhr genau in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit wiederherzustellen. Für solche Fälle ist, wie B. Homolka angab [2]) das Überschichten der erstarrten Emulsion mit Benzol und ihre Aufbewahrung in einem verschlossenen Gefäß im Kühlraum richtiger; selbst hochempfindliche Emulsionen können auf diese Weise monatelang unverändert aufbewahrt werden.

Als neues Konservierungsmittel für Emulsionen wurden von W. Leszynski Ester karbocyklischer Säuren und solche höherer Alkohole angegeben. Eine besonders geeignete Kombination solcher Verbindungen ist unter dem Namen „Nipakombin" im Handel [3]).

Freiwilliges Eintrocknen der Emulsionen in dünnen Schichten: Das früher mitunter ausgeführte Verfahren, Bromsilberemulsion in dünner Schicht auszugießen und die erhaltenen Folien auf Netzen zu trocknen [4]), oder auch die noch ungewaschene

1) Nach H. H. Schmidt soll dabei eine Alkoholnachreifung der Bromsilbergelatine stattfinden. Zeitschr. f. wiss. Phot. 1925. **32.** 207.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 15.

3) Phot. Ind. 1929. **27.** 427.

4) Bromsilbergelatine-Emulsion in Blattform brachte Kennett 1874 in den Handel. s. S. 5.

Emulsion durch genügenden Zusatz von Alkohol auszufällen[1]) ist heute ohne praktische Bedeutung.

Herstellen der gußfertigen Emulsionen.

Schmelzen der Emulsionen: Die gewaschene und durch mehrstündiges Abtropfenlassen — meist im Kühlraum über Nacht — von anhaftendem Wasser möglichst befreite Emulsion wird im Wasserbade von etwa 45° langsam unter Umrühren eingeschmolzen, wobei jede ungleichmäßige und zu hohe Erwärmung, wie sie namentlich am Boden und an den Wandungen der Gefäße leicht eintreten kann, vermieden werden muß, damit keine Schleierbildung eintritt.

Für kleine Emulsionsmengen benutzt man dazu die schon auf S. 97—100 angegebenen Apparaturen, für größere dagegen Kessel mit neutraler Auskleidung wie sie die Abbildungen 37—40 in verschiedener Ausführung zeigen.

Nachreifen der geschmolzenen Emulsionen: Wird die schwache Erwärmung der eingeschmolzenen Emulsion längere Zeit (einige Stunden bei 35—40°) hindurch fortgesetzt, so bemerkt man deutlich eine weiter zunehmende Steigerung ihrer Empfindlichkeit, gleichzeitig eine Zunahme ihrer Dichte[2]).

---

1) s. G. Dawson, Phot. Mitt. 1879. **16.** 36; ferner W. K. Burton, Brit. Journ. of Phot. 1881. **28.** 457, 497 und 500; Phot. Wochenbl. 1882, **7.** 312 und 331. — Auch Hendersons Emulsion (s. S. 176/177) wurde ursprünglich mit Alkohol gefällt.

2) Über den Einfluß der pH-Konzentration der Emulsion während des Waschens und der Nachreifung stellten S. O. Rawling und J. W. Glassett unter Verwendung von Gelatine sehr verschiedener photographischer Eigenschaften sowohl bei Ammoniakemulsionen wie solchen, die ohne Ammoniak hergestellt waren, Untersuchungen an. Sie ermittelten, daß die durch Nachreifung erreichte Empfindlichkeit höher oder geringer ist, je nachdem die Emulsion mit einem geringeren oder höheren pH-Wert digeriert worden war, während die Schleierbildung in der Regel von dem jeweiligen pH-Wert unabhängig bleibt. Die Änderung der auf diese Weise erhaltenen Empfindlichkeit hat aber nichts mit der Empfindlichkeitssteigerung zu tun, wie sie allein durch Digestion erreicht wird, da jede Emulsion mit verlängerter Digestion einen Empfindlichkeitsgrad erreicht, der eine Zeitlang bestehen bleibt und der für jeden angewandten pH-Wert verschieden ist. Die Korngröße scheint von Änderungen in der pH-Konzentration während der Digestion unbeeinflußt zu bleiben. Wurde die Digestion genügend lange durchgeführt, so blieb sowohl die Entwicklungsgeschwindigkeit wie die Gestalt der charakteristischen Kurve von der während der Digestion bestehenden pH-Konzentration unabhängig. Phot. Journ. 1926. **66.** 495—504. — In einem zweiten Teil der Arbeit wird ausgeführt, daß die Empfindlichkeit einer eine Zeitlang digerierten Emulsion durch Säurezusatz augenblicklich herabgesetzt wird, daß die Emulsion aber ebenso schnell ihre Empfindlichkeit wiedererlangt, wenn man sie auf ihre ursprüngliche pH-Konzentration bringt. Nach Ansicht

Abb. 37.

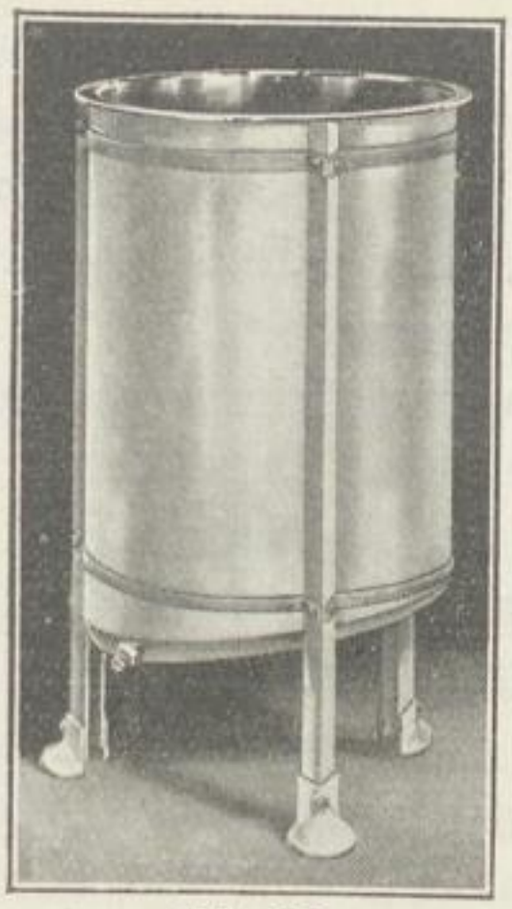


Abb. 38.

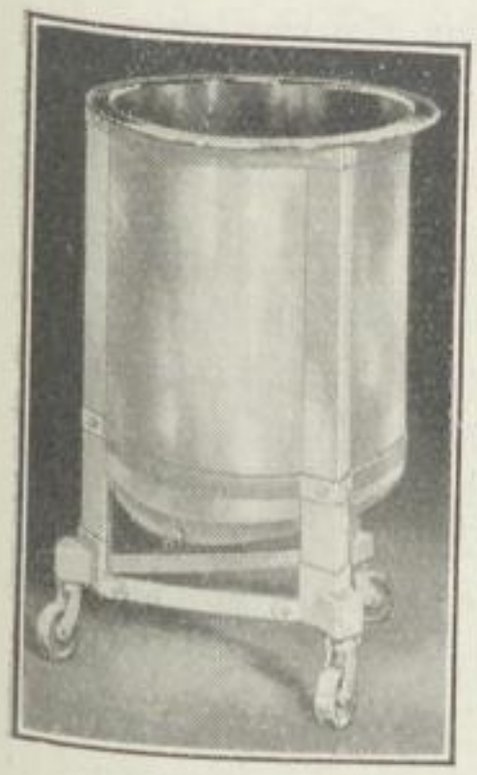


Abb. 39.

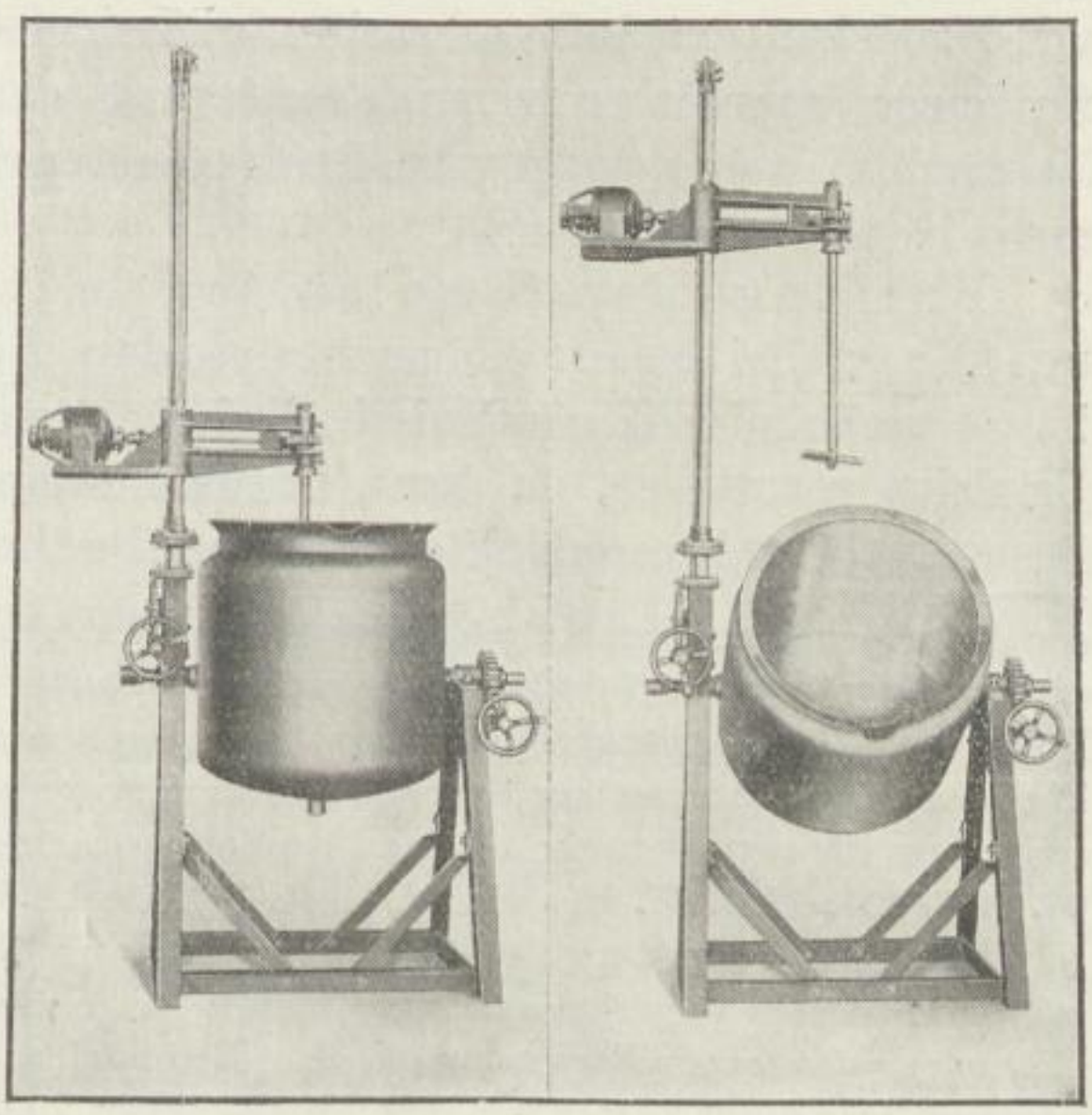


Abb. 40.

Abb. 37—40. Verschiedene Ausführungsformen von innen glasemaillierten Stahlkesseln zur Verarbeitung größerer Emulsionsmengen. Fabrikate der The Pfaudler Co., Rochester, N. Y., Schwetzingen (Baden) und der Enemaled Metal Products Corp., Ltd., London, W. C. 2.

Abb. 37: Feststehender Kessel mit Doppelmantel zur Beheizung, Ablaßöffnung am Boden (und Rührwerk); Abb. 38: Feststehender Kessel mit schrägem Boden zur Erleichterung der Entleerung; Abb. 39: derselbe fahrbar eingerichtet; Abb. 40: Kippbarer auf besonderem Lager montierter Kessel mit Doppelmantel zur Beheizung und mit einsetzbarem Rührwerk.

Fabrikatorisch macht man häufig von dieser Nachreifung Gebrauch, indem man die geschmolzene Emulsion etwa 1 bis 3 Stunden bei Temperaturen zwischen 40° und 45° im Wasserbade stehen läßt, von neuem zur Erstarrung bringt und erst am folgenden Tage verarbeitet[1]). Je nach den Umständen kann das Verfahren auch modifiziert werden, ist aber nicht ohne weiteres auf alle Emulsionen anwendbar.

Da die Nachreifung der Emulsion auf die Gleichmäßigkeit der Fabrikate insofern einen nicht unerheblichen Einfluß hat als der zuerst vergossene Emulsionsanteil bei größeren Zeitunterschieden von etwa mehreren Stunden Schichten von etwas anderen Eigenschaften gibt als wie der erst später gegossene Emulsionsrest, so sucht man dieser nachteiligen Wirkung vielfach dadurch zu begegnen, daß man größere Emulsionsquanten teilt und immer nur so viel Emulsion zum Guß vorbereitet, daß einerseits der Gießmaschine für einen ununterbrochenen Arbeitsgang genügend Emulsion zur Verfügung steht, anderseits Reifungsunterschiede sich praktisch nicht bemerkbar machen.

Prüfung der Emulsionen während der Nachreifung: Bei hoher Reifungstemperatur und kurzer Reifungszeit ist es verhältnismäßig schwierig Zwischenteste zur Beurteilung der Emulsion anzustellen, da deren Durchführung immerhin einige Zeit beansprucht und man den Reifungsprozeß währenddessen nicht unter-

der Autoren können derartig plötzlich verursachte Änderungen der Empfindlichkeit nicht aus der Gegenwart größerer oder geringerer Spuren von Ag_2S (aus Bromsilber-Thiocarbamidkomplexen herrührend) erklärt werden, sondern wahrscheinlich haben sie ihre Ursache in einem andern Mechanismus als dem der langsamen Empfindlichkeitssteigerung, die normalerweise bei der Digestion beobachtet wird. Phot. Journ. 1926. **66.** 495—504; 1927. **67.** 42—48; ref. Phot. Ind. 1928. **26.** 1220.

Die Bestimmung der pH-Konzentration erfolgt, wie hier bemerkt sei, bei trockenen Emulsionsschichten in einfacher Weise durch Tüpfelung und Vergleich der auftretenden Färbungen mit einer Farbtafel (s. S. 42). Flüssige Emulsionen verdünnt man durch Zusatz von dest. Wasser soweit, daß ihr Gelatinegehalt nur 1% beträgt. Nach Zusatz von 2 ccm einer eigens hierfür präparierten im Handel erhältlichen Kieselsäure zu je 10 ccm der Emulsionsflüssigkeit zentrifugiert man, dekantiert und gibt 0,5 ccm einer 0,04%igen Lösung von Bromthymolblau zu einer der Teströhren. Je nach dem Ausfall, ob sich die Lösung als sauer oder alkalisch erweist, wählt man darauf die folgenden Indikatoren (s. S. 43). Allerdings ist ein Zentrifugieren nur bei nicht zu feinkörnigen Emulsionen durchführbar; ergeben sich hierbei Schwierigkeiten, muß auch hier die Tüpfelprobe herangezogen werden.

1) Diese Beobachtung machte schon Henderson, s. Phot. Wochenbl. 1883, 9. 304. Eine Spur von Natriumkarbonat oder Ammoniak in der Emulsion befördert hierbei das Reifen sehr.

brechen kann ohne Unregelmäßigkeiten befürchten zu müssen. Um wenigstens Anhaltspunkte zu gewinnen, legt man in solchen Fällen die von Hand gegossenen Testplatten (Sensitometerstreifen) nach dem Erstarren der Emulsion kurz in Alkohol, belichtet sie noch feucht, entwickelt und verzichtet auf das Fixieren. Steht mehr Zeit zur Verfügung wird man natürlich auf die normale Arbeitsweise zurückkommen.

Wird das Nachreifen längere Zeit — in einem Thermostaten — beispielsweise 24 Stunden bei etwa 35° C, fortgesetzt, so gewinnt man hierdurch den großen Vorteil, das langsame Fortschreiten der Reifung genau überwachen zu können, da man der Emulsion jederzeit Proben entnehmen, diese gießen und sensitometrisch prüfen kann, ohne befürchten zu müssen, daß die Emulsion selbst inzwischen die gewünschten Grenzen der Reifung überschreitet. Bei einem gegebenen Emulsionsverfahren mit längerer Reifung und bekannter Gelatine ist man daher an Hand solcher Zwischenteste bei einiger Erfahrung in der Lage die Dauer der noch fehlenden Reifungszeit ziemlich genau im voraus bestimmen zu können und auf diese Weise ein fortlaufend recht gleichmäßiges Endresultat zu erzielen.

Zusätze zur Emulsion vor dem Auftrag: Die geschmolzene Emulsion von etwa 40° erhält je nach Vorschrift und Erfahrung eine Reihe von Zusätzen.

Unter der großen Menge dieser Substanzen, die im Laufe der Zeit empfohlen wurden, um den Charakter der Emulsion in irgend einer Richtung zu beeinflussen, sei es zur Erhöhung ihrer Empfindlichkeit, zur Verminderung einer Schleierbildung, zur Veränderung der Korngröße des Bromsilbers, zur Mattierung der Bildschicht oder zu andern Zwecken [1]) haben für die moderne Platten-

---

1) Zusätze, die gelegentlich in der gewaschenen fertigen Emulsion erprobt wurden, sind mit Quellenangabe und kurzer Wiedergabe der ihnen von den betreffenden Autoren beigemessenen Wirkung der historischen Vollständigkeit wegen im folgenden zusammengestellt:

Azeton gab nach Störk eine schnell trocknende nicht faulende Bromsilbergelatine. Moniteur de la Phot. 1881, S. 63; ref. Phot. Wochenbl. 1881, **7.** 148.

Agar-Agar als Zusatz zu einer Gelatineemulsion scheidet sich bei deren Erkalten in durchsichtigen Klümpchen aus, während das Bromsilber in der umgebenden Flüssigkeit bleibt. Selbst nur $^1/_2$ g Agar-Agar auf 1 l Gelatineemulsion entmischt diese beim Erkalten. F. Stolze, Phot. Wochenbl. 1882, **8.** 129 und 138.

Alborit s. S. 150.

Albumin der fertigen Gelatineemulsion zugesetzt, soll größere Reinheit der Schicht verursachen, Flecken- und Narbenbildung werden vermieden. Obernetter, Phot. Mitt. 1879. **16.** 2; Phot. Archiv 1883, **24.** 254 und Spink, Phot.

(und auch Film-) Fabrikation nur wenige eine praktische Bedeutung; sie beschränken sich im allgemeinen auf:

1. Zusätze zur Erhöhung der Stabilität (Bromsalz).
2. Härtungsmittel (Kaliumalaun, Chromalaun, Formalin),

1882, **26.** 383. In gleicher Richtung bewegen sich die sehr viel späteren Patente der Chem. Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering, Berlin: D. R. P. 295 502 (1913) und D. R. P. 303 144 (1915). — Durch Zusatz von 1 Teil geschlagenem Eiweiß zu 3 Teilen Gelatineemulsion soll die Schicht langsamer erstarren, aber schneller zu einer sehr harten Schicht trocknen, die sich sehr rasch entwickelt. Brit. Journ. of Phot. 1884. **31.** 465. — Durch Baden der Platten in einer Albuminlösung soll deren Haltbarkeit erhöht werden Lloyd, Phot. Wochenbl. 1884, **10.** 304 und 306.

Alkohol s. S. 149/150.

Ammoniumnitrat, das im Emulsionsprozeß bei der Umsetzung von Silbernitrat mit Bromammonium entsteht, hindert in größerer Menge das Erstarren der Gallerte, doch erlangt diese nach dem Auswaschen des Salzes ihr Erstarrungsvermögen wieder.

Brom. Freies Brom wird von der Gelatine unter Bildung von Bromierungsprodukten und Bromwasserstoffsäure adsorbiert, so daß der Geruch beim Stehen in der Wärme in einigen Minuten verschwindet. In größerer Menge drückt es die Empfindlichkeit herab, macht die Emulsion aber klarer und zerstört nach Eder einen vorhandenen Schleier.

Bromalkohol soll gleichfalls schleierwidrig, doch weniger intensiv wirken. Roux, Manuel Opératoire pour l'emploi du procédé au Gélatine-Bromure d'argent 1881, S. 7.

Bromwasser sollte nach Eder, in nicht zu großer Menge angewandt ebenfalls Schleier zerstören, ohne gleichzeitig die Empfindlichkeit herabzusetzen, hat sich jedoch nicht bewährt.

Chlor- und Mischungen, welche Chlor freimachen, sollen ähnlich wie Brom und Jod wirken, s. dort.

Chlorsäure hatte W. E. Debenham der ammoniakalischen Emulsion als Mittel gegen Grünschleier zugesetzt; A. Cowan fand, daß Chlorsäure die Empfindlichkeit etwas herabdrücke, aber klare Schatten gebe, A. L. Henderson erklärte sie für nutzlos. Nach W. K. Burton bewirken 3 Tropfen Chlorsäure auf je 7 g Silbernitrat beim sauren Siedeverfahren große Klarheit neben guter Empfindlichkeit, Phot. Korresp. 1885. **22.** 178.

Dextrin als Zusatz zur Emulsion von A. L. Henderson empfohlen, Phot. Korresp. 1882. **19.** 57, bietet nach Eder keinen Vorteil.

Eisenchlorid setzt bei Zugabe zur fertigen Emulsion deren Empfindlichkeit herab und zerstört das latente Bild. Beim Mischen der Emulsion zugegeben, verzögert es die Reifung. Ein kleiner Zusatz läßt eine schleirige Emulsion klar arbeiten. W. De W. Abney, Photography with Emulsion 1882, S. 229 und 239.

Farbstoffe s. S. 152/153.

Fette tierischer wie pflanzlicher Art wie Milch und Rizinusöl, wurden zur Mattierung von Gelatineemulsionen verwendet. D. R. P. 96 003 der Neuen Photogr. Gesellschaft, Berlin-Steglitz; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 514.

3. Substanzen, die den Auftrag erleichtern sollen (Alkohol, Saponin, Alborit, gelegentlich auch Seife).
4. Farbstoffe zur Sensibilisierung (Erythrosin, Pinachrom u. a.),
5. Wasser (bzw. auch Gelatine) zum Ausgleich unterschiedlicher Wasseraufnahme beim Waschprozeß und zur Schaffung gleichmäßiger Gießbedingungen (Viskosität).

Glyzerin in geringer Menge zu gewaschener Emulsion zugesetzt macht dieselbe klarer und wirkt als ganz schwacher Verzögerer. In frischem Zustande arbeiten glyzerinhaltige Platten häufig sehr gut, verderben aber rasch, wenn sie bald trocken, bald feucht aufbewahrt werden. W. De W. Abney, Phot. Journ. 1882, **29.** 136.

Harnstoff soll in gewaschener Emulsion das Reifen in der Kälte begünstigen. Scheers, Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 475, Bull. Assoc. Belge Phot. 1896, **23.** 475.

Harz s. Schellack.

Hydrochinon wurde der Emulsion einverleibt, und so präparierte Platten brachte Biering in Odense in den Handel, die sich nach seinen Versuchen über ein Jahr hielten. Phot. Archiv 1886, **27.** 230, 1888, **29.** 381; ref. Eders Jahrb. f. Phot 1887. **1.** 298, 1889. **3.** 381.

Jodtinktur oder Jod in Glyzerin gelöst und mit Wasser verdünnt bewirkt, daß die Emulsion kräftige Bilder gibt, doch wird sie gleichzeitig beträchtlich unempfindlicher, z. B. durch 8 Tropfen auf 1 l Emulsion. C. Scolik, Phot. Korresp. 1882. **19.** 276. Ihre Wirksamkeit zur Zerstörung von Schleier ist nach Eder nicht so groß wie die von Bromtinktur. Jod zerstört auch das latente Bild, und mit Jod behandelte Platten geben bei der Exposition in der Kamera leicht umgekehrte Bilder. A. Spiller, Phot. News 1884, **28.** 236.

Kaliumbichromat in gewaschener Emulsion setzt deren Empfindlichkeit bedeutend herab (Abney), wirkt 1—3%ig. in einer alaunhaltigen Emulsion schleierwidrig (Eder) und schwächt, wie M. L. Vidal später fand, das latente Bild. Eders Jahrb. f. Phot. 1897. **11.** 367. Wird das Bichromat ausgewaschen, ist der Empfindlichkeitsverlust nicht immer feststellbar. Eder und Pizzighelli, Phot. Korresp. 1881. **17.** 43—47. Ammoniak hemmt die schleierzerstörende Wirkung. Energischer als reine Kaliumbichromatlösung wirkt eine angesäuerte, z. B. 1 g Bichromat, 3 ccm Salzsäure, 150 ccm Wasser. Eder, Phot. Archiv 1881, **22.** 109.

Kaliumcyanid wirkt klärend, aber gleichzeitig verzögernd, auch wenn nur geringe Spuren im Überschuß vorhanden sind.

Kaliumferricyanid wirkt ähnlich dem Kupferchlorid. s. dort.

Kaliumjodid zerstört das latente Bild, und bewirkt daher mehr oder weniger kraftlose Bilder.

Kaliumkarbonat s. Natriumkarbonat.

Kaliumnitrit soll der Solarisation entgegenwirken. W. De W. Abney, Phot. Mitt. 1879. **16.** 304.

Kupferchlorid wirkt wie Eisenchlorid, s. dort. — Baden der Emulsionsgallerte in einer Kupferchloridlösung 1 : 480 soll nach wenigen Minuten Grünschleier zerstören. A. Cowan, Phot. Korresp. 1882. **19.** 46.

Lysidin hat ähnliche Wirkungen wie Äthylendiamin (s. S. 92). Die aus Äthylendiaminchlorhydrat und Natriumazetat hergestellte wasserlösliche Substanz (D. R. P. 78 020/1893 der Höchster Farbwerke) von der Formel

1. Zusätze zur Erhöhung der Stabilität. (Kaliumbromid, Ammoniumbromid.)

Enthält eine Bromsilbergelatine-Emulsion — sei es infolge von ungenügendem Waschen oder von einem absichtlichen Zusatz — Kaliumbromid oder Ammoniumbromid, so entwickeln sich die mit ihr hergestellten Platten langsamer und kräftiger, ja womöglich hart

---

$$\begin{matrix} CH_2—NH \\ CH_2—N \end{matrix} > C \cdot CH_3$$

wurde als Medikament verkauft, ist aber heute außer Gebrauch. — Fügt man zu der gewaschenen Bromsilberemulsion vor dem Gießen etwa 0,02% Lysidin, so steigt bei einer Siedeemulsion die Empfindlichkeit um 6—8 Grade Eder-Hecht mit guter Zunahme der Kraft, so daß der effektive Schwellenwert (Beginn der Gradation) sehr begünstigt wird und man eine effektive Empfindlichkeitssteigerung auf etwa das Doppelte erhält. Bei Diapositiv- oder mittelmäßig gereiften Ammoniakemulsionen ist die Wirkung die gleiche, bei höchst gereiften ammoniakalischen Emulsionen jedoch geringer, großer Zusatz bewirkt Schleier.

Natriumkarbonat wirkt empfindlichkeitssteigernd, ähnlich wie Kaliumkarbonat oder Ammoniak. Eder, Phot. Korresp. 1881. **18.** 204. Schon 0,1 g krist. Karbonat steigert die Empfindlichkeit und verlängert die Gradation. J. Plener, Eders Jahrb. f. Phot. 1887. **1.** 200; s. a. W. B. Bolton, Bull. de la Soc. Franc. de Phot. 1891, **37.** 116; Phot. Korresp. 1891. **28.** 442 und Eders Jahrb. f. Phot. 1892. **6.** 384; ferner F. Stolze, Phot. Nachr. 1892, S. 104; ref. Eders Jahrb. 1893. **7.** 401.

Natriumsulfit zur fertigen Emulsion gefügt, soll diese empfindlicher machen und die Platten klar halten. In Natriumsulfitlösung gebadet und dann getrocknet, schwärzen sich Bromsilbergelatineplatten rascher am Lichte und geben auch bei der Entwicklung sehr dichte Bilder. T. Redding, Phot. Journ. 1890, **37.** 62; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 455.

Ochsengalle wurde der Emulsion zur Entfernung etwa vorhandener Fettteilchen und Vermeidung dadurch entstehender Flecken einverleibt. E. W. Foxlee, Bull. Soc. Franç. 1880, **26.** 33. und Brooks, ebenda. Statt dessen findet heute das „Alborit", ein Salz der Gallensäure, allgemein Verwendung, s. S. 150 oder man benutzt Marseiller Seife, s. S. 151.

Phenol (Karbolsäure) wird den Emulsionen, — allerdings meist nur bei Entwicklungspapieren zugesetzt, bei denen einerseits ihr empfindlichkeitsschädigender Einfluß weniger in Frage kommt, anderseits ein gewisser Schutz des Feuchtigkeitseinflüssen und daraus sich ergebender Zersetzung leichter unterworfenen Papiers geboten ist. s. a. unter Alkohol S. 289.

Pyrogallol wurde in früherer Zeit mehrfach der Emulsion zugesetzt, so wegen seiner gerbenden Wirkung von englischen Plattenfabrikanten, um einem Ablösen der Schichten zu begegnen, dann zur Steigerung der Empfindlichkeit nach B. Jones, s. Phot. Mitt. 1880. **16.** S. 280, was aber H. W. Vogel an gleicher Stelle bei Gelatineemulsionen für nutzlos erklärte, während sich Meydenbauer wieder dafür aussprach. Phot. Wochenbl. 1886, **12.** 74. — F. Stolze setzte, der Emulsion Pyrogallol und Natriumsulfit zu, worauf sich die damit gegossenen Platten in einer Sodalösung entwickeln lassen. Phot. Wochenbl. 1885, **11.** 318 u. 327.

und in den Schatten glasig. Ein hoher Gehalt der Emulsion an diesen Salzen ist schädlich, ein geringer dagegen in den meisten Fällen von Nutzen, weil der Verschleierung im Entwickler vorgebeugt wird, und das Bild nach und nach, die hohen Lichter zuerst, dann die Halbschatten usw. hervorkommen [1]).

Emulsionen, die eine Spur löslichen Bromsalzes enthalten, bleiben erfahrungsgemäß auch beim Aufbewahren viel länger unverändert als solche, die völlig frei von diesen Salzen sind. Chlorsalze (Natriumchlorid oder Ammoniumchlorid) haben eine ähnliche Wirkung.

Säuren (Salzsäure, Salpetersäure) wirken schon in Mengen von 10—30 Tropfen auf 1 l Emulsion sowohl bei deren Darstellung wie in fertiger Emulsion stark verzögernd, beeinträchtigen die Empfindlichkeit und verursachen Mangel an Kraft. Weniger energisch wirkt Essigsäure, stärker Zitronensäure, die das Reifen hindert und sehr klar arbeitende Emulsionen gibt. Eders Jahrbuch f. Phot. 1889. **3.** 380. Chlor-Bromemulsionen geben nach Zitronensäurezusatz sehr dünne zarte Bilder.

Schellack in gebleichter Form und in Alkohol gelöst, wurde schon von F. Wilde (Phot. Korresp. 1881. **18.** 100) als Mattierungsmittel angegeben und findet als solches heute sowohl bei Trockenplatten wie bei Entwicklungspapieren ausgedehnte Verwendung. Zur Erleichterung der Retusche werden Mattierungsmittel wie Schellack sowohl den Emulsionen höchstempfindlicher Porträtplatten zugesetzt als auch nach O. Mente besonders zweckmäßig solchen Emulsionen, die zur Herstellung von Platten für die photomechanischen Verfahren wie den Tief- und Flachdruck bestimmt sind. Phot. Ind. 1924. **22.** 530 u. 836—838.

Stärke. Pauli und Ferran stellten Bromsilberemulsion statt mit Gelatine nur mit Stärke her. Phot. News 1879, S. 439, ref. Phot. Korresp. 1879. **16.** 183. — Lloyd setzte der fertigen Gelatineemulsion Stärke zu, um die Entwicklung zu beschleunigen. Brit. Journ. of Phot. 1882. **29.** 180, ref. Phot. Wochenbl. 1882, **8.** 118 — F. Wilde bezeichnete Gelatinefolien mit Stärkezusatz, die eine feinere oder gröbere Körnung zeigen, für manche Zwecke recht brauchbar. Phot. Wochenbl. 1892, **18.** 30. — G. J. Junk erhielt das D. R. P. 83 049 auf ein Verfahren zur Herstellung lichtempfindlicher Stoffe und Papier mittels einer Bromsilberstärke-Emulsion. Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 482, 1898, **12.** 408. — Unverkleisterte Stärke als Zusatz zur Emulsion zur Herstellung von Mattpapieren wurde zuerst von der Eastman Kodak Company verwendet, dann auch von allen anderen Fabrikanten photographischer Papiere. Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 408; s. hierzu a. Eders Jahrb. 1899. **13.** 514 über den Patentstreit zwischen Junk und der Eastman Kodak Company.

Tannin wurde als gerbender Zusatz gegen Ablösen der Emulsionsschicht vorgeschlagen. A. J. Jarman, Yearbook of Photography for 1882, S. 137; ref. Phot. Korresp. 1882. **19.** 64.

Urannitrat soll nach Wortley etwas schleierwidrig wirken, Phot. Archiv 1876, **17.** 124. — In der flüssigen Emulsion bewirkt es ein Gerinnen der Gallerte. Eder.

Zucker wollte C. Scolik mit gutem Erfolge als Emulsionszusatz versucht haben, was jedoch Eder nicht bestätigen konnte. Phot. Korresp. 1882. **19.** 120.

1) s hierzu J. Plener, Eders Jahrb. f. Phot. 1887. **1.** 201.

Um ein sicheres Urteil über den Bromsalzgehalt einer Emulsion und seine Wirkung zu erhalten, empfiehlt es sich, die Emulsion stets gut zu waschen, das danach noch in ihr enthaltene Bromsalz nach einer der auf S. 129 angegebenen Methoden zu bestimmen und der Emulsion nötigenfalls nachträglich eine genaue bekannte Menge desselben zuzusetzen.

Je nach dem Reifestadium, in dem sich die Emulsion befindet, ist die Wirkung eines derartigen absichtlichen Zusatzes von etwa 1—2 % (10—20 ccm einer Kaliumbromidlösung 1:100 pro l) eine bemerkenswert unterschiedliche. Während nämlich die Empfindlichkeit der gußfertigen Emulsion dadurch oft erheblich herabgesetzt wird, ist dies keineswegs der Fall, wenn die gleiche oder selbst eine noch größere Menge Bromsalz bei Beginn der Nachreifung oder während des Digerierens zugesetzt wird. Offenbar werden die Haloidjonen an die Haloidsilberkristalle adsorbiert, und man kann dann sogar noch weiteres Bromsalz bei Beendigung der Reifung zusetzen, ohne daß die Empfindlichkeit beeinträchtigt wird. Es ist daher auch eine wohl erprobte Regel, die Reifungszeit dann zu verlängern, wenn der Bromsalzgehalt der Emulsion nach dem Waschen zu hoch befunden wurde, um einer Herabsetzung der Empfindlichkeit zu begegnen.

Wie schon erwähnt, wirkt ein Bromsalzüberschuß in der Emulsion dem Schleiern entgegen, so daß man in hochempfindlichen Emulsionen fast regelmäßig für einen solchen sorgt, gleichzeitig verursacht derselbe aber auch eine erhöhte Schwärzung und begünstigt die Haltbarkeit, schließlich vermindert er bis zu einem gewissen Grade die Empfindlichkeit gegen mechanische Einwirkungen (Druck und Reibung) und die Rotempfindlichkeit.

Über den Einfluß gegenwärtiger Bromide auf die Sensibilisierung s. S. 152, Anm. 2.

Unter bromammoniumhaltigem Alkohol aufbewahrt, arbeitet eine Emulsion nach mehreren Monaten klarer als vorher, und sie läßt sich über 1 Jahr lang ohne Gefahr der Schleierbildung aufbewahren.

2. Zusatz von Härtungsmitteln. (Kaliumalaun, Chromalaun, Formalin.)

Um die Gelatine bzw. die Emulsionen zu härten und sie dadurch fester an der Glasunterlage haftend und widerstandsfähiger gegen die photographischen Bäder zu machen, was von besonderer Bedeutung für die warme Jahreszeit und für warme Klimate ist,

versetzt man sie mit Härte- oder Gerbmitteln. Dieser Zusatz wird unmittelbar vor dem Vergießen der Emulsion vorgenommen. Eine gehärtete Gelatine bzw. Emulsion widersteht außerdem sehr lange der Fäulnis, so daß ein Zusatz von Härtemitteln auch dann besonders angezeigt ist, wenn man eine sehr weiche Gelatine verarbeitet, die in Gallertform leichter zur Zersetzung neigt als eine harte.

Als Gerbemittel kommen für die Praxis der Emulsionsdarstellung nur Kaliumalaun, Chromalaun und Formalin in Betracht. Gewöhnlicher Alaun wirkt nur schwach gerbend. Weit energischer wirkt Chromalaun, der daher vorzugsweise Verwendung findet, während Formalin zwar noch intensiver wirkt, aber grade deshalb und wegen seiner nur schwer kontrollierbaren Wirkung und Nachwirkung, die leicht zu einer Überhärtung führt, nur mit großer Vorsicht anzuwenden ist.

Kaliumalaun.

Kaliumalaun, gewöhnlicher Alaun, Kaliumaluminiumsulfat, $KAl(SO_4)_2 + 12\,H_2O$, Mol.-Gew. 474,56 (K_2O: 9,94%, Al_2O_3: 10,77%, SO_3: 33,74%, H_2O: 45,55%) ist sowohl in kristallinischer wie Pulverform im Handel. Seine Kristalle verwittern an der Luft und verlieren bei 100° das Kristallwasser. Beim Liegen an der Luft nimmt der entwässerte Alaun wieder Wasser auf, er schmilzt bei 90°, bläht sich bei weiterem Erhitzen auf 120° stark auf und bildet dann eine lockere weiße Masse, die sich nur langsam in Wasser löst. Die Löslichkeit des Kaliumalauns in Wasser beträgt: in 100 Gewichtsteilen (nach Poggiale)

	für kristallisierten Alaun	für wasserfreien Alaun:
bei 0°	3,9 g	2,1 g
„ 10°	9,5 g	5,0 g
„ 20°	15,1 g	7,7 g
„ 30°	22,0 g	11,0 g
„ 60°	66,6 g	26,7 g
„ 80°	134,5 g	45,7 g
„ 100°	357,5 g	74,5 g

Die gesättigte wässerige Lösung enthält auf 100 Teile Wasser 210,6 Teile Alaun und siedet bei 111,9°. In Alkohol ist Alaun unlöslich.

Die gerbende Wirkung des Alauns wird am besten durch folgende Daten veranschaulicht, die wegen der sehr verschiedenen Beschaffenheit der Gelatine jedoch nur als angenäherte zu bewerten sind:

Setzt man zu einer vierprozentigen Gelatinelösung 5 Prozent vom Gewichte der trockenen Gelatine Alaun zu, so steigt der Erstarrungspunkt um 1 bis 2 Grad, der Schmelzpunkt um ungefähr 10 Grad, doch schmelzen alle derartigen Gemenge in der Wärme noch vollständig. Mit 15% Alaun vom Gewichte der Gelatine erstarrt die Lösung um 5 bis 6 Grad höher (im Mittel um 25 bis 26 Grad), und der Schmelzpunkt liegt um 15 bis 20 Grad höher (bei ungefähr 45 Grad). Auch diese Gelatine hat nach dem Eintrocknen noch keineswegs ihr Aufsaugevermögen für kaltes Wasser verloren, obwohl es bedeutend geschwächt erscheint. Mit 30% Alaun steigt der Erstarrungspunkt bis auf 33 Grad, ohne daß der Schmelzpunkt viel höher als 48 Grad steigen würde. Selbst bei diesem Alaungehalt ist die Gelatine gegen Wasser noch nicht indifferent. (Eder.)

Um Bromsilbergelatineemulsion zu härten setzt man auf 1 Liter Emulsion unmittelbar vor ihrem Vergießen etwa ½ bis 1 ccm einer 2 %igen Kaliumalaunlösung zu, die man vorteilhaft mit einigen ccm Glyzerin versetzt.

Bezugsquellen sind u. a.: Dr. L. C. Marquardt A.-G., Beuel a. Rh.; E. Merck, Chem. Fabrik, Darmstadt.

Prüfung: Je nach der Darstellungsweise kann Kalialaun Eisen, Mangan-, Kalk- und Magnesiumverbindungen, selbst Kupfer, Silikate und Phosphate enthalten, worauf im üblichen Analysengang geprüft wird. Besonders wichtig ist seine klare und rückstandsfreie Löslichkeit, ferner eine neutrale Reaktion seiner Lösung und die Abwesenheit von Eisen.

Lösung: 100 g für die spätere Gehaltsbestimmung bis zur dritten Dezimale genau gewogen, löst man in 200 ccm heißem destilliertem Wasser, filtriert durch einen gewogenen erst mit Papier dann mit Asbest ausgelegten Goochtiegel, wäscht mit heißem Wasser nach und trocknet 3 Stunden bei 105°. Erneut gewogen ergibt die Gewichtsdifferenz den Gehalt an unlöslicher Substanz.

Freie Säure: Man extrahiert 2 g des gut pulverisierten Alauns mit 100 ccm neutral reagierendem 98 %igem Alkohol, indem man nacheinander immer nur 25 ccm verwendet, filtriert den Extrakt und titriert das Filtrat mit N/10 Natronlauge unter Verwendung von Phenolphtalein als Indikator.

Eisen: Zeigt eine bräunliche Färbung des durch Ammoniak erhaltenen Al_2O_3 (s. Gehaltsbestimmung) mehr als eine Spur Eisen an, so bestimmt man es kolorimetrisch mit Rhodankalium in üblicher Weise unter Verwendung eines angemessenen aliquoten Teiles der zur Gehaltsbestimmung hergestellten Lösung.

Gehalt an Alaun: Zu 50 ccm einer aliquoten Menge (5 g) der oben erhaltenen mit Wasser auf einen Liter aufgefüllten Lösung fügt man 10 ccm Salzsäure und 4 Tropfen konzentrierter Salpetersäure, erhitzt zum Kochen, fügt weiter 10 ccm 10 %iger Ammoniumchloridlösung und ungefähr 0,1 g Tanninsäure hinzu und macht nach Zugabe von 2 Tropfen Methylrot mit Ammoniak leicht alkalisch. Nun kocht man ca. 2 Minuten, läßt den Niederschlag absitzen, filtriert und wäscht ihn gut mit heißem Ammoniumnitratwasser aus. — Das Filtrat kann mit Silbernitrat und Salpetersäure auf Chlorgehalt geprüft werden. — Der Niederschlag wird getrocknet und all-

mählich erhitzt. Ist das Papier eingeäschert, erhitzt man etwa 30 Minuten über einem Bunsenbrenner, dann im bedeckten Tiegel weitere 30 Minuten im Gebläse. Man erhält den Prozentgehalt an Al_2O_3 und daraus durch Multiplikation mit 9,286 den Prozentgehalt an Kaliumalaun.

Kalium-Chromalaun.

Kalium-Chromalaun, $Cr_2(SO_4)_3 K_2 SO_4 + 24$ aq, Mol.-Gew. 998,82 wird in großen Mengen als Nebenprodukt bei der Herstellung der Antrachinonfarbstoffe gewonnen und bildet große dunkelviolette bis schwarze oktaëdrische Kristalle, die an der Luft beständig sind. In kaltem Wasser ist Chromalaun ziemlich schwer (1 : 6), in heißem aber leicht löslich. Die sauer reagierende Lösung besitzt eine schwärzliche Farbe, die bei langem Kochen unter Bildung einer anderen Modifikation des Salzes in Grün übergeht.

Volumgewicht und Gehalt der Chromalaunlösungen bei 17,5° C:

Vol. Gew.	Proz. $K_2Cr_2(SO_4)_4+24$ aq	Vol. Gew.	Proz. $K_2Cr_2(SO_4)_4+24$ aq
1,0174	5	1,1896	40
1,0342	10	1,2894	50
1,0746	20	1,4566	60
1,2374	30	1,6362	70

Die gerbende Wirkung des Chromalauns ist beträchtlich stärker als die des gewöhnlichen Alauns, man hat die einer Emulsion zuzufügenden Mengen daher genau zu dosieren[1]). Überschreitet man ein

1) Über das Gerben von Gelatine durch Chromsalze siehe: Lüppo-Cramer Kolloidchemie und Photographie, Dresden 1908, S. 121 ff. — A. und L. Lumière und A. Seyewetz, Über die Zusammensetzung der durch die Salze des Chromsesquioxyds unlöslich gemachten Gelatine und die Theorie der Einwirkung des Lichtes auf mit Metallchromaten vermischte Gelatine. Z. f. wiss. Phot. 1904. **2.** 16; Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 184 und 538. — Vergleichende Wirkung der Alaune des Chroms und der Tonerde. Eders Jahrb. f. Phot. 1908. **22.** 503. — Über den Grad der Undurchlässigkeit von Gelatineschichten bei Zusatz verschiedener härtender Substanzen. Eders Jahrb. f. Phot. 1911. **25.** 500 und Phot. Wochenbl. 1910, **36.** 409 nach Revue gener. Chim. pure et appl. 1910. **13.** 281—284. — C. Frank, Über Härten und Abziehen von Gelatineschichten. Eders Jahrb. f. Phot. 1911. **25.** 499 nach der Photograph 1910, **20.** 259. — T. Manly, Über das Gerben der Gelatine durch Chromsalze. Eders Jahrb. f. Phot. 1912. **26.** 92 ff. — D. Burton und A. Glover, Über die Wirkung neutraler Salze auf die Härtung der Gelatine durch Chromalaun. (Ihre Gegenwart vermindert die Diffusion des Chromsalzes in der Gelatine.) Il. Soc. Ind. Chem., 1921. **40.** 669 nach Il. Soc. Leather Trades Chem., 1921. **5.** 187 ff. R. Ed. Liesegang, Die Gerbungseigenschaften grüner und violetter Lösungen von Chromsalzen. Zeitschr. f. Leder- und Gerbchemie 1922. **2.** 90—96.

gewisses Quantum, das je nach der vorliegenden Gelatine ein sehr verschiedenes sein kann, so wird die Emulsion dickflüssig und man muß sie um sie vergießen zu können entweder auf 60° erwärmen oder aber mit Wasser verdünnen. Schließlich tritt bei einer Überhärtung ein Koagulieren der Emulsion ein, so daß sie dann nicht mehr verwendet werden kann. Aber auch für die Verarbeitung der Fertigfabrikate ist ein Zuviel an Chromalaun in den Schichten nachteilig, da er diese hornartig macht, wodurch dem Entwickler das Eindringen erschwert wird.

In der Fabrikation wird Chromalaun den Emulsionen fast stets zugesetzt. Die dabei einzuhaltenden Mengen richten sich nach dem Härtegrade der Gelatine, dann aber auch nach der Form, in der die Chromalaunlösung vorliegt[1]). Erteilt man ihr nämlich durch Zusatz von Ammoniak bis zum Auftreten einer Trübung basischen Charakter, so entsteht, wie R. Namias gezeigt hat[2]), ein Salz, dem das Maximum der gerbenden Wirkung zukommt. Bestimmte Angaben über die einer Emulsion zuzusetzenden Mengen können daher nur von Fall zu Fall gemacht werden und sind praktisch zu erproben. Beispielsweise können zu 1 Liter geschmolzener Emulsion 3 bis 6 ccm einer Chromalaunlösung 1 : 50 zugesetzt werden. Dabei wird der Erstarrungspunkt der Emulsion um ein oder einige Grade erhöht, ebenso die Festigkeit der Gallerte, und einmal erstarrt schmilzt die Emulsion schwerer als zuvor und erst bei einer relativ hohen Temperatur.

Bezugsquellen sind u. a.: I. G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.; E. de Haën, G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover.

Prüfung: Dieselbe erstreckt sich auf den Gehalt an unlöslicher Substanz, an freier Säure, an Eisen und an Chrom.

Lösung: Man wägt ca. 10 g, um eine Gewichtsverminderung der oft freies Wasser enthaltenden Kristalle durch Abgabe desselben an die Luft zu vermeiden, schnell und bis zur dritten Dezimale genau ab, löst sie in 400 ccm dest. Wasser, filtriert durch einen gewogenen mit Asbestwatte belegten Goochtiegel, wäscht gründlich mit heißem Wasser nach und trocknet den Rückstand 3 Stunden bei 105 bis 110°C; derselbe soll 0,03% nicht überschreiten. Das Filtrat füllt man für die Gehaltsbestimmung an Chrom in einem Meßkolben zu 1 l auf.

---

1) Über die Modifikationen der Chromalaunlösungen siehe L. Meunier und P. Caste, C. R. Ac. Sc., 1921. **172.** 1488 ff., ref. in Science Technique et Industrie Photographiques 1921, **1.** 71.

2) Phot. Korresp. 1902. **39.** 446 ff.; Eders Jahrb. f. Phot. 1904. **18.** 535 und 1905. **19.** 415.

Freie Säure (als Schwefelsäure): Man extrahiert 1 g der pulverisierten Kristalle mit 100 ccm neutral reagierendem 98%igem Alkohol, indem man jeweilig immer nur 25 ccm verwendet, die Kristalle vor jeder neuen Extraktion wieder zerpreßt und die klare Flüssigkeit filtriert. Das Filtrat titriert man darauf unter Verwendung von Phenolphtaleïn als Indikator mit N/10 Natronlauge. Der gefundene Säuregehalt soll 0,5% nicht überschreiten, unterhalb dieser Grenze ist er erfahrungsgemäß für Emulsionen unschädlich.

Eisen: Eine größere Eisenmenge, deren Anwesenheit den Chromalaun für Emulsionszwecke unbrauchbar macht, wird schon an der rötlichbraunen statt grünen Farbe des mit Ammoniak erhaltenen Niederschlages erkannt. Um geringe Eisenmengen nachzuweisen, gibt man zu 5 g der Probe 1 ccm konz. Salpetersäure und 50 ccm Wasser, kocht 2 Minuten, kühlt ab und fügt 50 ccm 10%iges Azeton und 5 ccm 5%iger Rhodankaliumlösung zu. Die bei Anwesenheit von Eisen auftretende Rotfärbung soll nicht intensiver sein als die einer Vergleichsprobe von eisenfreiem Chromalaun, dem man 0,01% Eisen in Form von z. B. Ferrichlorid zusetzte. Ist die Rotfärbung eine tiefere, so bestimmt man den Eisengehalt am einfachsten und ausreichend genau auf kolorimetrischem Wege ($Fe \times 1{,}43 = \%\ Fe_2O_3$).

Gehalt an Cr_2O_3: Von der oben erhaltenen Lösung pipettiert man 5 g aliquote Teile in ein Becherglas, fügt 250 ccm Wasser hinzu, macht durch Zusatz von 10%igem Ammoniak (ca. 2 ccm) mit Hilfe von Lackmus alkalisch, gibt noch einen geringen Überschuß (ca. 1 ccm) von Ammoniak zu, kocht 10 Minuten, läßt absitzen und filtriert. Das Filtrat muß klar sein. Der Niederschlag wird gründlich mit heißem Wasser ausgewaschen bis Neßlers Reagenz nur noch eine Gelbfärbung gibt und dann mitsamt dem Filtrierpapier erst über einer kleinen Flamme, dann 30 Minuten über einem Bunsenbrenner, schließlich im bedeckten Tiegel für etwa 10 Minuten erhitzt. Nach eingetretener Abkühlung wird der aus Cr_2O_3 und Fe_2O_3 bestehende Rückstand gewogen und durch Subtraktion der durch den vorherigen Test kolorimetrisch ermittelten Eisenmenge der Gehalt an Cr_2O_3 ermittelt ($\%\ Cr_2O_3 \times 6{,}571 = \%$ Chromalaun).

Formalin[1]).

Formalin ist die zirka 40 Volumprozent enthaltende stechend riechende Lösung von Formaldehyd in Wasser. Seine technische Darstellung erfolgt durch Oxydation von Methylalkohol, indem man dessen Dämpfe mit Luft gemischt über einen Katalysator, z. B. über eine glühende Kupferspirale, Platin oder Silber in feinverteilter Form und auf zirka 450° erhitzt leitet. Das Handelsprodukt besitzt das spezifische Gewicht 1,08—1,095 und enthält zur Verhinderung der Ausscheidung polymerer Produkte noch 12 bis 15% Methylalkohol.

Von hervorragender praktischer Bedeutung ist die gerbende

1) Eine übersichtliche Darstellung der Formaldehydchemie gibt das von L. Vanino und E. Seitter verfaßte und von A. Menzel in zweiter Auflage umgearbeitete Werk; Der Formaldehyd, 2. Aufl., Wien 1927.

Wirkung, die Formalin auf Gelatine ausübt. Diese kann so groß sein, daß die Gelatine bei ausreichender Einwirkung des Formalins sogar heißem Wasser widersteht, ein Verfahren, das der früheren Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin, durch zahlreiche Patente geschützt wurde, die aus dem Jahre 1894 datieren [1]). Die Härtung erfolgt nicht nur durch Zusatz von Formalin zur flüssigen Gelatinelösung, bzw. Emulsion (etwa 0,2 Teile Formalin machen 1 Teil Gelatine unlöslich) und durch Baden der Gelatine in einer wässrigen Lösung, sondern auch durch Einwirkung von Formalindampf auf die Gallerte [2]).

---

1) s. Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 32 und 406.

2) Über das Härten der Gelatine durch Formalin siehe: A. u. L. Lumière und A. Seyewetz: Eders Jahrb. f. Phot. 1907. **21.** 48 und 49; 1908. **22.** 498 und 499. Vgl. D. Phot. Ztg. 1908. **32.** 21. (s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1911, **25.** 500) mit folgenden Resultaten: 1. Die in Formaldehydlösungen getauchte Gelatine bindet je nach den Versuchsbedingungen wechselnde Mengen Formaldehyd. Die Maximalmenge, die sie zu binden vermag, liegt zwischen 4 und 4,8 g Formaldehyd auf 100 g trockene Gelatine. 2. Die Schnelligkeit der Absorption des Formaldehyds wächst mit der Konzentration der Formaldehydlösungen bis zu einem Gehalt von 10 Proz. Sie wächst nicht merklich mit der Temperatur dieser Lösungen. 3. Der Formaldehyd in Dampfform wird von der Gelatine viel langsamer als in wäßriger Lösung absorbiert, aber die in beiden Fällen absorbierte Maximalmenge ist genau dieselbe. 4. Heißes Wasser zersetzt langsam die formalisierte Gelatine und gestattet durch wiederholte Behandlungen, die Gelatine wieder vollständig in Lösung zu bringen. 5. Trockene Hitze entwickelt bei 110 Grad nach und nach den Formaldehyd aus der formalisierten Gelatine. Salzsäure von 15% scheidet in der Kälte unverändert die Gelatine von dem Formaldehyd. 6. Die formalisierte Gelatine scheint mehr eine bestimmte Additionsverbindung als eine wahre Verbindung zu sein.

R. Abegg und P. von Schröder: Eders Jahrb. f. Phot. 1908, **22.** 498 nach Phot. Ind. 1907, **5.** 1190. s. a. Phot. Chronik 1907, **14.** 564.

Die Autoren fanden unter anderm, daß zur vollständigen Gerbung der Gelatine Zeiten verbraucht werden, die zur Konzentration der Gerbungslösungen in umgekehrtem Verhältnis stehen und daß die Gerbung je nach den verwendeten Lösungen in höherem oder geringerem Grade auswaschbar ist.

W. Moeller: Kolloid-Zeitschrift 1921. **27.** 45 mit folgender Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse: Die Gerbung der Gelatine ist ein zweiphasiger Vorgang. Die eigentliche Gerbung des gerbfähigen Anteils ist physikalischer Natur, und an diesem nimmt nur der gerinnbare Anteil der Gelatine teil. Der nicht gerinnbare Anteil der Gelatine tritt mit dem Formaldedyd in chemische Wechselwirkung unter Bildung von Methylenaminosäuren. Die der Gerbung fähige Menge der Gelatine entspricht dem Gerinnungswert der unbehandelten Gelatine. Wird der gerinnbare Anteil durch Hydrolyse infolge Wasserstoffionenwirkung vermindert, so wird auch der gerbfähige Anteil dadurch vermindert, die gerbenden Bestandteile der Formaldehydlösung sind die unlöslichen kolloiden Polymeren des Formaldedyds, die in der Hauptsache erst während der Einwirkung auf die Gelatine entstehen.

Wird Formalin einer Emulsion zugesetzt, so darf dies niemals in konzentrierter Form geschehen, sondern man stellt sich erst eine verdünnte Lösung von bekanntem Gehalt her, die unter gutem Umrühren in die Emulsion eingetragen wird.

Bezugsquellen sind u. a.: Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin; E. Merck, Chem. Fabrik, Darmstadt.

Prüfung: Dieselbe erstreckt sich auf das äußere Aussehen, auf den Gehalt an unlöslicher Substanz, an freier Säure (Ameisensäure), an Methylalkohol und an Formaldehyd.

Aussehen: Formalin soll wasserhell sein und weder eine Trübung noch einen Bodensatz zeigen.

Rückstand: Man verdampfe 100 ccm auf dem Dampfbad und trockne ca. 48 Stunden bei 105° bis zur Gewichtskonstanz. Ist nach etwa 24 Stunden kein nennenswerter Gewichtsverlust mehr feststellbar, so wird die Trockentemperatur zur Verdampfung der sich ausscheidenden Polymerisationsprodukte vorübergehend auf 160° erhöht. Der meist aus Eisen und organischen Verunreinigungen bestehende Rückstand soll nicht über 250 mg im Liter betragen.

Freie Säure (Ameisensäure): Um 20 ccm des mit 20 ccm Wasser versetzten Formalins zu neutralisieren, sollen nach Zusatz von 2 Tropfen Phenolphtaleïn nicht mehr als 2 ccm N/2 Natronlauge verbraucht werden. Bei höherem Säuregehalt ist der Prozentgehalt zu ermitteln.

Methylalkohol: Man versetzt das Formalin mit überschüssigem Ammoniak, destilliert, säuert das aufgefangene Destillat mit Essigsäure an und bestimmt den Methylalkohol in einem aliquoten Teil nach dem Jodidverfahren.

Gehalt an Formaldehyd: Mit Hilfe einer Lungeschen Pipette gebe man 1,5—1,8 g des zu prüfenden Formalins in einem Erlenmeyerkolben, der 15 ccm Wasser enthält, füge 50 ccm N/2 Natronlauge hinzu und unmittelbar darauf durch einen engen Trichter langsam 50 ccm 3%iges Wasserstoffsuperoxyd, das vorher neutralisiert wurde. Man erhitzt nun 5 Minuten auf dem Wasserbade, kühlt wieder ab, läßt etwa 30 Minuten stehen, gibt Lackmuslösung zu und titriert mit N/2 Salzsäure. Die verbrauchten ccm N/2 Natronlauge umgerechnet in N/2 Salzsäure mit 1,501 multipliziert und durch das Gewicht der angewandten Probe dividiert ergeben den Prozentgehalt an Formaldehyd.

Der Gehalt des Formalins an Formaldehyd soll nicht geringer sein als 37 Gewichtsprozent.

3. Zusatz von Substanzen, die den Auftrag erleichtern:
(Alkohol, Saponin, Alborit, Seife.)

Alkohol.

Über Gewinnung des Alkohols, seine Eigenschaften, Bezugsquellen, Prüfung und Denaturierung s. dieses Handb. Bd. IV, 1, 3. Auflage 1928, S. 242—245.

Alkohol zur fertigen Emulsion gesetzt, macht diese sahniger und erleichtert ihren Auftrag, so daß man sich dieser ausgezeichneten Wirkung in der Praxis fast allgemein bedient. Man rechnet

etwa 50 ccm Alkohol auf 1 Liter Emulsion, tut aber gut, denselben vorher mit Wasser zu verdünnen, um ein Ausfällen der Gelatine auf alle Fälle zu verhindern.

Bei Gegenwart von Säuren vermag Alkohol die Gelatine aufzulösen, so daß man dadurch in der Lage ist, die fertige Bromsilbergelatine in eine alkoholische Lösung überzuführen und ähnlich wie Kollodium auf Glasplatten zu vergießen. Da derartige Platten rasch trocknen, erleichtert diese Methode das Selbstpräparieren der Platten, doch ist sie für den Fabrikbetrieb ungeeignet[1]).

Saponin[2]).

Die Saponine gehören zu den im Pflanzenreich weit verbreiteten Glukosiden. Gewonnen werden sie hauptsächlich aus Saponaria officinalis und Quillaia saponaria, indem man deren wässerigen Extrakt mit heiß gesättigter Bariumhydroxydlösung fällt, den Niederschlag mit Kohlendioxyd zersetzt und das Glykosid mit Ätheralkohol fällt.

Die klärende Wirkung des Saponins beruht darauf, daß seine stark schäumende Lösung mit Ölen, harzigen Substanzen und dgl. eine Emulsion bildet und dadurch das Absetzen fein verteilter Niederschläge verhindert.

Prüfung: Reines Saponin besitzt eine gelblich-weiße Farbe, seine 2%ige Lösung soll farblos oder nur ganz leicht gelblich und gleichzeitig klar sein, gegen Lackmus neutral reagieren und bei 16° C ein spezifisches Gewicht nicht unter 1,004 und nicht über 1,0075 besitzen. Eine 20%ige Lösung soll leicht herstellbar und ebenfalls klar sein, ihr süßlicher Geruch und ihre Klarheit sollen auch nach 24stündigem Aufbewahren bei 55° C erhalten bleiben.

Zur Selbstbereitung kocht man 1 kg käuflicher Quillayarinde mit 5 l Wasser aus, verdünnt auf 8 l und setzt 1 l Alkohol zu. Von dieser Lösung werden je nach der Oberflächenspannung der betreffenden Emulsion etwa 5—10 ccm pro l zugesetzt.

Alborit.

Alborit, ein Salz der Gallensäure, hat als Zusatz zur Emulsion zwecks Vermeidung bzw. Verminderung von Auftragsfehlern wie Streifenbildung, Zurückweichung der Emulsion von den Rändern, Kometenbildung u. a. allgemeinere Verbreitung gefunden und ersetzt vorteilhaft die zum gleichen Zwecke vielfach üblichen Zu-

---

1) s. hierzu: J. M. Eder, Phot. Korresp. 1880, **17.** 100; G. Herschell, Phot. Archiv 1880, **21.** 117 und 172; H. W. Vogel, Phot. Mitt. 1880, **17.** 50; J. B. Obernetter, Zeitschr. f. prakt. Phot. 1880, S. 54.

2) s. Phot. Korresp. 1885, **22.** 212 u. 249, nach Brit. Journ. of Phot. 1885. **32.** 98.

sätze von Alkohol, Seifenlösungen, Quillayaextrakt, da es der Emulsion weder eine unerwünschte Schaumfähigkeit verleiht, noch dieselbe irgendwie nachteilig beeinflußt. Es ist ein farbloses, in Wasser mit neutraler Reaktion leicht lösliches und in trockenem Zustande vollkommen haltbares Präparat[1]), dessen Wirkung darin besteht, daß es eine Herabsetzung der Oberflächenspannung der Emulsion herbeiführt, und zwar in solchem Maße, daß schon sehr kleine Mengen (0,05 g auf 1 l gußfertiger Emulsion) genügen um randfreien Guß und streifigen Auftrag in den meisten Fällen zu beseitigen.

Die für den Emulsionsprozeß wirksamste Menge muß von Fall zu Fall ausprobiert werden, da bei den Emulsionsgelatinen des Handels große Unterschiede in der Oberflächenspannung ihrer Lösungen in der für Emulsionen üblichen Konzentration bestehen, und ein Zuviel unter Umständen wieder eine ungünstige Oberflächenspannung zur Folge haben kann. K. Kieser empfahl daher die Messung der Oberflächenspannung sowohl der angewandten Gelatinen wie der fertigen Emulsionen mit Hilfe des Traubeschen Stalagmometers[2]). Da die Erfahrung gezeigt hat, daß eine Emulsion meist dann am besten fließt, wenn sie im Stalagmometer eine Vermehrung der Tropfenzahl um 20% gegen die Tropfenzahl des reinen Wassers gibt, so setzt man der Emulsion nach und nach so viel Alborit-Lösung zu, daß diese Tropfenzahl erreicht wird. Im allgemeinen genügen etwa 2—3 ccm einer Stammlösung 1:10, der man etwas Karbolsäure zusetzt um andernfalls gelegentlich auftretende Schimmelbildung zu verhüten. Eingetragen wird die Alboritlösung in die Emulsion in dünnem Strahl unter gutem aber nicht zu heftigem Rühren, damit kein Schaum entsteht.

Seife.

Seife, neutrale Marseiller Seife, auch Seifenspiritus, ist ein altbewährtes Mittel, um das Gießen der Platten zu erleichtern und ein Zurückziehen der Emulsion von den Plattenrändern beim Guß zu verhindern, gleichzeitig wird etwa vorhandenes Fett gleichmäßig in der Emulsion verteilt, so daß es keine Störungen verursachen kann[3]). Man fügt etwa $^1/_2$% zur Emulsion.

1) Alborit wird von der Chem. Fabrik C. H. Boehringer Sohn, Nieder-Ingelheim a. Rh., hergestellt. (D. R. P. 383 621, 1922 und D R. P. 404 209, 1922) s. Phot. Ind. 1922, **20.** 298, 1925. **23.** 1160.

2) Phot. Ind. 1922, **20.** 924 bis 926; Chemiker Zeitung 1923. **47.** 47; s. hierzu auch R. Garriga, Science et Ind. Phot. 1929. **9.** 85.

3) Grand, Phot. Wochenbl. 1884, **10.** 304 und 306.

4. Zusatz von Farbstoffen zur Sensibilisierung.

Orthochromatische Emulsionen: Zur Herstellung orthochromatischer Emulsionen versetzt man die gewaschene und geschmolzene Mutteremulsion, die vollkommen schleierfrei arbeiten soll, mit der wässerigen oder alkoholischen Farbstofflösung (Eosin, Erythrosin, Rose bengale u. a.). Die zuzusetzende Menge richtet sich nach der sensibilisierenden Wirkung des Farbstoffes. Wählt man beispielsweise Erythrosin[1]), so fügt man zu einem Liter Emulsion 15 ccm einer Erythrosinlösung 1:500 zu, sowie einige Tropfen Ammoniak. Man mischt gut und hat dafür zu sorgen, daß die Weiterverarbeitung der Emulsion wie auch der damit gegossenen Platten bei dunkelrotem Lichte erfolgt.

Vielfach wird auch das Silbersalz des Erythrosins verwendet, das sich beim Mischen einer Silbernitratlösung mit einer Erythrosinlösung als roter in Ammoniak leicht löslicher Niederschlag bildet. Da sich Erythrosinsilber bei Gegenwart von Bromkalium in Bromsilber und Erythrosin zersetzt[2]), muß die Emulsion in diesem Falle durch besonders gutes Auswaschen von allen Brom- oder Chlorsalzen befreit sein, soll seine Wirkung voll zur Geltung kommen, denn andernfalls ist die eintretende Sensibilisierung nicht dem Erythrosinsilber, sondern dem freien Erythrosin zuzuschreiben. Wird eine mit Erythrosin sensibilisierte Emulsion mit Silbernitratlösung versetzt, so daß dieses vorherrscht, so erhält man je nach der Menge des leicht reduzierbaren Silbersalzes einen mehr oder weniger starken dichroitischen Schleier.

Zur Herstellung einer Erythrosinsilberemulsion stellt man sich wäßrige Vorratslösungen von einerseits Silbernitrat 1:500, anderseits Erythrosin 1:500 her, mischt von diesen für 1 l Emulsion je 3 ccm jeder Lösung miteinander, und fügt tropfenweise verdünntes Ammoniak (1:10) bis zur eben erfolgten Lösung des Niederschlages unter Vermeidung jeden Überschusses hinzu. Die Emulsion wäscht

---

1) Die Zusammensetzung und Reinheit des Erythrosins (Tetrajodfluoresceïnnatrium), insbesondere auch technischer Produkte, studierten mit Rücksicht auf seine große Bedeutung als Sensibilisator M. Gomberg und D. L. Tabern, wobei sie zu dem Schluß kamen, daß dem Salz die Konstitutionsformel $C_{20}H_6J_4O_5Na_2—H_2O$ zukomme, da der Farbstoff hartnäckig Wasser (und auch Alkohol) festhält, das durch Trocknung nicht ohne vor sich gehende Zersetzung entfernt werden kann. J. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 1115.

2) Daß Bromide die Orthochromasie stören, wurde von Lüppo-Cramer ausführlich beschrieben. Phot. Ind. 1916. **14.** 22. s. a. des gleichen Autors Negativentwicklung bei hellem Licht, Leipzig 1922. II. Aufl. S. 160.

man zur Entfernung aller Spuren löslicher Bromide und Chloride zweckmäßig mehrmals mit destilliertem Wasser nach und versetzt sie im geschmolzenen Zustande mit der angegebenen Menge der Erythrosinsilberlösung und etwas Alkohol.

Orthochromatische Emulsionen mit gedämpfter Blauempfindlichkeit: Werden außer dem Sensibilisator der Emulsion noch gelbe Farbstoffe zugesetzt, welche die Gelatinelösung kräftig anfärben und sich nach der Verarbeitung leicht auswaschen lassen wie Pikrinsäure, Tartrazin, Filtergelb u. a., so erreicht man eine Dämpfung der Blauempfindlichkeit, wodurch sich die Verwendung einer Gelbscheibe bei der Aufnahme erübrigt.

Man verfährt beispielsweise so, daß man auf 1 l Emulsion 25 ccm einer Tartrazinlösung 1:40 zusetzt, darauf die oben angegebene Erythrosinsilberlösung, oder aber 30 ccm folgender Farbstofflösung:

destilliertes Wasser	550 ccm
Silbernitrat	1 g
Erythrosin	2 g
Ammoniak	13—14 ccm
Alkohol	100 ccm
Pikrinsäure	4 g.

Man rührt die hiermit gefärbte Emulsion gut durch, läßt einige Zeit bei gelinder Temperatur stehen und gießt dann die Platten.

Panchromatische Emulsionen: Man versetzt die Emulsion unmittelbar vor dem Gießen beispielsweise pro l mit 3 ccm einer Pinachromlösung 1:1000 oder einem andern Rotsensibilisator oder Mischungen solcher, und hat die Emulsion bei der Weiterverarbeitung sorgfältig vor jeder Lichteinwirkung zu schützen.

5. Zusatz von Wasser bzw. auch Gelatine.

Um die Emulsion stets unter möglichst gleichen Bedingungen zu verarbeiten und im Interesse gleichmäßiger Resultate ist es notwendig, die durch Temperaturwechsel des Waschwassers und auch bei Gelatinewechsel auftretenden Schwankungen in der Wasseraufnahme auszugleichen, da hierdurch die Viskosität der Emulsion und damit die Auftragsmenge pro laufenden Meter bei einer gegebenen Geschwindigkeit der Gießmaschine beeinflußt wird [1]). Man

1) Tatsächlich handelt es sich beim Emulsionsauftrag infolge des Zusammenwirkens verschiedener Kräfte, die hier nur angedeutet werden können, um einen komplizierten Vorgang. Außer von der Viskosität der Emulsion, die ihrerseits von deren Zusammensetzung, Konzentration und Temperatur abhängt, wird der Auftrag

ermittelt daher das Gewicht der Emulsion sowohl vor als nach dem Waschen, kontrolliert dadurch die erfolgte Wasseraufnahme und ist so in der Lage, durch entweder Wasserzusatz oder im gegenteiligen Falle durch verminderten Wassergehalt des Emulsions-Ansatzes oder endlich durch Zusatz von etwas Gelatine einen Ausgleich vorzunehmen.

Filtrieren der Emulsionen.

In der Regel begnügt man sich damit, die Emulsionen durch vorher mit reinem heißen Wasser angefeuchteten Flanellstoff zu

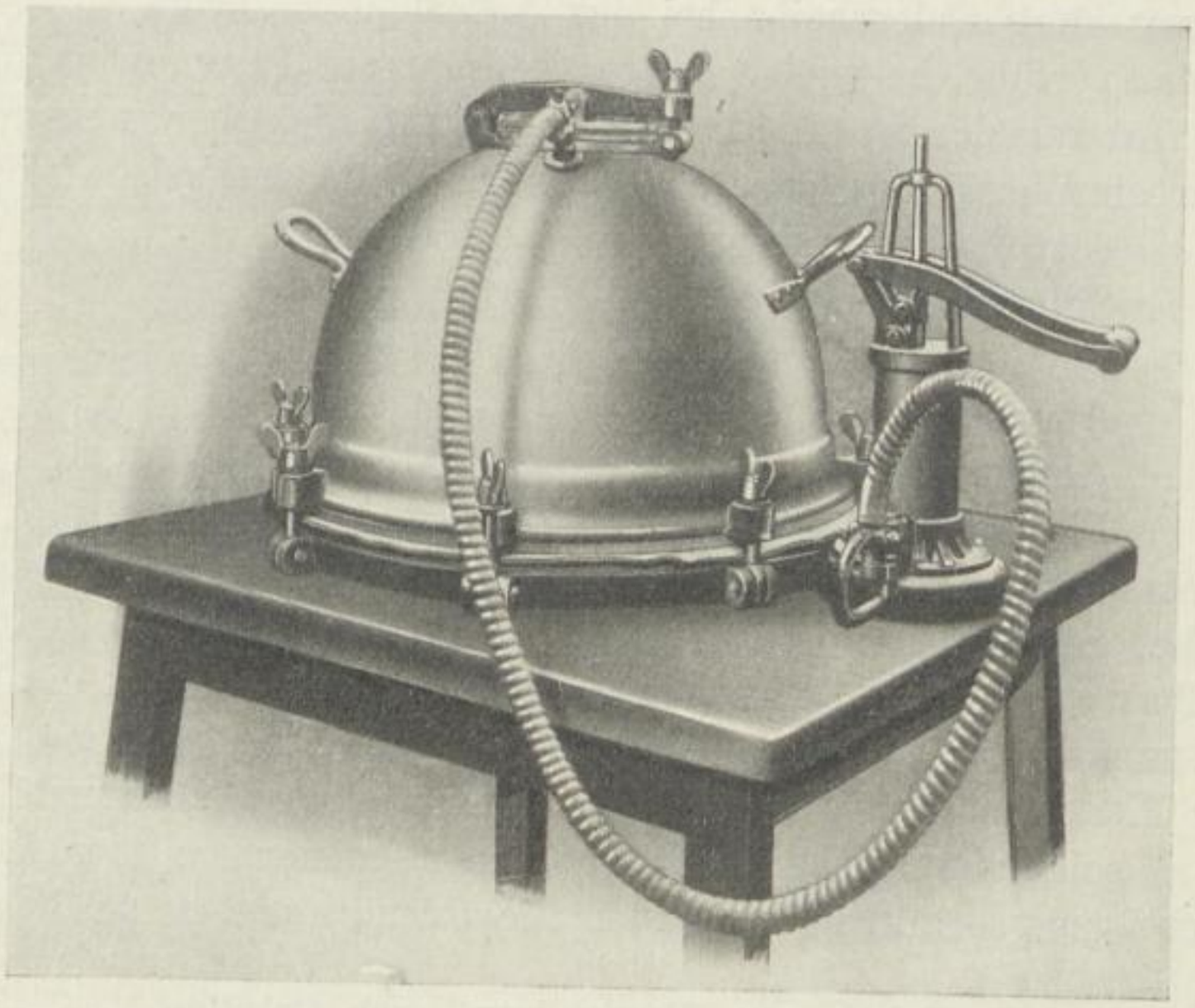


Abb. 41. Filtrierapparat für Emulsionen, Ausführungsform der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H.

filtrieren, den man zum Abhalten von Stoffasern mit Batist unterlegt. Für technische Zwecke haben sich hierzu die aus der Hutfabrikation erhältlichen noch unbearbeiteten trichterförmigen Flanellhüte bewährt, die in einen entsprechenden Glastrichter mit Warmwassermantel eingesetzt werden.

---

noch von der Oberflächenspannung sowohl der Emulsion wie des Schichtträgers (vorpräparierte Glasplatte, vorpräpariertes Zelluloid, Barytpapier) beeinflußt, von der Adhäsion der Medien (Grenzflächenspannung, Klebrigkeit) und der elektrischen Ladung der Moleküle.

Handelt es sich darum, sehr grobkörniges Bromsilber zu entfernen, preßt man die erwärmte Emulsion unter Druck durch Waschleder, dessen Poren zuvor durch Waschen mit schwacher Sodalösung geöffnet wurden. Man verwendet dazu eine mit einem Hals versehene Glasglocke, deren unteres offenes Ende mit dem Leder einfach oder auch zweifach bespannt wird, während man nach dem Einfüllen der Emulsion an der oberen Halsöffnung einen als Druckpumpe wirkenden Kautschuckball aufsetzt.

Für größere Emulsionsmengen bedient man sich eines auf dem gleichen Prinzip beruhenden Filtrierapparates (s. Abb. 41). Im wesentlichen besteht derselbe aus einem halbkugelförmigen, kupfernen, innen gut versilbertten Rezipienten, der auf einem Tischgestell montiert ist, das gleichzeitig eine Luftpumpe trägt. Den unteren Abschluß des Rezipienten bildet das Filterleder, das über eine kräftige gelochte versilberte Platte gespannt wird, damit es unter dem anzuwendenden Drucke nicht durchsackt. Gummidichtungen und Gelenkschrauben dienen zur Abdichtung. Um das Abnehmen des Rezipienten zu erleichtern, wird der gleiche Apparat auch an einem eisernen Säulengestell befestigt gebaut, bei dem der Rezipient durch ein im Innern der Säule untergebrachtes Gegengewicht ausbalanziert ist (s. Abb. 42). Für 50 Liter Inhalt besitzt ein derartiger Filtrierapparat 520 mm lichten Durchmesser.

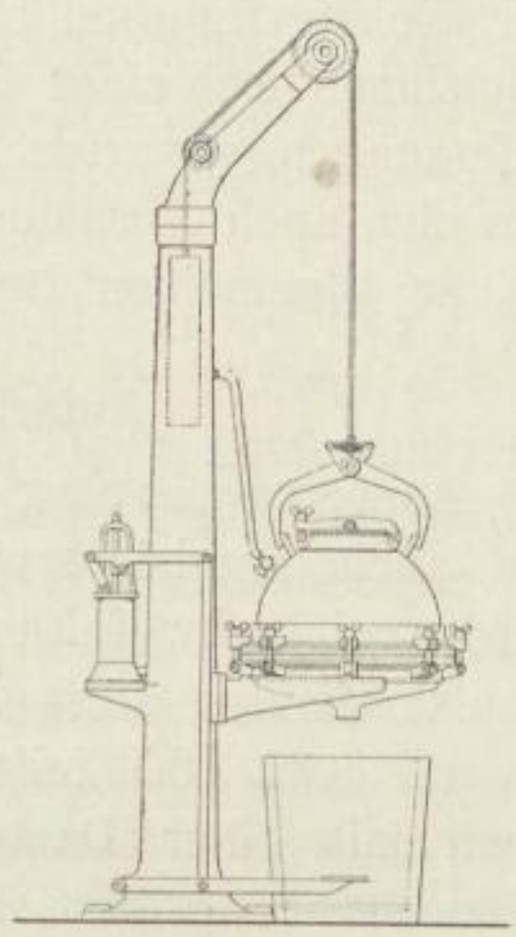


Abb. 42.
Filtrierapparat mit ausbalanziertem Rezipienten.

Die filtrierte Emulsion läßt man vor dem Vergießen vielfach noch etwa $^1/_2$ oder 1 Stunde bei gelinder Wärme ruhig stehen, damit etwa vorhandene Luftblasen sich ausscheiden können. Natürlich kann der gleiche Zweck auch durch Zugabe von wenig Alkohol oder durch Absaugen in einem besonderen Apparat sofort erreicht werden.

Reaktion der gußfertigen Emulsionen.

Die fertige Emulsion sollte nach Möglichkeit neutral reagieren, und zwar wählt man zur Prüfung hierauf für hochempfindliche Emulsionen zweckmäßig Bromthymolblau als schärferen Indikator, für weniger empfindliche Emulsionen Methylrot oder auch mehr

sauer reagierende Indikatoren. Über die Bestimmung der pH-Konzentration s. S. 134/136, Anm. 2.

Enthält eine Emulsion einen nachweisbaren Überschuß an Säure, setzt dieser sowohl ihre Allgemeinempfindlichkeit wie ihre Farbenempfindlichkeit herab, außerdem besteht die Tendenz zu einer Zersetzung der Gelatine. Eine wenn auch nur schwach alkalische Reaktion begünstigt ihrerseits das Eintreten des Schleiers und von Zersetzungserscheinungen anderer Art[1]). So wünschenswert eine hohe und höchste Empfindlichkeit oft auch ist, kann man von derartigen Emulsionen doch nicht die gleiche Stabilität unter gleichen Lagerungsbedingungen erwarten wie von weniger empfindlichen[2]). Scheinen bisweilen auch Ausnahmen zu bestehen, so ändern diese doch nichts an der allgemeinen Regel.

Aufarbeitung von Abfallprodukten.

Aufarbeitung von Emulsionsresten: Emulsionsreste und auch Emulsionsspülwässer werden zur Wiedergewinnung des Silbers mit Schwefelsäure angesäuert — zu 100 Teilen eingedickter Emulsionsmasse fügt man 10 Teile konzentrierte Schwefelsäure, die mit etwa 100 Teilen Wasser verdünnt wurde — und in einem innen mit einer Dampfschlange versehenen Holzbottich ca. eine halbe Stunde erhitzt, bis die Gelatine durch Hydrolyse total aufgespalten ist und ihr Erstarrungsvermögen verloren hat, so daß sich die schweren Silbersalze nach Beendigung der Kochung zu Boden setzen können. Die überstehende klare Flüssigkeit wird alsdann abgelassen, den Schlamm wäscht man auf einem Koliertuch heiß aus, trocknet ihn an der Luft mit künstlicher Wärme und übergibt ihn einer Scheideanstalt[3]).

Aus verdünnten Gelatineemulsionsrückständen kann das Silber bzw. Bromsilber auch durch Zusatz von Aluminiumhydrat (Alaun und Ammoniak), Harzseife oder ammoniakalischer Kaseinlösung und

---

1) Über den Einfluß der Azidität und Alkalinität auf die Empfindlichkeit photographischer Emulsionen, Untersuchungen, die zum Studium der Umkehrung der Empfindlichkeit beim Neutralisieren saurer Emulsionen hauptsächlich an fertigen Trockenplatten durch Eintauchen in Säuren bekannter Konzentration angestellt wurden, s. a. S. E. Sheppard und E. P. Wightman, Brit. Journ. of Phot. 1928. **75.** 730; ref. Phot. Ind. 1929. **27.** 82.

2) Beispiele hierfür sind der Agfa „Superpan-Film" und der Zeiß-Ikon „Nox-Film", für deren Haltbarkeit die nur sehr kurze Zeit von 1 bis 2 Monaten zugestanden wird.

3) s. hierzu K. Kieser, Phot. Ind. 1915, **13.** 503.

darauf Salzsäure, die durch ihre Wirkung aufeinander einen flockigen Niederschlag von Harz und Kasein geben, niedergegeschlagen werden[1]). Beispielsweise erfordern 4500 l Emulsion mit etwa 1130 g metallischem Silber und etwa 4,5 kg Gelatine 11,5 kg gelöste schwefelsaure Tonerde und 4,5 l Ammoniak vom spez. Gewicht 0,880. In prinzipiell gleicher Weise werden Emulsionsspülwässer, die fein verteiltes Halogensilber neben wenig Gelatine enthalten auch durch Zusatz einer kolloidalen Lösung ausgeflockt, indem man z. B. 100 l Waschwasser mit 1 l einer Lösung versetzt, die aus 100 g Eisenchlorid in 240 ccm Wasser besteht, der zum Lösen des zunächst entstehenden Niederschlages eine gerade ausreichende Menge einer $^1/_2$%igen Ammoniumkarbonatlösung zugefügt wurde[2]).

Aufarbeitung verdorbener unentwickelter Platten: Vorbedingung für die Wiedergewinnung des Silbers aus unentwickelten lichtempfindlichen Schichten ist deren Entfernung von ihrer Unterlage, was in einfacher Weise durch deren Behandlung mit einer 10%igen Formalinlösung und durch heißes Wasser von 60° erreicht wird. Die Kochwasser werden zu den Emulsionsresten gegeben und mit diesen wie oben angegeben verarbeitet[3]).

Nach einem für die Betriebspraxis bestimmten Verfahren werden die Ausschußplatten zum Erweichen der Emulsion zunächst mit der Schicht nach unten auf einem Metall- oder Stoffsieb liegend durch ein Warmwasserbad hindurchgeführt, so daß die Emulsion durch das Sieb nach unten abfließen kann; alsdann werden sie der Einwirkung fein verteilten heißen Wassers ausgesetzt, das durch mit einzelnen Borstenreihen mühlradartig besetzte Walzen von unten her gegengespritzt wird. Hierbei benutzt man im Kreislauf immer das gleiche Wasser, das sich so mit Emulsion anreichert und mit den Emulsionsresten verarbeitet wird[4]).

Emulsionsverfahren und Vorschriften[5]).

(Bearbeitet von Lüppo-Cramer.)

Allgemeines: Trotz großer Fortschritte, die in der Herstellung der photographischen Negativemulsion im Laufe der Jahre

1) Brit. P. 102 668 (1916) von Renwick, Storr und Ilford Ltd.; ref. Brit. Journ. of Phot. 1916, **63.** 710.

2) D. R. P. 403 716 (1922) der Byk-Guldenwerke A.-G., Berlin; ref. Phot. Ind. 1925. **23.** 293.

3) s. hierzu Hende, Photo-Revue 1914. S. 182; ref. Phot. Ind. 1914. **12.** 812.

4) D. R. P. 323 837 (19[illegible]9) für Max Leo, Dresden; ref. Phot. Ind. 1920. **18.** 728.

5) s. a. E. J. Wall, Photographic Emulsions, Boston 1929.

gemacht worden sind, gehen doch wohl alle Verfahren auf die zuerst von J. M. Eder in den älteren Auflagen dieses Handbuches veröffentlichten Methoden zurück. Nach meinen Erfahrungen und vielfachem Gedankenaustausch mit andern Praktikern des Faches sind alle Prinzipien, die in der Emulsionsbereitung heute befolgt werden, nicht als neu zu bezeichnen, sondern sämtlich schon bei Eder zu finden.

Man unterscheidet in der Emulsionstechnik zwei wesentlich verschiedene Prinzipien der Emulsionsherstellung, das ammoniakalische und das Siedeverfahren. Bevor wir zu diesen speziell für die hochempfindlichen Negativemulsionen bestimmten Methoden übergehen, mögen einige Vorschriften für Emulsionen anderer Art mitgeteilt werden. Anfängern auf diesem Gebiete ist überhaupt anzuraten, sich nicht gleich darauf zu legen, Emulsionen von möglichst hoher Empfindlichkeit herzustellen, sondern sich erst mit einfacheren und gegen äußere Einflüsse und Versuchsfehler weniger empfindlichen Schichten einzuarbeiten. Am meisten empfiehlt es sich, zuerst nach den auf S. 161/162 angegebenen Vorschriften für Diapositivschichten zu arbeiten und erst, wenn diese zur Zufriedenheit ausfallen, sich an hochempfindliche Emulsionen zu wagen.

Es sei noch betont, daß bei allen Emulsionen die Qualität der verwendeten Gelatine von ausschlaggebender Bedeutung ist (s. hierzu S. 71/72 und 167).

Sogenannte kornlose Bromsilbergelatineemulsion für die Lippmannsche Photochromie.

Die feinstkörnigen, wenn auch höchst unempfindlichen Emulsionen, sogenannte „kornlose" Bromsilber-Emulsionen, verwendet man zu Lippmanns Verfahren der Photographie in natürlichen Farben[1]), das Emulsionsschichten verlangt, die zufolge der größten Feinheit der Bromsilberpartikelchen tunlichst durchsichtige, homogene Schichten geben. Gute Vorschriften für die Herstellung derartiger Emulsionen rühren von Valenta[2]), Lumiére[3]), Neuhauß[4]), Lippmann (1899) und Gaedicke (s. unten) her.

---

1) vgl. E. Valenta, Die Photographie in natürlichen Farben, Halle 1894. — R. Neuhauß, Die Farbenphotographe nach Lippmanns Verfahren, Halle 1898. F. Schütt, Eders Jahrbuch f. Phot. 1897. **11.** 421.

2) Eders Jahrbuch f. Phot. 1894. **8.** 448; 1895. **9.** 504.

3) Eders Jahrbuch f. Phot. 1894. **8.** 450; 1897. **11.** 27.

4) R. Neuhauß, Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren, Halle 1898.

Vorschrift nach E. Valenta:

Man bereitet sich in der Wärme zwei Lösungen:

A. 10 T. Gelatine, 300 T. Wasser und 6 T. Silbernitrat.

B. 20 T. Gelatine, 300 T. Wasser und 5 T. Bromkalium.

Die Lösungen werden auf 35° C abgekühlt und in der Dunkelkammer die Lösung A allmählich in B gegossen, wobei eine schwach opalisierende Flüssigkeit entsteht. Die Flüssigkeit wird mit einem geeigneten Farbensensibilisator versetzt, z. B. je 100 ccm Emulsion mit 1 bis 2 ccm alkoholischer Zyaninlösung (1 : 500) und 1 bis 2 ccm Erythrosinlösung (1 : 800); dann durch Leinen filtriert und auf Glasplatten dünn gegossen. Man läßt erstarren, wäscht circa 10 Minuten in fließendem Wasser und trocknet. — Wird die Emulsion nicht rasch verarbeitet, so wird sie trüber und liefert minderwertige Platten, die die Farben nicht mehr genügend brillant wiedergeben.

Lippmann[1]) stellte für seine Methode der Photochromie eine geeignete, ziemlich silberarme Bromsilber-Emulsion folgendermaßen her: In 100 ccm Wasser werden 4 g Gelatine gelöst, 0,53 g Bromkalium zugesetzt und darauf 6 ccm einer alkoholischen Zyaninlösung (1 : 500) und 3 ccm einer alkoholischen Lösung von Chinolinrot (1 : 500) beigemischt. Das Gemisch wird auf eine Temperatur von 40° C (nicht höher) gebracht und in der Dunkelkammer 0,75 g gepulvertes trockenes Silbernitrat zugesetzt, 1 bis 2 Minuten lang gerührt, bis alles gelöst ist, durch Glaswolle filtriert und auf leicht angewärmte Glasplatten gegossen. Man läßt die Platten auf einer horizontalen Marmorplatte erstarren, befeuchtet sie mit Alkohol, wäscht sie eine halbe Stunde in fließendem Wasser und trocknet sie darauf. Die Platten sind lange haltbar.

Vor dem Gebrauche wird die empfindliche Schicht mit einer Lösung von 100 g Alkohol abs., 0,5 g Silbernitrat und 0,5 g Eisessig übergossen; man läßt abtropfen, trocknet, und muß die Platte noch am gleichen Tage verbrauchen, weil sie sich bei Gegenwart von Silbernitrat nicht hält. — Nach der Belichtung wäscht man mit Wasser, entwickelt mit Pyrogallol-Ammoniak und fixiert mit Cyankalium.

Vorschrift nach J. Gaedicke:

Die nachfolgenden Mengen beziehen sich auf ein Quantum von 2 Liter Emulsion.

I.	Wasser	400 ccm,
	Gelatine	20 g,
	Bromkalium	13 g,
	Chlorkalium	0,4 g.

Die Gelatine wird nach dem Aufquellen in dem Wasser gelöst, die Haloidsalze hinzugefügt und auf 37° C abgekühlt.

Man kann statt 13 g Bromkalium auch 11,5 g Bromammonium verwenden.

II. a)	Wasser	280 ccm,
	Gelatine	20 g,

1) Bull. Soc. Franç. Phot. 1899. **45.** Nr. 4; ref. Phot. Mitt. 1899. **36.** 120.

b) Wasser . . . . . 120 ccm,
Silbernitrat . . . . . 20 g.

Die Gelatine wird in dem Wasser gelöst und die Lösung auf 37° abgekühlt. Die kalte Silbernitratlösung wird darauf unter Rühren in die Gelatinelösung eingetragen, da umgekehrt eine Ausscheidung erfolgen würde.

Die Mischung II wird zu der Lösung I gegossen und gut geschüttelt. Nach 24 Stunden wird die beim Erkalten erhaltene Gallerte in bekannter Weise zerkleinert. Die Nudeln werden 1 Stunde in fließendem Wasser gewaschen, bei 40° C geschmolzen, dann werden noch 60 g vorher geweichter und geschmolzener Gelatine zugefügt. Man versetzt mit 200 ccm Alkohol, verdünnt mit Wasser auf ein Volumen von 2 Liter und filtriert. Die Emulsion ist nun gußfertig.

Diese Emulsion ist eine reine Bromsilber-Emulsion, da Bromkalium und Silbernitrat genau im äquivalenten Verhältnis verwendet sind; die kleine Menge Chlorkalium ist nur zugefügt, um einen etwaigen Wägefehler beim Silbernitrat auszugleichen, so daß in keinem Falle ein Überschuß von Silbersalz vorhanden ist, durch den Schleier entstehen würde. Sie ist sehr unempfindlich gegenüber der gereiften körnigen Bromsilber-Emulsion, aber man kann ihre Empfindlichkeit außerordentlich erhöhen und sie zugleich farbenempfindlich machen, wenn man ihr wenige Prozente einer zweiprozentigen Erythrosinsilberlösung zusetzt. Immerhin ist auch nach diesem Zusatz ihre Empfindlichkeit gegenüber der einer hochempfindlichen Bromsilber-Emulsion nur gering.

Die Emulsion, auf Glasplatten gegossen, trocknet ganz klar nur mit einer leichten Opaleszenz ein und ist für das Lippmannsche Farbenverfahren vortrefflich verwendbar, wenn man ihr noch etwas Zyaninlösung zusetzt.

Die Lippmannsche Photochromie kommt durch Wirkung von stehenden Lichtwellen zustande, die sich beim Durchgange des Lichtes durch feinstkörnige, durchsichtige Schichten von Bromsilber-Gelatine oder dgl. und Reflexion von einer Quecksilberschicht bilden. Für das Zustandekommen stehender Lichtwellen ist ausreichende Durchsichtigkeit, aber nicht vollkommene Kornlosigkeit der Schicht[1]) notwendig, wie O. Wiener gezeigt hat.

---

1) Die in früherer Zeit von mehreren Seiten gestellte Anforderung der Kornlosigkeit der Schicht ist somit für die Theorie des Lippmann-Prozesses nicht maßgebend; in der Tat gelingt die Herstellung Lippmannscher Photochromien,

Vorschrift nach Lehmann:

Große Erfolge mit der Photochromie nach Lippmann hatte in späterer Zeit H. Lehmann, über dessen Emulsionsverfahren R. Jahr schreibt[1]):

„Die hauptsächlichsten Arbeiten des leider zu früh verstorbenen Dr. Hans Lehmann erstrecken sich auf die besondere Art der Mischung der Emulsion und deren Sensibilisierung. 50 g einer geeigneten Gelatine werden in 975 ccm destilliertem Wasser geweicht, gelöst und nach erfolgtem Filtrieren auf 35° abgekühlt. Dann löst man 10 g Silbernitrat in 25 ccm Wasser, erwärmt auf 35° und gießt 200 ccm der obigen Gelatinelösung unter ruhigem stetigen Rühren zu. Zu den restierenden 775 ccm Gelatine-Lösung fügt man 8 g Bromkalium. Die Bromkalium-Gelatinelösung wird dann (natürlich in der Dunkelkammer) in dünnem Strahl langsam in die Silberlösung unter stetigem ruhigen Rühren eingegossen. Sofort nach beendigter Mischung fügt man folgende Farbstofflösung hinzu, die kurz vorher zusammengegossen und auf 30° erwärmt wurde:

Pinazyanol (1 : 1000 Alkohol)	10 ccm
Orthochrom (1 : 1000 Alkohol)	10 ccm
Akridinorange (1 : 500 Alkohol).	10 ccm

Unmittelbar danach wird die Emulsion vergossen. Alles nachträgliche Erwärmen der Emulsion ist zu vermeiden. Die Glasplatten werden nicht vorpräpariert, aber sorgfältig geputzt. Man gießt die Emulsion auf die Mitte einer Glasplatte, verteilt sie nach allen 4 Ecken gleichmäßig und gießt dann möglichst viel ab. Es darf nur eine ganz dünne Schicht auf der Glasplatte bleiben, die nun auf eine kühlgehaltene, nivellierte Glas-, Schiefer- oder Marmorplatte zum Erstarren gelegt wird. Darauf wäscht man die Platte 10 Minuten in fließendem Wasser und läßt sie trocknen. Erst durch Lagern erhalten die Platten ihre größte Empfindlichkeit und Brauchbarkeit. Exposition, Entwicklung und weitere Behandlung erfolgt nach bekannten Vorschriften.

Hingewiesen sei hier auch auf die Emulsionsvorschrift für das Lippmann-Verfahren von M. Schonne, Brit. Journ. of Phot., Suppl. on Colour Photogr. 1929. **23.** 41. Ferner finden sich in Bd. II, 1. dieses Handbuches, 3. Aufl. 1927 zahlreiche Angaben über kornlose Emulsionen, deren Veränderung und Empfindlichkeitszunahme durch Reifung usw. A. a. O. S. 7 gibt Lüppo-Cramer u. a. eine Vorschrift zur Herstellung einer „konzentrierten kornlosen" Emulsion, die zwar seither nicht für die Zwecke der Interferenzfarbenphotographie geprüft wurde, aber wegen ihres feinen Kornes, ihrer enormen Deckkraft und einer verhältnismäßig hohen Empfindlichkeit für manche, insbesondere wissenschaftliche Zwecke von Interesse sein dürfte.

Mittelempfindliche Bromsilber-Diapositivemulsion.

Außer den an anderer Stelle zu besprechenden Chlorsilber- und Chlorbromsilber-Diapositivemulsionen werden für viele Zwecke auch

mit Korngrößen von 0,0003 mm, ohne daß man aus dieser Beobachtung einen Einwand gegen die Theorie der Photochromie nach Zenker-Lippmann herleiten darf. (O. Wiener, Eders Jahrbuch f. Phot. 1896, **10.** 59.)

1) Phot. Ind. 1925. **23.** 1010; vgl. a. dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 33.

reine Bromsilber-Diapositivemulsionen benutzt, die beim Entwickeln schwarze Töne liefern. Lüppo-Cramer[1]) gab hierfür folgende Vorschrift:

Zu einer 45° warmen Lösung von 10 g Gelatine und 10 g KBr (ev. außerdem noch 0,3 g KJ) in 150 ccm Wasser wird eine 20° warme Lösung von 10 g Silbernitrat in 50 ccm Wasser, der konzentriertes Ammoniak bis zur Klärung zugefügt ist, innerhalb 4 bis 5 Minuten (tropfenweise) zugefügt. Alsdann werden 5 ccm konzentrierte Salzsäure, verdünnt mit 10 ccm Wasser, zugegeben. Letzteres geschieht nur, um bei stark kalkhaltigem Waschwasser einen allzu starken Niederschlag von Kalk durch das Ammoniak zu verhindern, der oft eine unschöne Mattierung der Schicht („Kalkkorn") zur Folge hat. Darauf wird eine Lösung von 30 g Gelatine in 100 ccm Wasser zur Emulsion gegeben und diese nach dem Erstarren im Eisschrank und genügender Zerkleinerung in „Nudeln" so lange in fließendem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser mit Nesslers Reagens (s. S. 128) nicht mehr Ammoniak bzw. Ammoniumsalze anzeigt. (Empfindlichkeit etwa 30—40° Eder-Hecht.)

Für Diapositivzwecke ist die Emulsion ohne Reifung verwendbar, man kann sie aber, wenn der angegebene Jodkaliumzusatz gemacht wurde, nach dem Waschen durch zwei- bis dreistündiges Erwärmen auf 60° noch bis etwa 50° Eder-Hecht in ihrer Empfindlichkeit erhöhen, ohne daß auch nur spurenweise Schleier eintritt.

Nach Eder[2]) genügen diese (gereiften) Emulsionen bei geringen Ansprüchen an die Empfindlichkeit auch schon für Negativaufnahmen, wenn man die obige Emulsion nach dem Mischen mit der ammoniakalischen Silberlösung etwa 2 Stunden bei 43° C digeriert, danach mit Salzsäure versetzt, den Rest der Gelatinelösung zusetzt, und dann rasch zum Erstarren bringt. Solche Emulsion zeigt ungefähr die Empfindlichkeit von 56° Eder-Hecht, die durch Nachdigerieren der gewaschenen Emulsion noch ein wenig gesteigert werden kann.

Ein gutes Rezept für eine sehr steil graduierte feinkörnige Positivemulsion ist nach Lüppo-Cramer folgendes.

15 g Gelatine, 100 ccm Vorratslösung (40 g KBr, 1 g KJ, 50 ccm Ammoniak [0,91] aufgefüllt auf 1 Liter).

Zu dieser 45° warmen Lösung fügt man im Laufe einer Minute 50 ccm 10%ige Silbernitratlösung von Zimmertemperatur.

Die Emulsion wird eine Stunde lang auf 45° gehalten und dann

1) s. dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 42.

2) J. M. Eder, Rezepte und Tabellen, XII und XIII. Aufl. Halle 1927, S. 131.

zum Erstarren gebracht. — Selbstverständlich kann man auch diese Emulsion nach dem Waschen nachdigerieren, wobei die Empfindlichkeit beträchtlich zunimmt.

Ammoniakalische Negativ-Emulsion.

A. 16 g Gelatine werden in 120 ccm Wasser aufgelöst, und 7 g Bromammonium und 3 ccm 10%ige Jodkaliumlösung zugegeben.

B. 10 g Silbernitrat werden in 50 ccm Wasser gelöst und Ammoniak (0,91) bis zur Klärung zugefügt. Verwendung dieser Lösung bei Zimmertemperatur.

Lösung B wird in zwei gleiche Teile geteilt und die eine Hälfte ziemlich rasch, d. h. innerhalb einer Minute zu der 42° bis 44° warmen Lösung A zugegeben und in einem auf 45° bis 46° eingestellten Thermostaten auf 43° bis 44° gehalten. Nach 45 Minuten gibt man die zweite Hälfte der Silberlösung zu. Nach weiteren 5 Minuten trägt man 10 g trockne Gelatine unter gutem Rühren in die Emulsion ein und stellt sie nach erfolgter Lösung der Gelatine in den Eisschrank zum Erstarren.

Diese Emulsion erfordert nach erfolgtem Waschen eine weitere Nachreifung. Will man eine höhere Empfindlichkeit schon ohne diese erzielen, so kann man den ersten Digestionsprozeß (nach dem Einrühren der trocknen Gelatine) auch noch etwa 30 Minuten länger ausdehnen.

Bei starkem Kalkgehalt des Waschwassers empfiehlt es sich, der Emulsion vor dem Erstarrenlassen 5 ccm konzentrierte Salzsäure, verdünnt mit gleichen Teilen Wasser zuzufügen.

Die Nachdigestion erfolgt nach gründlichem Waschen, bis die Probe auf Ammoniak mit Neßlers Reagens (s. S. 128) im Waschwasser versagt. Die Emulsion wird dann geschmolzen und wiederum in den Thermostaten gestellt. Die Kontrolle durch Naßproben [1]) läßt leicht erkennen, wie weit man die Empfindlichkeit steigern darf, ohne störenden Schleier zu erhalten. Es genügen je nach den wechselnden Verhältnissen und der Gelatinesorte 5—6 Stunden bei 40° oder entsprechend kürzere bzw. längere Zeiten bei höherer oder niederer Temperatur. Anstatt eines Thermostaten kann man für Nachdigestionen kleiner Emulsionsmengen auch gut isolierte Kochkisten verwenden.

Die Salzsäure in der angegebenen Menge stumpft nur einen

1) vgl. S. 136/137 und das Kapitel „Nachreifung" in Bd. II, 1, 3. Auflage 1927, S. 64.

Teil des Ammoniaks in der Emulsion ab und ihre Menge darf nicht etwa soweit erhöht werden, daß saure Reaktion eintritt [1]).

Die Einteilung des Silberzusatzes in zwei Portionen bei dieser Vorschrift will die Reifung nach der Richtung hin beeinflussen, daß nicht alle Körner sich in ungefähr demselben Stadium befinden; es ist klar, daß die zweite Silberhälfte, soweit das aus ihr gebildete Bromsilber sich nicht an die bereits gereiften Körner ankristallisiert, zur weiteren Ausbildung von neuen Kristallen führt, deren Reifung verhältnismäßig kürzere Zeit dauert. Es ist dies das im Bande „Grundlagen" S. 591 besprochene und durch Mikrophotogramme und Schwärzungskurven erläuterte Prinzip, durch Ausbildung verschiedener Reifungsstadien die Gradation günstig zu beeinflussen. Einen ähnlichen Effekt erhält man natürlich durch teilweise schnelles, teilweise langsames Einlaufenlassen der gesamten Silbermenge, was mit Hilfe eines Tropftrichters mit Hahn leicht durchführbar ist.

Einen wesentlichen Einfluß hat bei dieser Art von Emulsionen die Quantität des Bromsalzes. Die angegebene Menge von 7 g Bromammonium auf 10 g Silbernitrat stellt einen bedeutenden Überschuß über die Äquivalenz dar, zu der 5,8 g ausreichend wären [2]). Vermindert man die 7 g auf 6 g, so erfolgt die Reifung wesentlich langsamer, man erhält aber bei feinerem Korn eine steilere Gradation mit größerer Deckung. Erhöht man andererseits die 7 g noch weiter auf 8 g, so erfolgt die Reifung noch rascher, man erhält aber eine recht flache Gradation, so daß man eine derartige Emulsion im ungemischten Zustande überhaupt nicht mehr gebrauchen kann. Vgl. dieses Handb. Bd. II, 1., 3. Aufl. 1927, S. 47.

Wenn man Wert darauf legt, die Emulsion ungemischt zu verwenden, so ist es zweckmäßig, in der angegebenen Vorschrift nur 6 bis 6,5 g Bromammonium zu nehmen, es entstehen dann unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen kräftiger gedeckte Negative. Durch Mischen mit einer ganz steil graduierten Positivemulsion, wie sie oben S. 162 angegeben wurde, kann man jede gewünschte Schwärzungskurve erzielen.

Beachtenswert ist für alle Emulsionen, daß man den Jodkaliumgehalt auch erheblich herabsetzen kann. Da das Jodsilber die Reifung

---

1) Für Positivemulsionen wird vielfach das Ammoniak ganz abgestumpft. So empfahl L. Belitzki (Eders Jahrb. 1889, **3.** 107) das Neutralisieren mit Schwefelsäure, um die weitere Einwirkung des Ammoniaks zu unterbrechen. W. K. Burton hatte Salizylsäure für denselben Zweck vorgeschlagen.

2) Da das Bromammonium hygroskopisch ist, so muß man es vor jeder Feuchtigkeit schützen, evtl. erst wieder trocknen.

verlangsamt, wird durch Verminderung des Jodgehaltes die Digestionszeit abgekürzt, meistens aber auch die Deckkraft der Emulsion unter sonst vergleichbaren Umständen größer. Eine Verminderung des Jodsilbergehaltes auf 2 bis $1^1/_2$% hat auch den Vorteil, daß die Platten wesentlich rascher fixieren. Besonders für die Herstellung von Mutteremulsionen für orthochromatische Platten ist die Verwendung von möglichst wenig Jodsilber anzuraten, da dieses schon in geringen Dosen die optische Sensibilisierung ungünstig beeinflußt.

Positivemulsion zum Zumischen zur hochempfindlichen (für sich allein für photomechanische Platten verwendbar).

A. 10 g Silbernitrat werden in 30 ccm Wasser gelöst und mit Ammoniak (0,91) „geklärt".

B. 10 g Gelatine, 60 ccm Wasser, 10 g KBr,, 1 ccm 10%ige Jodkaliumlösung.

Die Silberlösung wird mit Zimmertemperatur in die 40° warme Lösung B innerhalb von 5 Minuten eingetragen, dann werden 10 g Gelatine gelöst in 30 ccm Wasser und darauf 5 ccm konzentrierte Salzsäure, verdünnt mit 5 ccm Wasser zugefügt.

Nach gründlichem Waschen kann diese Emulsion bei 40° noch 1 bis 2 Stunden nachdigeriert werden. Sie wird eine sehr steil graduierte mittelempfindliche Platte liefern, die für sich allein als Positivemulsion oder für photomechanische Zwecke verwendet werden kann.

Mischt man sie je nach dem Ausfall der Proben mit der auf S. 163 beschriebenen hochempfindlichen Emulsion zu gleichen Teilen oder in andern auszuprobierenden Verhältnissen, so erzielt man die gewünschte Gradation.

Ammoniakalische Emulsionen anderer Art.

Mischung durch Zusatz der Silbernitratlösung in die Ammoniak enthaltende Bromsalzgelatine: Der Vorgang der Bromsilberbildung ist hier ein wesentlich anderer. Denn während bei den eigentlichen „Silberoxyd-Ammoniak"-Emulsionen erst nach und nach bei der Bromsilberbildung Ammoniak frei wird, dessen Menge fortwährend bis zum Ende des Mischens zunimmt, ist hier von Anfang an das ganze vorgesehene Ammoniak vorhanden und die Bromsilberbildung erfolgt von vornherein in Gegenwart von relativ viel Ammoniak. Diese von Anfang an vorhandene hohe Konzen-

tration ist wahrscheinlich auch die Ursache der sehr ausgeprägten kristallinischen Beschaffenheit des Bromsilbers. Die Vorschrift, die nur mit der Hälfte des bei Silbernitrat-Ammoniakemulsionen üblichen Ammoniaks arbeitet, lautet:

Vorratssalzlösung: 65 g Bromammonium, 3,7 g Jodkalium, 50 ccm Ammoniak (0,91), aufgefüllt mit Wasser auf 500 ccm.

A. 2 g Gelatine, 50 ccm der Vorratssalzlösung.

B. 50 ccm 20%ige Silbernitratlösung (ohne Ammoniak).

Man läßt B in A bei 53° beider Lösungen innerhalb 5 Minuten einfließen. 10 Minuten nach Beginn des Emulgierens rührt man 6 g trockne Gelatine in die Emulsion ein und nach weiteren 10 Minuten nochmals 6 g. Nach insgesamt 30 Minuten gießt man die Emulsion in eine Schale aus, die man in den Eisschrank stellt. Nach genügendem Erstarren wäscht man in bekannter Weise, bis sich durch Neßlers Reagenz kein Ammoniak mehr nachweisen läßt.

Die so erhaltene Emulsion ist noch kraftlos und wenig empfindlich, aber in ungewöhnlich hohem Grade der Nachreifung zugänglich. Die Kurve 1 in Abb. 43 zeigt die merkwürdig flache Gradation der Emulsion. Digeriert man sie aber beispielsweise bei 50° 2 Stunden nach, so ergibt sich Kurve 2 und eine Empfindlichkeit von 84° E.-H., die man noch weiter steigern kann, ohne daß Schleierbildung eintritt. Auch diese Emulsion mischt man, z. B. für Porträtplatten, zweckmäßig mit einer steil graduierten weniger empfindlichen, wie sie unter 4 angegeben wurde, damit die Abstufung in den Lichtern besser und die in Kurve 2 bereits erkennbare leichte Neigung zur Umkehrung hinausgeschoben wird[1]) (vgl. dieses Handb. Bd. II, 1., 3. Aufl., 1927, S. 592, Abb. 85).

Die beschriebene Emulsion ist im allgemeinen zu konzentriert, man kann sie daher, je nach der Wasseraufnahme beim Waschen, verdünnen, so daß aus dem gegebenen Ansatz etwa 200 ccm entstehen.

Die Nachdigestion kann man weitgehend variieren; Lüppo-Cramer hat es meist vorgezogen, die Emulsion über Nacht etwa 15 Stunden, ohne oder mit sehr wenig verdünntem Ammoniak, bei nur etwa 33° in einem Thermostaten oder auch nur in einer gut isolierten Kochkiste stehen zu lassen. Man kann dann nach Prüfung der Platte in nassem Zustande (s. S. 137) die Digestion nötigenfalls noch fortsetzen, bis die gewünschte Empfindlichkeit erreicht ist. Hatte

1) Über das Mischen verschiedener Emulsionen berichtete zuerst wohl F. Wilde, Phot. Korresp. 1881, **18.** 101; s. ferner J. M. Eder, Phot. Korresp. 1882, **19.** 148; W. K. Burton, Phot. News 1883. **27.** 286; A. Cowan, Phot. News 1883, **27.** 131; V. Schumann, Eders Jahrb. f. Phot. 1887, **1.** 298; Phot. Korresp. 1885, **22.** 232.

man bei der Nachdigestion Ammoniak zugesetzt, so ist dieses durch vorsichtigen Zusatz von verdünnter Essigsäure vor dem Gießen zu neutralisieren.

Über den günstigen Einfluß der Gegenwart von Spuren eines Brom- (oder Chlor-) salzes in der Emulsion auf die Haltbarkeit der damit erzeugten Trockenplatten oder Filme s. S. 141/142. Je nach dem Prüfungsergebnis der gewaschenen Emulsion (s. S. 127) wird derselben daher erforderlichenfalls nachträglich wieder ein Zusatz von Bromsalz in genau bemessener Menge zugefügt. Über den Zusatz von Chromalaun s. S. 146, von Alkohol S. 150.

Vorschrift zur Herstellung höchstempfindlicher Negativemulsionen für Versuchszwecke: K. Kieser[1]) gab hierfür eine Anweisung, die auf eine den Abnehmern der Nelson-Gelatine empfohlene Rezeptur zurückgeht. Dabei schickt er voraus, daß Gelatinen, die bei Wahrung guter Eigenschaften der Gradation sehr hohe Empfindlichkeit geben, nicht gerade häufig sind,

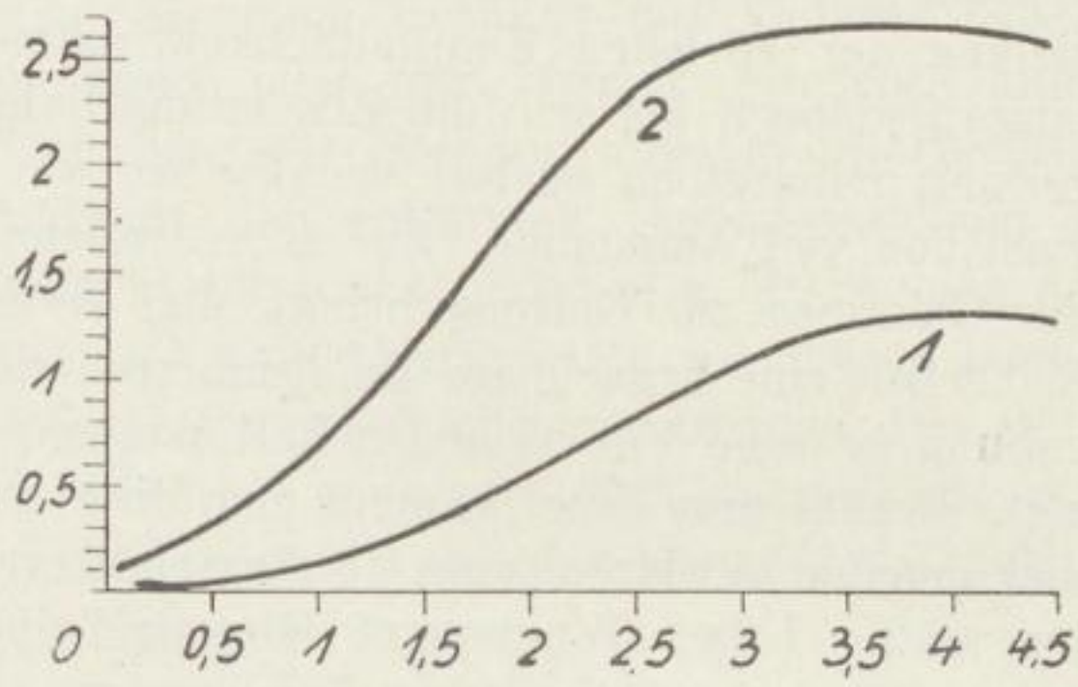


Abb. 43.

und daß solche in gut geleiteten Gelatinefabriken vielleicht zwar nicht bewußt erhalten, wohl aber durch eine photographische Untersuchung — Probeemulsion — erkannt werden können. Die letzte Auswahl unter den so aufgefundenen Suden verbleibt aber doch dem Verbraucher (vgl. S. 71). Auch für eine kleine Menge einer höchstempfindlichen Emulsion ist die richtige Wahl der Gelatine von grundlegender Bedeutung, man muß sich darum zunächst eine solche Gelatine beschaffen; denn ohne den richtigen Gelatinetyp ist der Versuch zu sehr hoher Empfindlichkeit zu kommen, überhaupt aussichtslos.

Auch das Rezept spielt eine große Rolle. Eine ganze Anzahl recht verschiedener Arbeitsvorschriften können bei richtiger Ausführung alle zum gleichen Ziele führen, ohne daß es sofort möglich wäre, die Ursache für diese Gleichartigkeit trotz der Verschieden-

1) Zeitschr. f. angew. Chemie 1928. **41.** 1292—1295.

heit der Formulierung zu erkennen. Ein solches Rezept ist, wenn es brauchbar ist, auch kaum jemals rasch in seiner ganzen Vollkommenheit entstanden, sondern es ist langsam geformt worden durch eine Erfahrung, die von Rückschlägen und Mißerfolgen mehr gelernt hat als von anfänglichen Erfolgen. Dabei läßt sich manchmal zeigen, das für wichtig gehaltene Bestandteile der Rezeptur oder Arbeitsphasen weggelassen, geändert, oder vereinfacht werden können, ohne das Endergebnis zu gefährden. In solchen Fällen kann auch das chemische Wissen oft mit Erfolg bessernd eingreifen. Häufig zeigt sich aber anderseits, daß man sehr vorsichtig mit Änderungen sein muß, auch an belanglos erscheinenden Dingen, wenn man nicht Überraschungen in ungünstigem Sinne erleben will.

Schon das ursprüngliche Nelsonsche Rezept macht auf die Wichtigkeit der Nachdigestion der gewaschenen Emulsion zur Erzielung der höchsten Empfindlichkeit aufmerksam. Es hat ziemlich lange gedauert, bis sich die Erkenntnis Bahn brach, daß diese Nachreifung mindestens ebenso wichtig ist wie die Reifung bei Gegenwart von viel Ammoniak. Sie ist es, welche die guten Eigenschaften der Gelatinen zur Geltung bringt, und sie ist es, welche mit großer Sicherheit eine brauchbare Emulsion zu erzielen erlaubt. Diese Nachreifung ist eine Funktion der Reifungstemperatur und der Reifungszeit. Erhöht man jene, so muß man diese verkürzen. Da man Zeiten viel genauer dosieren kann als Temperaturen, so ist es zweckmäßig, bei mäßig hoher Temperatur längere Zeit zu digerieren und nicht kurze Zeit bei relativ hoher Temperatur.

Zur Herstellung der Emulsion bereitet man zuerst eine Auflösung von 100 g Bromammonium in etwa 500 ccm Wasser, fügt 2,5 g Jodkalium hinzu und füllt auf 1000 ccm mit Wasser auf. Des weiteren löst man 245 g Silbernitrat ebenfalls in etwa 500 ccm Wasser und fügt solange Ammoniak (0,91) zu, bis gerade wieder Klärung eingetreten ist. Die abgekühlte klare Lösung füllt man auf 1000 ccm auf, sie ist in brauner Flasche haltbar, doch setzt man nicht mehr an, als man in wenigen Wochen verbrauchen kann.

In eine Flüssigkeitsflasche gibt man 80 ccm Wasser und fügt 20 g kleingeschnittene Gelatine hinzu. Mit einem guten Meßglas oder genauer mit einer Vollpipette fügt man 100 ccm der Bromsalzvorratslösung hinzu und läßt mindestens eine Stunde quellen. Man löst bei 45° im Wasserbade auf und hält eine halbe Stunde auf dieser Temperatur, die man nur einigermaßen konstant zu halten braucht, ehe man bei ziemlich hellem roten Licht 30 ccm Silbernitratammoniaklösung hinzugibt. Dies erfolgt rasch unter gutem Schwenken, worauf man den Stopfen auf die Flasche setzt und kräftig durchschüttelt.

Dreiviertel Stunden lang hält man dann die Temperatur im Wasserbad konstant auf 45°, wobei Schwankungen von 1° auf oder ab ohne Belang sind. Dann fügt man eine weitere Menge von 30 ccm Silbernitratammoniaklösung hinzu, ebenfalls wieder rasch, schüttelt kräftig um und beläßt hiernach nochmals 15 Minuten im Wasserbad bei 45°. Während der ganzen Digestion schüttelt man etwa alle 10 Minuten die Flasche gut um. Man könnte nun den Inhalt der Flasche in eine flache Porzellan- oder Glasschale gießen und die Emulsion in einem Eisschrank erstarren lassen, um sie dann zu nudeln und zu waschen. Dabei ist aber immer die Gefahr einer Verunreinigung und auch zu langer Belichtung gegeben, und es ist besser, die Emulsion an der Wand der Flasche in dünner Schicht erstarren zu lassen und sie auch in der Flasche selbst zu waschen. Zu diesem Zwecke dreht man die horizontal gelegte Flasche in einem Behälter mit kaltem Wasser, dem man Eis zufügen kann oder dem immer frisches, kaltes Wasser zufließt. Man darf dabei die Drehung niemals unterbrechen, da sonst die Gleichmäßigkeit der erstarrten Emulsionsschicht an der Wand der Flasche gestört würde. Arbeitet man öfters nach dem Verfahren, so macht man sich eine Vorrichtung, um dieses Drehen bequem mittels Kurbel oder Motor ausführen zu können. Die Dicke der an der zylindrischen Wandung erstarrten Emulsionsschicht kann man aus der Größe des Zylindermantels und der Menge der Emulsion (etwa 260 ccm) leicht errechnen.

Man läßt die erstarrte Emulsion mehrere Stunden an einem kühlen Ort, am besten in einem Eisschrank, stehen — natürlich in völliger Dunkelheit. Um dann die Emulsion zu waschen, kann man den mühsameren Weg wählen, etwa alle Viertelstunde die Flasche mit frischem kaltem Wasser zu füllen, und diesen Vorgang wenigstens zehnmal zu wiederholen, oder aber man versieht die Flasche mit einem doppelt durchbohrten Stopfen. In die eine Bohrung kommt eine Glasröhre, die fast bis zum Boden der Flasche führt, in die andere eine solche, welche dicht unter dem Stopfen endet. Diese verbindet man mit der Wasserleitung und läßt 10 Stunden einen langsamen Wasserstrom durchfließen. Die erstere Methode gestattet die genaue Kontrolle des Auswaschens, wo diese aber nicht erforderlich ist, ist die Durchflußmethode die bequemere. Man kann von einem Hahn aus, durch einen Verteiler, leicht vier Flaschen auf einmal auswaschen. Man kann auch gerade vier Emulsionsproben nebeneinander ansetzen und verarbeiten, ohne daß man bei einiger Übung ein Zuviel feststellen muß.

Die gewaschene Emulsion läßt man abtropfen und schmilzt sie bei 45° auf, fügt sofort 2 ccm einer 10%igen Bromkaliumlösung und 2 ccm einer 10%igen Chromalaunlösung hinzu, filtriert durch ein aus gut gewaschenem Schirting genähtes Beutelchen im Format 10:20 cm direkt in eine Pulverflasche und füllt auf 500 ccm auf, wofür vorher an der Flasche eine Marke angebracht wurde.

Wenn man mit der Emulsion in diesem Zustande Platten gießen würde, so würde man auch bei geeigneter Gelatine selten eine höhere Empfindlichkeit als etwa 12° Scheiner feststellen können. Erwärmt man aber die Emulsion in diesem gewaschenen Zustand mit dem geringen Gehalt an Bromkalium weiter auf Temperaturen von 45°, so reift sie in einer bis drei Stunden auf die höchstmögliche Empfindlichkeit, die sich nach der Beschaffenheit der Gelatine erzielen läßt. Diese milde Form der Wärmereifung ist viel sicherer als etwa die Anwendung höherer Temperaturen beim Ansatz, und da sie ein Produkt aus Temperatur und Zeit ist, läßt sich eine unerwartete Schwankung der Temperatur durch eine Verlängerung oder Verkürzung der Zeit ausgleichen (vgl. hierzu S. 101). Man entnimmt jede Stunde der Emulsion 5 ccm und gießt damit eine 9×12-Platte. Wenn man so durch eine Versuchsreihe ermittelt hat, wie lange man mit einer bestimmten Gelatine Nachdigerieren darf, ehe man Schleier erhält, so kann man in weiteren Ansätzen unbesorgt die ermittelte Digestionszeit direkt anwenden. Man muß sich dabei zur Regel machen, daß man, um haltbare Platten zu erzielen, genügend weit in der Digestionszeit von dem Verschleierungspunkt wegbleibt (vgl. hierzu S. 72).

Sehr weiche Gelatinen von geringer Tragfähigkeit für Silbersalze benötigen unter Umständen einen Zusatz von frischer Gelatine vor dem Nachdigerieren der Emulsion. Man weicht dazu bis zu 10 g der Gelatine in dem Wasser ein, das man zum Auffüllen der Emulsion auf das Volumen von 500 ccm benötigt, und fügt die so gequollene Gelatine vor dem Nachdigerieren zu. Wenn Platten nach dem Trocknen sehr glänzend sind, so daß sie Bleistiftschrift nur schlecht annehmen, so enthält die Emulsion zuviel Gelatine, was bei sehr harten Gelatinen manchmal sogar bei der Anwendung von 20 g noch der Fall sein kann. Solche Platten entwickeln langsam und neigen zu Gelbschleierbildung.

Siede-Emulsionen.

Die Bezeichnung Siedeemulsion hat sich seit Beginn der Emulsionsherstellung erhalten, obgleich man heute wohl allgemein davon abgekommen ist, die Emulsionen selbst wirklich bei eigentlicher

Siedetemperatur herzustellen. Selten geht man bei dieser Art der Bereitung von Bromsilbergelatine über eine Temperatur von etwa 80° hinaus, was bequemer ist als das Arbeiten bei noch höherer Temperatur und womit man auch alles Wünschenswerte erreichen kann.

Der charakteristische Unterschied der Siedeemulsionen gegenüber den im vorstehenden beschriebenen besteht darin, daß man kein Ammoniak verwendet. Man sollte auch eine Emulsion, der man nach dem „Sieden" noch Ammoniak oder andere Alkalien zum Reifen zufügt, wie es vielfach geschieht und empfohlen wurde, nicht mehr als Siedeemulsionen bezeichnen, da hierdurch Mißverständnisse entstehen.

Während die Kornvergrößerung bei den Ammoniakemulsionen auf die relativ große Löslichkeit des Bromsilbers in Ammoniak zurückzuführen ist, erfolgt bei den ammoniakfreien Emulsionen die intermediäre Lösung des Bromsilbers in dem in der Mischung vorhandenen Bromkalium oder Bromammonium. Da man die zur Reifung erforderliche spurenweise Reduktion des Bromsilbers durch überschüssiges Bromsalz zu sehr verlangsamen bzw. verhindern würde[1]), so arbeitet man mit einem nur sehr geringen Bromidüberschuß über die Äquivalenz. Damit trotzdem eine hinreichende Kornvergrößerung erfolgen kann, muß der Zusatz der Silbernitratlösung zur Bromsalzgelatine langsam erfolgen, um während der Entstehung des größten Teiles des Bromsilbers eine Lösungsmöglichkeit zu erhalten. Man beachte bezüglich eines Bromsalzüberschusses die in Bd. II, 1, 1927 S. 45 u. ff. gegebenen Ausführungen, aus denen hervorgeht, daß bei den ammoniakfreien Emulsionen der Bromidüberschuß entgegengesetzt wirkt wie bei den Ammoniakemulsionen.

Die Emulgierung muß in möglichst neutraler Lösung erfolgen, höchstens darf sie infolge der normalen geringen Azidität der Gelatine ganz schwach sauer sein; der alte Ausdruck „saure Siedeemulsion" ist daher irreführend, denn das Charakteristikum derartiger Emulsionen besteht darin, daß sie nicht alkalisch sind.

Man darf allerdings nicht übersehen, daß das Bromammonium in wässerigen Lösungen beim Sieden dissoziiert wird (Eder, Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissensch. in Wien 1880) und zwar in entweichendes Ammoniak und Bromwasserstoffsäure, die sich in der Flüssigkeit anhäuft und eine stark saure Reaktion herbeiführt. Bei Verwendung von Bromkalium tritt diese Erscheinung nicht ein s. a. S. 82. Mitunter säuert man die mit Bromkalium erzeugten Bromsilbergelatine-

1) vgl. dieses Handb. Bd. II 1. 3. Aufl. 1927. S. 46.

emulsionen mit sehr wenig Salzsäure an, um beim Sieden die Schleierbildung zu vermeiden, verzögert aber damit gleichzeitig den Reifungsprozeß.

Die verhältnismäßig besten Resultate wurden mit Siedeemulsionen schon frühzeitig erreicht, wenn die Mischung bei Gegenwart von möglichst wenig Gelatine vorgenommen wurde. J. M. Eder hob allerdings auch hervor, daß man in der Quantität der Gelatine nicht zu weit hinuntergehen dürfe. W. de W. Abney und besonders W. K. Burton[1]) gaben hierfür die ersten brauchbaren Vorschriften. So empfahl Burton folgende Methode zur Herstellung von Rapid-Emulsion. Man stellt folgende Lösungen her: A. 13 g Silbernitrat in 125 ccm Wasser. — B. 10,1 g Bromkalium, 2 g Gelatine, 125 ccm Wasser. — C. 0,4 g Jodkalium in 16 ccm Wasser. — D. 16 g harte Gelatine in 150 bis 200 ccm Wasser. Man erwärmt sowohl A als B auf 50° C, trägt die Silberlösung allmählich unter Schütteln in die Bromsalzlösung ein, fügt dann die Jodkaliumlösung C hinzu. Diese Emulsion gießt man in einen Porzellan- oder Fayencetopf, stellt ihn ins Wasserbad und bringt dieses möglichst rasch zum Kochen, wobei man den Topf zudeckt. Man kocht mindestens $^1/_2$ Stunde bis 1 Stunde und rührt die Emulsion alle Viertelstunden gut um; mitunter muß man $1^1/_2$ Stunde kochen, um hohe Empfindlichkeit zu erzielen. Dann fügt man die Gelatine D zu und gießt zum Erstarren aus.

Für die heutigen hohen Ansprüche an Empfindlichkeit und Klarheit sind indessen diese älteren Vorschriften keineswegs mehr ausreichend. Doch hat Eder auf Grund der älteren Beobachtungen von Abney, Burton u. a. ein einfaches und sicheres Siedeverfahren ausgearbeitet, das man auch heute noch erfolgreich mit mehr oder weniger großen Abänderungen in der Technik anwendet. Wir geben auch hier die Vorschrift für ein kleineres Emulsionsquantum, das sich für Versuche eignet, zweifellos aber auch auf Großbetriebe übertragbar ist[2]).

---

1) W. K. Burton, Fabrication des plaques au gélatinobromure, Paris 1901.

2) Manche Emulsionspraktiker sind der Ansicht, daß Emulsionsversuche im kleinen Maßstabe sich im allgemeinen nicht ohne weiteres auf den Großbetrieb übertragen lassen — und umgekehrt. Auch der Verfasser muß gestehen, daß er lange Jahre diese Ansicht teilte, doch überzeugten ihn spätere Erfahrungen, daß unter wirklich gleichen Verhältnissen auch gleiche Ergebnisse erzielt werden, einerlei, ob man eine Emulsion etwa aus 10 g oder einem Kilogramm Silbernitrat herstellt. Man muß nur Sorge dafür tragen, daß die Temperaturen innerhalb der Emulsion wirklich während des ganzen Verlaufes der Fabrikation dieselben bleiben, und daß vor allem auch die Einlaufzeiten

Lösung A. 1 g Gelatine, 48 ccm 10%ige Bromkaliumlösung, 2,5 ccm 10%ige Jodkaliumlösung, 15 ccm Wasser.
Lösung B. 6,5 g Silbernitrat in 100 ccm Wasser.
Lösung C. 15 g Gelatine gelöst in 45 ccm Wasser.

A und B werden auf 80° C gebracht und in einem auf etwa 83° C erhitzten Wasserbade dauernd auf 80° C gehalten. Die Silberlösung wird in gleichmäßigen Portionen langsam in die Bromsalzlösung gegeben, derart, daß die Mischung in 15 Minuten beendet ist. Sodann wird die Emulsion in die sehr dickflüssige Lösung C gegossen und das Ganze noch 15 bis höchstens 20 Minuten bei 80° C gehalten. Man gießt dann in eine Schale aus, die man in den Eisschrank stellt. Nach dem Erstarren erfolgt das Nudeln und Waschen wie früher angegeben, nur braucht man, da ja kein Ammoniak zugegen ist, nicht so lange zu waschen. Es genügen 2 Stunden vollkommen, vgl. S. 127.

Die beschriebene Emulsion ist, eine passende Gelatine vorausgesetzt, von der durchschnittlichen Empfindlichkeit der Handelsmarken „Extra-" bis „Ultrarapid" (80—90° Eder-Hecht), nötigenfalls kann man auch hier durch mehrstündiges Nachdigerieren bei etwa 45—50° C noch eine weitere Empfindlichkeitssteigerung erzielen, ohne Schleier befürchten zu müssen.

Welch großen Einfluß die Geschwindigkeit des Mischprozesses bei dieser Emulsion auf deren Ausfall hat, möge durch ein Schwärzungsdensogramm (Abb. 44) erläutert werden.

Kurve 1 stellt die nach den oben mitgeteilten Angaben hergestellte Emulsion dar, bei der das Silber innerhalb 15 Minuten in genau abgemessenen Mengen und Zeitintervallen nach und nach zugegeben wurde. Gießt man aber die Silberlösung auf einmal in die Bromsalzgelatine, ohne sonst irgendeine Änderung vorzunehmen, so entsteht bei genau gleicher Gesamtdigestionszeit das Bild der Kurve 2, also eine Emulsion von außerordentlich geringer Empfindlichkeit und ganz flacher Gradation. Schon rein äußerlich erkennt man den großen Unterschied in den

der Silberlösung dieselbe Zeit in Anspruch nehmen. Werden außerdem auch noch die Erstarrungsverhältnisse sinngemäß gleich gestaltet, so spielt in der Tat das bloße Quantum der Emulsion keine so große Rolle, als daß man nicht ohne große Schwierigkeiten ein im kleinen ausprobiertes Verfahren auf den Großbetrieb übertragen könnte. Die unter 2 bis 6 angegebenen Emulsionsverfahren sind tatsächlich in den Quantitäten gründlich ausprobiert worden, in denen sie hier mitgeteilt werden. Daß infolge der Möglichkeit im Großbetriebe, alle Verhältnisse genauer innehalten zu können, die Resultate noch verbessert werden können, ist leicht einzusehen.

beiden Emulsionen 1 und 2: 1 ist in der Durchsicht blaugrau, 2 bräunlichgelb durchscheinend, ein Kriterium dafür, daß im ersteren Falle ein viel größeres Bromsilberkorn vorliegt als im zweiten; auch der hohe Glanz der fertigen Plattenschicht bei 2 zeigt die größere Kornfeinheit gegenüber 1 an, wenn auch 1 selbst noch durchaus nicht etwa als besonders grobkörnig zu bezeichnen wäre, wie aus der mikroskopischen Betrachtung hervorgeht. Auch die Farbe der Platten ist deutlich verschieden: 1 mehr grünlich, 2 erheblich mehr weißlich.

Digeriert man die (gewaschene) Emulsion 2 bei 65° C 2 Stunden nach, so entsteht die Schwärzungskurve 3, d. h. es tritt schon ein Schleier von 0,3 auf, die Empfindlichkeit der ursprünglichen Emulsion wird enorm erhöht und das Schwärzungsmaximum liegt noch bedeutend höher als das von 1, gegenüber der Empfindlichkeit von 1 bleibt sie aber beträchtlich zurück, ihr Korn ist indessen an den erwähnten Kriterien kenntlich unverändert gegenüber dem ursprünglichen der Emulsion 2 geblieben. Die Schwellenwertsempfindlichkeiten der drei Emulsionen waren:

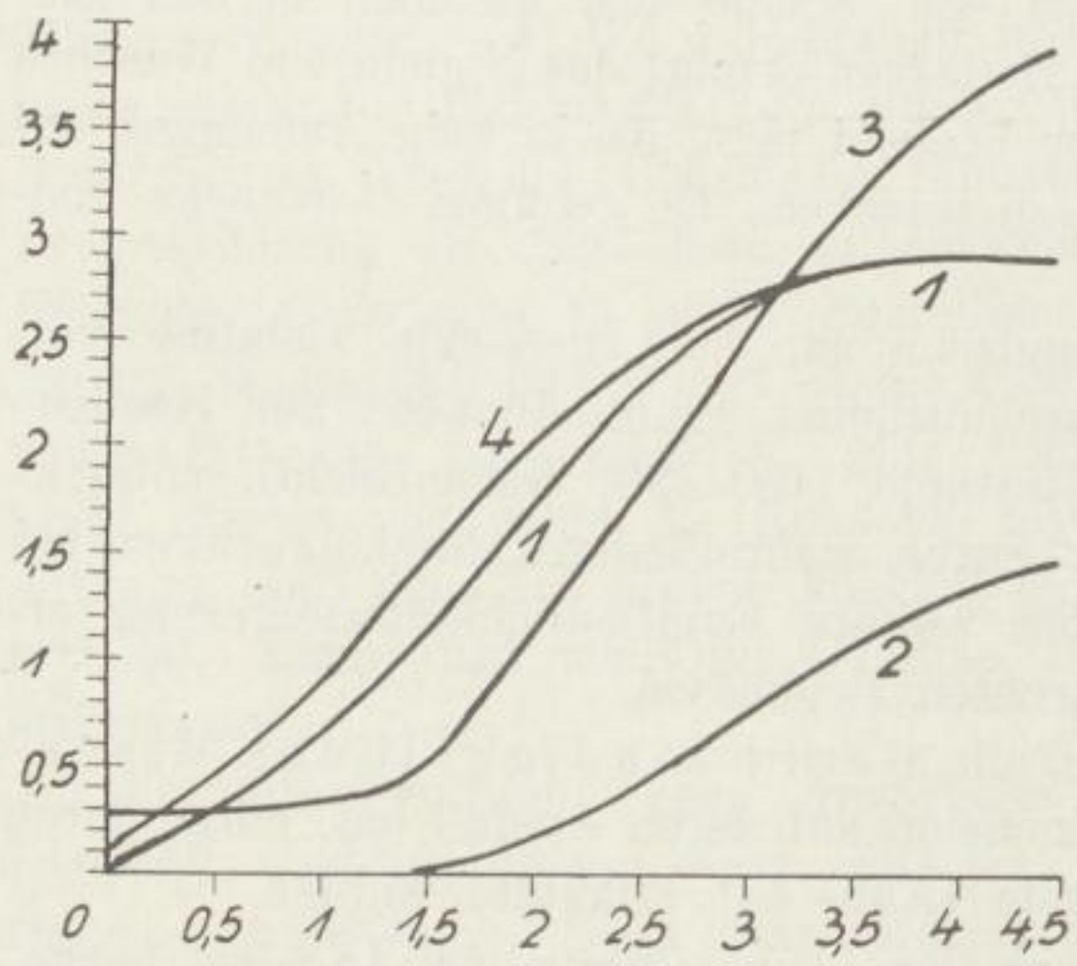


Abb. 44.

1: 82, 2: 48, 3: 64 Grad Eder-Hecht, gemessen mit der Hefnerlampe; 4 stellt noch eine weitere Abänderung dar: das Silber wurde innerhalb 20 Minuten zugefügt, wobei noch eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit auf 90° Eder-Hecht erfolgte.

Es liegt hier also der ganz analoge Fall vor wie bei den Ammoniakemulsionen, was in Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 519 durch ein Diagramm illustriert wurde: die Geschwindigkeit des Mischens ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Korngröße und damit für das ganze photographische Verhalten der Emulsionen[1]).

1) vgl. hierzu auch dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927. S. 53.

Andere Methoden bzw. Varianten der Emulsionsherstellung.

Mit den im vorstehenden gegebenen Vorschriften wird man nach des Verfassers Ansicht nach genügender Einarbeit und vor allem langer Erfahrung die Ansprüche an ein gutes Negativmaterial erfüllen können. Teils aus historischem Interesse, teils aber auch, weil diese Verfahren mehrfach der Ausgangspunkt für technische Verfahren gewesen sind, mögen noch einige Varianten der Emulsionsherstellung angeführt werden, die zeigen, daß es noch viele Möglichkeiten gibt, andere Wege einzuschlagen.

Wir nennen hier zuerst eine alte Methode von J. M. Eder zur Herstellung von ammoniakalischer Emulsion mit dem halben Gehalt an Ammoniak, ein Prinzip, nach dem auch noch heute in der Technik gearbeitet wird.

Eders Silberoxydammoniak-Emulsion mit halbem Ammoniak-Gehalte.

Der Prozeß beruht darauf, daß man nur die Hälfte des zur Emulsionsbereitung dienenden Silbernitrates in Silberoxydammoniak überführt und die andere Hälfte des Silbersalzes ohne Ammoniak zusetzt. Die Platten zeigen mittlere Empfindlichkeit und geben auch zartere Negative.

Es ergibt sich nach Eder folgende empfehlenswerte Vorschrift:

A.	Destilliertes Wasser	250 ccm
	Gelatine	40 g
	Bromammonium	20—30 g
	Jodkaliumlösung (1:10)	3 ccm

wird im Wasserbade gelöst, auf die Temperatur von 40—60° C gebracht, dann mit der folgenden Lösung:

B.	Silbernitrat	15 g
	Wasser	125 ccm
	Ammoniak bis zur Wiederauflösung des anfangs entstandenen braunen Niederschlages	

rasch gemischt und schließlich in unmittelbarer Folge die auf mittlere Zimmertemperatur gebrachte Lösung:

C.	Silbernitrat	15 g
	Wasser (ohne Ammoniak)	125 ccm

zugesetzt.

Die Emulsion wird in einem Wasserbade von 35 bis 40° C digeriert, verträgt aber zufolge des verminderten Ammoniakgehaltes

auch eine etwas höhere Temperatur beim Mischen sowie beim Reifen. Nach $^3/_4$ stündigem Reifen wird die Emulsion in eine Schale gegossen, durch Einstellen dieser in kaltes Wasser schnell zum Erstarren gebracht und die feste Gallerte gewaschen. Die Emulsion liefert Platten von 5—8° Scheiner (ca. 62° Eder-Hecht), in günstigen Fällen von einer noch höheren Empfindlichkeit, namentlich wenn man die Gallerte 12 Stunden oder länger in der Kälte stehen läßt und die gewaschene Emulsion mit ein wenig Bromkalium und Soda nachdigeriert.

Das Reifen der Emulsion bei diesem Prozesse mit verringertem Ammoniakgehalte erfolgt ganz gut. Auch erhält man durch Mischen von:

A. 40 g Gelatine, 250 ccm Wasser, 20 g Bromammonium, 3 ccm Jodkaliumlösung (1 : 10), 10 ccm Ammoniak (0,91) bei 40 Grad C.

mit: B. einer Lösung von 30 g Silbernitrat in 250 ccm Wasser (Lufttemperatur) nach $^3/_4$ stündigem Digerieren im Wasserbade bei 35° C und Erstarren der Gallerte gute Emulsionen von durchschnittlicher Empfindlichkeit von 5 bis 8° Scheiner, deren Empfindlichkeit man durch wiederholtes Schmelzen und Erstarren der gewaschenen Emulsion noch um einige Grade Scheiner steigern kann.

Nach einer alten Vorschrift von Eder kann man auch direkt Silbernitrat-Ammoniak-Lösungen herstellen, die nur den halben Gehalt an Ammoniak besitzen gegenüber den normalen Silberlösungen. Teilt man nämlich eine Silbernitratlösung in zwei Hälften, führt die eine durch genügenden Ammoniakzusatz in eine klare Lösung von Silbernitratammoniak über und fügt zur anderen etwas Ammoniumnitrat, so kann man beide Lösungen mischen und erhält dabei wieder eine klare Lösung, die nur halb so viel Ammoniak als die erstere enthält. Die mit solchen Lösungen hergestellte Emulsion gibt infolge des geringeren Ammoniakgehaltes schleierlose, aber weniger empfindliche Emulsionen; man kann bei höherer Temperatur digerieren.

Auch durch Lösung von Silberoxyd in salpetersaurem Ammoniak erhält man ähnlich wirkende ammoniakalische Silberlösungen; derartige Lösungen sollen aber unter Umständen explosiv sein und werden besser vermieden [1]).

Kalte Emulsionsverfahren.

Am gebräuchlichsten von den kalten Emulsions-Prozessen ist der von A. L. Henderson [2]), bei dem die Bildung der Emulsion bei Gegenwart von äußerst wenig Gelatine unter Zusatz von Alkohol und

1) s. W. Heyne, Phot. Ind. 1925. **23.** 404 und O. Papesch, Phot. Ind. 1926, **24.** 758.

2) Brit. Journ. of Phot. 1882. **29.** 472 u. 570.

wenig Ammoniak stattfindet. Stärkerer Ammoniakgehalt ist bei dieser Methode nicht nützlich. Der Alkoholzusatz kann bei dieser und anderen Emulsionsmethoden durch Azeton-Beimischung ersetzt werden. Platten mit Henderson-Emulsion eignen sich gut für kurze Expositionen, allein bei längerer Belichtung lassen sie nicht selten die Plastik vermissen und nur wenn der Prozeß sehr korrekt durchgeführt wurde, treten diese Übelstände nicht ein.

In einem Kochkolben löst man in 75 ccm destilliertem Wasser 2 g Gelatine bei 50° C und fügt nach erfolgter Lösung 3 g Ammoniumkarbonat hinzu, wobei durch Absättigen des Säuregehaltes der Gelatine ein Aufbrausen erfolgt, ferner 22 g Bromammonium und 3 ccm einer Jodkaliumlösung 1:10. Schließlich fügt man ein Gemisch von 200 ccm Alkohol (92proz.) und 9 ccm Ammoniak (0,91) zu und läßt erkalten. Anderseits löst man 30 g Silbernitrat in 150 ccm Wasser. In der Dunkelkammer trägt man die Silberlösung in kleineren Portionen unter häufigem Umschütteln in die alkoholische Bromidlösung ein, schüttelt in den ersten zwei Stunden öfter um und verschließt die Flasche um ein Entweichen von Ammoniak während des Reifens zu verhindern. Man läßt 5 bis 10 Stunden bei ca. 20° C stehen und gibt dann noch 40 g in Wasser gequollene und geschmolzene Gelatine zu der schwach erwärmten dünnen Emulsion. Schließlich bringt man die Emulsion in einer gekühlten Porzellanschale zum Erstarren. Da die Masse bei längerem Stehen infolge ihres Alkoholgehaltes leicht zu einem zähen Klumpen erstarrt, empfiehlt es sich mit ihrem Zerkleinern und Waschen nicht allzulange zu warten. Die Emulsion liefert Platten von durchschnittlich 8° Scheiner.

Wie stark die Luft-Temperatur während der Darstellung der Henderson-Emulsion das Resultat beeinflußt, geht daraus hervor, daß Eder bei 10° C nach 10stündigem Reifen nur eine glasige Emulsion von 3 bis 4° Scheiner erhielt; Stolze und Scolik[1]) erreichten unter 20° C nach ungefähr 20 stündigem Reifen nur die Empfindlichkeit von ca. 5° Scheiner; im Sommer (bei 25 bis 28° C) in dieser Zeit ca. 9° Scheiner. Im Sommer ist die Emulsion sehr empfindlich, gibt aber dünne kraftlose Bilder; man lasse dann nur 8 bis 10 Stunden oder sogar nur 2 Stunden reifen. Im Hochsommer bei 30 bis 40° C ist es kaum möglich eine klare Henderson-Emulsion herzustellen. Nach Hendersons ursprünglicher Methode wird die fertige Emulsion nicht freiwillig erstarren gelassen, sondern mit Alkohol gefällt. Die flüssige fertige Emulsion wird in dünnem Strahl in 600 bis 700 ccm starken Alkohol gegossen und mit einem dicken Glasstabe umgerührt, wobei sich die Gelatine an den Glasstab hängt. Man

1) Phot. Korresp. 1883. **20.** 181.

zerschneidet sie und wäscht sie gut [1]). Die kostspielige Fällung mit Alkohol kann man jedoch in der beschriebenen Weise umgehen, wie Scolik [2]) u. a. zeigten.

J. B. Obernetters kalter Emulsionsprozeß.

Dieses Verfahren wurde unter Verpflichtung der Geheimhaltung in den Jahren 1882 und 1883 verkauft, gelangte jedoch in die Öffentlichkeit [3]). Es besteht darin, daß man eine mit Soda, Zitronensäure und Silbernitrat vermischte Gallerte in einer Lösung von Bromammonium und Soda in der Kälte badet, wobei sich allmählich Bromsilber bildet.

Zu einer erwärmten Lösung von 10 g Natriumkarbonat, krist. und 8 g Zitronensäure in 100 ccm dest. Wasser fügt man 500 ccm einer 10%igen Gelatinelösung und zu dem so erhaltenen Gemisch eine Lösung von 100 g Silbernitrat in 200 ccm dest. Wasser. Die milchig gewordene Masse gießt man in eine Porzellanschale, läßt sie an einem dunklen kühlen Ort erstarren, zerkleinert sie in Stücke von etwa 1 ccm, und übergießt diese in einem Gefäß in der Dunkelkammer mit einer Lösung von 10 g Natriumkarbonat, krist. und 100 g Ammoniumbromid in 500 ccm Wasser. Bei häufigem Rühren wartet man etwa 6 oder besser 12 bis 18 Stunden, wäscht darauf 12 Stunden aus und gibt auf je 100 Teile geschmolzener Emulsion 5 Teile Alkohol und 2—5 Teile Eiweiß zu.

Mit Vermehrung der Soda gegenüber der Zitronensäure — jedoch nicht mehr als um das Doppelte — wird die Empfindlichkeit der Emulsion gesteigert; mit Verminderung der Soda in der Bromsalzlösung steigt die Kontrastwirkung, doch wird empfohlen nicht weniger als $^1/_5$ der angegebenen Menge anzuwenden.

Diese Emulsion arbeitet klar, ist aber nur wenig empfindlich (höchstens 2—3° Scheiner) und gut geeignet für Diapositive oder für Reproduktionszwecke.

Läßt man alle Zusätze weg und badet silbernitrathaltige Gallerte in reiner Bromammoniumlösung, so erhält man eine unempfindliche, glasig arbeitende Emulsion von etwa 1° Scheiner und weniger.

Ungewaschene Emulsionen.

Alle seither beschriebenen Emulsionen setzen das Waschen derselben voraus, bevor man sie auf Platten oder Papier gießt. Um diese Manipulation zu umgehen und damit das ganze Herstellungsverfahren von Bromsilbergelatine-Emulsion zu vereinfachen, verfuhr W. De W. Abney [4]) so, daß er die Emulsion ungewaschen auf Glas auftrug und die Platten nach dem Erstarren der Emulsion erst etwa $^1/_2$ Stunde mit 2—3mal gewechseltem Wasser, dann mit Methylalkohol behandelte, während van Monckhoven [5]) Silberkarbonat

---

1) s. G. Pizzighelli und A. von Hübl, Phot. Korresp. 1882. **19.** 339. — Über verschiedene Varianten von Hendersons kalter Emulsion s. Eders Jahrbuch f. Phot. 1887 und 1888. — Nicole mischt die alkoholische ammoniakhaltige Bromsalzlösung, welche ungefähr nach Hendersons Vorschrift zusammengesetzt ist, bei 50° C mit der gleichfalls erwärmten Silberlösung und fügt nachher die Jodkaliumlösung zu (Eders Jahrbuch f. Phot. 1891. **5.** 451).

2) Phot. Korresp. 1883. **20.** 181.

3) Zuerst mitgeteilt in diesem Handb. Bd III, 5. Aufl. (1903), S. 377.

4) Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 83 u. 85.

5) Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 419—420; ref. Phot. Mitt. 1879. **16.** 108.

mit Bromwasserstoffsäure im äquivalenten Verhältnis umsetzte und dadurch die Entstehung fremder Salze, also auch einen Waschprozeß überhaupt vermied.

Monckhoven bestimmte zunächst titrimetrisch, wieviel wässerige Bromwasserstoffsäure[1]) erforderlich ist, um 10 g Silbernitrat genau umzusetzen. Dieses Quantum Bromwasserstoff verdünnte er auf 200 ccm Wasser und fügte unter Erwärmen 2,5 g Gelatine zu. Anderseits fällte er 10 g Silbernitrat gelöst in Wasser mit einem kleinen Überschuß von Natriumbikarbonat[2]), ließ 24 Stunden absetzen, wusch mit Wasser durch Dekantieren zweimal, goß den Niederschlag in die Bromwasserstoff-Gelatinelösung, schüttelte von Viertelstunde zu Viertelstunde und erwärmte 10 bis 12 Stunden bei 50° C. Dann wurden noch 10 g Gelatine beigefügt, gelöst, und die Emulsion, ohne sie zu waschen, auf Platten gegossen.

Infolge der Abwesenheit überschüssigen löslichen Bromsalzes während des Mischens ist es unmöglich, die Empfindlichkeit einer nach diesem Prinzip hergestellten Emulsion soweit zu steigern, daß sie für etwa Rapidplatten brauchbar wäre, wohl aber genügt eine solche vollkommen den Ansprüchen, die man an Bromsilber- und Gaslichtpapiere stellt.

Man mischt also bei Herstellung ungewaschener Emulsionen mit einem nur sehr geringen Überschuß von Bromkalium oder Brom-ammonium bei mäßiger Wärme, oder aber man setzt das Silbernitrat bis auf einen kleinen Rest mit dem Bromsalz um, und sättigt dann die letzte Spur freien Silbersalzes mit überschüssigem Ammoniumchlorid ab.

So erhaltene Emulsionen kann man zwar, wie schon bemerkt, nicht weiter reifen, sie entsprechen aber vortrefflich den Anforderungen, die man an gute Entwicklungspapiere stellt, zumal da sie sich durch einen warmen Ton auszeichnen; das bei der Umsetzung entstandene Alkalinitrat stört wenig, da es teilweise in die Papierunterlage einsinkt und jedenfalls nicht an der Schichtoberfläche auskristallisiert.

Alkoholische Lösungen von Gelatineemulsion.

Es ist von historischem Interesse, daß man auch mit einem gewissen Erfolge versuchte, alkoholische Gelatineemulsionen herzu-

1) Die Bromwasserstoffsäure soll rein, namentlich frei von Phosphor und Schwefel sein.

2) Silberoxyd würde bei diesem Prozeß Schleier geben (Monckhoven).

stellen. Reine alkoholische Gelatineemulsionen lassen sich allerdings nicht herstellen, da Alkohol jede wäßrige Gelatinelösung koaguliert.

Bei Gegenwart von Säuren aber vermag Alkohol die Gelatine aufzulösen. Man kann durch derartige Mittel die fertige Bromsilber-Gelatine in alkoholische Lösung bringen, ähnlich wie Kollodium auf Glasplatten gießen und rasch trocknen. Diese Methode sollte das Selbstpräparieren von Platten erleichtern, ist aber für die Technik ungeeignet und kostspieliger als das Verarbeiten wässeriger Gelatine-Emulsionen.

Im Mai 1880 machte Eder zuerst darauf aufmerksam, daß mit Salpetersäure erwärmte Gelatine nach dem Abdampfen in starkem Alkohol zum großen Teil löslich geworden ist [1]); sie ist jedoch auch in kaltem Wasser löslich geworden und daher auch zum Präparieren von Platten für sich allein unbrauchbar. — Nach Herschell [2]) löst Alkohol, dem man 2 Vol.-Prozent Königswasser zugesetzt hat, fast jede Quantität von Gelatine, wenn man ihn schwach erwärmt.

Nach H. W. Vogel [3]), dem wir die ersten gelungenen Versuche in dieser Richtung verdanken, lassen sich Lösungen von Gelatine in organischen Säuren mit Alkohol verdünnen, ohne daß sich Gelatine niederschlägt [4]). Unter den Säuren sind, wie Obernetter weiter auseinandersetzte [5]), die geeignetsten: Borsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Zitronensäure, Äpfelsäure, Milchsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Benzoesäure usw. Eine zehnprozentige wässerige Lösung von Oxalsäure oder Bernsteinsäure löst beim Erwärmen leicht die Hälfte ihres Gewichtes an Gelatine auf und läßt sich mit dem dreifachen Volumen absoluten Alkohols verdünnen. Man erhält dann eine Lösung, die über 19° C eine Flüssigkeit von Kollodionkonsistenz bildet, unter 19° C erstarrt und sich noch weiter mit 80 prozentigem Alkohol, der 1 bis 2 Prozent Säure enthält, verdünnen läßt.

H. W. Vogel ging von der Beobachtung aus, daß sich Gelatine in Gemischen von Essigsäure und Alkohol usw. löst, ohne ihr Erstarrungsvermögen einzubüßen; da in diesen Gemischen auch Kollodionwolle löslich ist, so konnte er gemischte Kollodion-Gelatine-Emulsion herstellen. s. hierzu a, S. 92.

Am häufigsten wurde versucht, nach Vogels Methode trockene Gelatine-Emulsion in Alkohol-Eisessig zu lösen. Laoureux [6]), Fabre [7]) u. a. setzten der Lösung kein Pyroxylin zu.

---

1) Phot. Korresp. 1880. **17.** 100. 2) Phot. Archiv. 1880. **21.** 117 u. 172.

3) Phot. Mitt. 1880. **17.** 50.

4) Versetzt man gewöhnliche Gelatine-Emulsion mit etwas Essigsäure, so erstarrt sie schwieriger und schmilzt leichter. Mitunter lassen sich durch den Zusatz von einigen Tropfen Essigsäure zur Emulsion jene Fehler beseitigen, welche von allzu raschem Erstarren der Gelatine herrühren (z. B. kleine Grübchen in der Schicht).

5) Zeitschr. für prakt. Phot. 1880. **2.** 54.

6) Laoureux läßt die trockene Gelatine-Emulsion in Wasser durch mehrere Stunden ganz aufquellen, gießt dann das Wasser ab, übergießt mit einem Gemisch von 100 Teilen Alkohol und 1 Teil Eisessig und erwärmt auf 40 bis 50° C. Dadurch wird die Lösung bewirkt. Die Schicht läßt man in horizontaler Lage erstarren. Dauer des Trocknens 3 Stunden bei 16—18° C (Bull. de l'Assoc. Belge de Phot. 1880. **7.** 298 und 1881. **8.** 1).

7) Fabre fand, daß ein Zusatz von 12% Eisessig genügt, um die Lösung der

Am besten gelingt Vogels Methode, wenn man 30 g trockene Bromsilber-Gelatine in 30 ccm Eisessig und 30 ccm Alkohol löst, und 60 g Kollodionwolle gelöst in 30 ccm Eisessig und 50 ccm Alkohol zusetzt (Husnik).

Die Glasplatten bedürfen behufs festeren Haftens der Emulsion einer Vorpräparation von Chrom-Gelatine, s. S. 31. — Man gießt die Lösung wie Kollodion auf, läßt den Überschuß abfließen und trocknet in senkrechter Lage, was etwa eine Stunde dauert. Entwickler: Pyrogallol-Soda.

Bromsilberkollodion in Essigsäure-Alkohol gelöst und mit Gelatine vermischt gibt bei weitem weniger empfindliche Platten, als wenn man von Bromsilber-Gelatine ausgeht [1]).

Über kombinierte Kollodium-Gelatineemulsionen s. auch dieses Handb. Bd. II, 2, 3. Aufl. 1927, S. 232.

Ultraviolettempfindliche Emulsionen.

Ultraviolettempfindliche Platten werden für wissenschaftliche Zwecke vielfach verwendet. Mit ihrer Herstellung hat sich besonders V. Schumann befaßt, der sein verbessertes Verfahren zur Herstellung dieser Platten ausführlich beschrieb [2]).

Da die Gelatine ultraviolettesLicht absorbiert, muß möglichst darauf hingearbeitet werden, daß die Bromsilberschicht keine Gelatine mehr enthält. In seinen Grundzügen gestaltet sich das Verfahren zur Herstellung von „Schumannplatten" wie folgt: Man stellt eine sehr silberreiche Bromsilbergelatineemulsion her, läßt sie erstarren, wäscht und schmilzt sie in sehr viel Wasser, filtriert und gießt sie auf nivellierte Glasplatten, worauf sich das Bromsilber absetzt. Eine halbe Stunde danach gießt man die Emulsion wieder herunter Die auf der Platte zurückgebliebene feine Bromsilberschicht trocknet ihrer Dünnheit wegen in kurzer Zeit ein. Gleich nach dem Trocknen kann die Platte zur Aufnahme verwendet werden. Näheres möge in der Originalarbeit von Schumann a. a. O. nachgelesen werden.

Über bindemittelfreies Bromsilber vgl. auch dieses Handb. Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 2 u. f.

A. Miethe [3]) schrieb über ultraviolettempfindliche Platten. Er fand, daß wirklich bindemittelfreie Bromsilberschichten sich für das Ultraviolett nahezu als unempfindlich erwiesen. Durch organische Kolloide soll die Empfindlichkeit gesteigert werden.

Von der Adam Hilger Ltd. in London werden sog. Hilger-Schumannplatten erzeugt, die die Photographie der Wellenlängen von 2200 A bis 1300 A ermöglichen. Die Platte soll sich gut bewährt haben und auch eine optische Sensibilisierung zulassen, so daß man mit ihr den ganzen Bereich von äußersten Rot bis zu den Strahlen von 1850 A beherrschen kann [4]). Eder bestätigte diese Angaben und be-

---

Gelatine zu bewirken. Jedoch ist die nötige Menge Eisessig verschieden, je nach der Qualität der Gelatine. Z. B. braucht man nur 3 g Eisessig pro 100 ccm Alkohol, damit 10 g Bromsilber-Gelatine gelöst werden. Hausenblase und harter Leim erfordern 12% Eisessig.

1) Auch das spektroskopische Verhalten zeigt die charakteristische Verschiedenheit der Grund-Emulsion (H. W. Vogel, Phot. Mitt. 1882, **19.** 33, 94 u. 108).

2) Ann. d. Physik 1901. **5.** 349.

3) Eders Jahrb. 1910, **24.** 486.

4) s. F. Wentzel, Photogr. Chem. Industrie, Dresden 1926, S. 50.

merkte, daß es sich bei den Hilger-Platten nicht um bindemittelfreies Bromsilber, sondern um Bromsilberschichten mit einem minimalen Gehalt an Gelatine handelt, wodurch die Absorption der Gelatine in hohem Grade vermindert wird; die Schichten sind matt und äußerst leicht verletzlich [1]).

T. Lyman [2]) stellte für das äußerste Ultraviolett empfindliche Platten nach der von Duclaux und Jeantet [3]) angegebenen Technik her, indem er gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten mit einer dünnen Schicht fluoreszierenden Mineralöls überzog.

Separates Fällen und Waschen des Bromsilbers vor dem Emulsionieren.

Die ersten Versuche, das Bromsilber separat zu fällen, zu waschen und dann erst der Gelatinelösung einzuverleiben, rühren von Abney [4]) her.

Die fortgesetzten Versuche ergaben, daß es besser sei, zu der Bromammoniumlösung $^1/_{500}$ Gelatine zu geben; der Niederschlag wird feiner, wäscht sich allerdings schwerer aus, verteilt sich aber besser mit der Gelatine zu einer Emulsion [5]). Abney modifizierte seine Vorschrift, indem er die Fällung des Bromsilbers bei Gegenwart von Glyzerin vornahm. Er selbst ging aber von dieser Methode ab und auf die Siedemethode über.

Auch Székely [6]) Lohse [7]) Vogel [8]) Stebbing [9]) Stolze [10]) machten zahlreiche Versuche in dieser Richtung, die in der 3. Aufl. dieses Bandes ausführlich beschrieben wurden.

Im Jahre 1883 und 1884 beschrieb Burton in zahlreichen Abhandlungen im Brit. Journ. of Phot. und in den Photographic News von neuem diese Methode. Er kochte das Bromsilber in sehr verdünnten, gelatinearmen Lösungen, ließ mehrere Tage lang absetzen, dekantierte und emulsifierte in frischer Gelatine. Obwohl diese Methode eine Emulsion von 10 bis 12° Scheiner liefern soll, hatten doch wenige Erfolg damit; die Platten arbeiteten meistens dünn und entsprachen durchaus nicht immer den Erwartungen, die man betreffs der Empfindlichkeit an sie stellte.

Der beste Weg, um das Bromsilber von der Gelatine zu trennen, wurde von J. Plener 1881 angegeben, und hat sich auch bei Versuchen in großem Maßstabe, denen Eder wiederholt beiwohnte, bewährt.

Pleners Methode besteht darin, daß das Bromsilber aus der Gelatine-Emulsion mittels einer Zentrifuge völlig von der ursprünglich zur Emulsifikation verwendeten (durch Sieden oder durch Ammoniak-Digestion meistens zersetzten) Gelatine getrennt wird. Dadurch soll bezweckt werden:

1. daß das Bromsilber in frischer Gelatine neu emulsifiziert werden kann;

---

1) Brit Journ. of Phot. 1924. **71.** 253, s. a. Phot. Ind. 1924. **22.** 364.
2) Nature, 1923. **112.** 202.
3) Science, Techn. Ind. Phot. 1921. **1.** 61.
4) Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 254.
5) Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 614.
6) Phot. Korresp. 1880. **17.** 29.
7) Phot. Mitt. 1880, **17.** 308.
8) Phot. Mitt. 1882, **19.** 86.
9) Phot. Wochenbl. 1882, **8.** 173 u. 216; Brit. Journ. of Phot. 1882, **29.** 256.
10) Phot. Wochenbl. 1882, **8.** 216.

2. daß ein großer Vorrat hochempfindlichen Bromsilbers ohne Gelatine lange Zeit ohne Veränderung aufbewahrt werden und jeder Zeit zu einer Emulsion von stets gleichbleibender Qualität verarbeitet werden kann;

3. daß man aus derselben Emulsion das grobkörnige Bromsilber von dem feinkörnigen trennen und dadurch alle Nachteile, die das erstere herbeiführt, beseitigen kann.

4. daß man das Reifen der Emulsion bis zum Maximum treiben kann, ohne durch die Zersetzung der Gelatine gehemmt zu sein, die Schleier gibt, wenn sie in der Emulsion bleibt;

5. daß man bei der Darstellung der ersten Emulsion nicht nur Gelatine, sondern auch ganz andere, auf die Empfindlichkeit günstig wirkende Substanzen in jeder Quantität hinzufügen kann, die nach dem Reifen wieder gänzlich entfernt werden können, so daß sich in den fertigen Platten nichts davon vorfindet. Auch ist das Waschen vollständiger als bei irgendeiner andern Methode durchführbar.

Der von Plener benutzte Separator bestand aus einer bronzenen, innen zuerst stark versilberten, dann vergoldeten und schließlich mit Chromgelatine ausgekleideten Flasche. Nachdem dieser Behälter mit der flüssigen Emulsion beschickt und verschlossen war, wurde er auf einer vertikalen Achse befestigt und diese in 4—6000 Umdrehungen pro Minute versetzt. Dabei setzte sich das Bromsilber als zusammenhängende Masse an den Wänden des Separators ab, während die Gelatinelösung usw. klar abgegossen werden konnte. Das eine breiige Masse bildende Bromsilber emulsionierte sich schlecht in Wasser und gar nicht in Alkohol, verteilte sich aber augenblicklich in einer warmen sauren oder auch ammoniakalischen Gelatinelösung zu einer Emulsion von gleicher Feinkörnigkeit wie die ursprüngliche.

Der erwähnte Brei trocknet an der Luft zu einer harten, gummiartigen, amorphen Masse ein, die sich nur schwer in einer Reibschale pulverisieren läßt. Diese Masse enthält trotz guten Waschens mit heißem Wasser und wiederholten Ausschleuderns noch bis ungefähr ½% Gelatine. Ebenso hartnäckig können Spuren von Eosin und anderen Farben-Sensibilisatoren am Bromsilberkorn haften, wie Eder nachwies [1]).

Das trockne Bromsilber zerfällt in Wasser rasch wieder zu einem Brei, der ebenso leicht wie vor dem Trocknen in Gelatine emulsifiziert werden kann. (Ein bemerkenswerter Unterschied von getrocknetem, aus Wasser gefälltem, flockigem Bromsilber.)

Die Separation war selbst aus sehr gelatinereichen Emulsionen in 5 bis 6 Minuten beendigt und das feinste unreife Bromsilber, das Eder zu Untersuchungen benötigte zentrifugiert. Am besten ist es, Silberoxydammoniak-Emulsion zu verwenden. Obschon es auch gelingt, die ungewaschene, ammoniakalische Emulsion sofort nach der Digestion zu zentrifugieren, das Bromsilber auszuscheiden und in frischer Gelatine zu emulsionieren, so gibt dieses Verfahren doch weniger gute Platten, als wenn man die Emulsion erstarren läßt, wäscht, schmilzt, mit Wasser verdünnt und dann erst zentrifugiert. Der Bromsilberbrei wird in einer Reibschale mit frischer Gelatine verrieben, die Emulsion durch Leder gepreßt und verwendet. Derartige Platten fixieren schwierig und geben meistens sehr weiche, ja sogar zu kraftlose Negative. Mischt man jedoch diese Emulsion mit ganz gewöhnlicher, so erhält man vortreffliche Platten.

Legt man das separierte Bromsilber in den Entwickler, so schwärzt es sich auch im Finstern. Während eine Schicht davon auf eine klebrige Unterlage gestreut und getrocknet nur ein schleieriges, sehr dünnes Bild gibt auch wenn es mit einer

1) Phot. Korresp. 1884. **21.** 224—226.

Gelatineschicht überzogen wurde, das sich sehr schwer fixiert, gibt dasselbe Bromsilberpulver mit Gelatine gemischt und emulsioniert brillante, kräftige Negative, die sich rasch entwickeln und fixieren,

Die Maschine, mit der Plener seit 1881 experimentierte, hatte praktische Erfolge aufzuweisen, doch war ihre Handhabung schwer und anfangs gab sie nur in den Händen des Erfinders gute Resultate [1]). Später beschäftigten sich auch Henderson und Eastman damit. Stolze [2]) gab an, daß sich saure Emulsionen viel leichter zentrifugieren und von neuem emulsionieren lassen, als ammoniakalische; doch stimmte Eder darin mit Stolze nicht überein. Auch A. Pringle arbeitete erfolgreich mit diesem Apparate [3]).

Zuerst wurde die Zentrifugalmaschine von Plener und Eder in der Trockenplattenfabrik von J. Löwy in Wien im Jahre 1883 in der Fabrikation verwendet; seit dem Jahre 1888 arbeitete man (zum mindesten versuchsweise) auch in England viel mit dem Zentrifugalapparat, gab aber das Verfahren später wieder auf.

Außer der Emulsionsbereitung ist das Zentrifugieren auch zur Wiedergewinnung von Silber aus verdorbenen Emulsionen geeignet.

Die Zentrifugierungs-Methode wurde noch 1903 von L. Baekeland auf dem Intern. Kongreß für angew. Chemie in Berlin empfohlen [4]). In jüngster Zeit benutzten B. H. Caroll und D. Hubbard die Methode für wissenschaftliche Untersuchungen über den Emulsionsprozeß [5]). Im Fabriklaboratorium findet sie gelegentlich bei der pH-Bestimmung flüssiger Emulsion in gewissen Herstellungsstadien Anwendung.

Anschließend bemerkt Lüppo-Cramer folgendes:

In älteren Trockenplattenfabriken hatte man oft mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß die Bromsilberemulsionen, nachdem sie den Waschprozeß durchgemacht hatten, allzu dünnflüssig geworden waren, um auf der Maschine noch genügend rasch und gleichmäßig zu erstarren. Es mag hier oft die Zersetzung (Hydrolyse) eines Teiles der Gelatine durch das Ammoniak oder das Sieden die Ursache gewesen sein, in weitaus häufigeren Fällen aber wohl der Umstand, daß das betreffende Emulsionsverfahren von vornherein zu viel Wasser verwendete. Fand ich doch in einer bekannten Trockenplattenfabrik die Gepflogenheit vor, daß man die Emulsionsnudeln nach dem Waschen kiloweise in Leinwandsäckchen packte und diese auf- und nebeneinander geschichtet unter großen Handpressen durch Druck von einem großen Teil (bis zu 20%!)

1) Phot. Korresp. 1886, **23.** 492.

2) Phot. Wochenbl. 1888, **14.** 336.

3) Phot. News. 1888, **32.** 171; Phot. Wochenbl. 1888, **14.** 111; Phot. Archiv 1888, **25.** 176 mit Figur.

4) Phot. Korresp. 1903. **40.** 460.

5) Journ. Phys. Chem. 1927, **31.** 906.

des überflüssigen Wassers befreite [1]), anstatt von Anfang an weniger Wasser zu nehmen! Bei den mancherlei Schwierigkeiten, denen der weniger erfahrene Emulsionsfabrikant begegnet, pflegt er begreiflicherweise im allgemeinen sehr konservativ zu sein und so wurde jenes umständliche und kostspielige Verfahren viele Jahre lang beibehalten, weil niemand die Verantwortung für etwaige Rückschläge bei einer Abänderung der Fabrikation zu übernehmen den Mut hatte.

Auch gegen das Einrühren trockner Gelatine, die z. B. oben auf S. 163 empfohlen wurde, herrschen vielfach Vorurteile, obgleich dieses Verfahren keinerlei Mißstände im Gefolge hat und bei manchen Emulsionen sehr wertvoll ist, weil man nicht unnötig erneut weiteres Wasser hineinbringt. Das Beispiel auf S. 166 zeigt, daß man sogar übermäßig stark konzentrierte Emulsionen von hoher Empfindlichkeit herstellen kann, denen man vor dem Gießen noch meist erhebliche Wassermengen zufügen muß.

Schwärzungskurven verschiedener Platten- und Filmsorten des Handels.

(Bearbeitet von Lüppo-Cramer.)

Wie aus Bd. III, 5 dieses Handbuches „Sensitometrie" zu entnehmen ist, und auch in Bd. II, 1, S. 115 u. f. ausgeführt wurde, sind die Angaben der Schwellenwerte zur Charakterisierung der Empfindlichkeit der photographischen Schichten unzureichend, denn die Schwärzung einer Platte wird nicht durch eine einzige Zahl, sondern nur durch die gesamte Schwärzungskurve bestimmt.

Um den Bedürfnissen der Emulsionspraktiker wie auch besonders denen der Verbraucher entgegenzukommen, unternahm der Verfasser dieses Abschnittes daher die Untersuchung eines größeren Materials von Platten- und Filmsorten des Handels auf ihre Schwärzungskurve hin, deren Ergebnis an dieser Stelle wiedergegeben sei [2]).

Zuvor sei jedoch erwähnt, daß bereits im Jahre 1910 eine ähnliche Zusammenstellung von F. Novak (Graphische Lehr- und

1) Daß man tatsächlich aus Gallerten Wasser auspressen kann, beschrieb schon O. Bütschli in seinem Werke: „Über den Bau quellbarer Körper", Göttingen 1896, S. 35.

2) Eine gleiche sehr ausführliche Zusammenstellung der sensitometrischen Prüfungsergebnisse von Trockenplatten und Filmen amerikanischen Ursprungs wurde von R. Davis und F. M. Walters, jr. ausgeführt, dieselbe ist als Sonderdruck Nr. 439 (1922) der Scientific Papers of the U. S. Bureau of Standards, Washington, D. C., U. S. A. erhältlich.

Versuchsanstalt in Wien)[1]) ausgeführt wurde. Novak gab noch keine Schwärzungskurven, ergänzte aber die einseitige Angabe der Schwellenwerte durch Messung der Schwärzung eines Mitteltones. Novak sagt:

„Bekanntlich ist der Schwellenwert allein nicht maßgebend für die Beurteilung einer photographischen Platte, da die Gradation, d. h. das Ansteigen von den zartesten Schwärzungstönen bis zur völligen Deckung bei der praktischen Verwendung der Platte eine äußerst wichtige Rolle spielt. Eine Platte, welche die größten Nummern des Sensitometers in enger Reihenfolge bis zu den Mitteltönen mit geringer Deckkraft wiedergibt, bleibt im Ansteigen der Gradationskurve hinter der normalen zurück und gibt unter sonst gleichen Umständen bei kurzen Belichtungen scheinbar unterexponierte Negative, während eine Platte normaler Gradation unter gleichen Bedingungen ein korrektes Negativ liefert. Unter Berücksichtigung dieser Umstände kann durch besondere Beachtung der Mitteltöne einer photographischen Platte ein ungefährer Ersatz der geometrischen Konstruktion der Gradationskurve gefunden werden, welcher dieselbe allerdings an Genauigkeit nie erreichen kann, aber bei sorgfältiger Ausführung der Versuchsbedingungen doch einen Einblick in den Verlauf der Gradationskurve gestattet. Deshalb bestimmte der Verfasser nicht nur den Schwellenwert, sondern auch die zur Erzielung eines genügend gedeckten Mitteltones bei normaler Entwicklung nötige Belichtungszeit, resp. deren reziproken Wert, d. h. die praktische Lichtempfindlichkeit einer Platte in bezug auf die Erzielung der Mitteltöne. Als solche Mitteltöne wurden zur Messung Felder verwendet, deren Schwärzung im Polarisationsphotometer von Martens den Logarithmus der Undurchsichtigkeit 0,51, 0,40 und 0,34 ergaben.“

Zweifellos sind die von Novak auf diese Weise gegebenen Daten von Bedeutung für die Praxis, wenn man auch nicht übersehen darf, daß diese Werte mittlerer Schwärzungen sehr stark mit der Art und Zeitdauer der Entwicklung variieren. Es ist aber auch wichtig zur Beurteilung einer Platte, wie die Kurve in den Gebieten der sehr starken Belichtungen verläuft. Wir haben daher unsere Schwärzungskurven nicht bei der üblichen geringen Belichtung von nur einer Hefner-Sekunden-Meterkerze, sondern bei der 10fachen Lichtmenge bestimmt.

1) Phot. Korresp. 1910. **47.** 240, 280, 325.

Die starke Belichtung bei diesen Prüfungen hat zugleich noch den didaktischen Vorteil, daß man auch die ganz wenig empfindlichen Schichten wie die Diapositivplatten in den Bereich derselben Diagramme ziehen konnte.

Die Hervorrufung der Platten und Filme für die Herstellung der Schwärzungskurven erfolgte in einem ziemlich konzentrierten Metol-Hydrochinon-Entwickler folgender Zusammensetzung. In 5 l Wasser werden der Reihenfolge nach aufgelöst: 25 g Metol, 37 g Hydrochinon, 250 g wasserfreies Natriumsulfit, 5 g Kaliumbromid. Diese Lösung wird mit gleichen Teilen 10%iger Sodalösung gemischt. Es wurde in allen Fällen 3 Minuten lang entwickelt. Daß bei dieser in allen Fällen gleich gewählten Hervorrufungsart und -dauer die eine oder andere Platte nicht das Optimum gibt, das bei einer individuell abgestimmten Behandlung vielleicht zu erzielen wäre, ist selbstverständlich. Die Kurven sollen auch kein Werturteil über die einzelnen Fabrikate in sich schließen, sondern nur einen allgemeinen Einblick in die große Verschiedenheit der Schwärzungskurven geben.

Über die Schwärzungsgesetze, den Schwellenwert, die Gradation, die Haupt-Perioden der Lichtwirkung auf photographische Schichten, die Konstruktion und Bedeutung der Schwärzungskurven, den Zusammenhang des „Gamma" (der Gradation) mit der Exposition und der Entwicklungszeit usw. finden sich eingehende Ausführungen in dem speziellen Teil dieses Werkes „Sensitometrie", Bd. III. 5. 3te Aufl. 1930.

Schwärzungskurven von Platten und Filmen des Handels.

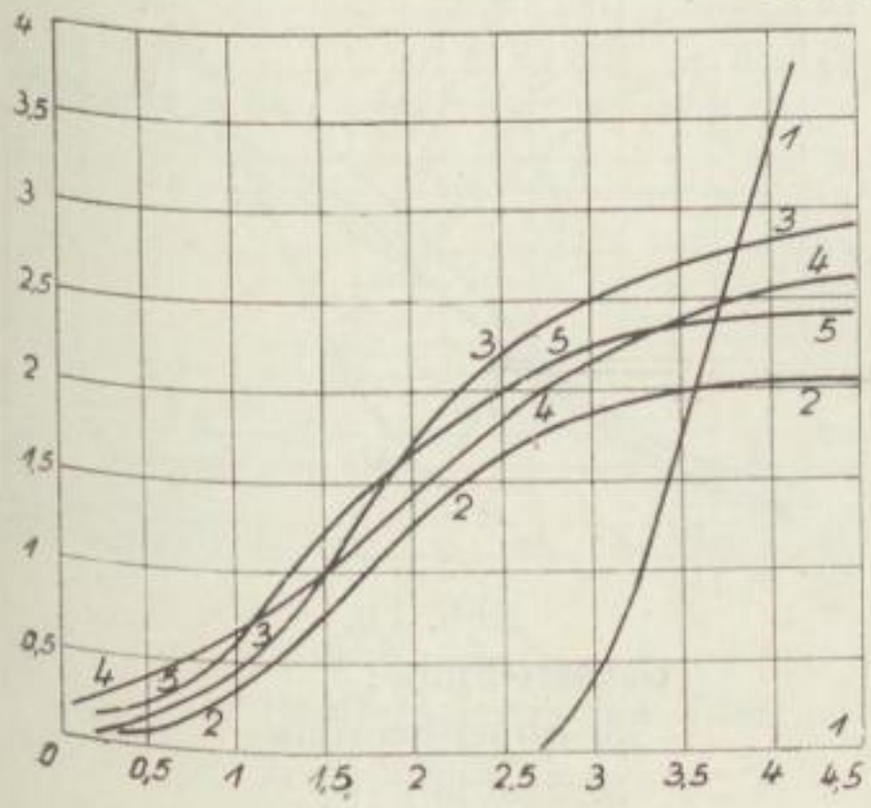


Abb. 45.

Agfa-Platten:

1. Diapositiv 2. Extrarapid
3. Spezialrapid 4. Ultrarapid
5. Chromo-Isorapid

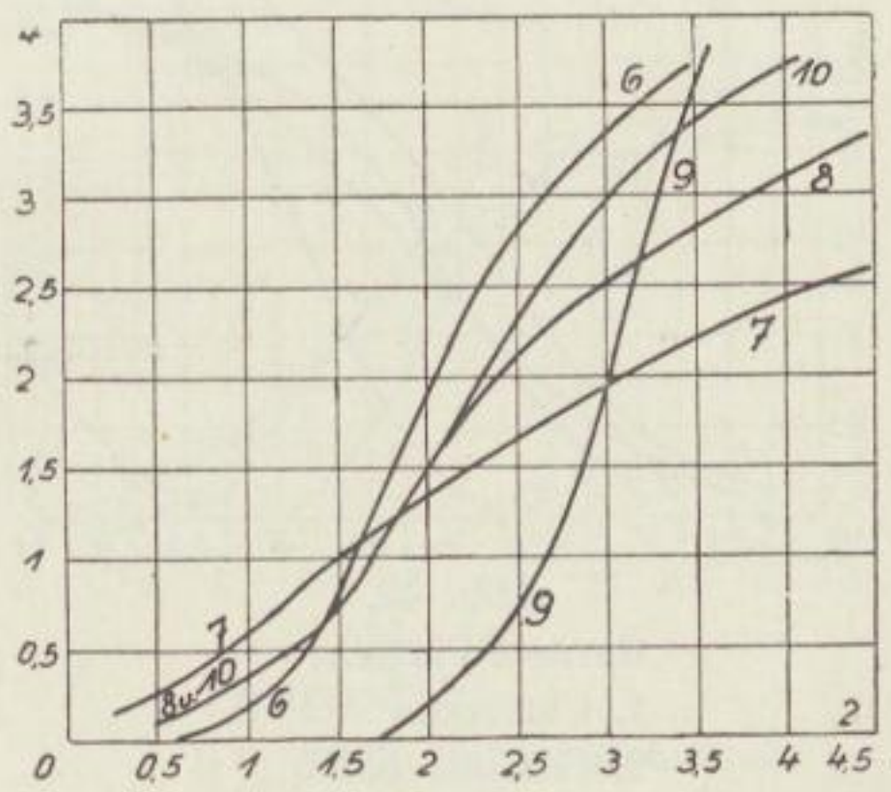


Abb. 46.

Agfa-Filme:

6. Röntgen (doppelseitig) 7. Porträt
8. Amateur 9. Phototechn. Film A
10. Phototechn. Film B

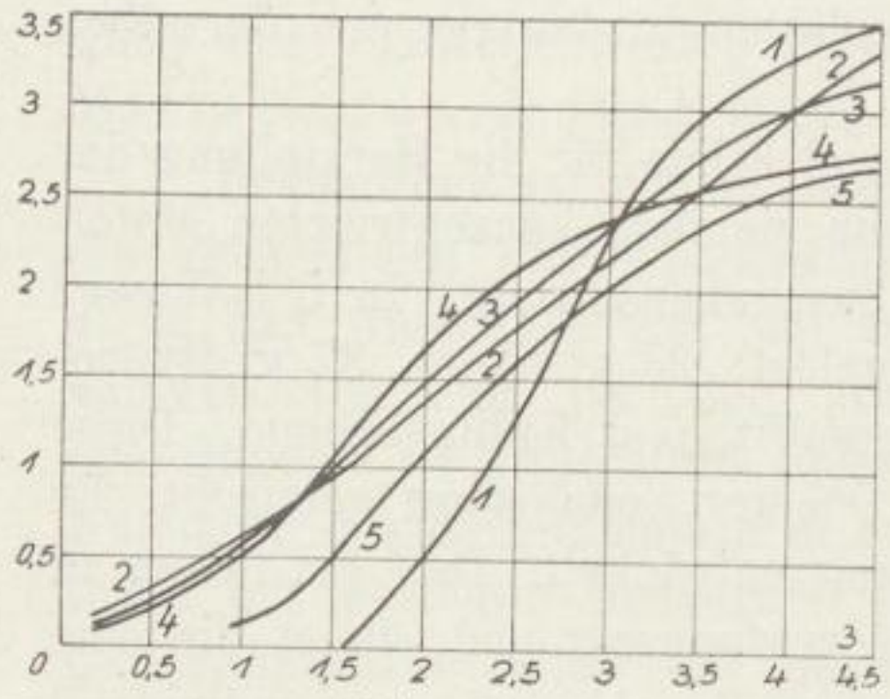


Abb. 47.

Agfa-Kinofilme:

1. Positiv
2. Negativ Extrarapid
3. Negativ, Spezial
4. Neuchromo
5. Pankine

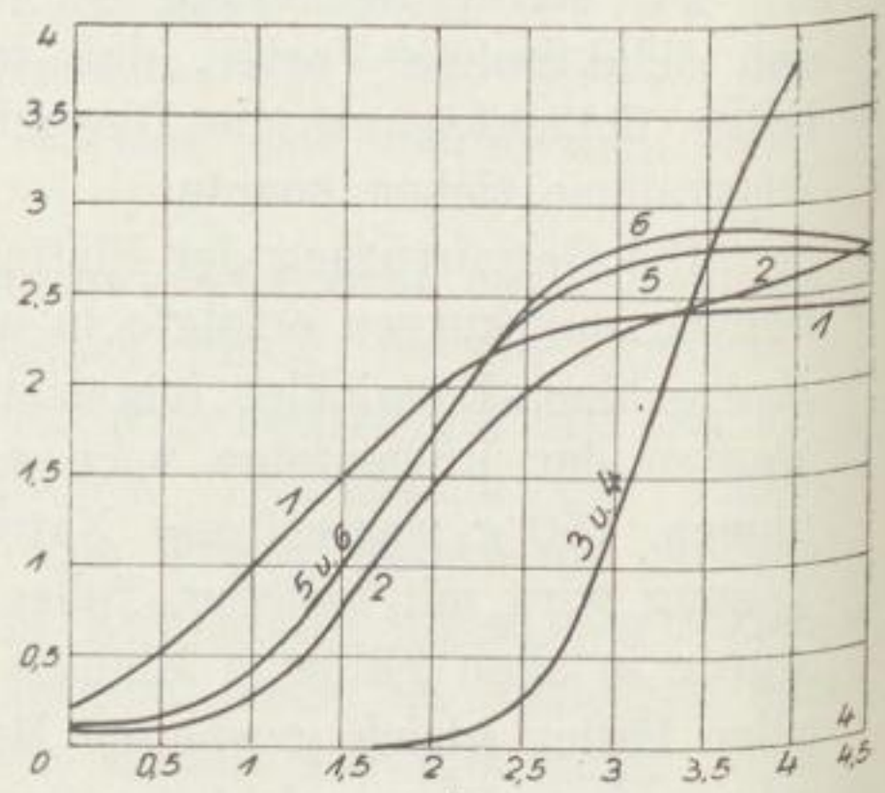


Abb. 48.

Eisenberger Platten:

1. Ultrarapid
2. Röntgen
3. Photomechanisch } fallen
4. Diapositiv } zusammen
5. Flavachrom
6. Extrarapid orthochrom.

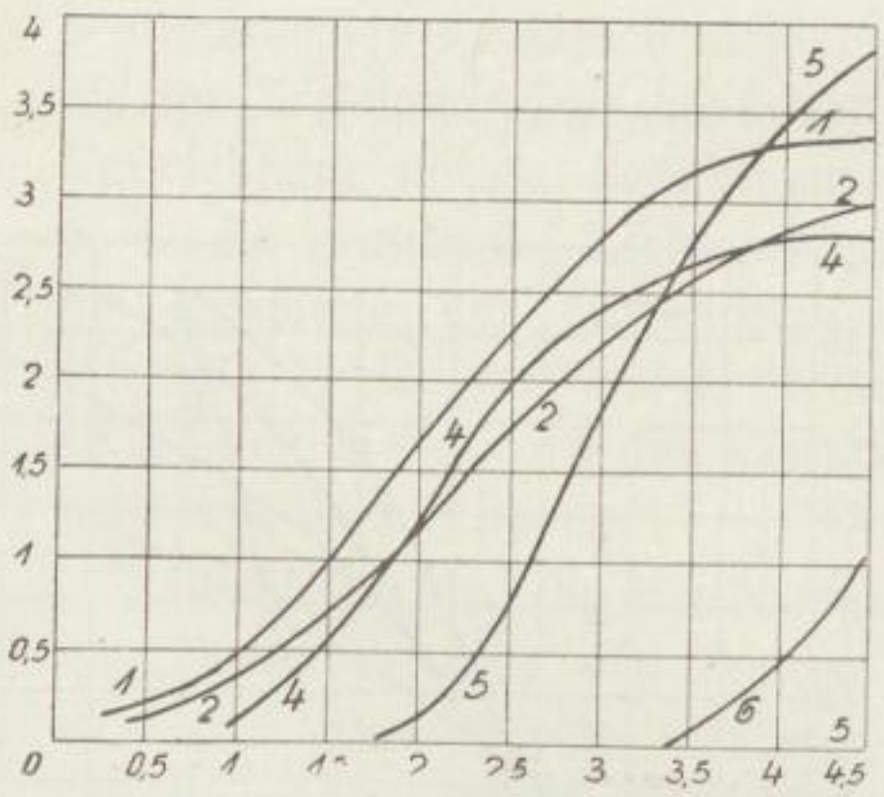


Abb. 49.

Gevaert-Platten:

1. Chromosa
2. Sensima ortho
4. Prozeß
5. Diapositiv N
6. Diapositiv B

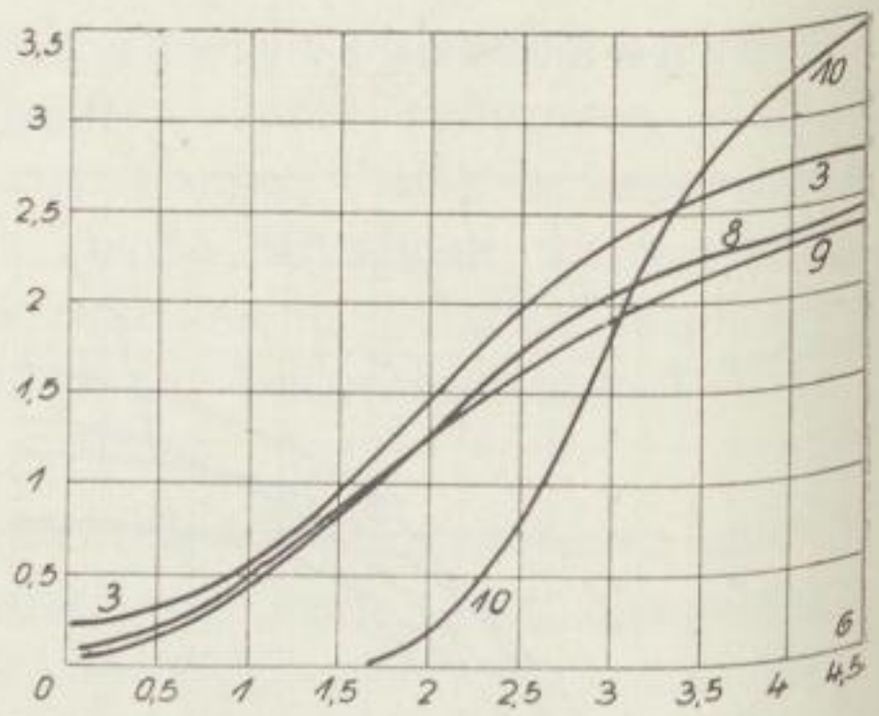


Abb. 50.

Gevaert-Filme:

3. Super-Sensima
8. Studio
9. Filmpack
10. Kine-Positiv

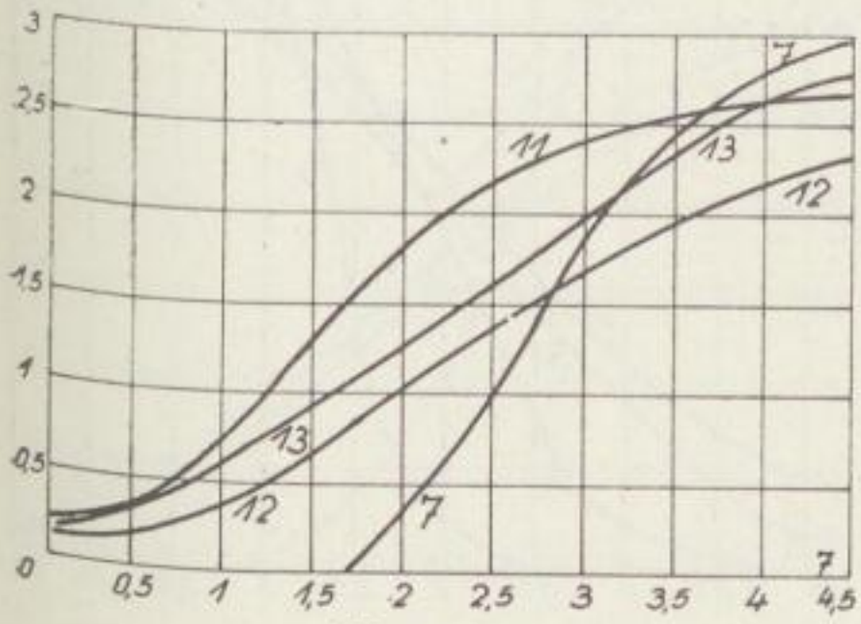


Abb. 51.

Gevaert-Filme:

7. Prozeß-Film
11. Rollfilm
12. Kine-Negativ
13. Studio-Film II

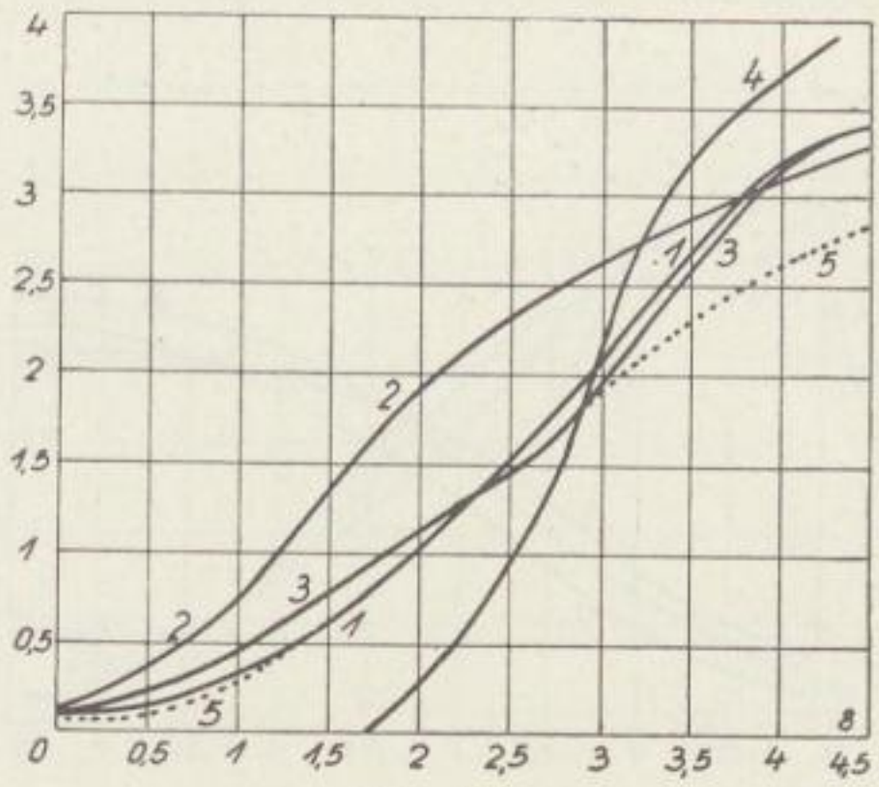


Abb. 52.

Goerz-Filme:

1. Negativ
2. Fliegerfilm
3. Negativ-Atelier Spezial
4. Positiv
5. Tenax

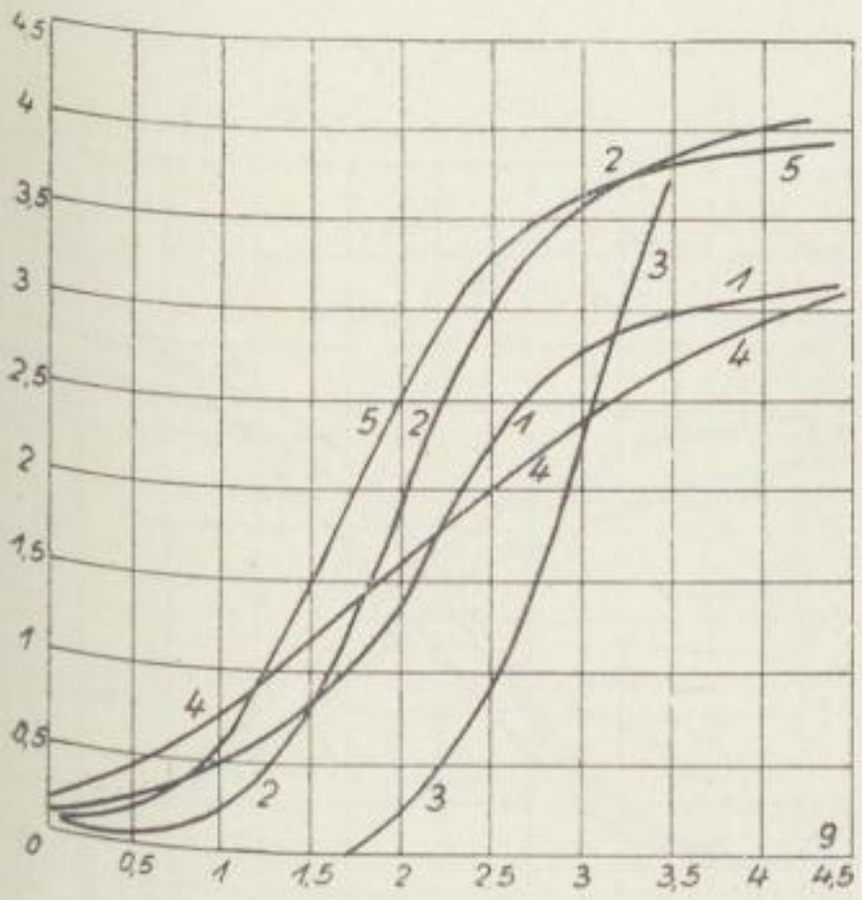


Abb. 53.

Hauff-Platten- und Film:

1. Packfilm
2. Röntgen
3. Diapositiv
4. Ultrarapid
5. Flavin

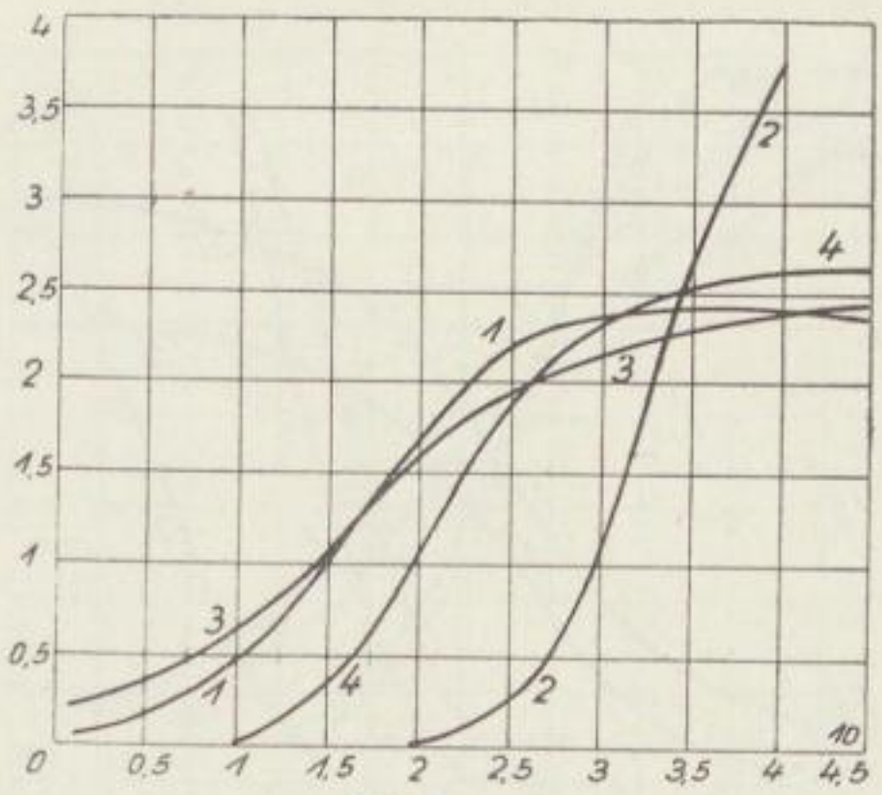


Abb. 54.

Herzog-Platten:

1. Jotha ortho lichthoffrei
2. Dia
3. Ortho-Isodux
4. Reform

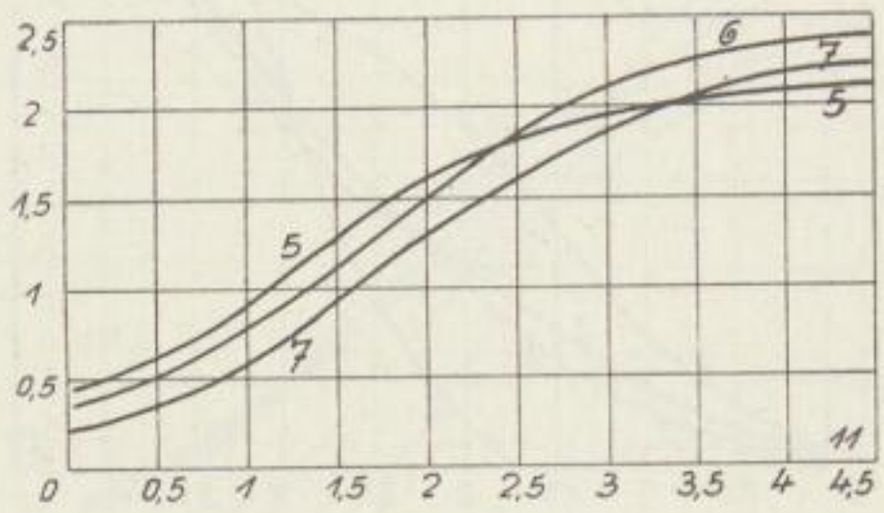


Abb. 55.
Herzog-Platten:
5. Sonjachrom
6. Sonja E. W.
7. Röntgen

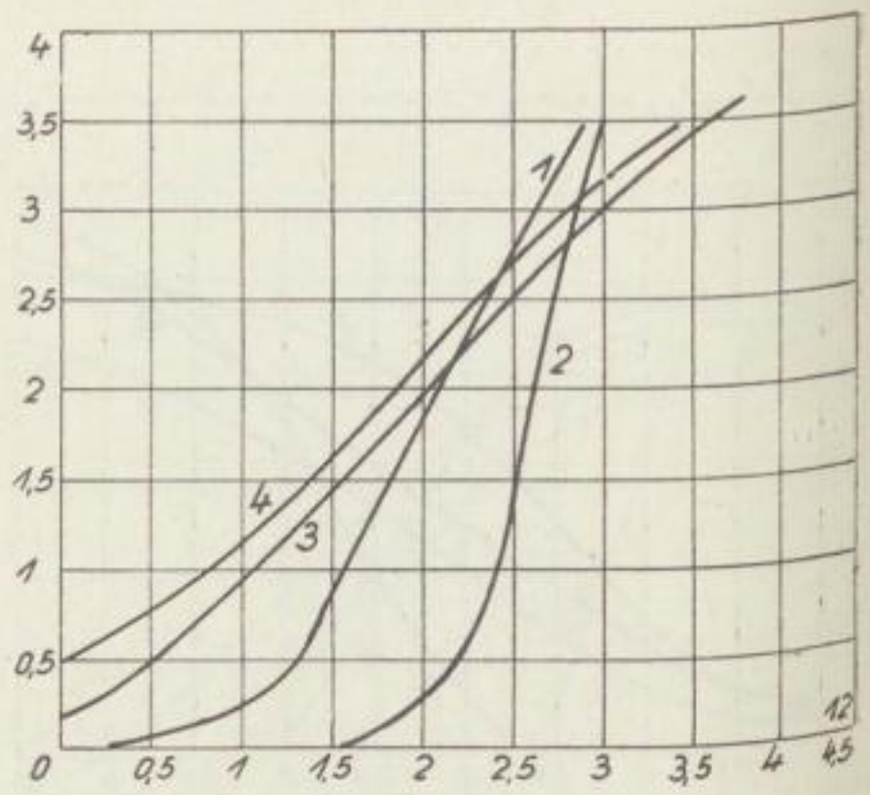


Abb. 56.
Imperial-Platten:
1. Fine grain ordinary
2. Proceß
3. Eclipse
4. Eclipse soft
(Eclipse ortho und eclipse ortho soft verlaufen ähnlich wie 4)

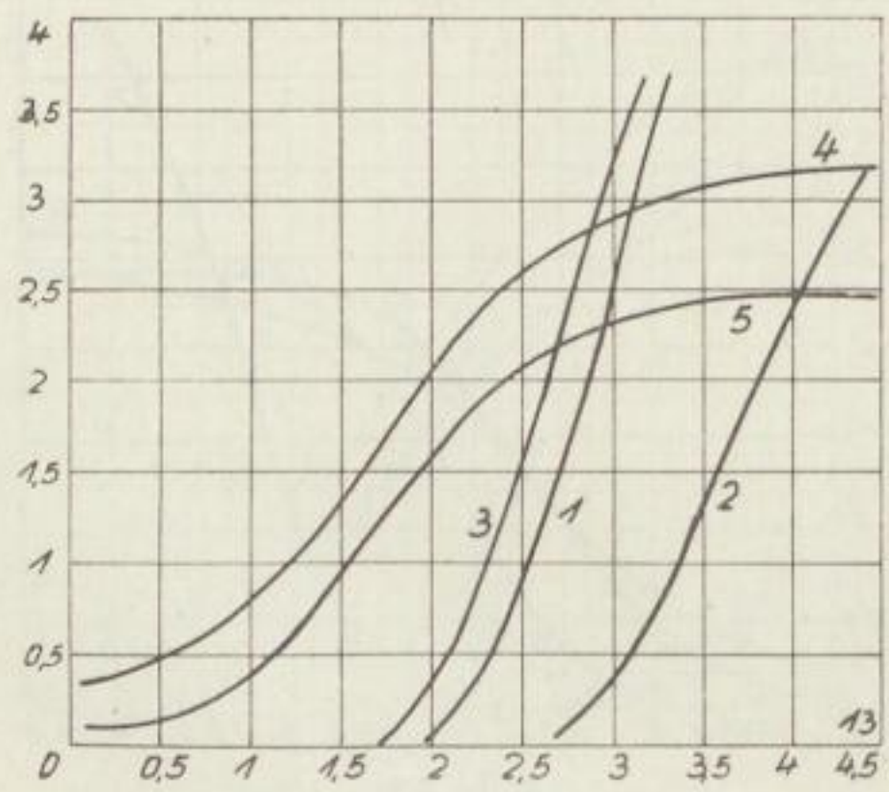


Abb. 57.
Jahr-Platten:
1. Photomechanisch (neue)
2. Diapositiv
3. Photomechanisch
4. Röntgen
5. Sigurd gewöhnl.

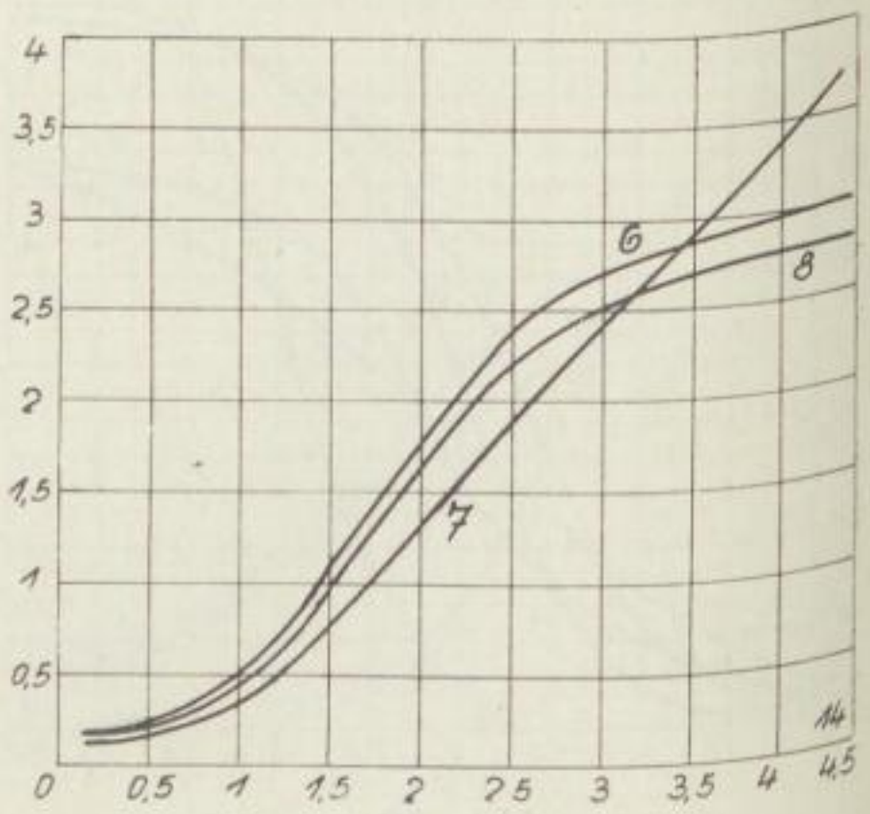


Abb. 58.
Jahr-Platten:
6. Blausiegel Ortho
7. Blausiegel Ortho lichthoffrei
8. Sigurd Ortho lichthoffrei

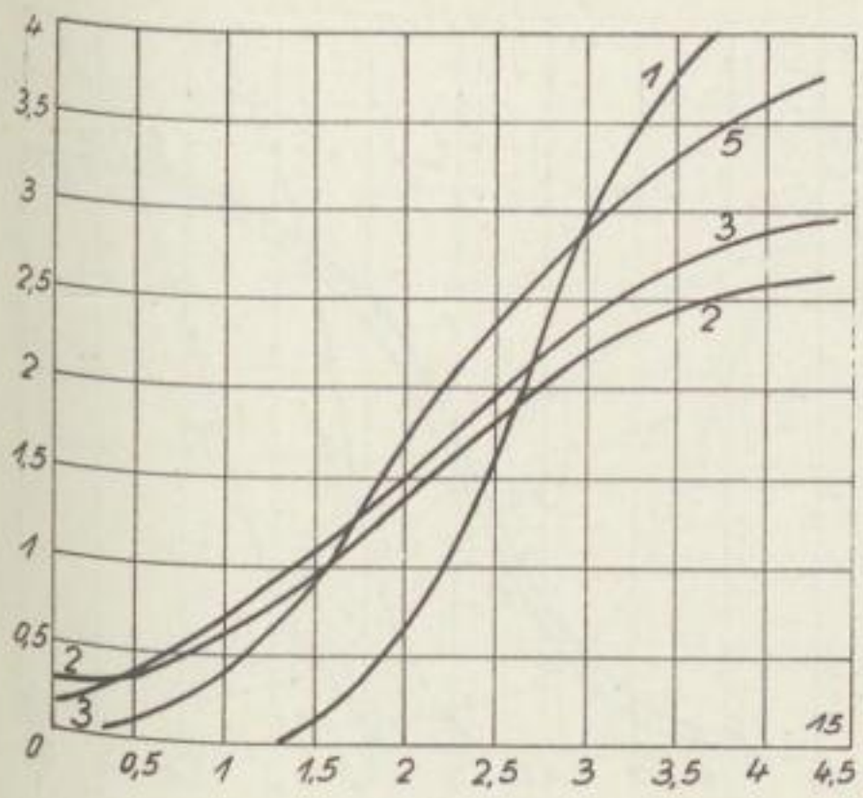


Abb. 59.

Kodak-Filme:

1. Proceß
2. Porträt-Superspeed
3. Porträt- Par-Speed
5. Commercial

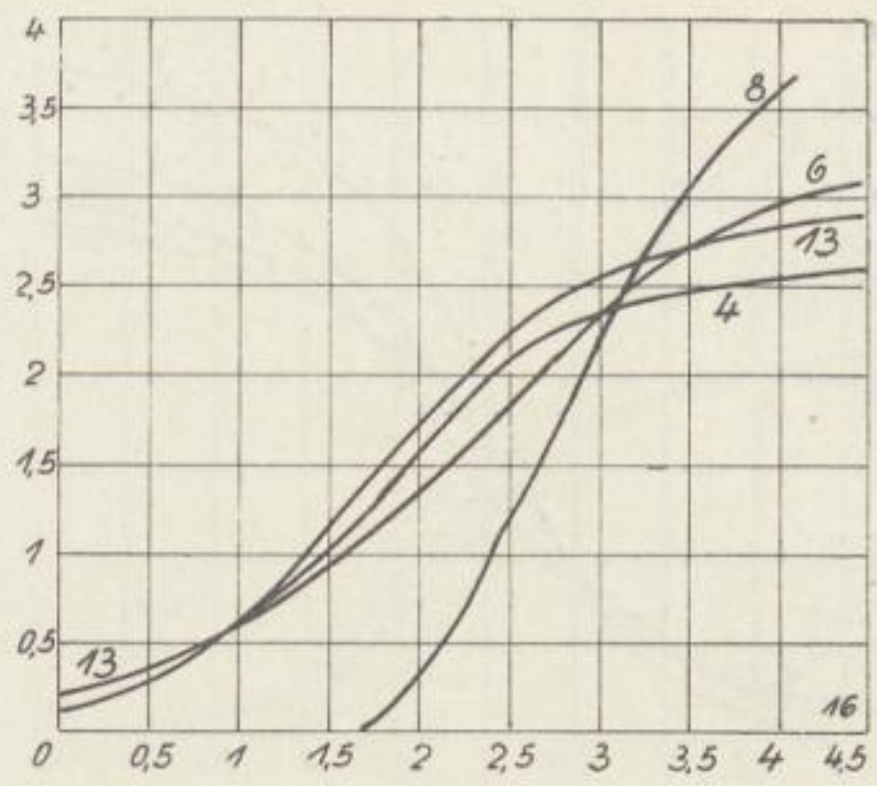


Abb. 60.

Kodak-Filme:

4. Commercial ortho
6. Kino Negativ Superspeed
8. Kino-Positiv
13. Kino Panchrom

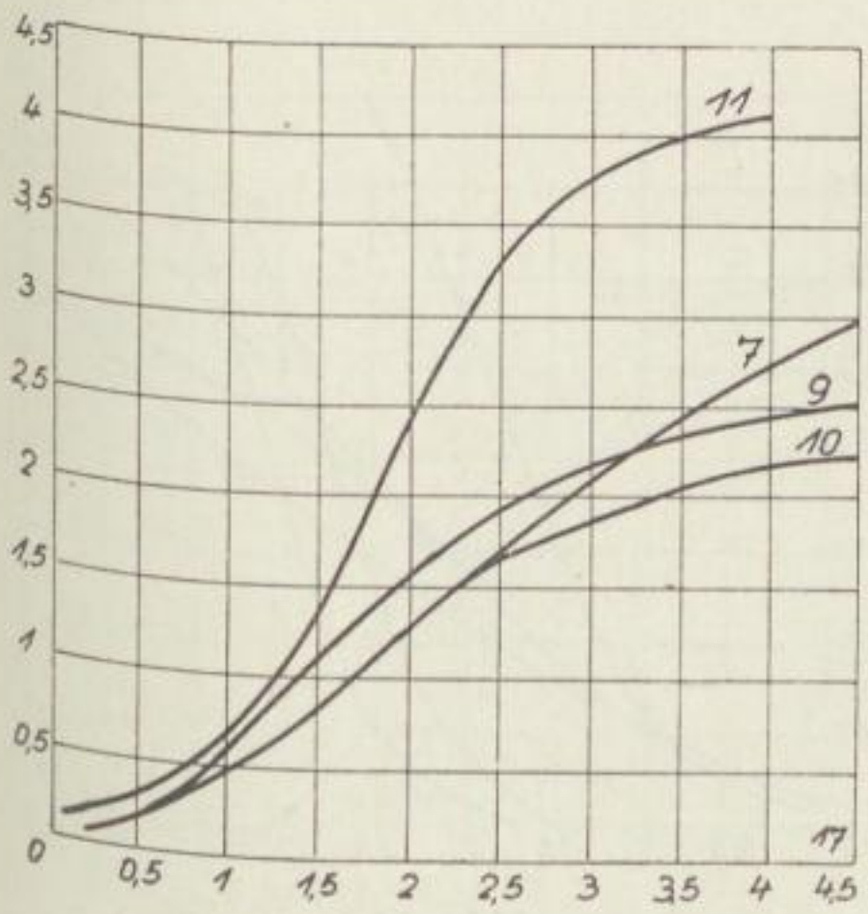


Abb. 61.

Kodak-Filme:

7. Kino Negativ
9. Rollfilm
10. Filmpack
11. Röntgen (doppelseitig)

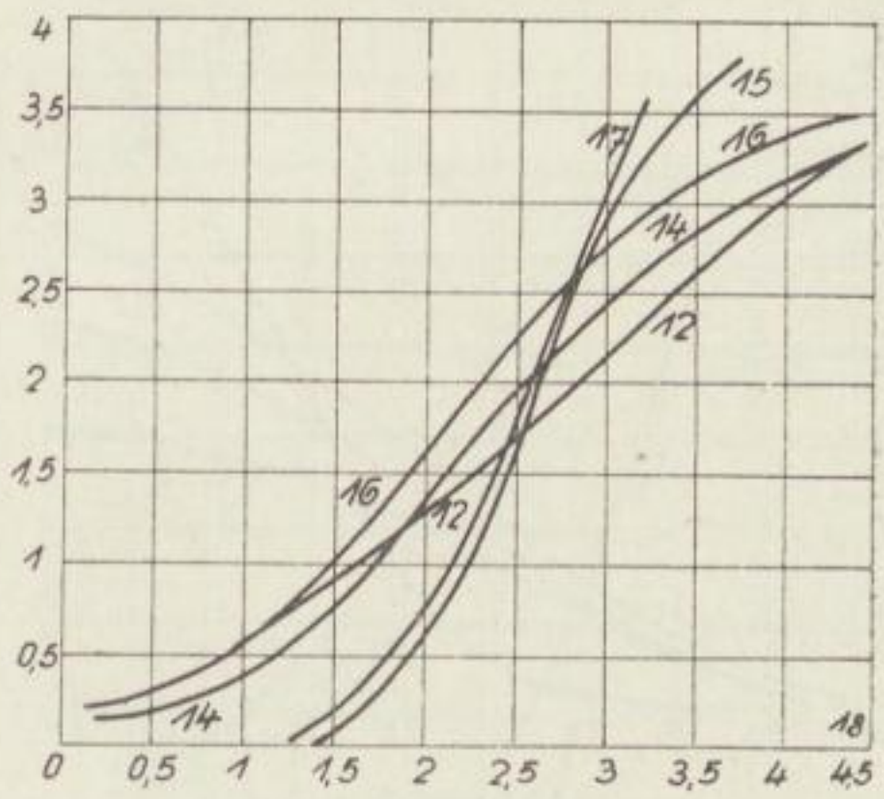


Abb. 62.

Kodak-Platten:

12. Eastman- 40
14. Eastman- 33
15. Eastman-Proceß
16. Ortho Doppelschicht
17. Diapositiv

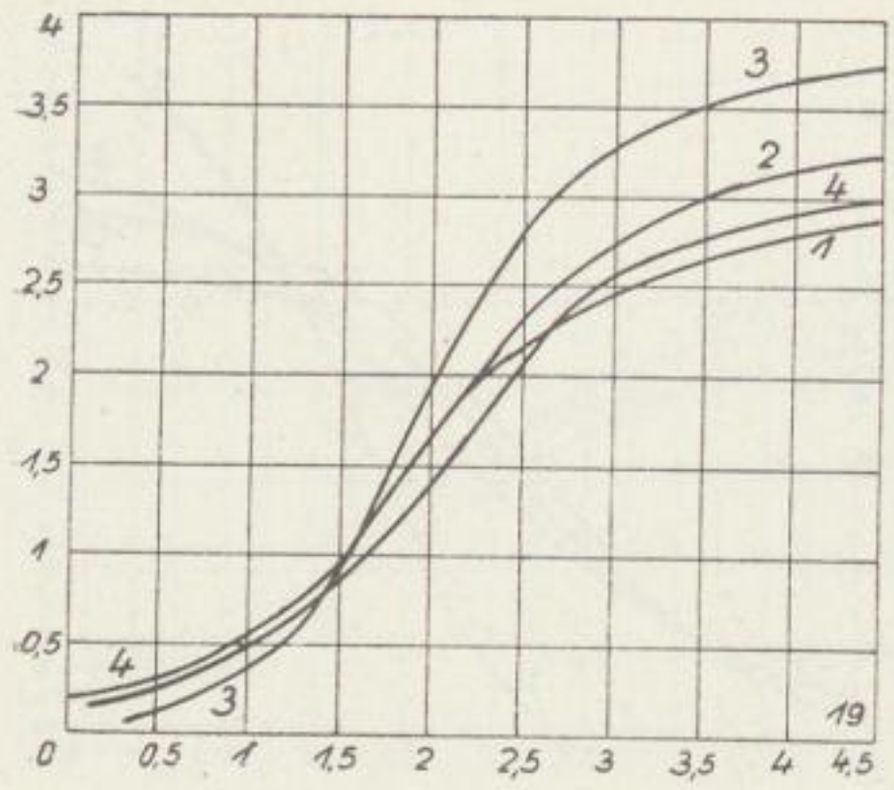


Abb. 63.
Kranz-Platten:
1. Ortho-lichthoffr.
2. Ortho-Moment
3. Kranz IV
4. Ultra

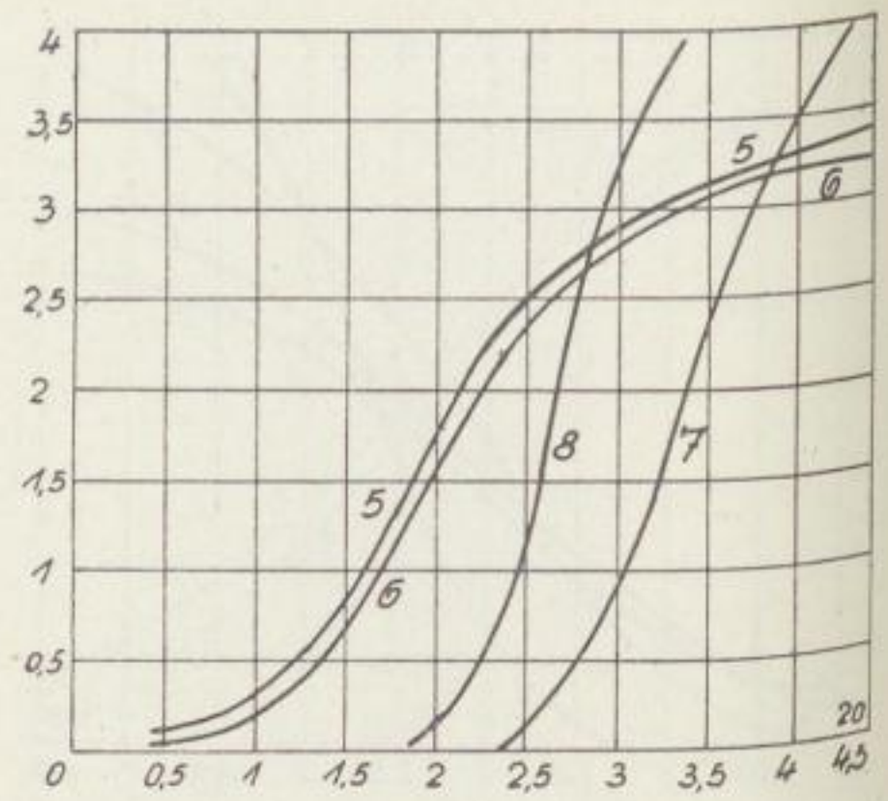


Abb. 64.
Kranz-Platten:
5. Röntgen
6. Reform
7. Diapositiv
8. Photomechanisch

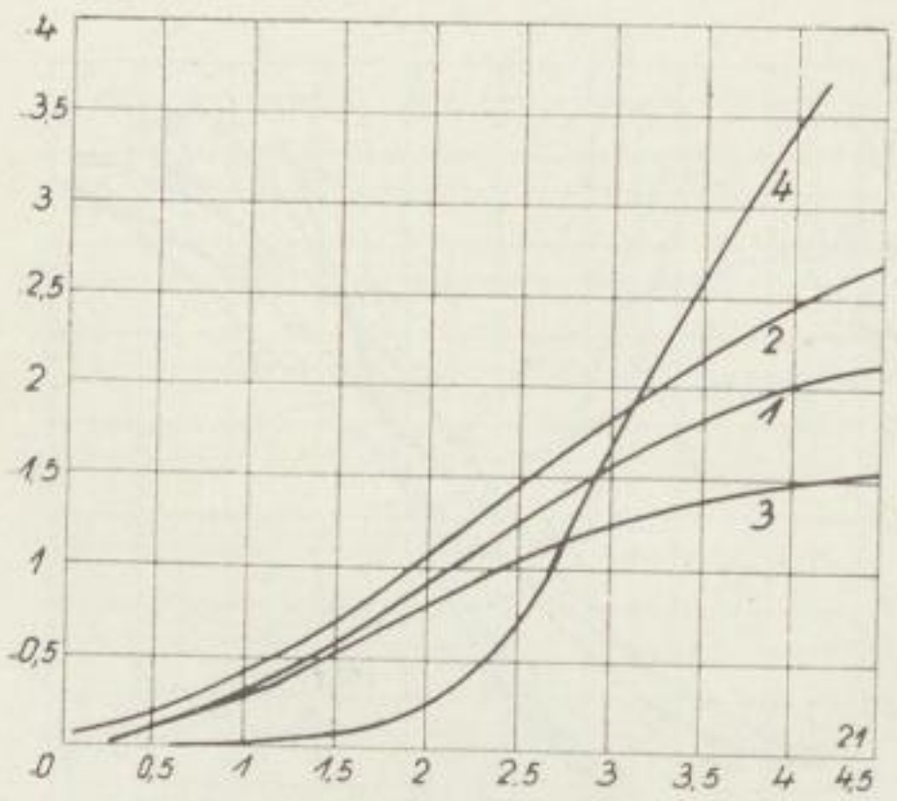


Abb. 65.
Lignose-Filme:
1. Rollfilm
2. Packfilm
3. Planfilm original
4. Positivfilm

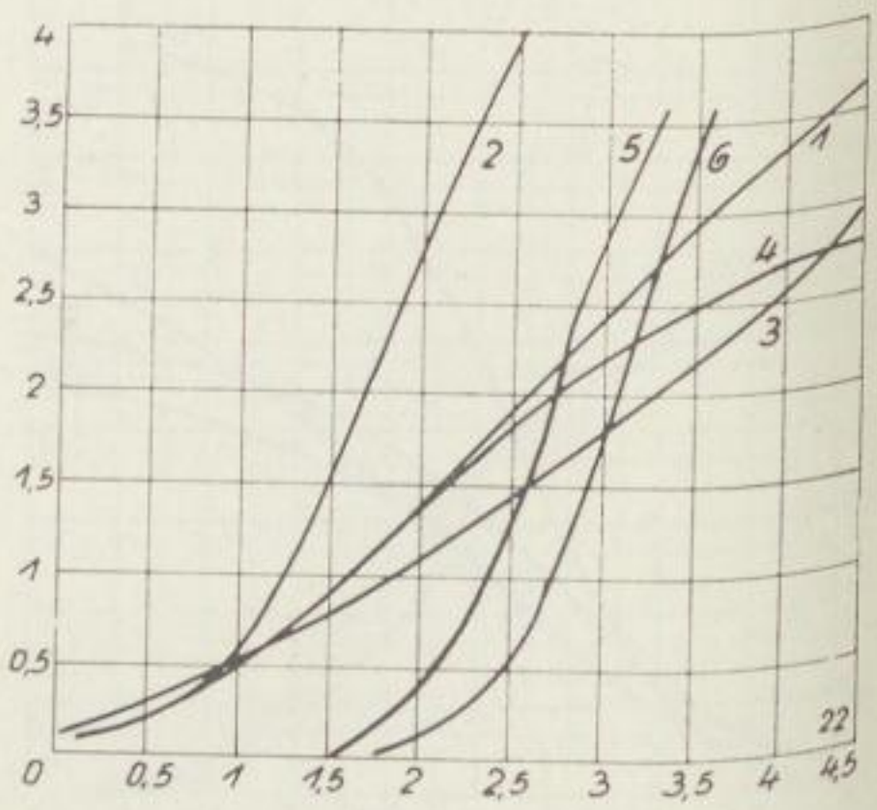


Abb. 66.
Lignose-Filme:
1. Porträtfilm
2. Röntgen-Film
3. Planfilm ortho
4. Tiefdruckfilm
5. Reproduktionsfilm
6. Diapositiv-Mattfilm

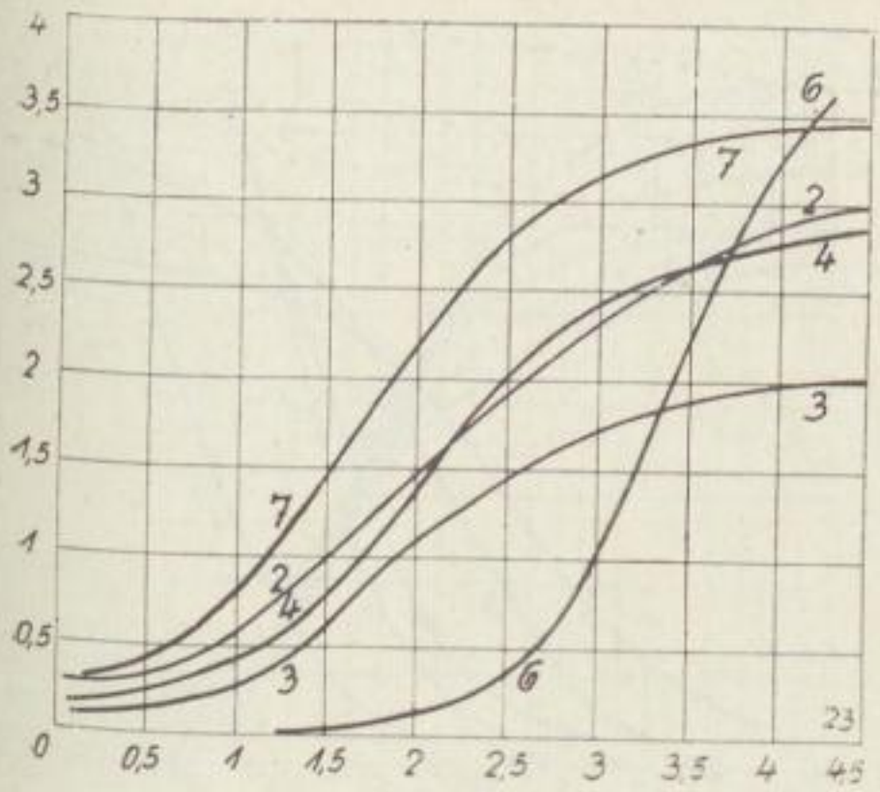


Abb. 67.

Lumière & Jougla-Platten:

2. Porträt-Platte A
3. Extreme Empfindlichkeit
4. Orthochrom. S. E.
6. Diapositiv f. schwarze Töne
7. Radiographisch

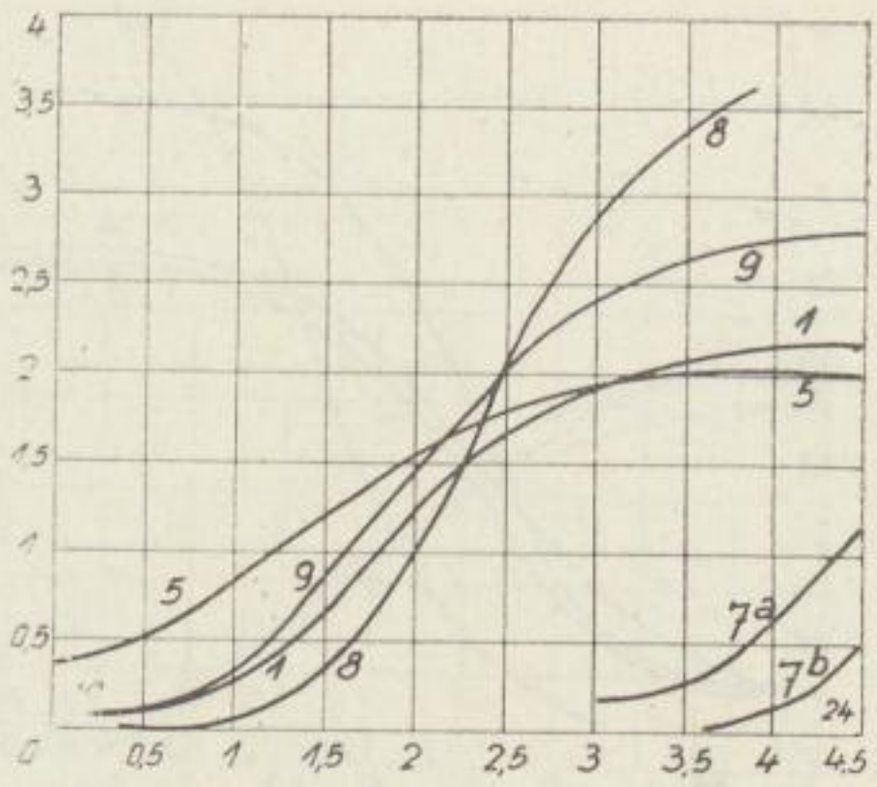


Abb. 68.

Lumière & Jougla-Platten und Film.

1. Extrarapid
5. Opta
7. Diapositiv f. schwarze Töne
   a) in Metolhydrochinon
   b) in reinem Hydrochinon
8. Feinkornplatte „Micro"
9. Kino-Negativfilm

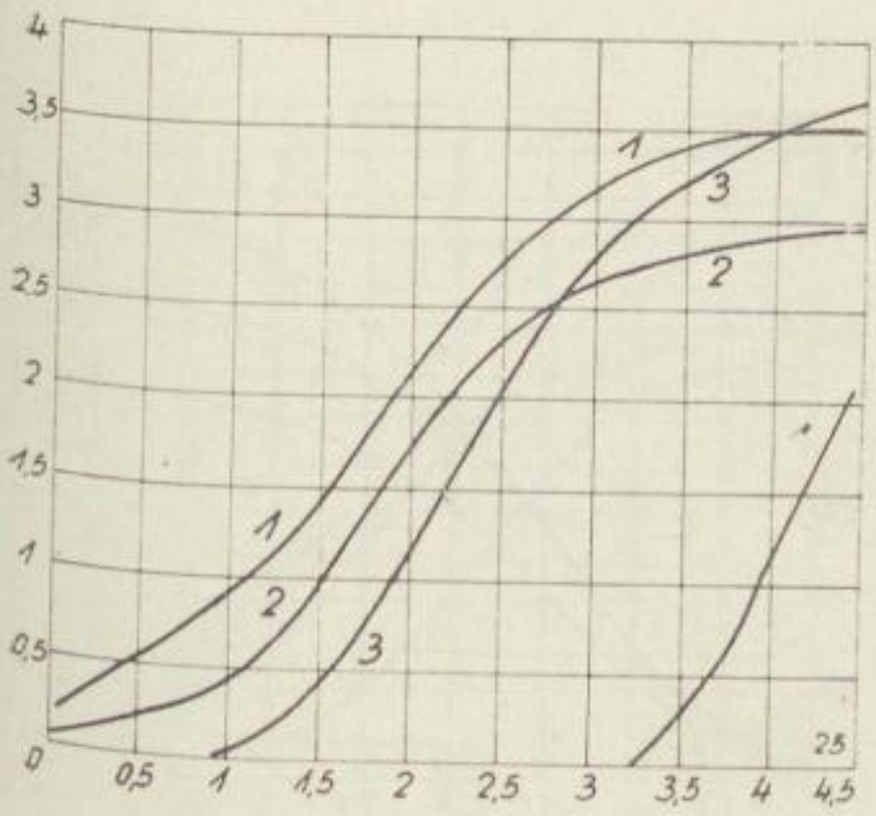


Abb. 69.

Matter-Platten:

1. Ultrarapid
2. Röntgen
3. Reproduktion
4. Diapositiv

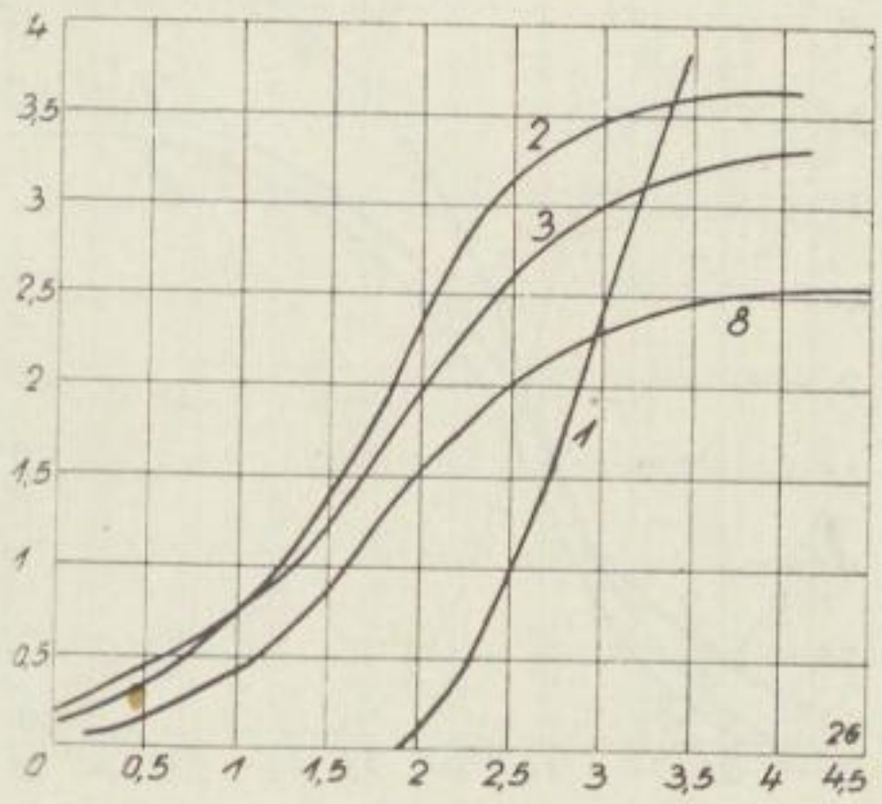


Abb. 70.

Mimosa-Platten und Filme:

1. Diapositiv
2. Porträt Ortho
3. Ultra-Porträt normal
9. Filmpack

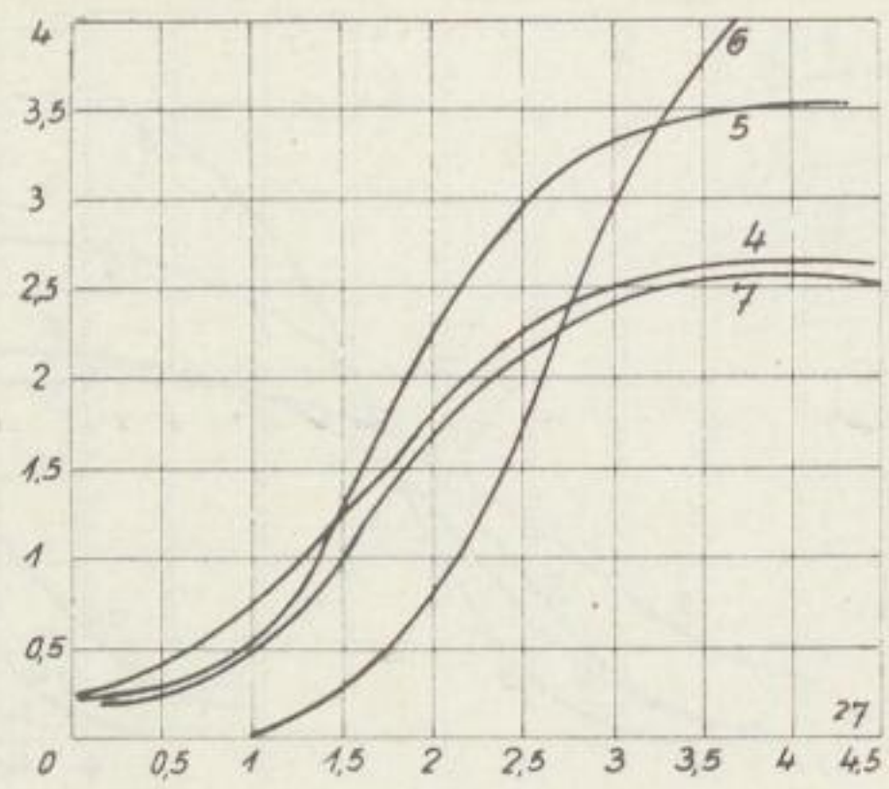


Abb. 71.

Mimosa-Platten und Filme:
4. Ultra-Porträt zart
5. Röntgenfilm (doppelseitig)
6. Reproduktionsfilm II matt
7. Ortho lichthoffrei.

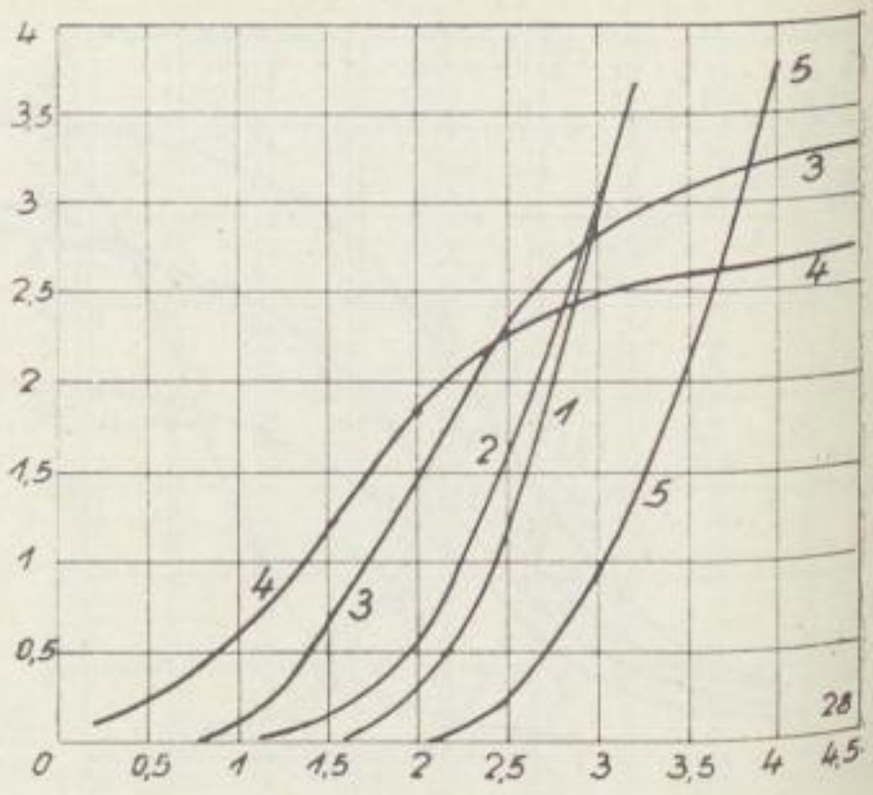


Abb. 72.

Perutz-Platten:
1. Topographisch
2. Photomechanisch
3. Extrarapid (auch Tiefdruck)
4. Porträt
5. Diapositiv

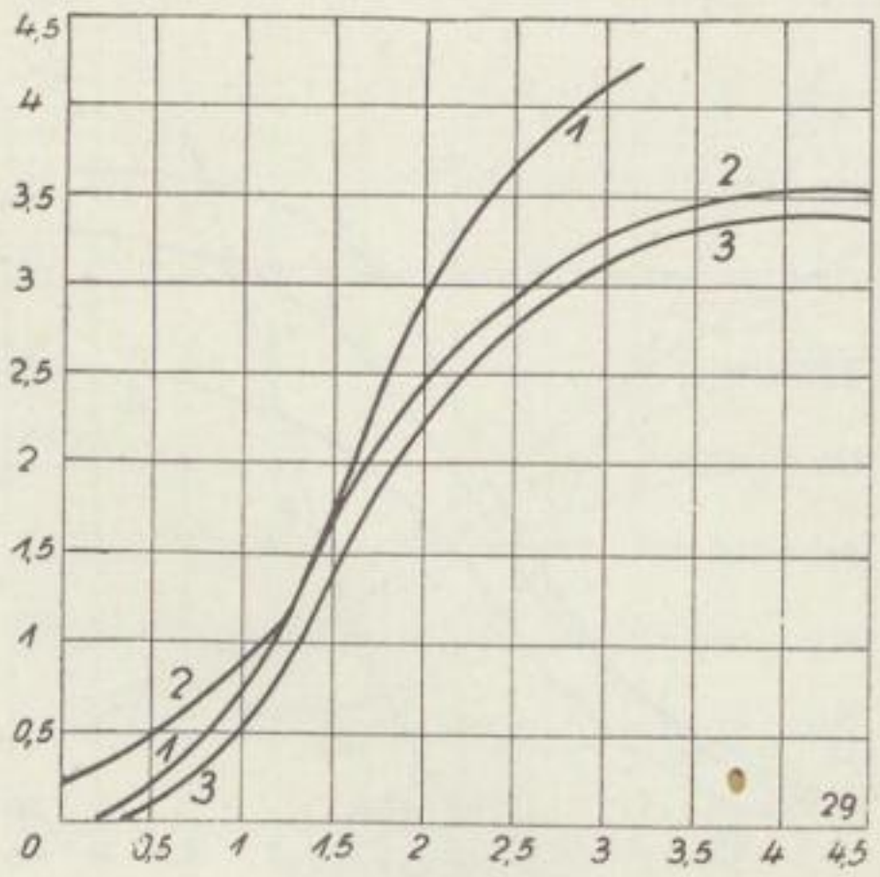


Abb. 73.

Perutz-Platten:
1. Silbereosin (auch Fliegerplatte)
2. Perorto
3. Perorto Antihalo

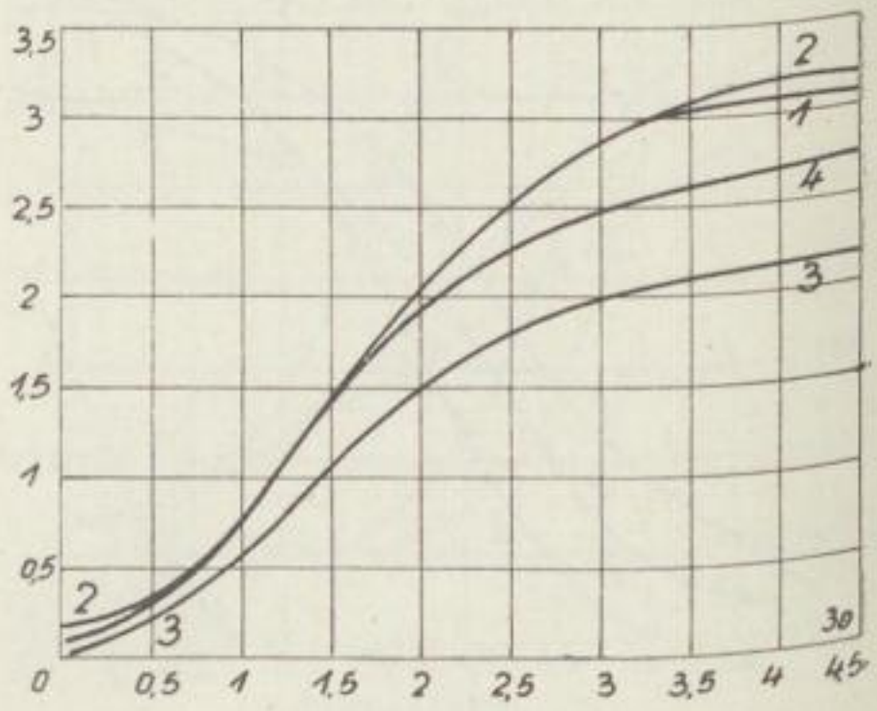


Abb. 74.

Perutz-Platten;
1. Perchromo A
2. Perchromo B
3. Perchromo B Antihalo
4. Panchromatisch-Rapid

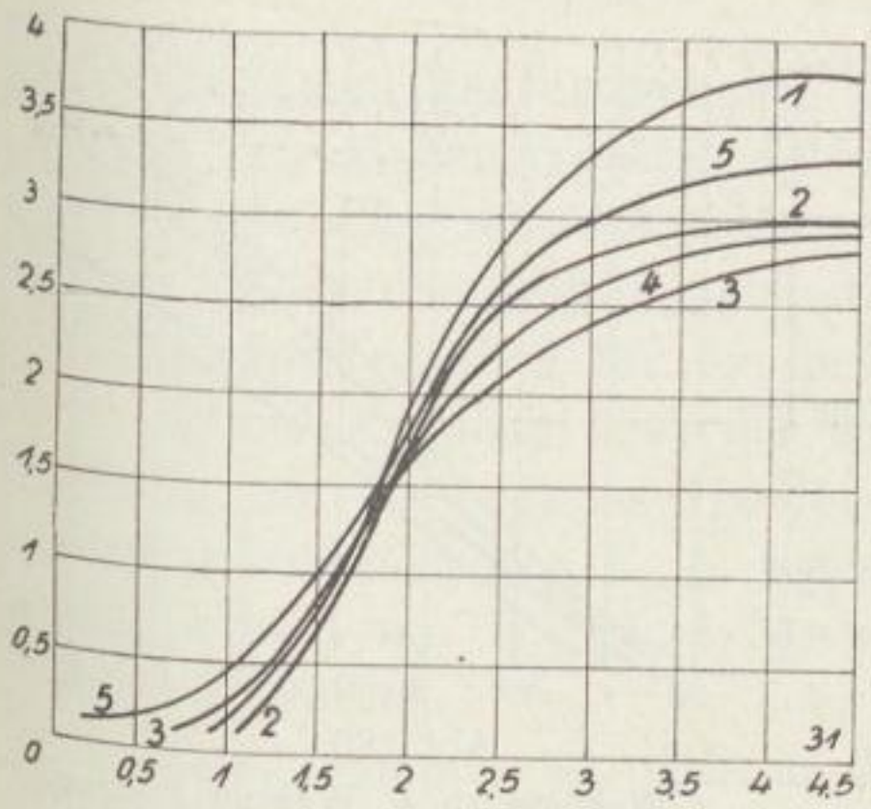


Abb. 75.

Perutz-Filme:
1. Negativ-Fliegerfilm
2. Amateur-Kine-Negativ
3. Rollfilm
4. Planfilm
5. Packfilm

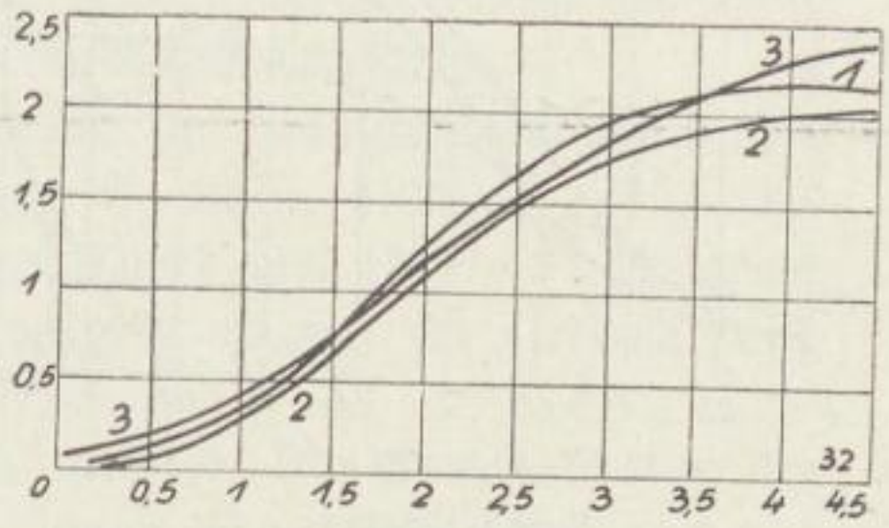


Abb. 76.

Sachs-Platten:
1. Extrarapid
2. Ortholichthoffrei
3. Ultrarapid

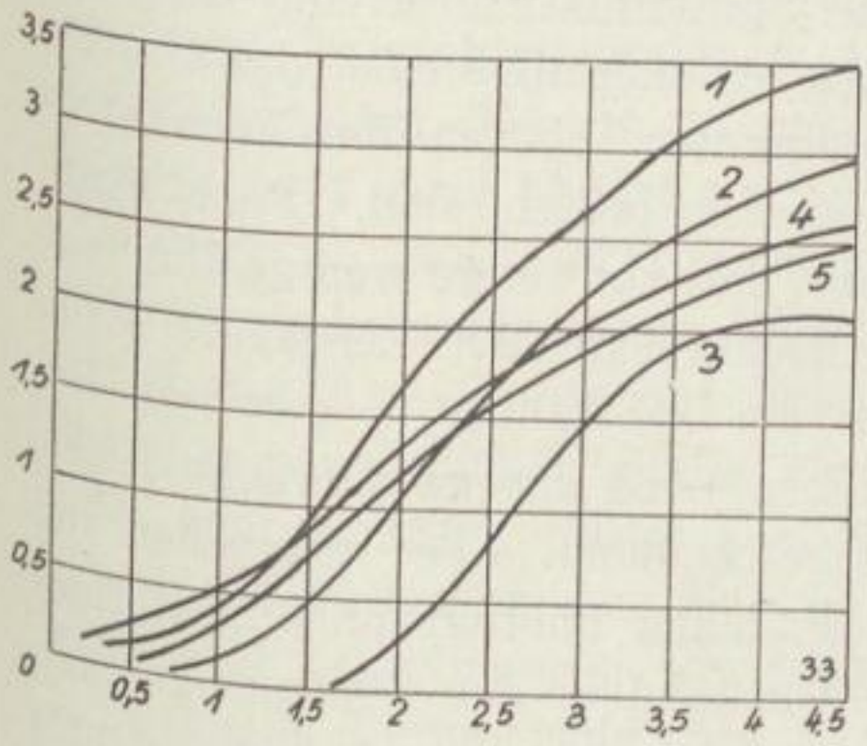


Abb. 77.

Schleußner-Platten:
1. Viridin und Inalo
2. Röntgen
3. Neo-Röntgen
4. Ulvi
5. Imago

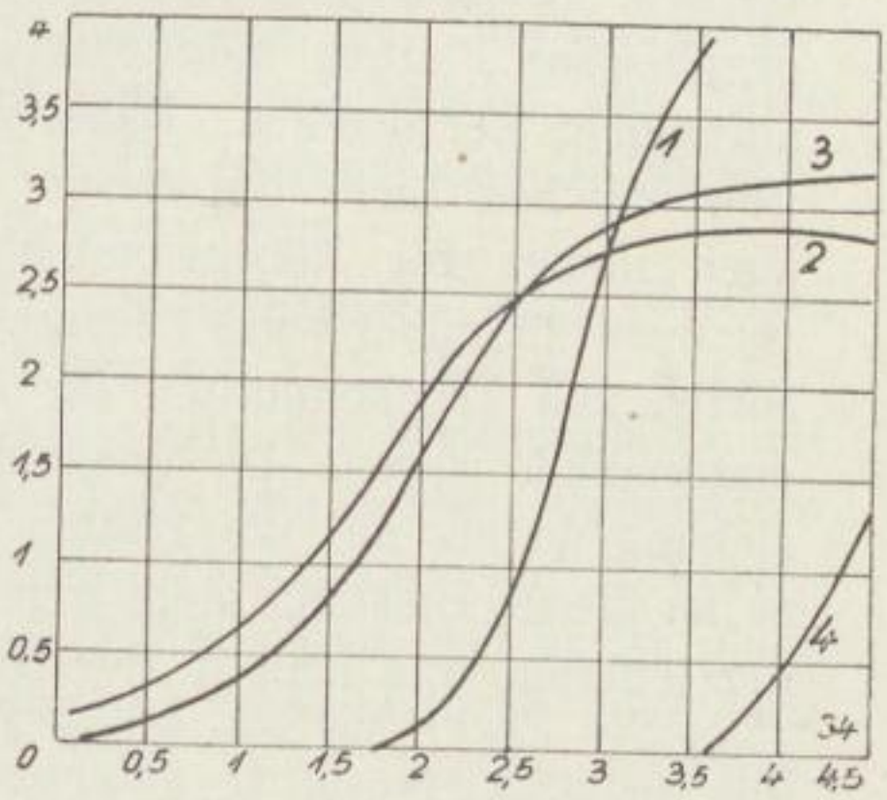


Abb. 78.

Verax-Platten:
1. Diapositiv
2. Normal
3. Kromal (ortho)
4. Diachromal (AgCl)

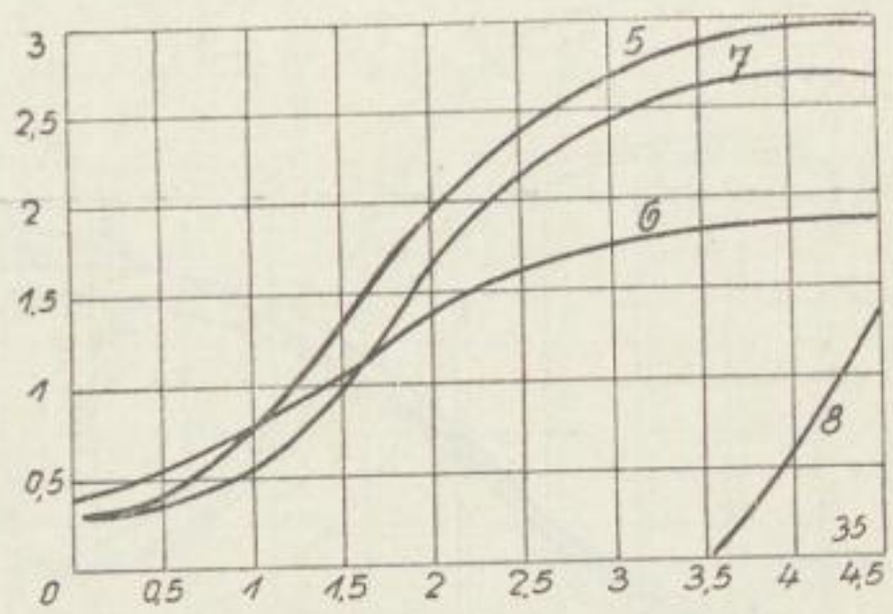


Abb. 79.

Verax-Platten:

5. Synkromal ortho
6. Verax mit Stern
7. Verax ultrarapid
8. Diachromal matt (AgCl)

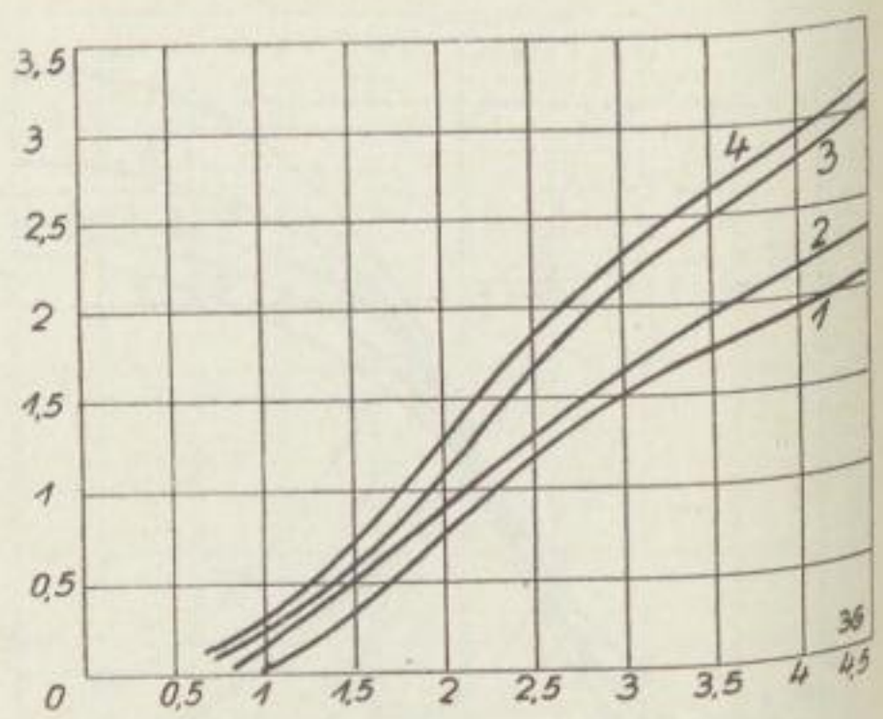


Abb. 80.

Westendorp & Wehner-Platten:

1. Ultima
2. Ultima matt
3. Color
4. Color lichthoffrei

Spezialplatten.

Röntgenplatten (und Filme).

Als W. C. Röntgen 1895 seine epochemachende Entdeckung der X-Strahlen, die ihm zu Ehren später „Röntgenstrahlen" genannt wurden, bekannt gegeben hatte, wetteiferten die Fabriken photographischer Platten, möglichst gute Spezialplatten für die Röntgenaufnahmen herzustellen. Dabei zeigte es sich aber bald, daß die für gewöhnliches Licht am besten geeigneten Platten durchaus nicht auch immer für Röntgenaufnahmen die besten sind. Rein empirisch wurde immer wieder festgestellt, daß nur einige wenige Handelssorten von Trockenplatten für die Röntgenstrahlen besonders hochempfindlich waren. Da tatsächlich die X-Strahlen in gewisser Beziehung anders auf die Platten wirken[1]) als das gewöhnliche Licht, so ist dieser Umstand nicht gerade befremdend. Aber abgesehen von demjenigen, was man in der gewöhnlichen Photographie „Empfindlichkeit" nennt, ist vor allem der Umstand in der Röntgenographie von Bedeutung, daß man hier große Kontraste auf dem Negativ haben will, daß die Platte also nicht etwa weich arbeiten soll wie eine Porträtplatte. Diesen besonderen Charakter der Röntgenplatten kann man schon teilweise aus den oben abgebildeten Densogrammen

1) s. Lüppo-Cramer, Die Röntgenographie, Halle 1909, Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen.

der Röntgenplatten entnehmen. Da man in neuerer Zeit meistens mit einem Verstärkungsschirm arbeitet, dessen verstärkende Wirkung durch das Phosphoreszenzlicht des Schirmes erfolgt, ist allerdings doch wieder die Empfindlichkeit der Platte für gewöhnliches Licht mit ausschlaggebend für ein befriedigendes Ergebnis.

Einige Angaben über die Wirkung der Röntgenstrahlen finden sich in Bd. II, 1 dieses Handbuches, 3. Aufl., 1927, S. 245, 319. Eine Abhandlung von C. A. Schleußner und H. Beck[1]), ferner eine Arbeit von R. Ed. Liesegang[2]), mögen im Original eingesehen werden.

Beachtenswert ist, daß in den meisten Röntgen-Instituten der kontrastreich arbeitende Glyzin- oder Metolhydrochinon-Entwickler verwendet wird, doch ist wohl auch jeder andere gute Entwickler bei passender Zusammensetzung brauchbar.

Der holländische Röntgenologe P. H. Eykman[3]) betonte, daß beim Durchdringen einer photographischen Schicht nur wenig Röntgenenergie verloren geht. (Bekannt ist der Versuch, daß man ein ganzes Dutzend Filme übereinanderlegen und mit Röntgenstrahlen bestrahlen kann, ohne daß der unterste Film erheblich von dem obersten abweicht. Anm. von Lüppo-Cramer.) Röntgenfilme, die auf beiden Seiten mit Schicht überzogen sind, hatten sich nach Eykman wegen zu großer Verletzlichkeit nicht bewährt, wurden aber von mehreren Firmen wieder eingeführt; bei Anwendung besonderer Entwicklungsrahmen stößt ihre Verarbeitung auf keine Schwierigkeiten. Eykman und Trivelli schlugen dickübergossene Platten mit mehrfachen Schichten vor.

Nach B. Walter[3]) werden die Röntgenplatten nach zweierlei Gesichtspunkten fabriziert: Während nämlich z. B. bei der Agfa- und Lumière-Platte der Bromsilbergehalt der Röntgenplatte mit der der gewöhnlichen Platte übereinstimmt, die beiden Plattenarten sich aber deutlich durch die größere Schichtdicke der Röntgenplatte unterscheiden, hat die Ilford-Platte dieser Art außer einer noch viel erheblicheren Vergrößerung der Schichtstärke eine ganz bedeutende Vermehrung des prozentualen Bromsilbergehaltes aufzuweisen. Beide Maßnahmen zielen offenbar darauf hin, die Zahl

1) Zeitschr. wiss. Phot. 1922. **21.** 105.

2) Röntgentaschenbuch 1924. **9.** 100.

3) Sitzungsber. 4. Intern. Kongr. f. Elektrologie u. Radiologie, Amsterdam 1908, ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 359, s. a. S. 373 u. 374 mit Angaben über das Gewicht der Schicht von Röntgenplatten und deren Bromsilbergehalt vergleichsweise mit gewöhnlichen Platten.

der von den Röntgenstrahlen getroffenen Bromsilberteilchen zu vermehren. Allerdings muß betont werden, daß die Schicht der dicker gegossenen Platte, wenn ihr Vorteil ausgenutzt werden soll, natürlich auch länger entwickelt werden muß, und daß die Vermehrung der Schichtdicke daher nur bei solchen Platten anzuraten ist, die auch bei langer Entwicklungsdauer vollkommen schleierfrei arbeiten[1]).

P. H. Eykmann[2]) führte Röntgenplatten vor, die auf Milchglas gegossen waren und in der Aufsicht betrachtet viel mehr Einzelheiten erkennen lassen als Durchsichtsbilder. Derartige Platten sind indessen kaum in den Handel gebracht worden. Der verstorbene Dr. Eykman zeigte dem Verfasser 1909 auch schon Röntgenbilder auf Blechtafeln, die mit einem weißen Lack überzogen waren. Auf derartige Röntgenplatten erhielt die Siemens & Halske A.-G. später einen Gebrauchsmusterschutz[3]).

Nach dem D. R.P. 356 378 (1920) der Dr. C. Schleußner A.-G. in Frankfurt a. M. wird die „Neo-Röntgenplatte" hergestellt. Der Patentanspruch bezieht sich auf ein „Verfahren zur Verstärkung der Röntgenstrahlenwirkung auf photographische Emulsionen, dadurch gekennzeichnet, daß Sekundärstrahler unter Auswahl derselben nach ihrem Atomgewicht dem Verwendungszweck entsprechend und zweckmäßig die Salze derjenigen anorganischen oder organischen Reste, die fähig sind, das Bromsilber anzufärben, durch Baden oder Zugabe zur Emulsion in den Bromsilberkomplex eingeführt werden."

Andere Patente beziehen sich auf den Zusatz von stark Röntgenstrahlen absorbierenden Substanzen in kolloider Form wie Thoriumoxyd, Wolframsäure usw.[4]).

---

1) Von Spezialwerken über die Behandlung von Röntgenplatten und Filmen seien hervorgehoben:

H. Traut und H. Engelken, „Lehrbuch der Röntgenographie", Halle 1920. Eine ausgezeichnete Monographie schrieb J. Eggert: „Einführung in die Röntgen-Photographie", Verlag der Agfa - Berlin, III. Aufl. 1927. Auch in dem Buche von Lüppo-Cramer „Die Röntgenographie in ihrem photographischen Teil" Halle 1909, das sich in der Hauptsache allerdings mit den physikalisch-chemischen Veränderungen des Bromsilbers durch die Röntgenstrahlen befaßt, finden sich Angaben über die praktische Verarbeitung der Platten. Den doppelseitig begossenen Film behandelt das Buch von H. Francke: „Der Doppelfilm und seine Technik", 1925, Verlag von C. H. F. Müller, Hamburg.

2) Photogr. Kongreß Dresden 1909, s. Sammlung der Vorträge, Halle 1910, S. 116.

3) Phot. Industrie 1916, 14. 48.

4) s. F. Wentzel, Photogr. Chem. Industrie, Dresden 1926, S. 41.

Ausgehend von der Entdeckung Lüppo-Cramers (s. Bd. II, 1, S. 240 und 682), daß die Wirkung der Desensibilisatoren sich hauptsächlich auf die von den betreffenden Farbstoffen angefärbte Bromsilberkornoberfläche erstreckt und damit die Röntgenstrahlenwirkung viel weniger beeinflußt als die Lichtstrahlen, nahmen Lüppo-Cramer und die Trockenplattenfabrik Kranseder & Co. in München ein Patent auf die Herstellung von Röntgenplatten, die mit Desensibilisatoren imprägniert sind, die daher ohne wesentliche Einbuße an Empfindlichkeit für die Röntgenstrahlen bei gelbem Lichte entwickelt werden können[1]), ließen indessen das Patent fallen, da Röntgenaufnahmen in neuerer Zeit vielfach unter Benutzung des Verstärkungsschirmes gemacht werden, dessen Wirkung durch den Densibilisator natürlich aufgehoben wird, so daß eine kaufmännische Ausnutzung des Patentes nicht als lohnend erschien.

In diesem Zusammenhange möge darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Röntgenplatten, da sie ja niemals optisch sensibilisiert werden, eine ziemlich sorglose Behandlung in bezug auf die Dunkelkammerbeleuchtung vertragen. H. Arens und J. Eggert[2]) haben die Bedingungen untersucht, die bei der praktischen Verarbeitung der Röntgenplatten einzuhalten sind und empfehlen eine relativ sehr helle orangegelbe Beleuchtung, die auch in einer von der Agfa in den Handel gebrachten Lampe bzw. einem derartigen Filter zur Anwendung kommt (s. S. 99).

Ferrotypplatten für die sogenannte Schnellphotographie.

In allen Varianten der Schnellphotographie handelt es sich insofern um ein Zurückgehen auf die Daguerreotypie, als man nicht erst ein Negativ und dann von diesem ein Positiv, sondern direkt das Positiv erzeugt. Die dunklen Stellen des Bildes werden von dem schwarzen Untergrund, d. h. einer mit schwarzem Asphaltlack überzogenen Blechtafel geliefert, die hellen Stellen müssen dagegen entweder direkt oder indirekt von dem Silberniederschlage der Bromsilberemulsion erzeugt werden. Derartige Ferrotypien sind natürlich wie die Daguerreotypien nicht kopierbar.

Für die Ferrotypie benutzt man heute ausschließlich Bromsilber-

1) D. R. P. 348 661 (1920).
2) Zeitschr. f. wiss. Phot. 1926. 25. 229.

kollodiumemulsion, da es nur mit dieser möglich ist, ohne Umstände einen ganz hellen Silberniederschlag zu erzielen, wobei in einem einzigen Bade entwickelt und fixiert wird[1]).

Eine gute Bromsilberemulsion für Ferrotypie erhält man auf folgende Weise:

150 ccm 4%iges Kollodium werden mit je 150 ccm Alkohol und Äther verdünnt. 13 g Bromammonium werden in je 20 ccm Wasser heiß gelöst und dazu 30 ccm Alkohol gegeben. Diese Lösung wird darauf der Kollodiumlösung zugefügt.

20 g Silbernitrat werden in 30 ccm heißem Wasser gelöst und 60 ccm Alkohol zugefügt. Die Silberlösung wird dann langsam zur Kollodiumlösung unter kräftigem Schütteln zugegeben. Der ganze Arbeitsvorgang kann bei gelbem Lichte erfolgen. Nach der Emulgierung, die in 3 Minuten fertig sein soll, fügt man noch 200 ccm 4%iges Kollodium hinzu.

Es folgt nun die Ausfällung des Bromsilberkollodiums durch Wasser, weil die bei der chemischen Umsetzung entstandenen Salze entfernt werden müssen. Zu diesem Zweck fügt man der Emulsion langsam zuerst so viel Wasser zu, daß sie in Flocken ausfällt (etwa 100 bis 200 ccm) und schüttet sie alsdann unter kräftigem Rühren in etwa 5 l bereitgehaltenes Wasser. Nach einiger Zeit setzt sich die größte Menge der gefällten Emulsion am Boden ab, man gießt das Wasser ab und erneuert dieses noch 3- bis 4mal. Dies genügt zum Auswaschen der Salze. Zu beachten ist, daß die Ausfällung mit Wasser sofort erfolgen muß, nachdem emulgiert wurde.

Man sammelt jetzt die Emulsionsklumpen auf einem Siebe aus Leinwand, läßt das Wasser ablaufen und preßt es kräftig ab. Dann legt man die Masse in etwa 500 ccm Alkohol, der den Rest des Wassers aufnimmt, sammelt nach etwa einer Stunde wieder auf einem Leinwandsieb und preßt erneut ab.

Nun legt man die Emulsion in 500 ccm Alkohol-Äther (1:1), worin sie sich nach mehreren Stunden auflöst, besonders wenn man ab und zu umrührt. Ist alles zu einer dicken sahnigen Emulsion gelöst, filtriert man durch Leinwand, Flanell oder dgl.

Die so erhaltene Kollodiumemulsion hat etwa eine Konzentration, wie sie für die Zwecke der Negativherstellung auf Glas erforderlich

---

1) In früheren Jahren begoß man die hochpolierten schwarzen Blechtafeln auch mit Bromsilbergelatine-Emulsion, verarbeitete diese in gewöhnlicher Weise, und erreichte die Weißfärbung des Bildes darauf durch Anwendung einer Quecksilberchloridlösung wie sie zum Verstärken dient.

ist. Da die Ferrotypplatte aber eine sehr dünne Schicht voraussetzt, verdünnt man die Emulsion noch mit einem gleichen Volumen 2%iger Kollodiumlösung und gießt möglichst dünn auf die lackierten Blechtafeln; die Farbe der übergossenen Platten darf nicht weiß, sondern nur grau sein.

Sobald die Schicht erstarrt ist (nicht aber etwa schon teilweise trocken!) legt man die Platte in eine wässerige Lösung von 0,2% Gelatine und 1% Glyzerin, badet sie etwa 2 Minuten darin und stellt sie bei Zimmertemperatur zum Trocknen.

Die Empfindlichkeit solcher Ferrotypplatten ist außerordentlich gering, man kann sie daher nur bei hellem Tageslichte oder Blitzlicht verwenden. Das Entwickeln und Fixieren erfolgt in folgender Lösung:

Natriumsulfit krist.	30 g
Fixiernatron	250 g
Natriumkarbonat krist.	8 g
Bromkalium	8 g
Wasser	800 ccm.

Erst wenn alles gelöst ist, fügt man hinzu:

Hydrochinon	20 g
Ammoniak (spez. Gew. 0,91) . . .	45 ccm.

Entwickeln und Fixieren ist in etwa einer Minute durchgeführt, man spült kurz ab und trocknet über freier Flamme.

Lichthoffreie Platten.

Bei allen reichlich exponierten Aufnahmen zeigen die hell beleuchteten Gegenstände namentlich in der Nachbarschaft dunkler Partien einen Lichthof, der wie ein nebeliger Lichtschein von den hellen Partien in die dunklen übergreift. Diese mit dem Namen „Irradiation“ bezeichnete Erscheinung wurde bereits im II. Bande dieses Werkes 3. Aufl. 1927 ausführlich beschrieben.

Eine Art von Lichthöfen kann dadurch entstehen, daß hellbeleuchtetes Bromsilber in der wie ein trübes Medium wirkenden Emulsion seitlich Licht zerstreut, wobei die Lichtwirkung als „Aureole“ in die Nachbarschaft übergreift. Dieses Phänomen tritt bei inaktinisch gefärbten, sowie dünneren Emulsionsschichten weniger stark auf.

Die schädlichsten, ausgedehntesten Lichthöfe entstehen haupt-

sächlich durch Reflexion der die photographische Emulsionsschicht durchdringenden Lichtstrahlen an der rückseitigen Wand der Glasplatte. Diese Art von Lichthöfen „Halation“ tritt mit um so größerem Durchmesser auf, je dicker die Glasplatten sind; sie sind bei sehr dünnen Glasplatten klein, bei Filmen wegen der Dünnheit der Schicht und der geringeren Reflexion der Folien als jener von Glas kaum störend; bei Papier-Negativen fehlen die Bedingungen zum Entstehen der störenden Lichthöfe fast gänzlich.

Man kann durch geeignete Mittel jede Art von photographischen Glasplatten frei von Lichthöfen letzerer Art machen; in der Tat sind „lichthoffreie“ Platten besonders bei Innenaufnahmen und verschiedenen anderen Aufnahmen gegen das Licht von großem Nutzen. Zur Herstellung lichthoffreier Platten gelangt man auf verschiedenen Wegen [1]).

1. Vermehrung der Undurchsichtigkeit der photographischen Emulsionsschicht [2]), damit das Licht bei Herstellung der Negativaufnahmen nicht in merklicher Stärke durchdringen kann; gelangt kein Licht oder nur äußerst schwaches Licht zur Glasplattenrückwand, so kann es entweder überhaupt nicht zur Reflexion gelangen oder wenigstens zufolge seiner bedeutenden Schwächung keine störenden Nebenerscheinungen am Negativ bewirken.

Die ersten derartigen lichthoffreien Platten erzeugte J. Sandell in England durch Anwendung dicker zweifacher oder dreifacher Schichten von Emulsionen verschiedener Empfindlichkeit (s. S. 12), deren Wirkung in erster Linie darauf zurückzuführen ist, daß das Bild zuerst auf der oberen empfindlichen Schicht entsteht, und sich stärkere Lichteindrücke schwierig ins Innere fortsetzen, weil die unteren Schichten reich an Jodsilber und unreif sind. Es gelangt also weniger Licht durch diese mehrfachen Schichten bis zum Glase und noch weniger kann bei der Reflexion von der Glasrückwand wieder zur Bildschicht gelangen, womit die Grundbedingung zur Vermeidung von Lichthöfen erfüllt ist. Die Sandellplatten erfordern längere Belichtung als gewöhnliche Trockenplatten, man muß sie auch reichlich entwickeln, eventuell nach dem Fixieren

---

1) Eine genaue vergleichende Studie über verschiedene Arten von lichthoffreien Platten veröffentlichte zuerst G. Eberhard (Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 263; vgl. auch 1901. **15.** 606).

2) Stark jodsilberhaltige und andere Emulsionen mit stark gelber Farbe geben weniger Lichthöfe als reine Bromsilberplatten.

abschwächen. Da diese Platten nahezu undurchsichtig sind, ist die Beurteilung des Fortschreitens der Entwicklung im durchfallenden Lichte äußerst erschwert.

Weniger wirksam ist das Imprägnieren der ganzen Bromsilber-Gelatineschicht mit gelben oder anderen inaktinischen Farbstoffen [1]), weil die Empfindlichkeit der Schicht häufig dadurch leidet.

2. Sehr vorteilhaft ist die Herstellung lichthoffreier Platten durch Einschalten einer inaktinisch (rot, gelb oder braun) gefärbten Zwischenschicht zwischen Glas und Emulsion. Diesen Weg schlug O. Magerstedt ein, nach dessen Patenten die Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, Berlin, ihre als Isolarplatten bezeichneten lichthoffreien Platten erzeugt (s. S. 12).

Der rote Farbstoff der Isolarplatten wird durch Säuren entfärbt und verschwindet deshalb in den üblichen sauren Fixierbädern. Sie bewähren sich bei Innenaufnahmen und in allen Fällen, wo starke Lichtkontraste die Gefahr der Lichthofbildung mit sich bringen, ausgezeichnet (s. die Abbildungen auf S. 204—207 von Vergleichsaufnahmen auf gewöhnlichen und lichthoffreien Platten der Agfa).

Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben sich hauptsächlich die mit einem braunen Zwischenguß von Mangandioxyd gefärbten Gelatineschichten eingeführt. Derartige Schichten wurden zuerst von Oakley empfohlen (s. S. 13), der einfach reine Gelatineschichten auf Glas in Permanganat badete, wusch und trocknete. Die Firma A. Lumière et ses Fils in Lyon brachte zuerst in der Gelatinemasse mit Mangandioxyd gefärbte lichthoffreie Platten in den Handel. Auf dem gleichen Verfahren beruhen die Isorapidplatten der Agfa. Über das Verfahren von Lumière und praktische Vorschriften zur Herstellung der braunen Zwischenschicht, deren Farbe von selbst im sauren Fixierbade verschwindet, s. S. 34/35, ferner Bd. II, 1, 3. Aufl. 1927, S. 449.

3. Jede gewöhnliche Trockenplatte kann lichthoffrei gemacht werden, wenn man die Rückseite der Platten in optischen Kontakt mit einer inaktinischen, stark lichtabsorbierenden (roten, gelben, braunen oder schwarzen) Schicht bringt, die annähernd denselben

1) M. L. Vidal schlug Tränken der Platten mit Pikrinsäure vor (Eders Jahrb. f. Phot. 1893. 7. 379), W. K. Burton Ammoniumpikrat (Eders Jahrb. f. Phot. 1894. 8. 378).

Abb. 81. Aufnahme auf gewöhnlicher Platte.

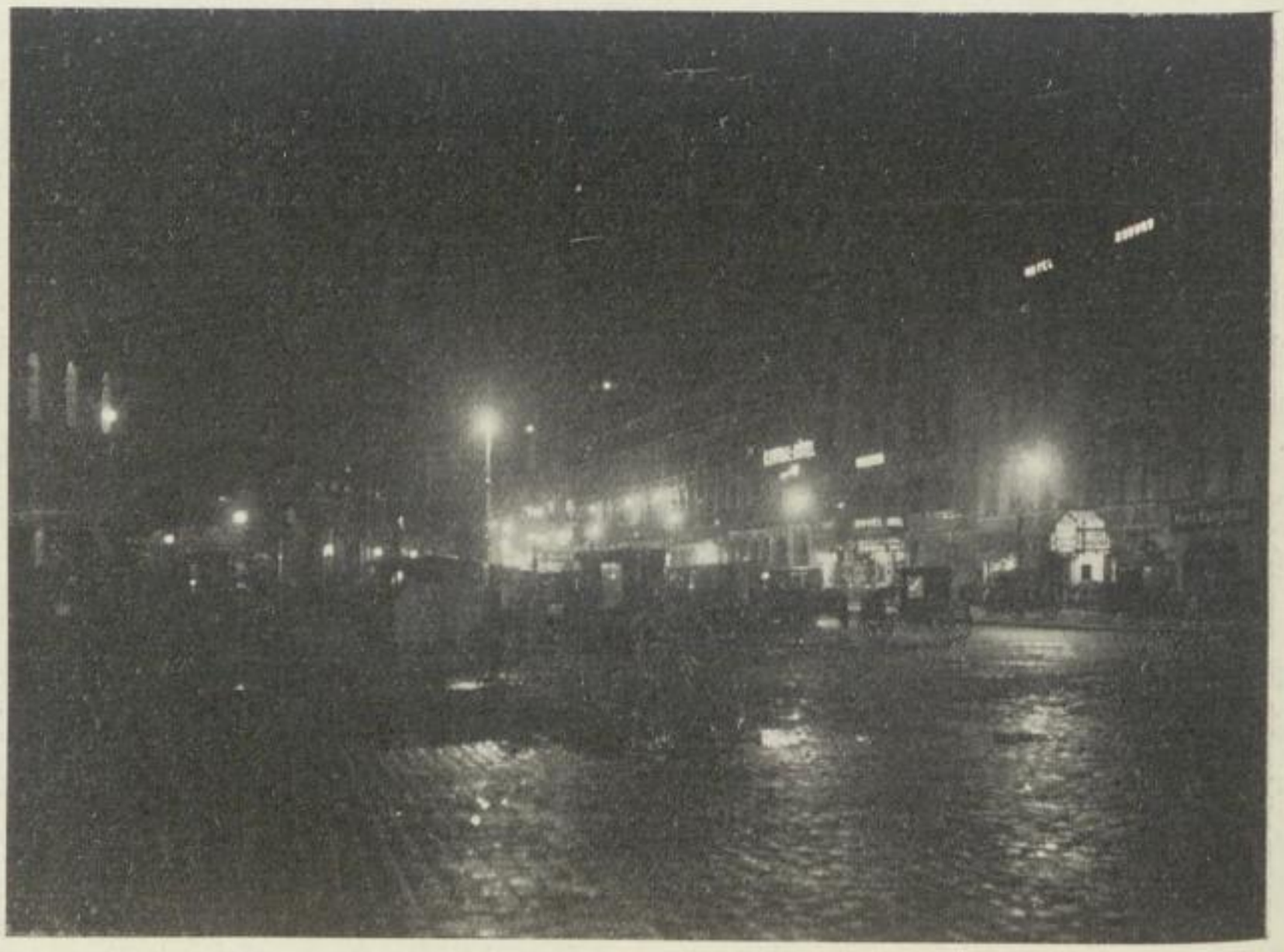


Abb. 82. Aufnahme auf lichthoffreier Platte.

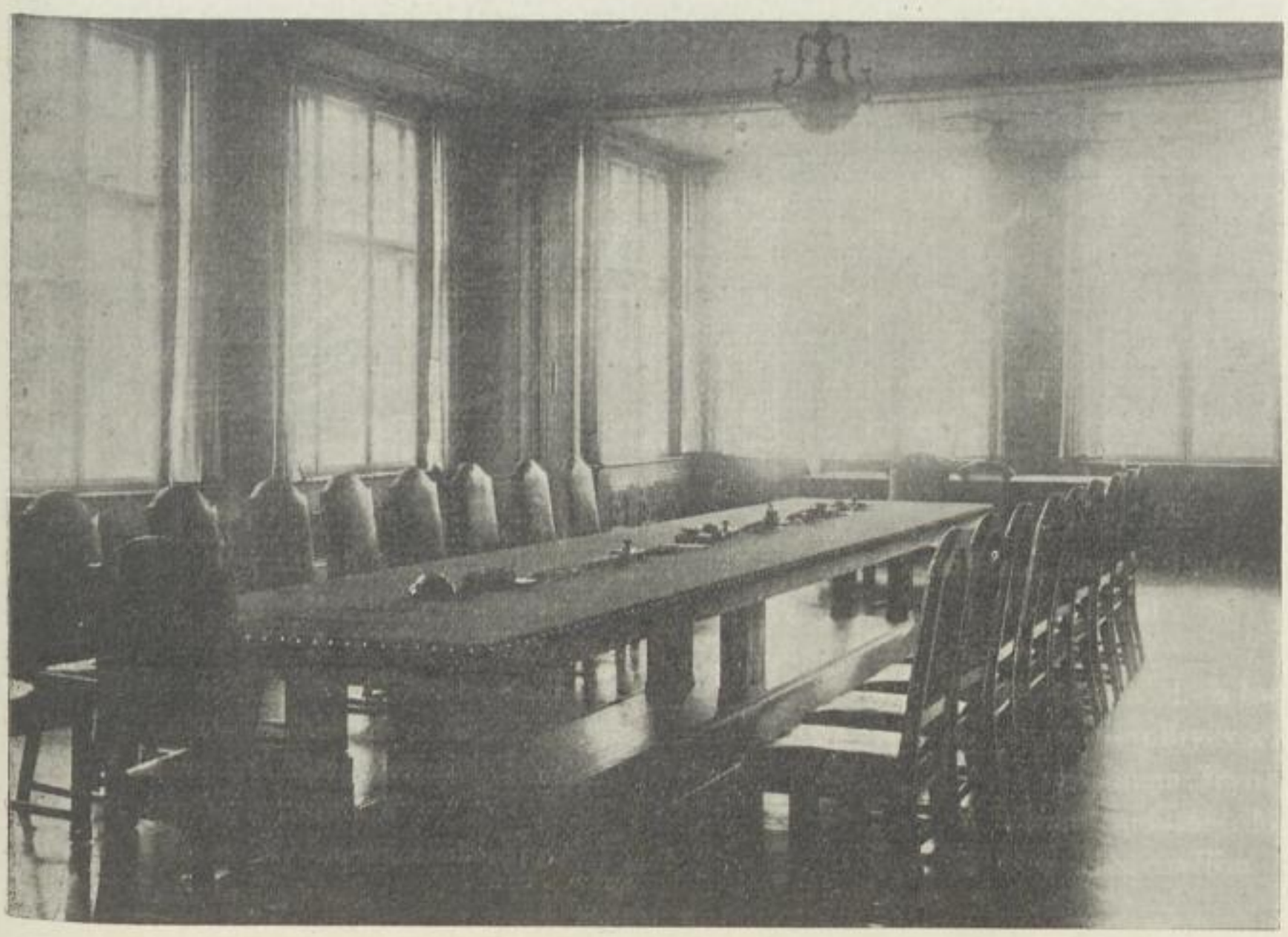


Abb. 83. Aufnahme auf gewöhnlicher Platte.

Abb. 84. Aufnahme auf lichthoffreier Platte.

Abb. 85. Aufnahme auf gewöhnlicher Platte.

Abb. 86. Aufnahme auf lichthoffreier Platte.

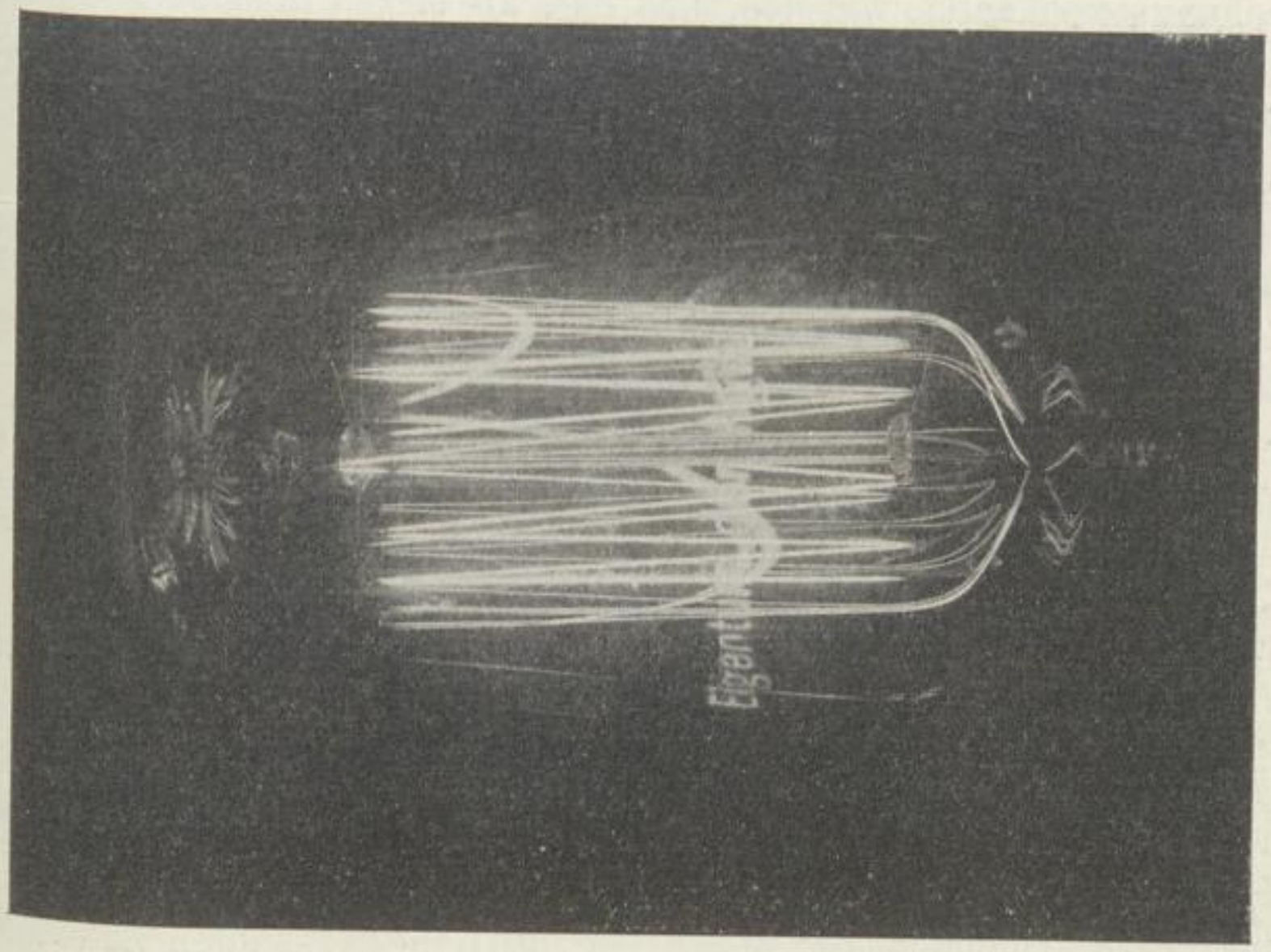


Abb. 88. Aufnahme auf lichthoffreier Platte.

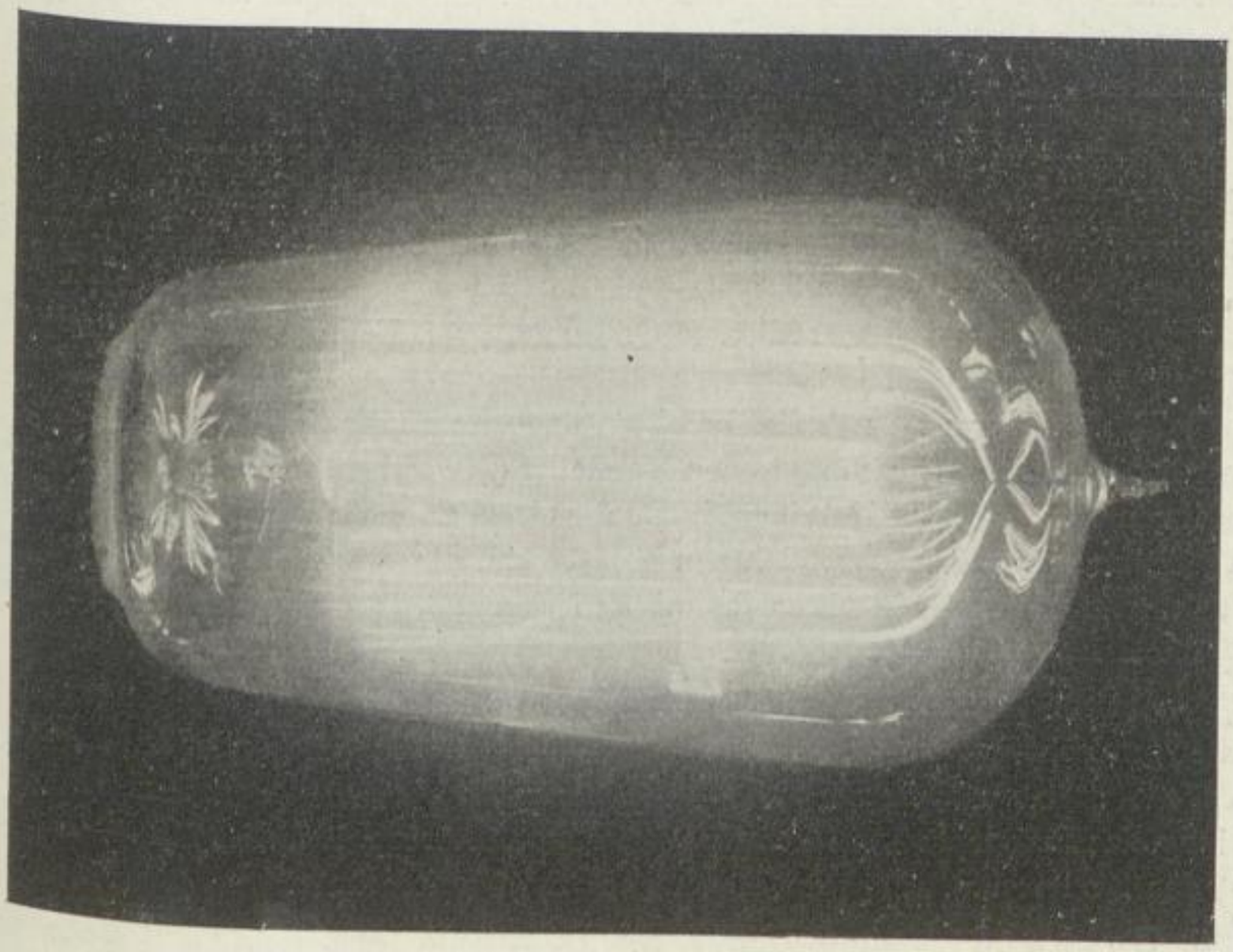


Abb. 87. Aufnahme auf gewöhnlicher Platte.

Brechungsexponenten wie das Glas hat. In diesen Schichten werden die Lichtstrahlen, die die photographische Emulsionsschicht etwa durchdrungen haben, absorbiert und können nicht wieder zur Bildschicht zurückgelangen.

Solche Mittel gegen Lichthöfe bestehen z. B. darin, daß man die Glasplattenrückseite mit rizinusölhaltigem rotgefärbten Kollodium[1]) übergießt, etwa mit Aurantia allein, oder Aurantia kombiniert mit Fuchsinrot[2]), und zwar:

2%iges Kollodium	100 ccm,
Aurantia	0,5 g,
Fuchsin	0,1 g,
Rizinusöl	4 g.

Auch fertig gemischte Lösungen oder Mittel gegen Lichthöfe kommen in den Handel, z. B. von B. E. Edwards in London[3]); von P. Plagwitz in Steglitz unter dem Namen „Antisol"; und von Dr. Krebs in Offenbach a. M. als „Solarin", die sich gegen Lichthof gut bewährt[4]) haben; sie werden vor der Belichtung im Finstern aufgetragen und nach der Belichtung mit einem feuchten Schwamm abgewischt oder lösen sich beim Verarbeiten in den Bädern von selbst ab.

Weniger reinlich, wenn auch wirksam, ist das Auftragen (mit der Walze) von Buchdruckerschwärze[5]) oder von Kienruß mit einem Gemisch von Nelkenöl und Terpentinöl (im Verhältnis 6 : 1) angerieben[6]).

---

1) Zuerst empfohlen von F. Stolze, der rotes Aurin zusetzte (Phot. Wochenbl, 1882. **8.** 164 und 1883. **9.** 96). — 300 ccm Rohkollodium, 200 ccm warmgesättigter, wieder abgekühlter und dann filtierter Lösung von Aurin in Alkohol und 4 ccm Rizinusöl.

2) H. W. Vogel (Phot. Mitt. 1893. **30.** 282; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1894. **8.** 377 und 1896. **10.** 452).

3) B. J. Edwards & Co. brachten auch lichthoffreie Platten mit einer in Wasser löslichen Hinterkleidung in den Handel (Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 390), worin ihnen viele englische Fabriken, in Deutschland R. Jahr, folgten. Jahr tritt auch jetzt noch für die hinterstrichenen Platten ein, die zwar nicht ganz so gut gegen die Lichthofbildung wirken wie solche mit Zwischenguß, aber bequemer zu behandeln sind (Phot. Ind. 1926. **24.** 757).

4) Antisol ist ein rot gefärbter, rasch trocknender Lack mit Gummi oder Kleister gemischt (Brit. P. Nr. 3605; Phot. Korresp. 1900 **37.** 743), der auf die Rückseite der Platten vor dem Einlegen in die Kassetten aufgetragen wird und die Entwicklung, das Fixieren usw. nicht beeinflußt (Phot. Korresp. 1900. **37.** 743). — Ähnlich wirkt das Solarin, eine rote Lösung, die matt auftrocknet.

5) Gothard, s. dieses Handb. Bd. II, 2. Aufl. 1895. 100.

6) Cornu, s. dieses Handb. Bd. II, 2. Aufl. 1895, 92 und 93.

Goddé bestreicht die Plattenrückseite mit einem im Wasserbade geschmolzenen Gemisch von gleichen Teilen Wachs, Paraffin, Vaselinöl und Kasseler Braun; die Schicht erstarrt und kann vor dem Entwickeln mittels einer Hartgummispachtel entfernt werden [1]).

Es ist jedoch nicht unumgänglich notwendig, die inaktinische Schicht als Lösung oder dickflüssigen Brei auf die Glasplattenrückwand zu bringen; man kann einen ähnlichen ziemlich günstigen Effekt durch inniges Anpressen schwarzer, brauner oder roter Papier- oder Gelatineblätter erreichen. Es genügt dann aber nicht, rotes oder schwarzes Papier bloß hinter die Platte zu legen, sondern das Papier usw. muß unter Mitwirkung einer Flüssigkeit in innigen optischen Kontakt mit dem Glase gebracht werden.

Man kann z. B. unter Benutzung von Glyzerin schwarzes oder rotes Papier [2]), Leder [3]), schwarzes Pigmentpapier [4]) oder mit Ocker [5]) oder Tusche vermischte glyzerinhaltige Gelatinefolien an die Glasrückwand in innigem Kontakt anpressen und dann die Negativaufnahme machen, während man vor dem Entwickeln die Schicht wieder beseitigt. Oder man tropft auf die Rückseite der Glasplatte einige Tropfen Glyzerin, vertreibt es gleichmäßig mit den Fingern und drückt dann rotes Seidenpapier innig an [6]) wodurch man mehr oder weniger erfolgreich dem Entstehen von Lichthöfen vorbeugt; oder man tränkt dunkelrotes Seidenpapier mit Paraffinöl oder Rizinusöl und legt es in zwei Lagen auf die Rückseite der Trockenplatte [7]), [8]), [9]).

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 488.

2) Marlow, Stolze, s. dieses Handb. Bd. II, 2. Aufl. 1895, S. 102.

3) ebenda.

4) ebenda. — Duboulox (Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 489).

5) Dementjeff verwendete 1893 farbige klebrige Gelatinefolien (Eders Jahrb. f. Phot. 1893. **7.** 82), welche am Glase innig haften. — Mussat mischt 100 Teile Wasser, 15 Teile Gelatine, 12 Teile Glyzerin, 15 Teile feinst gepulverten Ocker; das warm gelöste Gemisch wird filtriert, auf eine horizontale (zuvor mit Talk abgeriebene) Glasplatte aufgetragen und nach dem Erstarren (d. i. nach einigen Minuten) in eine 5%ige Formalinlösung während ¼ Stunde gelegt; man kann die Folie dann ablösen, bestreicht sie mit einer Lösung von 75 Teilen Gummiarabikum, 125 Teilen Wasser, 12 Teilen Glyzerin und ½ Teil Salizylsäure und preßt sie an die Platte. Die Platte wird hierauf verwendet und vor dem Entwickeln in Wasser gelegt, wonach sich die Schicht leicht abziehen läßt (Bull. Soc. Franç. Phot. **43.** 82).

6) G. Riehm, Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 32.

7) J. Precht (Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 390).

8) E. Englisch erklärte diesen von Precht empfohlenen Vorgang aber für wenig wirksam.

9) E. Englisch, Phot. Compendium 1902. S. 46.

Weniger wirkt das Auftragen von Emulsion auf mattiertes Glas [1]).

Nimmt man die Aufnahme durch die Glasplatte hindurch vor, so werden Lichthöfe vermindert [2]), aber keineswegs aufgehoben [3]).

Holcroft[4]) bemerkte, daß in Übereinstimmung mit der Theorie die Lichthöfe (bei dicken Emulsionsschichten) sich hauptsächlich nächst der Glasseite bilden, so daß sie mit chemischen Abschwächern kaum zu entfernen sind, ohne das Lichtbild zu gefährden. Er schlug deshalb vor, die fixierten Negative in Chlor- oder Bromsilber überzuführen, zu waschen, zu belichten und oberflächlich in metallisches Silber überzuführen, aber nur so weit, daß der unten liegende Lichthof nicht mit entwickelt wird; dann wird fixiert. Im gleichen Sinne wirkt sehr kurzes Entwickeln der Platte, Abspülen, Bestreichen der von Lichthofbildung gefährdeten Stelle mit Bromkaliumlösung, bis sie sich einsaugt, und erneutes Entwickeln; die tiefer liegenden Stellen bleiben geschützt und der Lichthof wird vermindert.

E. Goldberg[5]) empfahl, mit einem Rapidentwickler nur oberflächlich hervorzurufen und die dann fehlende Deckung durch Verstärkung zu ersetzen, während E. Schaeffer[6]) als „Antihalo-Entwicklung" die Hervorrufung mit azetonhaltigem Pyrogallol vorschlug, doch zeigte Lüppo-Cramer[7]), daß dieser Entwickler bei genauen Vergleichsversuchen nicht anders wirkt als jeder andere.

Auch die Standentwicklung verhindert nicht, wie man oft behaupten hört, die Lichthofbildung[8]).

Von der Überlegung ausgehend, daß der Lichthof sich vorwiegend auf der Glasseite befindet, empfahl M. W. H. Alexander[9]) folgende Methode zur nachträglichen Beseitigung des Lichthofes auf gewöhnlichen Platten. Man führt zunächst alles Silber des Negativs in Bromsilber über, dann härtet man die Schicht recht kräftig und bringt nun die Platte in einen Entwickler. Dieser soll die gehärtete Schicht

---

1) Solche Platten brachte zuerst F. Wilde, dann J. Gaedicke in den Handel, s. G. Eberhard (Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 267). — Mattes Glas wurde auch empfohlen von Bablon, sowie von Lacour (Eders Jahrb. f. Phot. 1897. **11.** 383); auch gefärbter Mattlack wurde empfohlen (a. a. O.).

2) Ellis (Phot. Korresp. 1898. **35.** 489); Hauberisser (Phot. Chronik. 1902. **9.** 3).

3) Zschokke (Atelier des Photogr. 1902. **9.** 47).

4) Brit. Journ. of Phot. 1902. **49.** 84.

5) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1917. **17.** 73.

6) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1917. **17.** 30.

7) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1917. **17.** 115.

8) s. Lüppo-Cramer, Die Röntgenographie, Halle 1909, S. 106.

9) zitiert nach Mitt. der Agfa 1907, Nr. 6.

zuerst in der Oberfläche schwärzen und man soll beobachten, daß, wenn diese Schwärzung vollkommen ist, der Lichthof von der Rückseite der Platte noch als weißliches Bromsilber sichtbar ist. Hat man diesen Punkt erreicht, wird der Lichthof einfach ausfixiert.

Der Weg, den Alexander angab, ist folgender:

Man badet das zu behandelnde Negativ zunächst 1—2 Stunden in Wasser, bis die Schicht vollkommen durchgeweicht ist, und bringt es dann in ein Bad nachstehender Zusammensetzung:

300 ccm Wasser,
6,5 g Kaliumbichromat,
3,0 g Bromkalium.

Inzwischen hat man sich eine andere Schale mit 45 Tropfen konzentrierter Salpetersäure zurechtgestellt, gießt, nachdem das obige Bad ca. 5 Minuten auf die Platte eingewirkt hat, das Bad in die die Salpetersäure enthaltende Schale um, schwenkt zur besseren Mischung mit der Säure einigemal hin und her, und legt nun auch das Negativ in die zweite Schale. Das ursprünglich schwarze Silberbild bleicht darin ziemlich schnell aus, indem sich alles Silber in Bromsilber verwandelt. Es macht hierbei nichts aus, wenn die Platte etwas länger im Bade bleibt, als bis zur vollständigen Bromsilberbildung erforderlich ist, dagegen ist ein zu frühes Entfernen der Platte aus dem Bade nicht ratsam. Man muß immer im Auge behalten, daß das Lichthofbild am Grunde der Schicht liegt.

Nach beendeter Belichtung wird die Platte sehr gründlich gewässert, bis sie alle vom Bichromat herrührende Gelbfärbung verloren hat, ist dies nicht ganz zu erreichen, so kann man durch Baden in einer 5%igen Kaliummetabisulfitlösung nachhelfen. Nun härtet man das Negativ in einem zweimal erneuten 4%igen Bade von Kaliumalaun und wässert nochmals $^1/_2$ Stunde fließend aus.

Zur jetzt folgenden Entwicklung kann man sich eines jeden Entwicklers bedienen, der nicht zu schnell arbeitet, denn es kommt natürlich sehr darauf an, den Augenblick richtig abzupassen, an dem das Bild selbst fertig hervorgerufen ist, der Lichthof aber von der Glasseite her noch weiß erscheint. Alexander hat für diesen Zweck als besonders geeignet den Pyrogallussäure-Soda-Entwickler vorgeschlagen, dem man auf 100 ccm noch 2 ccm 10%iger Bromkaliumlösung beifügen soll. Unmittelbar nach der Schwärzung des Bildes fixiert man das Negativ in einem der bekannten Fixierbäder und wäscht dann die Platte mit üblicher Sorgfalt aus.

Die Agfa bemerkte hierzu:

„Der Weg zu diesem Ziel ist ein ziemlich umständlicher. Wenn er aber das Ziel erreichen läßt, so wird er in vielen Fällen doch beschritten werden müssen. Vorausschauende Fachleute und Amateure werden es jedoch immer so einzurichten suchen, daß sie von vornherein keine Lichthöfe erhalten, indem sie sich des geeigneten lichthoffreien Negativmaterials bedienen."

Auf Lichtschutzschichten aus Ferrozyanuran, Ferrozyanmolybdän und Ferrozyankupfer erhielt die Firma J. Hauff & Co., G. m. b. H., ein Patent[1]). Lüppo-Cramer, der in einem zusammenfassenden Referat über Lichthofschutzschichten[2]) auch das Ferrozyankupfer in dieser Beziehung nachprüfte, fand, daß eine Bromsilberschicht, die man auf eine Ferrozyankupferschicht goß, eine verminderte Empfindlichkeit zeigte unnd zugleich schleierte. Der Genannte erwähnte auch, wie leicht sich relativ schwer lösliche Körper innerhalb zwei aufeinander gegossenen Gelatineschichten miteinander umsetzen. So hatte Lüppo-Cramer 1903 Emulsionen von rotem Quecksilberjodid sowie von Bleijodid auf Glas gegossen und nach dem Trocknen mit Bromsilbergelatineüberzug versehen; die Jodide setzten sich während des Trocknungsprozesses vollständig mit dem Bromsilber um.

Vorübergehend kamen auch angeblich lichthoffreie Platten auf grünem Glase in den Handel[3]). Sie bewährten sich aber nicht, da man selbstverständlich in Rücksicht auf die Kopierfähigkeit die grüne Farbe nicht so intensiv wählen darf, daß sie wirklich eine nennenswerte Wirkung auf die Lichthofbildung haben könnte.

Über Lichthöfe siehe auch W. Scheffer[4]) und J. Rheden[5]), der eine wertvolle Arbeit über „Lichthof und Lichthofschutz" veröffentlichte.

Lichthoffreie Platten mit desensibilisierendem Hinterstrich. R. E. Crowther[6]) veröffentlichte einige Bemerkungen über die damals gerade bekannt gewordene Plattennarkose nach Lüppo-Cramer und teilte bei dieser Gelegenheit mit, daß unter den sogenannten „backed plates", d. h. lichthoffreien Platten, die auf der Rückseite hinterstrichen sind, sich solche befinden, die

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1910. **24.** 478.
2) Phot. Rundschau u. Mitt. 1920. **57.** 326.
3) Phot. Korresp. 1908. **45.** 486.
4) Phot. Korresp. 1910. **47.** 469.
5) Phot. Rundsch. u. Mitt. 1926. **63.** 69.
6) Brit. Journ. of Phot. 1921. **68.** 3181.

in diesem Anstrich desensibilisierende Substanzen enthalten. Er löste die Substanzen eines solchen Lichthofschutzmittels in Wasser und erreichte durch ein solches Bad eine Lichtempfindlichkeitsverringerung der Platte auf den 250. Teil. Die Redaktion des Brit. Journ. bemerkt denn auch hierzu mit Recht, daß seit der Benutzung jener Platten also schon manche Photographen praktisch eine Desensibilisierung benutzt haben müßten, ohne es zu wissen.

Der interessante Befund Crowthers weckt die Erinnerung an eine historische Tatsache. Bekanntlich wurde das Prinzip der optischen Sensibilisierung von. H. W. Vogel 1873 durch einen eigenartigen Zufall entdeckt. Vogel untersuchte englische Trockenplatten, die zur Vermeidung von Lichthöfen mit einem gefärbten Unterguß versehen waren, im Spektrographen und fand eine Empfindlichkeit für Grün, die bis dahin nie beobachtet worden war. Bei der Weiterverfolgung dieser Beobachtung gelangte dann Vogel zu seiner Entdeckung der Sensibilisierung durch solche Farbstoffe. Während also die bewußte Entdeckung der Sensibilisierung von einer zufälligen Benutzung lichthoffreier Platten ausging, entdeckte Crowther wiederum an einer lichthoffreien Blatte, daß in diesen Farbstoffe vorhanden waren, die desensibilisieren!

Crowther meint sogar, daß man sich einen sehr guten Desensibilisator selbst herstellen könne, indem man den rückseitigen Anstrich derartiger lichthoffreier Platten in Wasser löse und dem Entwickler zusetze! Er macht die unbewußte Benutzung solcher Substanzen, die von den „backed plates“ in die Entwicklerlösung gelangen, für manche Unstimmigkeiten verantwortlich, die bei der Entwicklung nach der Watkinsschen Faktorenentwicklungsmethode sich herausstellen und die schon aus dem zufälligen Umstande resultieren können, daß durch mehr oder weniger starkes Schütteln der Platte im Entwickler mehr oder weniger von jenen Substanzen des rückseitigen Anstriches der Platten in die Lösung gelangen.

VIERTES KAPITEL.

PRÄPARATIONSTECHNIK UND FERTIGSTELLUNG DER TROCKENPLATTEN.

Überziehen der Glasplatten mit der Emulsion.

Das erforderliche Emulsionsquantum: Das Gießen der Emulsion auf die Platten kann von Hand oder mit Hilfe von Gießmaschinen erfolgen. In beiden Fällen ist es notwendig, das richtige Emulsionsquantum mit möglichster Genauigkeit einzuhalten, da eine zu dünn gegossene Schicht naturgemäß dünne und flaue Negative gibt, während ein zu dicker Auftrag unrationell wäre, unnötig viel Zeit zum Trocknen erfordert und bei der Verarbeitung leicht harte Negative gibt, die obendrein sehr schwer und langsam ausfixieren.

Von einer gewöhnlichen Rapid-Emulsion erfordert normalerweise: eine 9×12 cm Platte c. 5 ccm, eine 18×24 cm Platte c. 20 bis 25 ccm und 1 qm Plattenfläche c. 440 ccm, so daß man also mit 1 Liter Emulsion etwa 200 Platten vom Format 9×12 cm oder etwa 50 Platten 18×24 cm, oder rund gerechnet $2^1/_4$ qm Glas begießen kann, doch ändern sich diese Zahlen natürlich mit dem Silbergehalt und der Viskosität der Emulsion[1]).

Zur Beurteilung, ob sich genügend Emulsion auf einer Platte befindet, betrachtet man sie frisch gegossen unmittelbar nach dem Erstarren der Emulsion vor einer elektrischen Dunkelkammerlampe von dafür abgestimmter Helligkeit in der Durchsicht, wobei der

1) Über das Gewicht der trockenen Emulsionsschichten und ihren Prozentgehalt an Bromsilber s. H. Tappen und T. Rekaschow, Phot. Korresp. 1908. **45.** 362; a. dieses Handb. Bd. II, 1. 3. Aufl. 1927. S. 118—119; ferner B. Walter, Phot. Korresp. 1908. **45.** 362, ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 373. Über die Schichtdicke s. V. Schumann, Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 222, J. Gaedicke, Eders Jahrb. f. Phot. 1892. **6.** 102, vor allem aber K. Schaums zahlreiche Messungen an verschiedenen Fabrikaten, Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17.** 193; a. dieses Handb. Bd. II, 1. l. c., ferner Kolloidchem. Beihefte 1926. **23.** 84—93.

Metallfaden der Lampe eben nicht mehr erkennbar sein soll. Eine derartige Prüfung ist aber Erfahrungssache, da sie von dem Charakter der Emulsion abhängt. Ist diese silberreicher, kann man noch unter die angegebene Grenze herabgehen, umgekehrt muß man bei silberarmer oder stark transparenter Emulsion entsprechend mehr auftragen. Ganz anders als Bromsilberemulsionen verhalten sich Chlor-Brom- oder reine Chlorsilberemulsionen, die für Diapositivplatten verwendet werden, äußerst durchsichtig sind, und trotzdem gut gedeckte Bilder geben.

Bei der Betrachtung der frisch gegossenen Platten in der Durchsicht sind auch Fehler aller Art, die ihre Ursache im Auftrag haben oder auf Unebenheiten der Gläser zurückzuführen sind, leicht erkennbar.

Emulsionsauftrag mit der Hand: Man mißt die erforderliche auf ca. 45° erwärmte Emulsionsmenge in einer Glasmensur ab und gießt sie auf die gereinigte und vorpräparierte Glasplatte, die vorgewärmt sein muß um vorzeitiges Erstarren zu vermeiden. Ähnlich wie beim Gießen von Kollodium bewegt man die Platte dann in leichter Neigung nach allen Seiten und Ecken um eine Ausbreitung über die ganze Plattenfläche zu ermöglichen und läßt einen eventuellen Überschuß von einer Ecke aus abfließen. Da sich eine Gelatineemulsion aber nie so leicht gleichmäßig verteilt wie Kollodium, muß man meist mit einem Glasstabe nachhelfen, der zur Vermeidung von Schlieren, Wülsten und anderen Unregelmäßigkeiten ebenfalls nicht zu kalt sein darf. Man gibt ihm zweckmäßig die aus Abb. 89 ersichtliche gebogene Form. Auch ein weicher Pinsel, der jedoch nicht in Metall gefaßt sein darf, kann hierzu vorteilhaft verwendet werden.

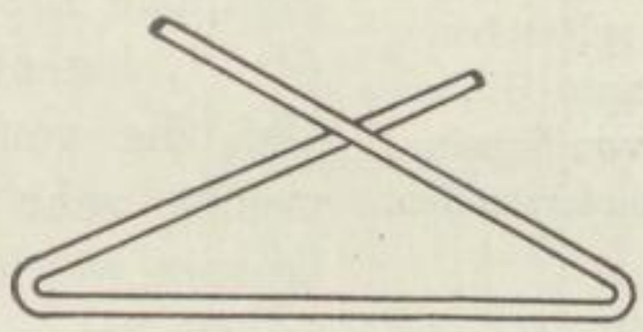


Abb. 89. Glasstab zur Verteilung der Emulsion auf handgegossenen Platten.

Zum Gießen schmaler Sensitometerstreifen hat sich die Verwendung einer Glasröhre von etwa 6 mm innerem Durchmesser bewährt, deren unteres Ende als Verteilungsplättchen ausgebildet ist. Der Ausfluß der Emulsion erfolgt durch eine feine Öffnung in der Mitte dieses Ansatzes und der Gebrauch ist der gleiche wie der einer Pipette (s. Abb. 90).

Die gegosssenen Platten legt man auf eine horizontale Fläche, am besten eine genau ausnivellierte Marmor-, Metall-, oder dicke

Spiegelglasplatte, damit die Emulsion in gleichmäßiger Schichtdicke schnell erstarrt. In Ermangelung eines Nivelliergestelles kann man die betreffende Platte auch mittels untergelegter Holzkeile horizontal ausrichten. Besonders zweckmäßig ist die Verwendung eines flachen innen hohlen Metallkörpers mit Ein- und Ausflußstutzen, so daß man durch denselben je nach Bedarf zur gleichmäßigen Verteilung der Emulsion erst warmes, dann zur Erstarrung kaltes Wasser fließen lassen kann.

Abb. 90. Pipette mit Verteilungsplättchen zum Gießen von Sensitometerstreifen.

Selbstverständlich ist alle Vorsicht bezüglich der Beleuchtung[1]) angebracht und sorgfältig zu vermeiden, daß kein direktes Licht längere Zeit auf die Platten fällt, da diese sonst verschleiern würden. Man verfährt am besten so, daß man eine rote, schwach leuchtende elektrische Lampe auf den Arbeitstisch stellt und die Platten während des Gießens von unten beleuchtet oder im reflektierten Licht arbeitet. Nach erfolgtem Emulsionsauftrag gelangen sie auf die in voller Dunkelheit befindliche Erstarrungsplatte.

Gelegentlich müssen in den Fabriken, im Falle, daß die vorhandene Gießmaschine hierfür nicht ausreicht, sehr große Plattenformate mit der Hand gegossen werden. Auch hierbei verfährt man in gleicher Weise wie beim Gießen von Kollodiumplatten, indem man die Emulsion in reichlicher Menge auf die Mitte der in einem Holzgestell ruhenden und von zwei Personen gehaltenen Platte gießt, sie durch entsprechendes leichtes Neigen überall gleichmäßig verteilt und den Überschuß abgießt. Die Kontrolle der Schichtdicke erfolgt während des Übergießens und Abfließens der Emulsion durch eine tief am Boden aufgestellte elektrische Lampe, indem man von der schwach geneigten Platte soviel abfließen läßt, bis das Licht an der oberen Ecke schwach durchzuschimmern beginnt.

Emulsionsauftrag mit Begießmaschinen: Die zum Auftragen der Emulsion auf die Glasplatten dienenden Maschinen[2])

1) s. S. 99. Anm. 1.

2) Die älteren Konstruktionen der Trockenplatten-Begießmaschinen haben lediglich historisches Interesse. Aus ihren Abbildungen ist ersichtlich, daß die heutigen Prinzipien schon sehr frühzeitig in Anwendung kamen. Zahlreiche Patente schützten Einzelheiten ihrer Ausführung. Bekannt wurden Auftrags-Apparate, bzw. Maschinen von Swan (Brit. P. 4607/1879; Phot. News 1882, **26.** 777), Daniel (Brit. Journ. of Phot. Almanac 1880, S. 55), Eastman (D. R. P. 11 832/1880; Phot. Archiv 1883, **24.** 202), Edwards (Phot. News 1884, **28.** 541; Phot. Archiv 1884,

bestehen aus zwei Hauptteilen: Der Auftragszone und der Erstarrungszone. Erstere umfaßt den Gießtisch mit einer Anlegevorrichtung für das Glas, ein Gestell zur Aufnahme des Vorratsgefäßes für die Emulsion, den Gießer und eine Reinigungsvorrichtung für die Rückseite der gegossenen Platten. Die unmittelbar an den Gießtisch anschließende Erstarrungszone besteht im wesentlichen aus einem horizontal durch einen Kanal laufenden Kühltuch, das gegen einen ebenfalls endlos laufenden Trockenfilz endet, von dem die mit Emulsion überzogenen Platten abgenommen werden.

Im einzelnen ist der Arbeitsgang einer Trockenplatten-Begießmaschine der folgende (s. Abb. 91):

Der Gieß- oder Anlegetisch a enthält eine Reihe gemeinsam angetriebener völlig eben ausgerichteter Gummiwalzen, auf welche die Glasplatten unter Benutzung einer verstellbar eingerichteten Führung angelegt werden. Von hier aus passieren sie auf Messerwalzen laufend die Gießvorrichtung. Die sich in einem Gefäß b auf einem vertikal und auch kippbar eingerichteten Tischchen befindende Emulsion wird mittels eines Gummischlauches c dem Gießer d zugeführt. Dieser, neuerdings fast allgemein ein sogenannter Kaskadengießer (s. Abb. 92)

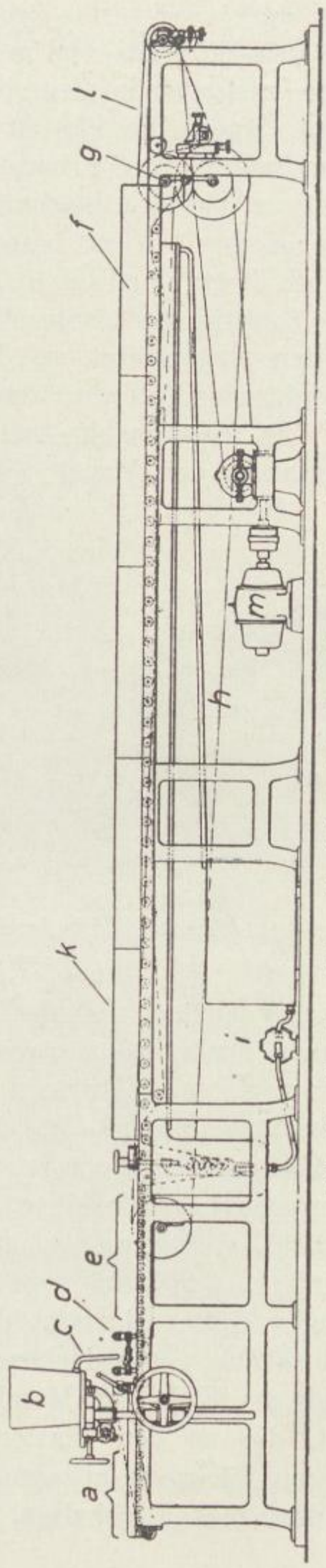


Abb. 91. Trockenplatten-Begießmaschine in schematischer Darstellung.

25. 304), Bühler (D. R. P. 33 450/1885 und D. R. P. 39 790/1886), Henderson (D. R. P. 34 037/1885), Kattendidt (D. R. P. 48 252/1888), Smith (Eders Jahrb. f. Phot. 1892. **6.** 385 u. 1893. **7.** 97), Gaedicke (D. R. P. 59 392; Eders Jahrb. f. Phot. 1893. **7.** 169), Cadett (V. Aufl. dieses Bandes, S. 421), Ferd. Flinsch, Wilh. Frenzel (Eders Jahrb. f. Phot. 1914. **28.** 331) und Braun (Eders Jahrb. f. Phot. 1914. **28.** 330).

aus stark versilberter Bronze oder Reinnickel mit oder ohne Schürze hat seitlich breite und in der Höhe verstellbare Auflager, durch die eine weitgehende Regulierung des Emulsionsauftrages ermöglicht wird. Haben die Platten die Gießvorrichtung durchlaufen und den Emulsionsüberzug erhalten, gelangen sie zunächst in eine Waschpartie e, die dazu bestimmt ist, ihre Rückseite von etwa anhaftenden Emulsionsresten zu befreien. In einfacher Weise geschieht dies durch Hartgummiwalzen, die in einem warmen Wasserbade laufen. Gleichzeitig sind diese Walzen für zwei verschiedene Geschwindigkeiten eingerichtet, so daß die über sie hinweglaufenden Platten voneinander getrennt werden.

Es folgt das Erstarren der Emulsion, indem die Platten nach Verlassen der Waschwalzen auf das Kühltuch übergehen. Dieses

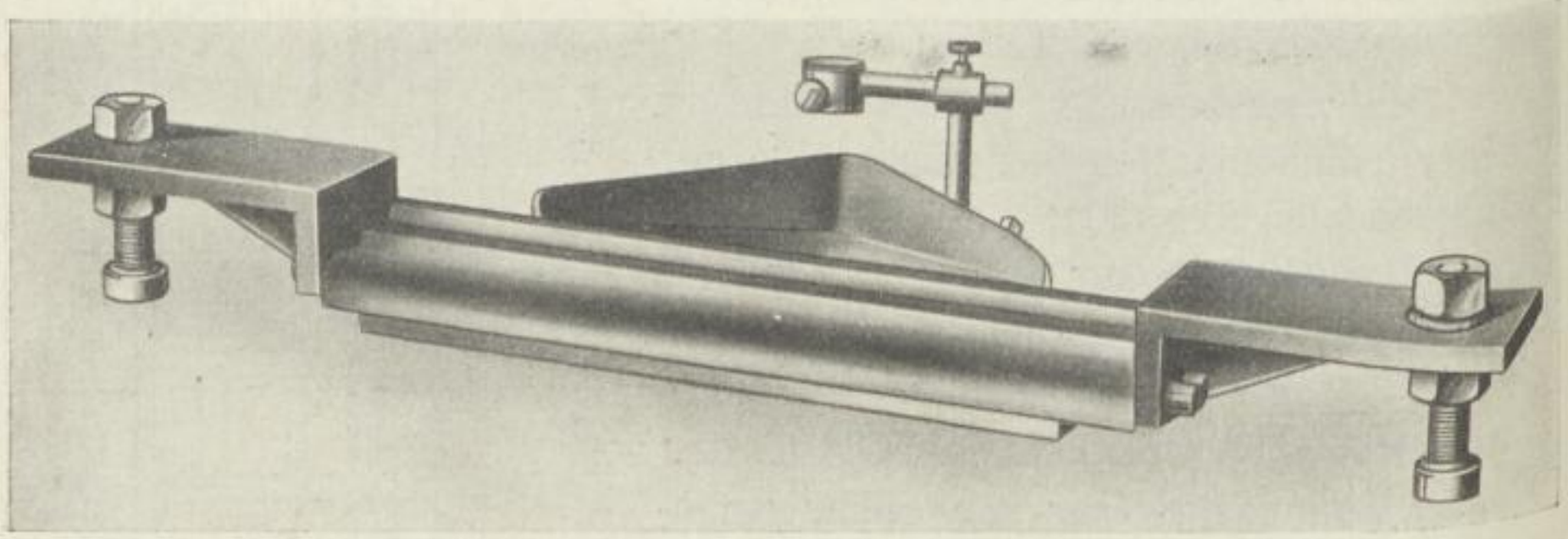


Abb. 92. Kaskadengießer einer Trockenplatten-Begießmaschine.

Tuch f läuft, von einer Zugwalze g gezogen, endlos über zahlreiche genau horizontal ausgerichtete Walzen und auf seinem Rückwege durch ein mit Eiswasser gefülltes sackartiges Bassin h, das so eingerichtet ist, daß das erwärmte Wasser jederzeit durch neu hinzufließendes Frischwasser ersetzt werden kann. Mitunter ist ein besonderer Wasserkasten für Eiskühlung unter der Maschine angebracht, von dem aus eine Pumpe i das Kühlwasser zum Kühltuch fördert. Um Staub von den Platten abzuhalten und zum Schutz gegen Kälteverlust ist der Kühltisch in seiner ganzen Länge mit Blechhauben k abdeckbar eingerichtet. An das Kühltuch schließt sich am Ende der Maschine ein Trockentuch l das dazu bestimmt ist, die an den Platten häufig anhaftenden Wassertropfen von deren Rückseite abzusaugen; durch Abpreßwalzen wird dieser Filz stets trocken gehalten.

Von der Begießmaschine werden die Platten mit der Hand abgenommen und auf Plattenböcken aus harzfreiem Holz, die so ein-

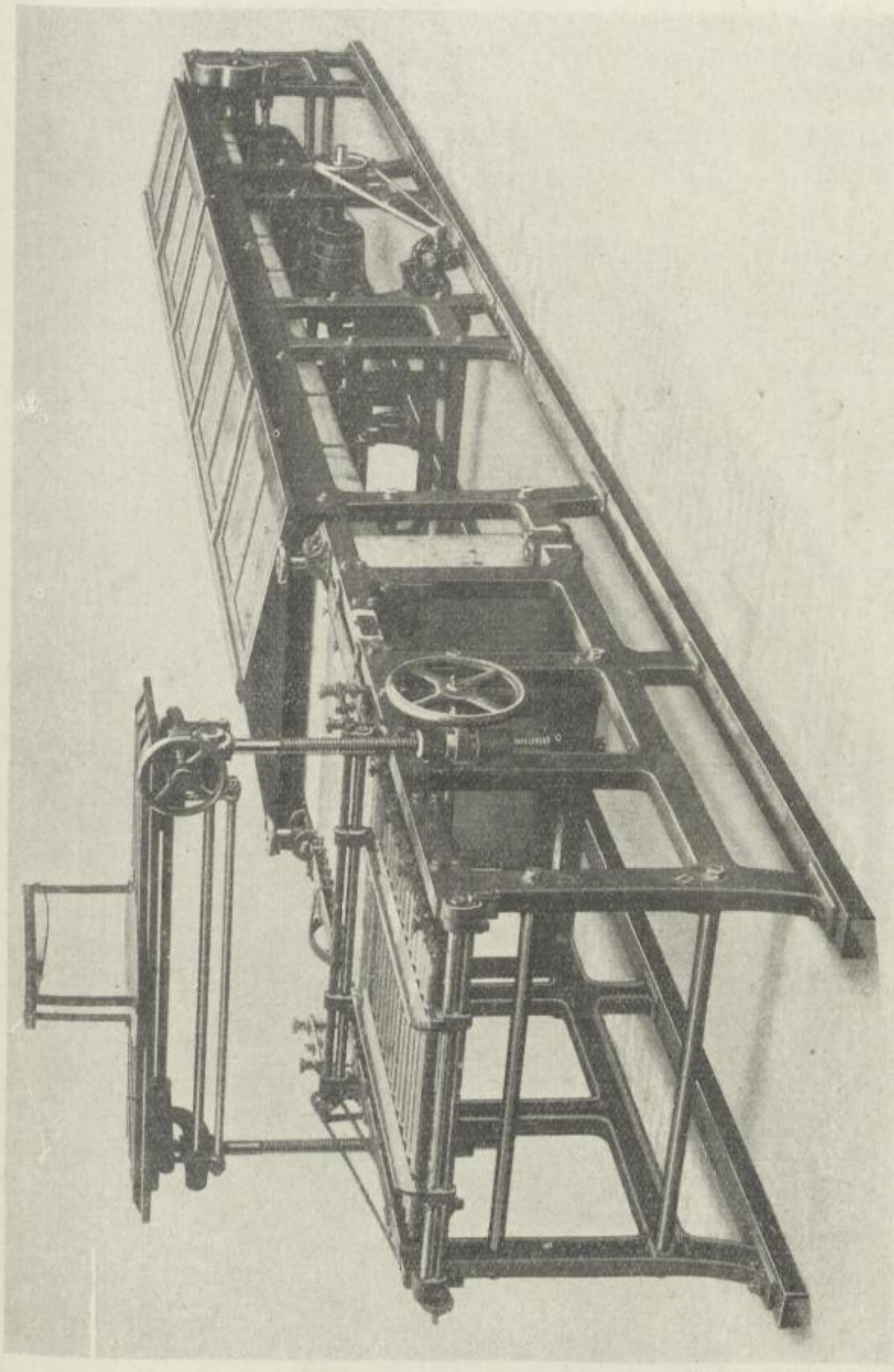


Abb. 93. Große Trockenplatten-Begießmaschine, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik Aug. Koebig G. m b. H.

gerichtet sind, daß die Emulsionsschicht nicht verletzt werden kann, in die Trockenräume gebracht.

Die Länge einer normalen Begießmaschine beträgt etwa 8 m, ihre Breite 1 m, und ihre Arbeitsbreite 60—80 cm, so daß auf

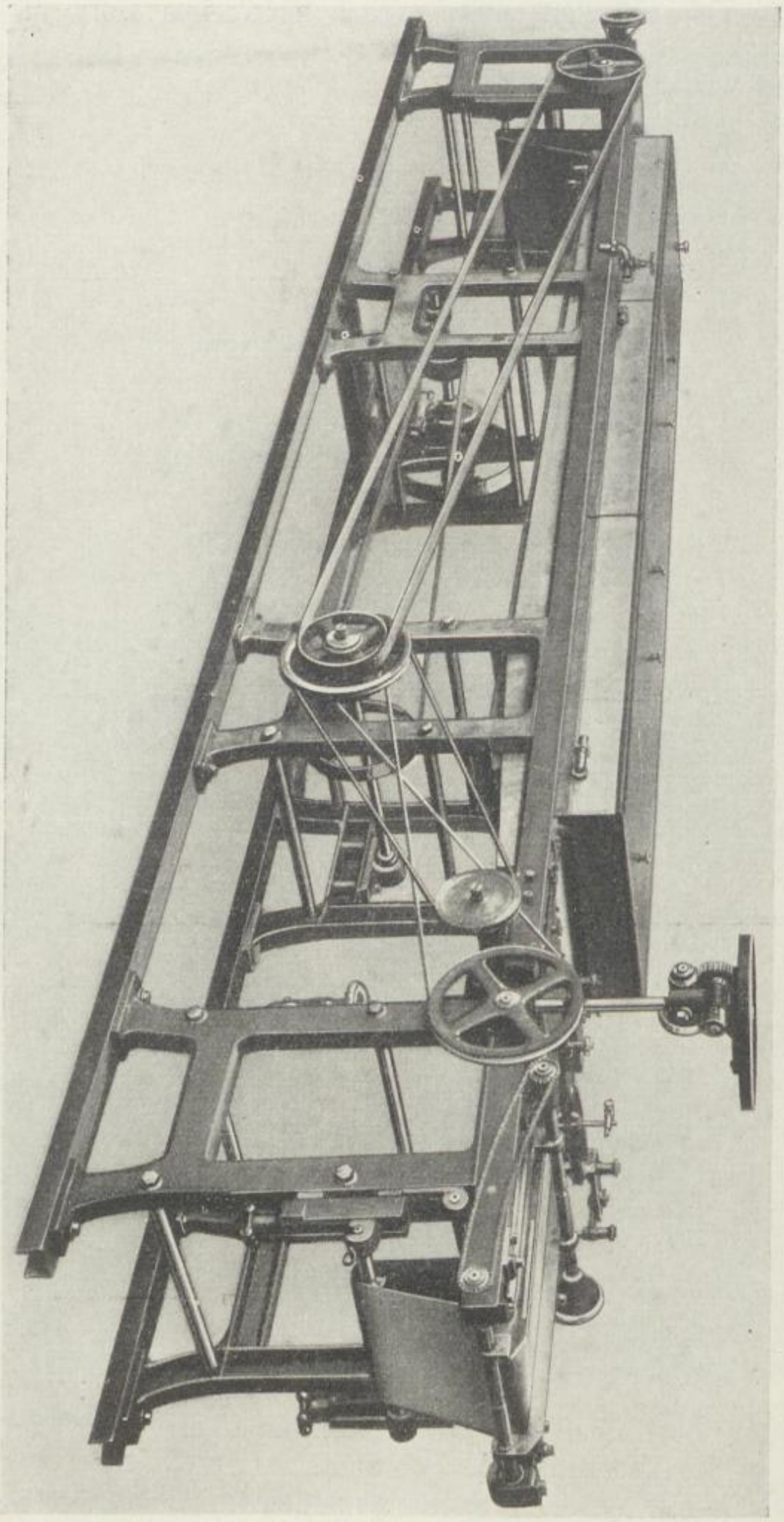


Abb. 94. Kleine Trockenplatten-Begießmaschine, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig G. m. b. H.

ihr auch große Formate bis zu 80 × 100 cm, wie sie gelegentlich vorkommen, emulsioniert werden können. Die Geschwindigkeit ist entweder durch ein Stufenscheibenpaar des Riemenantriebs oder durch Tourenregulierung des unter der Maschine eingebauten Motors m veränderlich, und beträgt bis zu 4 m in der Minute, so daß die Maschine bei diesem Gange und bei Platten von 26 cm Breite bis ca. 1,04 qm Trockenplatten in der Minute mit Emulsion überzieht. Der Kraftbedarf beträgt 1 PS.

Außer den normalen Begießmaschinen werden auch kleinere einfachere Maschinen von nur etwa 6 m Länge und für eine Arbeitsbreite von 25—30 cm gebaut, deren Ausführung im allgemeinen der beschriebenen entspricht und die für kleinere Betriebe bestimmt sind.

Abb. 93 zeigt das große, und Abb. 94 das kleine Modell einer Trockenplatten-Begießmaschine der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H. Maschinen ähnlicher Ausführung bauen Gebr. Dörstling, G. m. b. H. in Kötitz bei Coswig in Sachsen, die R. W. Munro Ltd. in London, N. 15, South Tottenham, N. L. Scott & Co. in Walthamstow (England) und einige andere Maschinenfabriken[1]).

Trocknen der mit Emulsion überzogenen Platten im Laboratorium.

Die Art des Trocknens der Platten übt einen bemerkenswerten Einfluß auf ihre Qualität hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Entwicklungsfähigkeit besonders bei hochempfindlichen Emulsionen aus und kann bei unrichtigem Verfahren auch Fehler aller Art zur Folge haben[2]). Im Fabrikationsgange wird daher dem Trockenvorgang die größte Aufmerksamkeit zugewandt.

Trocknen im Trockenschrank: Für Laboratoriumsversuche bedient man sich eines einfachen hölzernen Trockenschrankes, der mit Zinkblech luft- und lichtdicht verkleidet ist und der in seinem Innern Zwischenböden enthält, auf welche die mit Platten beschickten Böcke gestellt werden. Der Luftstrom tritt nach Passieren eines Staubfilters und eines zur Vorwärmung dienenden Heizgitters durch eine lichtsicher verkleidete obere seitliche Öffnung ein und wird an der Unterseite des Schrankes durch einen Ventilator abgesaugt. Dadurch, daß die Einlagen abwechselnd

1) Eine Übersicht über die verschiedenen Typen von Begießmaschinen gab A. J. Munro (Brit. Journ. of Phot. 1920. **67.** 209; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/1920, **29.** 362).

2) s. hierzu a. L. Belitski, Eders Jahrb. f. Phot. 1888, **2.** 220.

rechts und links nicht vollständig bis zur Seitenwand durchgeführt sind, ist die Luft gezwungen, ihren Weg unmittelbar an den Platten vorbei zu nehmen. Seine Aufstellung findet der Schrank am besten in einem verdunkelbaren und gut temperierten Raum.

Will man unabhängig von der Außenatmosphäre sein und besonders auch bei feuchter Witterung stets gleichmäßig gut trocknen, kühlt man die eintretende Luft auf eine bestimmte Temperatur ab und setzt dadurch ihren Feuchtigkeitsgehalt auf ein stets gleiches Maß herab, danach wird sie wieder auf die gewünschte Temperatur vorgewärmt. Eine praktische Ausführungsform eines derartigen Trockenschrankes mit einem durch Wasser berieselten S förmigen zusammengelegten Kupferrohr von rechteckigem Querschnitt als Kühlvorrichtung und anschließender Beheizung wurde vor längerer Zeit von Miethe für Sensibilisierungszwecke angegeben[1]).

Trocknen durch Herabsetzung des Atmosphärendruckes: Eine andere Einrichtung zum staubfreien und gleichmäßigen Trocknen von Versuchsplatten oder Filmen beruht auf der Herabsetzung des Atmosphärendruckes[2]). Man bringt die zu trocknenden Platten in ein starkwandiges Gefäß, in dem die Unterlagen, auf welchen die Plattengestelle zur Aufstellung gelangen, als Heizkörper ausgebildet sind. An das Gehäuse ist eine Vakuumpumpe angeschlossen, durch deren Tätigkeit die Wasserdämpfe entfernt werden. Das Verfahren erinnert an die schon von Edwards und Nelson angegebene Methode, Emulsionsplatten ebenfalls ohne Luftwechsel dadurch zu trocknen, daß der Luft des Trockenraumes und damit den Platten die Feuchtigkeit durch starke Abkühlung entzogen wird[3]).

Trocknen durch wasserentziehende Mittel: Gelegentlich werden Versuchsplatten auch im Exsikkator über Schwefelsäure, Chlorkalzium oder gebranntem Kalk getrocknet werden können[4]).

Trocknen durch Alkohol: Alkohol als Trockenmittel bringt leicht Fehler mit sich, empfiehlt sich aber um rasch Probeplatten einer frisch angesetzten ungewaschenen Emulsion erhalten

---

1) A. Miethe, Dreifarbenphotographie nach der Natur, Halle 1904, S. 20.

2) D. R. P. 286 933 (1914) für W. Hommel, s. hierzu a. O. Papesch und M. Zippermayr, Phot. Ind. 1927. **25.** 193.

3) Brit. P. 14 525 (1900); ref. Brit. Journ. of Phot. 1901. **48.** 682; Phot. Wochenbl. 1901. 27. 304.

4) s. hierzu Phot. Wochenbl. 1881, **7.** 385 und Eders Jahrb. f. Phot. 1889, **3.** 196.

zu können. Man trägt die Emulsion auf die Platten auf, legt sie nach dem Erstarren der Emulsion etwa 1/4 Stunde in mehrmals gewechseltes Wasser, um alle löslichen Salze zu entfernen, und badet sie dann in Alkohol, wodurch das Trocknen wesentlich beschleunigt wird.

Trocknen der mit Emulsion überzogenen Platten in der Fabrikation.

Allgemeines: Für Fabrikationszwecke war die einfache Methode der Trocknung in Räumen, in denen eine staubfreie trockene Luft zirkuliert, ursprünglich allgemein verbreitet; auch heute noch findet man sie vielfach, doch hat man in neuerer Zeit daneben mehr oder minder erfolgreich besondere Anlagen ausgeführt, um die Trocknung zu beschleunigen und wirtschaftlicher zu gestalten[1]), außerdem womöglich gleichzeitig das Fabrikat zu verbessern.

Im allgemeinen soll die Lüftungseinrichtung eine derartige sein, daß die Platten innerhalb 4—6 Stunden trocken sind. Weder ein übertrieben rasches Trocknen ist nach den darüber vorliegenden Erfahrungen (s. S. 228, Anm. 1) praktisch ohne Nachteil durchführbar, noch soll der Trockenprozeß allzulange ausgedehnt werden, da sich sonst leicht bei nicht ganz gleichmäßiger Belüftung unregelmäßige Trockenzonen und andere Fehler einstellen, und auch eine erhöhte Tendenz zur Schleierbildung und mangelhafter Haltbarkeit des Fertigfabrikates besteht.

Beschaffenheit der Trockenluft: In jedem Falle muß die Lüftung mit staubfreier, trockener und angemessen erwärmter Luft erfolgen.

Filtrieren der Trockenluft: Vielfach benutzt man einfache oder Taschenfilter aus Baumwollstoffen, die den Luftzuführungskanälen vorgesetzt werden und erreicht damit an Orten mit relativ staub- und rußfreier Atmosphäre auch eine ausreichende Reinigung der Betriebsluft.

Erhöhten Ansprüchen in Großbetrieben und bei weniger einwandfreier Atmosphäre kann dieses Verfahren jedoch keineswegs genügen, und man bedient sich dann zweckmäßig eines der modernen Filtersysteme, die auf der Anwendung einer nichtverdunstenden staubbindenden Flüssigkeit beruhen, und jedem Stoffilter an Wirkungsweise, Betriebssicherheit und geringem Raumbedarf weit überlegen sind[2]).

---

1) Über die wärmewirtschaftlichen Grundlagen der kontinuierlichen Trocknung photographischer Schichten s. G. Kail, Phot. Ind. 1928. **26.** 981—983.

2) Über die Filterung von Luft, die industriell Verwendung finden soll, s. G. Kail, Phot. Ind. 1929. **27.** 31—34, 57—60, 80—82 und 106—107.

Bei z. B. dem Delbag-Zylinder-Gehäusefilter dieser Art[1]) (Abb. 95) durchströmt die zu reinigende Luft zwangsweise und in stetem Richtungswechsel eine Filterschicht, die aus Stahl- oder Glasringen besteht, deren Durchmesser gleich ihrer Höhe ist, so daß sie beim Einfüllen in den Filterkasten vollständig regellos fallen, und deren verhältnismäßig große Oberfläche mit einer nicht verdunstenden stark staubbindenden viskosen Flüssigkeit „Viscinol" benetzt ist. Da diese Flüssigkeit außerordentlich gut an den Filterkörpern haftet, ist ihre Erneuerung erst nach längeren Zeitabständen notwendig. Die Anordnung des Filters erfolgt vor dem

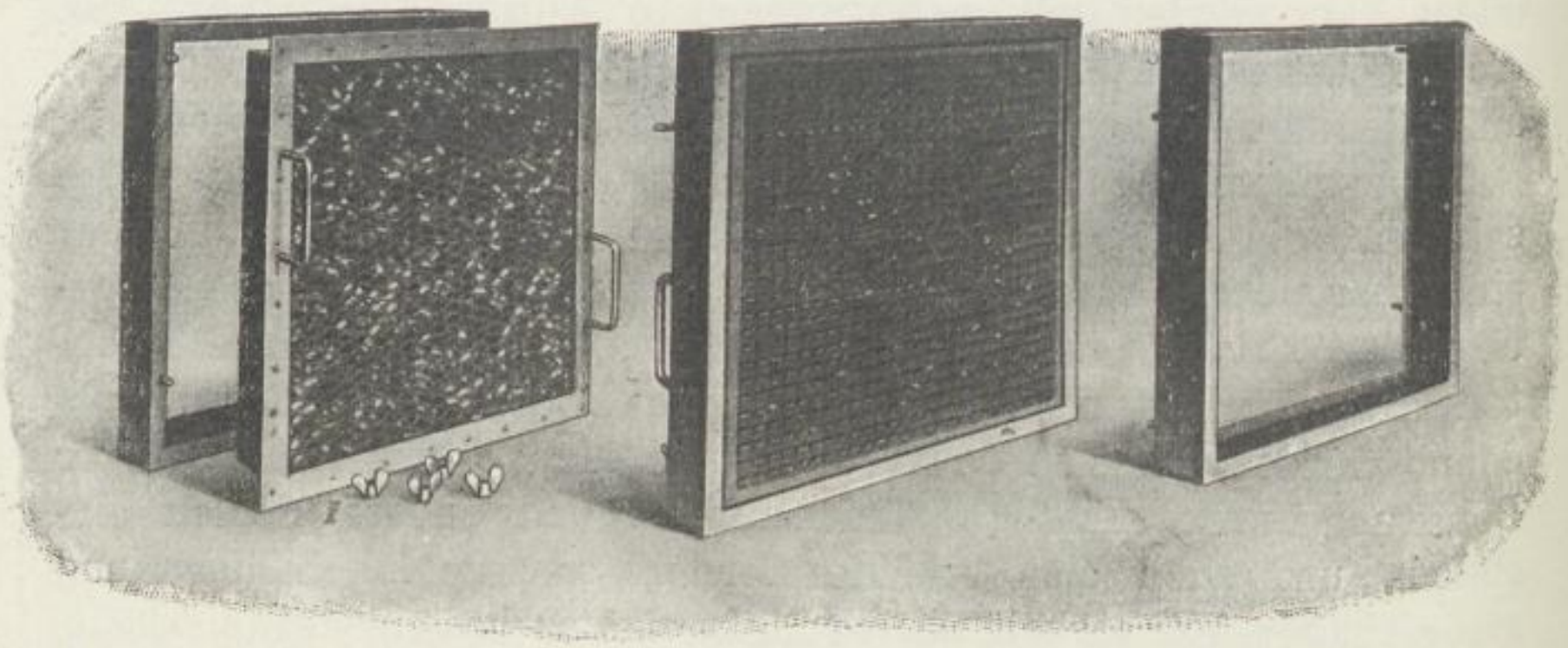


Abb. 95. Gehäusefilter zum Filtrieren der Trockenluft der Deutschen Luftfilterbau G. m. b. H., Berlin W.

Lufterhitzer, da sich andernfalls große Staubmassen auf den Heizkörpern ablagern, aus denen sich, da sie meist mehr oder weniger organischen Ursprungs sind, bereits bei 70° Gase entwickeln, die auf die Emulsion der gegossenen Platten einen schädlichen Einfluß ausüben können. In prinzipiell gleicher Weise wirkt das Filter der T. u. K. Moeller G. m. b. H.[2]), dessen Oberfläche aus einer Kette ohne Ende besteht, die beständig mit einer viskosen Flüssigkeit benetzt wird. In besonderen Fällen kommt die Benutzung keimtötender „Bactericidolfilter" in Frage wie sie die Firma Paul Martiny & Co., Dresden-A. 65, in die Technik einführte[3]).

---

1) Brit. P. 216 708 (1923) für G. Schmies und Deutsche Luftfilter-Bau G. m. b. H., Berlin W.

2) Franz. P. 565 895 (1921).

3) s. Phot. Ind. 1928. **26.** 1301—1302.

Erwähnung verdient auch ein Verfahren der Staubentfernung auf elektrischem Wege, obwohl seither nichts über seine Anwendung in photographischen Betrieben bekannt wurde[1]).

Trocknen der Trockenluft: Um die Luft zu trocknen, beschränkt man sich vielfach darauf, sie zu erwärmen, bleibt dabei aber natürlich stets von dem zufälligen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre abhängig[2]). Dementgegen ist es, wie es in amerikanischen, englischen, französischen und belgischen Fabriken seit langem geschieht[3]), und jetzt auch in einigen deutschen Werken, weit richtiger, der Luft vor ihrer Erwärmung den Feuchtigkeitsgehalt zu entziehen, indem man sie stark abkühlt und erst nachträglich auf die erforderliche Trockentemperatur von 20—30° erwärmt. Sorgt man gleichzeitig für ihre gute Reinigung, so kann die gleiche Luft immer wieder benutzt werden, es ist nur nötig, sie mittels eines Gebläses in einen Kühlraum zu schaffen, in dem sie das im Trockenraum aufgenommene Wasser in Gestalt von Eis abgibt, um danach trocken und nach erneutem Anwärmen wieder in den Trockenraum eingelassen zu werden. Eine derartige Kühlanlage ist durchaus imstande, den schädlichsten Lufteinflüssen zu begegnen, und gibt die Möglichkeit, vollkommen gleichmäßige Fabrikationsprodukte zu erhalten[4]), s. a. S. 333.

Erwärmung der Trockenluft: Um die Luft zu erwärmen, führt man sie durch Lufterhitzer, d. h. je nach den Betriebserfordernissen durch mehr oder weniger große gut isolierte Kammern, in denen sich Radiatoren in solcher Anordnung befinden, daß die Luft gezwungen ist, sie gehörig zu umspülen. Durch Ventileinstellung oder besser einen eingebauten automatischen Temperaturregler wird die Erwärmung der Luft den jeweiligen Bedürfnissen angepaßt.

Die zur Trocknung der begossenen Platten dienenden Betriebsverfahren kann man zweckmäßig als Raumtrocknung, Schranktrocknung und Kanaltrocknung unterscheiden.

Die Raumtrocknung, die älteste und einfachste Methode, erfolgt dadurch, daß man die der Gießmaschine entnommenen frisch

1) Franz. P. 548 448 (1921) für A. J. Lailler.

2) s. hierzu R Blochmann, Phot. Ind. 1927. **25.** 1315—1317.

3) s. hierzu Phot. Korresp. 1901, **38.** 79; Ind. 1920. **18.** 492, ferner das Agfa-Handbuch für Kinematographie, S. 9.

4) L. H. Baekeland, Zeitschr. f. wiss. Phot. 1905. **3.** 211; auch R. Oesterle wies auf die Vorzüge der Kälteverwendung in der Trockenplattenfabrikation hin. Phot. Ind. 1920. **18.** 492.

begossenen und gut erstarrten Platten je nach den vorliegenden Formaten zu je etwa 1 oder 2 Dutzend in gitterartige, eine gegenseitige Berührung verhindernde hölzerne Gestelle einsetzt, diese in besonderen Trockenstuben auf Lattenregale setzt, und für eine möglichst gleichmäßige Lüftung und Erwärmung dieser Räume in langsam zunehmender Steigerung von etwa 20—30° sorgt. Man vermeidet möglichst Wandregale und von dem Luftstrom nicht berührte Stellen, da die Platten an solchen nur schwer oder unregelmäßig trocknen würden. Die Ventilationsluft wird zweckmäßig von oben zugeführt und unten seitwärts am entgegengesetzten Raumende durch einen Ventilator abgesaugt. Durch Aufstellen einiger Radiatoren an geeigneter Stelle, etwa unter den Fensterbänken, wird die einfache Anlage vervollständigt.

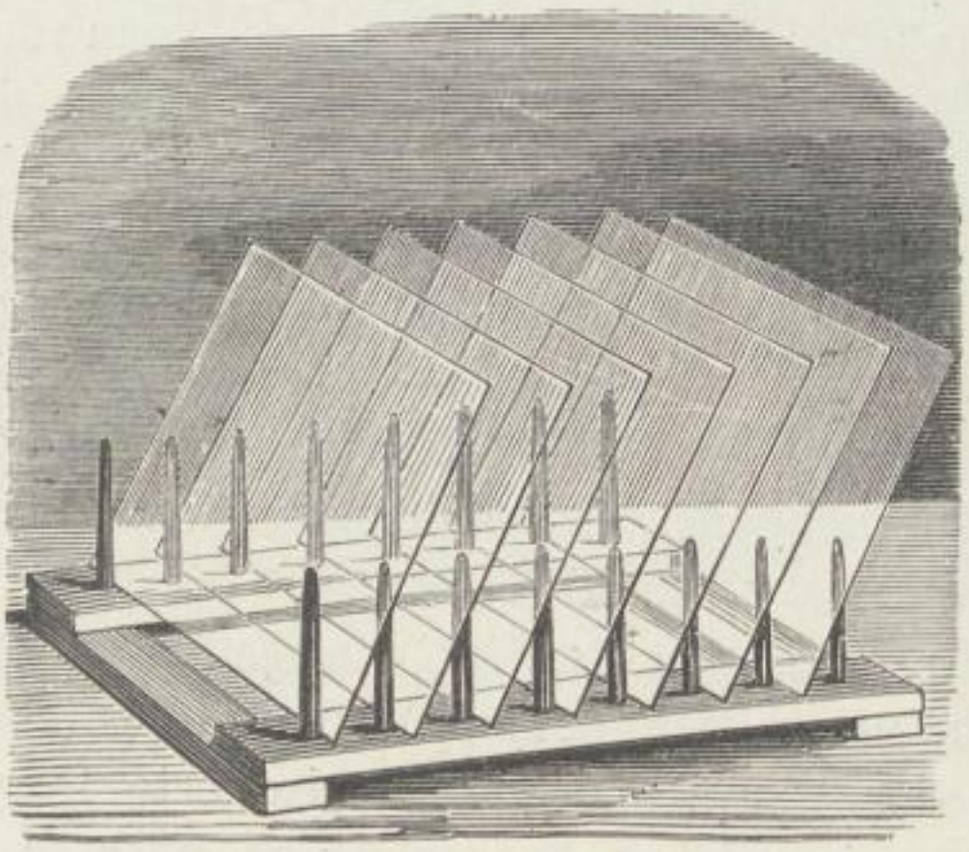


Abb. 96. Plattengestell für Trocknungszwecke.

Ein einfaches Plattengestell, wie es ebenfalls häufig für Trocknungszwecke Verwendung findet, zeigt Abb. 96.

Um die Trockenzeit und die räumlichen Entfernungen zwischen der Gießmaschine und dem Trockenplatz zu verkürzen, haben in einigen Fabriken auch Trockentrommeln Aufstellung gefunden, die sich um eine vertikale Achse drehen und mehrere übereinander angeordnete Tischflächen besitzen, auf welche die Gestelle mit den angefüllten Platten gesetzt werden (s. Abb. 97). Eine derartige durch einen kleinen Motor angetriebene Vorrichtung, die erstmalig von der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H., ausgeführt wurde, nimmt bei 4 Etagen für je 15 Plattengestelle insgesamt ca. 900 Platten 24 × 36 cm auf und benötigt nur ca. 4 qm Grundfläche. Durch die kreisende Bewegung der Anlage werden die horizontal liegenden Platten fortdauernd mit frischer Luft in Berührung gebracht, und die Trocknung wird gleichmäßig beschleunigt.

Die Schrankentrocknung, die nach dem Vorbilde der Lumière & Jougla Soc. Ame. in Lyon auch anderorts Eingang

fand, stellt einen Übergang zur Kanaltrocknung dar. In einem langgestreckten Saal befinden sich zu beiden Längsseiten je ein beispielsweise 12 m langer, ca. 2 m hoher und 1 m tiefer, mit Zinkblech ausgekleideter Holzschrank, der zum Mittelgang hin eine Reihe von Türen besitzt, durch welche die Beschickung erfolgt. Die Gestelle mit den Platten werden auf in den Schränken befindliche Lattenregale gesetzt, und entweder in der Längsrichtung der Schränke, in denen sich in abwechselnder Anordnung nur teilweise durchgeführte Zwischenwände befinden, oder aber in vertikaler Richtung, in welchem Falle die Schränke durch Zwischenwände in kleinere Abschnitte geteilt sind, bewegt sich der durch Ventilatoren zugeführte Luftstrom, der zuvor zwecks Entfeuchtung Kühlkammern, darauf zur Erwärmung auf die richtige Temperatur eine Hellkammer und natürlich auch ein Filtersystem passiert hat.

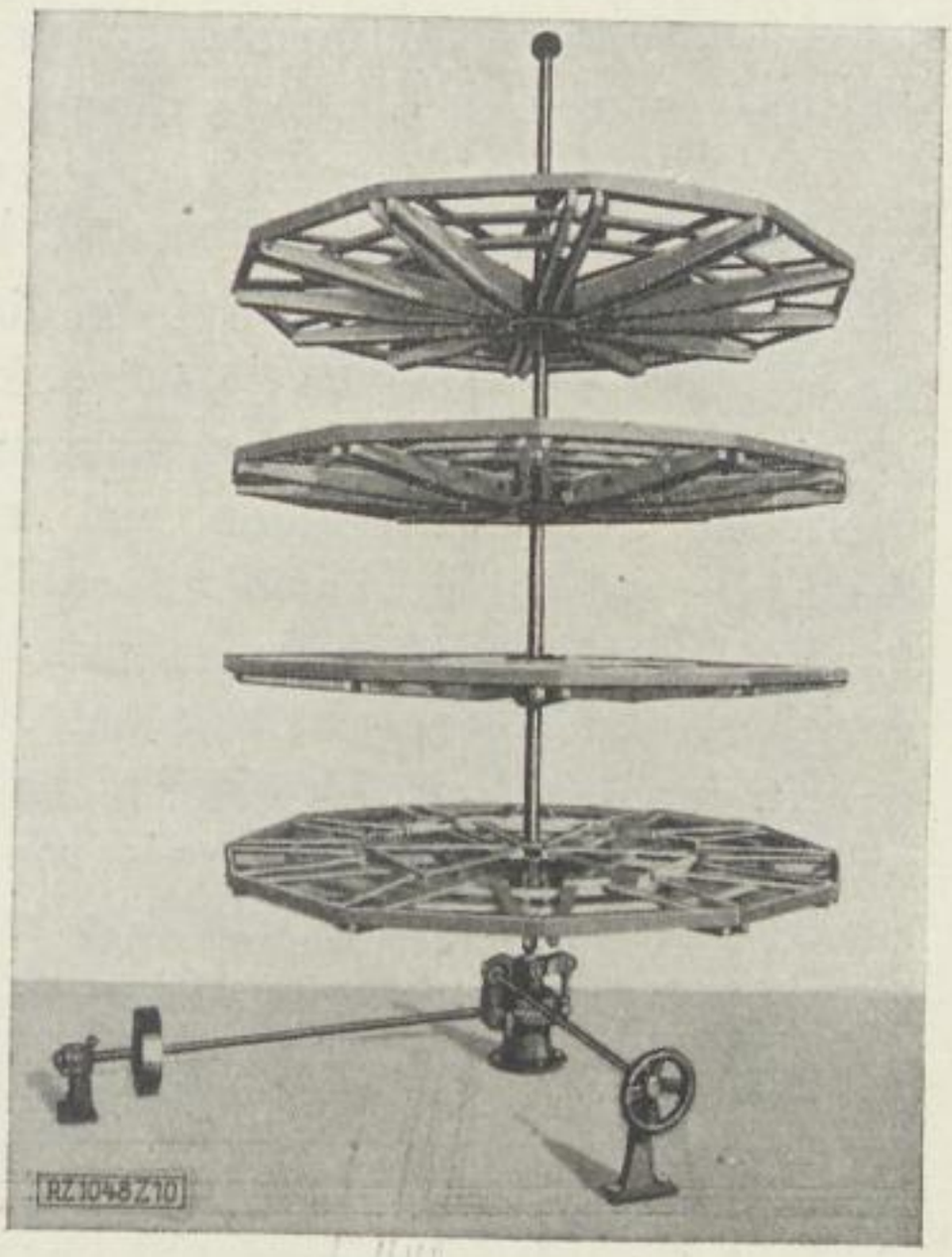


Abb. 97. Trockentrommel für Trockenplatten.

In einer Wiener Trokkenplattenfabrik führte man auch eine endlose Kette durch einen belüfteten und geheizten Schrank, an der in kleinen Abständen Rahmen zur Aufnahme von je 20 Platten vom Format 24×36 cm befestigt waren, die in ihrer Gesamtheit 300 qm Plattenfläche fassen konnten.

Die Kanaltrocknung in unmittelbarem Anschluß an die Gießmaschine wäre als kontinuierliches Schnelltrocknungsverfahren vom Emulsionsauftrag bis zur fertigen Platte offensichtlich das vorteilhafteste, da hierbei nicht allein die oft weitläufigen Trockenräume und die zum Abtragen der Platten von der Gießmaschine in die Trockenräume notwendigen Arbeitskräfte in Fortfall kämen, sondern auch der sich aus dem Abnehmen der bis zum äußersten Rand mit Emulsion überzogenen Platten ergebende unvermeidliche Ausschuß vermindert würde. Allein die dahingehenden auf Grund

eingehender theoretischer Erwägungen angestellten Versuche führten zu keinem praktisch brauchbaren Ergebnis und das Verfahren erwies sich — wenigstens unter den seitherigen Versuchsbedingungen — als unwirtschaftlich [1]).

In etwas anderer Weise fand das Kanalsystem allerdings vorteilhafte Anwendung, indem man eine größere Anzahl von Plattenböcken auf Fahrgestelle vereinte, und diese in einen heizbaren mit seiner Mündung nahe dem Ende der Gießmaschine gelegenen Kanal einschob, der dann als Trockenkammer wirkte. Durch aufeinanderfolgende Benutzung einer genügenden Anzahl solcher Kanäle ist es möglich, die zuerst beschickten für erneuten Gebrauch bereits auszuräumen, während in die letzten noch frisch emulsionierte Platten eingefahren werden [2]).

Schneiden, Sortieren, Verpacken und Aufbewahren der Trockenplatten.

Allgemeines: Die auf die eine oder andere Weise getrockneten Platten werden von Hand auf einfache Böcke, die aus zwei in leichtem stumpfen Winkel zusammenstoßenden Hölzern bestehen, vorsichtig zusammengestellt und zur Weiterverarbeitung in die Schneide- und Sortierräume geschafft. Diese meist für ein größeres Personal bestimmten Säle müssen gut ventiliert, praktisch eingerichtet und sinngemäß beleuchtet sein.

In der Regel werden die Platten hier zunächst vorsortiert, d. h. alle jene für sich gehalten, die von vornherein gänzlich fehlerfrei sind, und daher nicht zerschnitten zu werden brauchen. Alle andern

---

1) Nach dem D. R. P. 397 805 (1916) von Max Leo, Dresden, soll der Emulsion das Wasser so rasch entzogen werden, daß sich durch das schnelle Verdampfen ein Oberflächenhäutchen bildet, und daß die Temperatur der Emulsion so stark herabgesetzt wird, daß sie auch bei Lufttemperaturen von über 30° nicht schmilzt. Zu diesem Zweck werden die unmittelbar aus der Gießmaschine kommenden Platten in horizontaler Lage durch einen direkt angeschlossenen langen Kanal hindurch geführt, in dem sie der Einwirkung stark erwärmter und durch geeignete Mittel vorgetrockneter Luft ausgesetzt werden. Nach diesen Prinzipien errichtete die frühere Ernemann A. G., Dresden, im Jahre 1919 eine Trockenplattenfabrik in Bannewitz bei Dresden, die jedoch nach nur zweijährigem Betrieb wieder stillgelegt wurde. Eine Beschreibung dieser Anlage brachte der Dresdner Anzeiger vom 17. April 1921.

Auf die Schnelltrocknung von Gelatineschichten beziehen sich Arbeiten von W. K. Lewis, W. H. Carrier, A. E. Stacey und G. B. Ridley (Jl. Ind. and Engin. Chem. 1921. **13.** 427 bis 447 und 453 bis 460), ferner von C. T. Mitchell (Kodak Abstracts 1922. **8.** 68) und von R. Luther, M. Leo, Behrsin und K. von Holleben (Trans. Faraday Soc., 1923, **19.** 288—289 u. 394—395).

2) s. R. Blochmann, Probleme der Phototechnik, Phot. Ind. 1925. **23.** 836.

mit irgendwelchen Mängeln wie Luftbläschen in der Emulsionsschicht, Gießstreifen, Kratzern usw. behafteten Platten, die sich in jeder Anfertigung finden, bedingen ein Zerschneiden auf kleinere Formate unter Fortfall der fehlerhaften Stellen. Außerdem natürlich alle größeren Formate, die von vornherein aus wirtschaftlichen Gründen zur Teilung auf kleinere Formate bestimmt waren. So präpariert man beispielsweise vielfach Platten vom Format 18×26 cm oder 18×24 cm, und zerteilt diese auf die Größen 13×18 und 6,5×9 oder 9×12 und 6×9 cm (s. S. 25/26).

Schneiden der Trockenplatten von Hand.

Vorrichtungen zum Schneiden: Zum Schneiden bedient man sich gewöhnlicher Glaserdiamanten und besonderer Schneidebretter mit einem festen Anschlag und einer nach einem Maßstabe feststellbaren Leiste, durch die ein genauer rechtwinkliger Schnitt auf das gewünschte Format gewährleistet wird, was mit Rücksicht auf die Arbeit bei rotem Licht bzw. im Dunkeln besonders wichtig ist.

Abb. 98. Glaserdiamant.

Der Glaserdiamant[1]) (s. Abb. 51) besteht aus einem konischen in einen flachen Holzgriff eingelassenen Stahlröhrchen, an dessen anderm verjüngten Ende ein natürlicher Diamantkristall durch eingegossenes Blei festgehalten wird. Gleichzeitig trägt das Röhrchen einen Eisenschuh, den sogenannten Hobel, der dazu bestimmt ist, die Führung des Werkzeuges an einem Lineal entlang zu übernehmen. Da der Diamant nur in einer bestimmten Haltung gut schneidet, und zwar wenn er mit einem leichten Druck über die Glasfläche gezogen wird, ist die an die Führung anzulegende Seite des Hobels durch eine eingepunzte Marke gekennzeichnet, ebenso der Griff durch ein eingelassenes Perlmutter- oder Elfenbeinplättchen. Die günstigste Schnittlage ist in der Regel bei senkrechter Führung des Diamanten gegeben, andernfalls muß dieselbe ausprobiert werden. Ist die Schneidekante des Diamanten durch den Gebrauch etwas stumpf geworden, kann der Stein umgesetzt werden, wodurch seine Weiterbenutzung ermöglicht wird, während der gleiche Zweck bei andern Instrumenten dadurch erreicht wird, daß der Dia-

1) Eine Spezialfabrik für Diamant-Werkzeuge ist die von H. Meixelsberger, Leipzig-Ötzsch.

mant mitsamt seiner Fassung durch eine eingelassene Schraube in verschiedenen Lagen zum Griff fixiert werden kann.

Anlegevorrichtungen: Eine seit langem bekannte einfache praktische Ausführungsart besteht aus einem beweglichen Parallelogramm (s. Abb. 99). Um eine Platte zu halbieren, legt man sie fest an die untere Schiene B und verschiebt das Parallelogramm so lange, bis die obere Schiene A die Platte berührt. Die mittlere Schiene M hat sich dann von selbst so eingestellt, daß ein über die Platte geführter Diamant diese genau halbiert; a bezeichnet den Abstand der Schneidekante des Diamanten von der Führung.

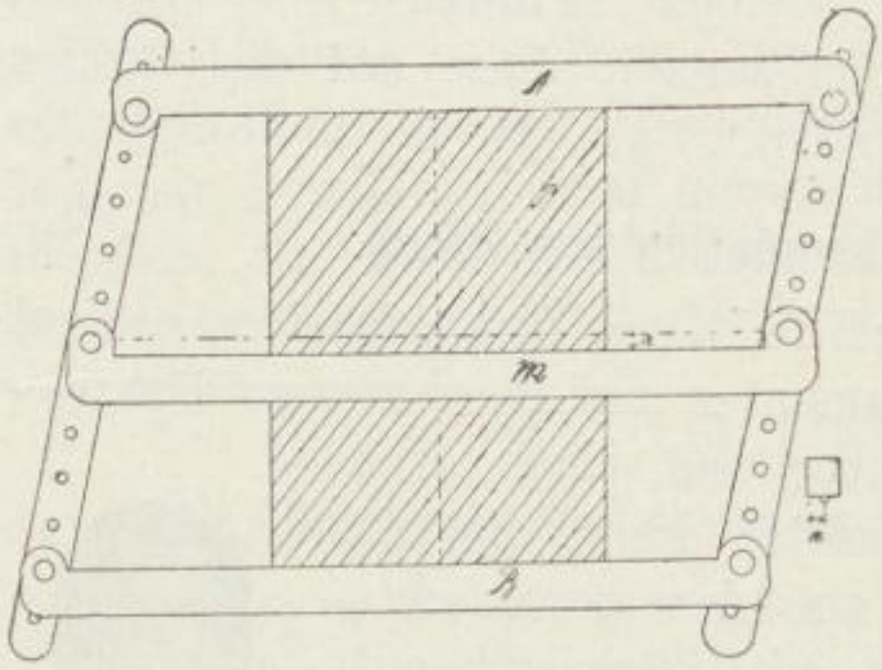


Abb. 99. Anlegevorrichtung zum Schneiden von Trockenplatten.

Schneidebretter mit Formateinteilung, die im Dunkelraum durch Anschläge leicht erkennbar ist, sind in den Abb. 100 und 101 wiedergegeben. Bei einer anderen Vorrichtung greift ein um eine Welle drehbarer Dorn in Kerben ein, die sich an der Welle in den bestimmten Formatabständen befinden, während ein Lineal an der Welle verschiebbar angebracht ist. Die zu schneidende Platte wird auf ein

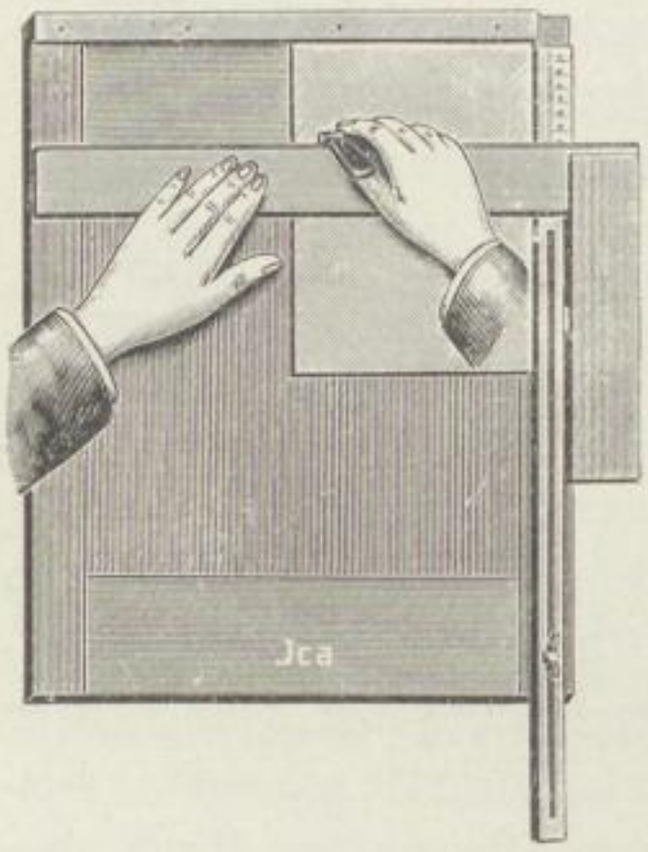


Abb. 100. Schneidevorrichtung für Trockenplatten mit Formateinteilung.

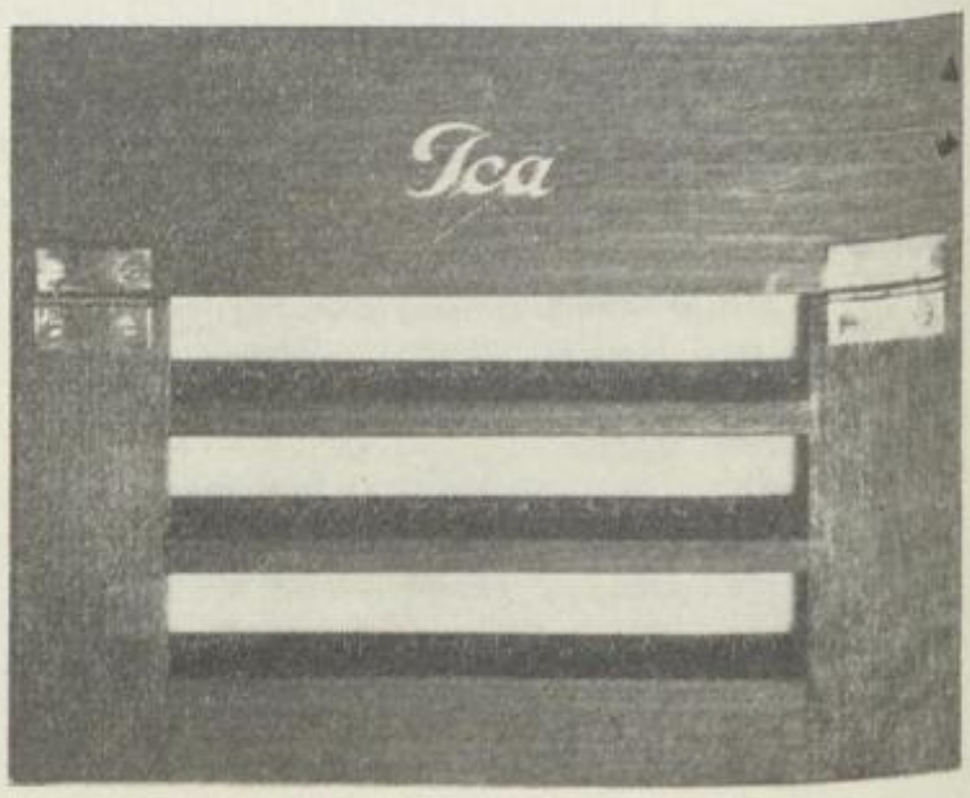


Abb. 101. Vorrichtung zum Schneiden von Trockenplatten auf bestimmte kleine Formate (Sensitometerstreifen).

Schneidebrett unter das Lineal gelegt, worauf das betreffende Format durch einen Führungshebel eingestellt wird[1]).

Der Schnitt: Man schneidet die Trockenplatten vorzugsweise von der Glasseite, indem man den Diamanten unter leicht ausgeübtem Druck langsam von hinten nach vorn, nicht etwa von links nach rechts, über die Platte führt. Ohne daß eine Wiederholung nötig wäre, wird die gespannte Oberhaut des Glases dabei angeritzt, was an einem bestimmten Ton erkenntlich ist, der sich deutlich von dem bei unrichtiger Haltung des Diamanten und mangelhaftem Schnitt auftretenden Geräusch unterscheidet. Statt der zu einem endgültigen Schnitt genügenden haarscharfen Linie sieht man in letzterem Fall einen rauhen matten Strich, der leicht einen nicht gewünschten Bruch zur Folge hat.

Sollen die Teilstücke vollkommen in der angeritzten Richtung voneinander getrennt werden, ergreift man die Trockenplatte wagerecht mit beiden Händen, die Emulsionsschicht nach unten, indem man die Handteller nebst den beiden Daumen ebenfalls nach unten und die übrigen Finger ganz in der Nähe des Schnittes oben auf die Glasseite anlegt. Durch eine drehende Winkelbewegung beider Hände erfolgt dann die Trennung der Hälften.

Größere Platten werden so auf eine Tischkante gelegt, daß die Schnittstelle genau über derselben liegt. Während nun die linke Hand die Platte festhält, biegt die rechte die überragende freie Hälfte der Platte nach unten, wodurch ein sicherer Bruch erfolgt. Schmale Randstreifen trennt man mit Hilfe der in den Hobel des Diamantwerkzeuges eingearbeiteten Schlitze verschiedener Weite.

Ist das Glas durchschnitten, so hält doch immer noch die Emulsionsschicht zusammen, und um diese ebenfalls zu trennen ohne daß die Schicht an den Schnittkanten abblättert, biegt man beide Teilstücke der Platte in entgegengesetzter Richtung soweit zueinander, daß sie einen stumpfen Winkel miteinander bilden. Hierbei wird die Schicht auf Zug beansprucht und reißt glatt durch. Oftmals läßt man bei dieser Art des Schneidens die Teilstücke aber auch mit der Schicht zusammenhängen, um dadurch ein gegenseitiges Verschieben und Verschrammen bei nicht ganz fester Verpackung zu verhindern.

Erfolgt das Schneiden gelegentlich von der Schichtseite, so durchschneidet man zuerst die Gelatineschicht bis zum Glase, ritzt die Glasoberfläche mit dem Diamanten und bricht dann das Glas.

1) G. M. 706 174; ref. Phot. Ind. 1920, **18.** 109.

Der sich beim Diamantschnitt ergebende Glasstaub fällt beim Schneiden von der Glasseite auf diese und wird durch Abstauben der Platten vor ihrem Einpacken entfernt. Gelangen die feinen Glassplitterchen auf die Schichtseite und bleiben auf dieser haften, so werden sie Ursache zu dem sehr störenden Fehler der „Nadelstiche“.

Schneiden der Trockenplatten mit Maschinen.

Automatische Schneidemaschinen: Obwohl die Ansicht mancher Fachleute dahin geht, daß das Schneiden der Trockenplatten von Hand das beste und sicherste sei, und daß die Verwendung mechanischer Vorrichtungen einen relativ erheblichen Glasbruch mit sich bringt, ohne daß dem eine nennenswerte Mehrleistung gegenüberstehe, besteht doch, wie die besonders im angelsächsischen Ausland in zahlreichen Trockenplattenfabriken eingeführten Schneidemaschinen und die neueren Bestrebungen gleicher Art auch in Deutschland beweisen, das Bedürfnis, das Schneiden der Platten nicht nur zu vereinfachen, sondern vor allem auch sehr genau auszuführen.

So baut die R. W. Munro Ltd., London-N. 15 zwei verschiedene Typen automatischer Schneidemaschinen für Trockenplatten, deren Konstruktion kurz erläutert sei:

Bei dem einen Modell (s. Abb. 102) befinden sich auf einer gußeisernen Grundplatte rechtwinklig zueinander angeordnet zwei Rahmengestelle, die je ein durch Winkelräder miteinander verbundenes Kammrad tragen, durch welche zwei je einen Diamant tragende Hebel bewegt werden. Durch Bolzen sind die oberen Enden der Hebel mit den horizontal in stählernen Führungen gleitenden Diamanthaltern verbunden, die ihrerseits durch Rollen und Gelenke den Anfang und das Ende des jeweiligen Schnittes festlegen. Um den bestmöglichen Schnittwinkel einstellen zu können, kann die Fassung der Diamanten beliebig justiert werden. Die lichtempfindlichen Platten werden auf dem Schneidetisch durch an vier Backen paarweise befestigten Stiften so gehalten, daß der ganze Justier- und Schließmechanismus gegen Glassplitter und Glasstaub vollkommen geschützt ist, und ein Anschlag ermöglicht es, Fehler, die sich aus ungenauer Größe oder nicht exaktem Winkelmaß ergeben, in weiten Grenzen automatisch auf die 2 oder 4 Teile, in welche die Platten zerschnitten werden, zu verteilen. Um ein Durchbiegen dünner Platten unter dem Druck des Diamanten zu

verhindern, sind ferner unmittelbar unter der Platte in seiner Laufrichtung stählerne Federn als Träger vorgesehen, die für den Fall, daß Platten nur zu halbieren sind, paarweise entfernt werden können.

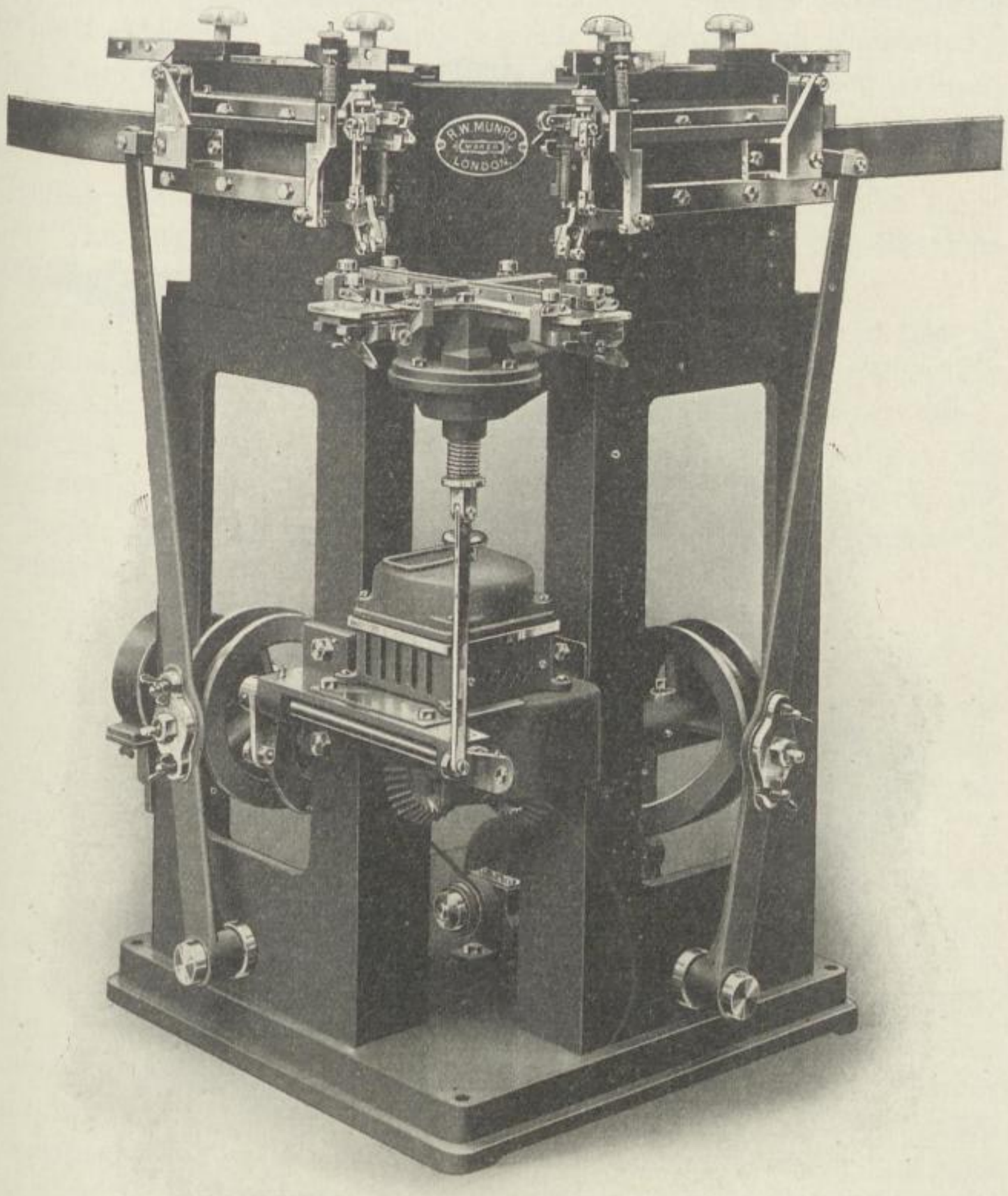


Abb. 102.

Bedient wird die Maschine von einem Arbeiter, ihr Antrieb kann sowohl durch Riemen wie durch direkt gekuppelten Motor erfolgen.

Die andere Ausführungsform der Schneidemaschine (s. Abb. 102) benötigt zwei Arbeitskräfte, eine zum Anlegen, eine andere zum

Abnehmen der Platten. Der Mechanismus sitzt hier auf einem einzigen Gestell, an dessen Vorderseite zwei Konsole eine vertikale Achse mit einem drehbaren Tisch tragen. Auf diesem sind vier Plattenhalter mit justierbaren Greifern befestigt, die durch eine

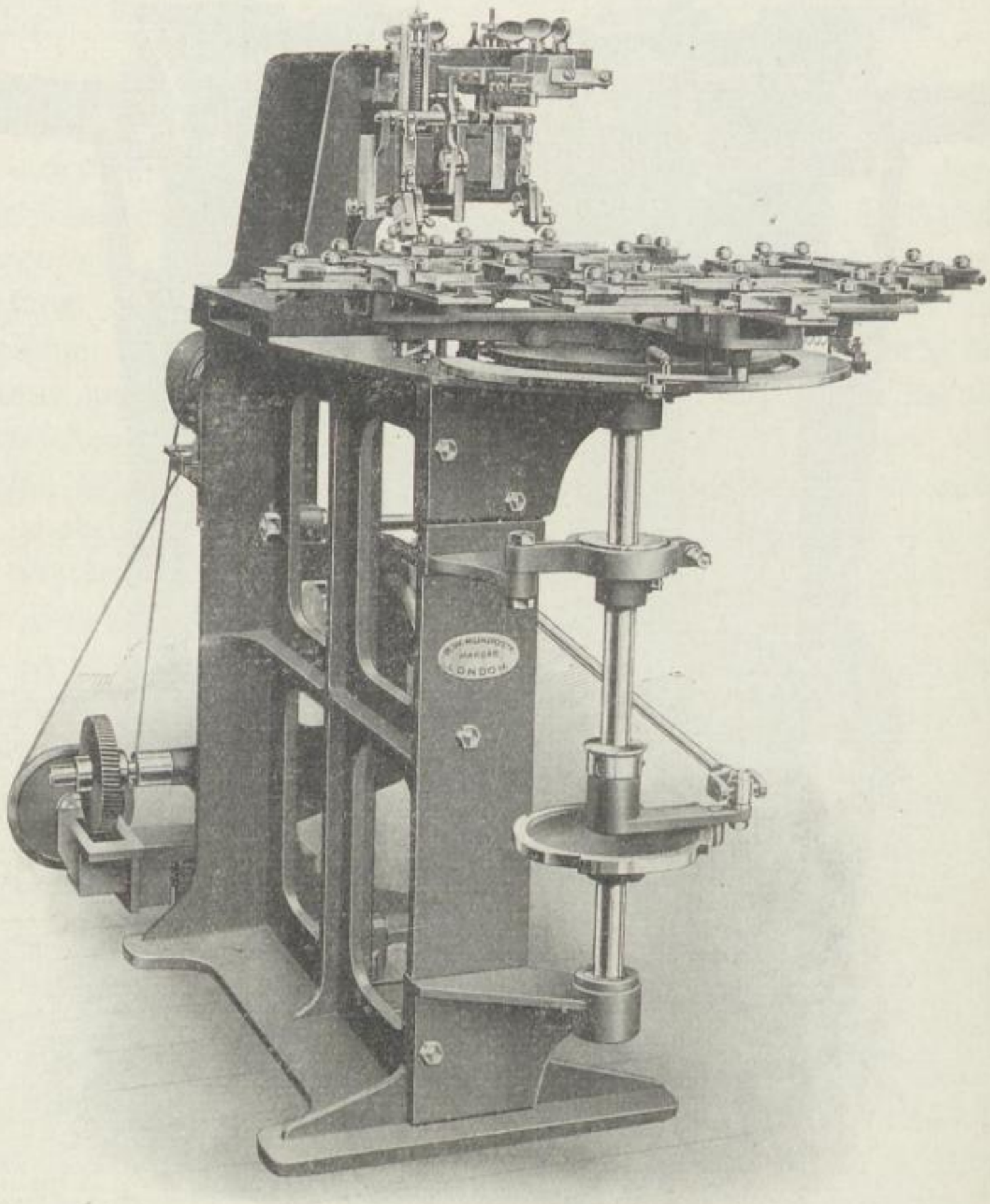


Abb 103.

konzentrisch zum Tisch angebrachte Kammplatte geöffnet und geschlossen werden. Der Diamantarm trägt zwei Schneideköpfe, deren jeder mit allen zur Justierung notwendigen Vorrichtungen versehen ist. Eine von der Rückseite des Gestelles aus arbeitende Kurbelstange mit Universalgelenk bewegt ein mit vier Zähnen ver-

sehenes mit der Tischachse verbundenes Sperrad, wodurch der Tisch nach jedem Zug um 90° gedreht wird. Die in die erste Stellung eingelegte Platte wird zunächst automatisch zentriert und gelangt dann in die zweite Lage, in der sie durch den Diamant A den ersten Schnitt erhält. In der Stellung 3 erhält sie darauf vom Diamanten B den zweiten Schnitt, der im rechten Winkel zum ersten erfolgt, da der Plattenhalter um 90° gedreht wurde. Bei weiterer Drehung des Tisches kommt die Platte in die vierte Lage, in der sich die Greifer automatisch öffnen, so daß sie abgenommen werden kann. Der Vorgang wiederholt sich solange als Platten auf der Maschine angelegt werden.

Erwähnt sei noch der von M. Leo angegebene Schneidetisch[1]), der gleichfalls den besonderen Zweck verfolgt, etwaige Fehler der Plattengröße beim Zerschneiden auf die Einzelteile zu verteilen, und eine Schneidemaschine von A. L. Milentz[2]), bei der die Trockenplatten mittels eines Bewegungsmechanismus durch die Schneide- und Abtrennvorrichtung sowie eine Besichtigungsstelle hindurchgeführt werden.

Sortieren der Trockenplatten.

An das Schneiden der Platten schließt sich ihre Prüfung in Aufsicht und Durchsicht, die im Interesse schneller und zuverlässiger Arbeit nur von besonders darin geübtem Personal ausgeführt werden kann.

Um dabei alle etwaigen Mängel erkennen zu können, muß die rote Beleuchtung sinngemäß angeordnet sein und jedes die Beobachtung störende Nebenlicht tunlichst vermieden werden. Beispielsweise sind in einigen Fabriken zu diesem Zweck elektrische Beleuchtungskästen von dreieckigem Querschnitt auf die Sortiertische aufgesetzt, so daß an zwei sich gegenüberliegenden Tischseiten gearbeitet werden kann. Seitenlicht wird dabei durch leichte Zwischenwände zwischen je zwei Arbeitsplätzen abgehalten und gleichzeitig wird sorgsam vermieden, daß weder der Stapel der noch nicht durchgeprüften Platten noch die bereits durchgesehenen und abgestellten Platten unnötigerweise Licht erhalten, das schließlich einwirken und eine Verschleierung herbeiführen muß.

Es folgt das Verpacken.

---

1) D. R. P. 363 431 (1919).
2) D. R. P. 257 033 (1912); ref. Phot. Ind. 1913. **11.** 407.

Verpacken der Trockenplatten.

Da die Trockenplatten nicht allein gegen Licht, sondern auch gegen viele andere äußere Einflüsse, vor allem die Feuchtigkeit der Atmosphäre, aber auch gegen reduzierend wirkende Gase außerordentlich empfindlich sind, so muß ihre Verpackung eine äußerst sorgfältige sein, um sie vor vorzeitiger Zersetzung zu schützen. Unter gleichzeitiger Beachtung einer sachgemäßen Lagerung (s. S. 247) ist daher sowohl die Beschaffenheit des Packmaterials wie die Art der Verpackung von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Verpackungsmaterialien:

Schwarzes Papier[1]): Dasselbe soll lochfrei und genügend fest sein, damit es weder von den Kanten noch besonders von den Ecken der Platten durchschnitten wird. Um dies zu erreichen, wird das Papier auf einer Rundsiebmaschine und aus zwei aufeinander gearbeiteten Papierlagen in einer Gewichtsstärke von 80/85 g pro qm gefertigt, während auf Langsieb gearbeitete Papiere aus gleichem Grunde in dem höheren Gewicht von 90/95 g pro qm erzeugt werden. Da aus Baumwollhadern gearbeitetes Trockenplattenpapier stets weicher und schmiegsamer ist, wird dieses dem aus Sulfitzellulose gearbeiteten vorgezogen. Auch möglichste Reinheit ist geboten, das Papier muß chlor- und säurefrei sein, was durch eine sorgfältige Fabrikation erreicht wird. Um es hinsichtlich einer etwaigen Einwirkung auf die Emulsionsschichten zu prüfen, verfährt man am einfachsten so, daß man die eingewickelten, zum Teil abgedeckten Platten ca. 25 Stunden feuchten Dämpfen aussetzt und darauf durch Entwickeln feststellt, ob Schleier eintritt. Vor seinem Gebrauch soll das Packpapier trocken und ziemlich warm gelagert sein, um jeden Feuchtigkeitsgehalt zu beseitigen. Zum direkten Gebrauch werden vorzugsweise die Formate 22×31 cm, 26×31 cm, 28×39 cm und 34×39 cm verwendet, ziehen die Trockenplattenfabrikanten es dagegen vor, sich die kleinen Formate selbst zu schneiden, so werden als gebräuchlichste Größen die Formate 40×50 cm, 50×60 cm, 60×70 cm und 62×77 cm geliefert.

Paraffin- oder Wachspapier: Ein derartiges Papier schützt vor Feuchtigkeit und dient daher vielfach zum Einschlagen

---

1) Fabrikanten sind u. a. Conrad & Kriegel, Hirschberg i. Schl., Jagenberg u. Co., Solingen und die Dalbker Papierfabrik bei Bielefeld.

der Trockenplatten[1]), es kommt meist in weißer oder roter Farbe zur Anwendung.

Zinnfolie (Stanniol), dient dem gleichen Zweck[2]), wird aber meist nur in besonderen Fällen, wie für Reisen oder Expeditionen, zum Einschlagen der Platten benutzt.

Asphalt, der frei von Schwefel, Ammoniak und Terpentinöl ist, und mit dem geeignete Materialien imprägniert werden, soll gleichfalls einen guten Schutz bei der Verpackung lichtempfindlicher Präparate bieten[3]).

Pappschachteln: Diese sollen aus säurefreiem Karton bestehen, innen glatt satiniert sein und einen gut übergreifenden und eng anschließenden Deckel besitzen, so daß auch die Lichtsicherheit der einmal geöffnet gewesenen Schachtel noch gewährleistet ist. Vor Gebrauch sollen sie ebenfalls gut ausgetrocknet sein. Ihre Form ist im allgemeinen flach und ihre Größe dem Plattenformat so angepaßt, daß nur noch Platz für das erforderliche Umschlagpapier bleibt, nötigenfalls werden etwaige leere Räume durch Packpapier ausgefüllt um ein festes Anliegen der Platten zu sichern.

Im Handel sind auch dreiteilige Schachteln anzutreffen, deren einzelne Teile entweder wie gewöhnlich flach übereinandergreifen oder aber mit ihrer Schmalseite taschenartig ineinandergeschoben werden.

Daran, daß die gebräuchlichen Pappschachteln keineswegs immer als vollkommen lichtsicher anzusehen sind, und daß man mit Trockenplatten gefüllte Schachteln daher nie längere Zeit einem starken Lichte aussetzen soll, sei in diesem Zusammenhang nur erinnert[4]).

Kleister: Die an den Kleister zu stellenden Anforderungen sind eine völlig neutrale Reaktion, ein schnelles Binden und Trocknen. Bewährt hat sich für Packungen lichtempfindlicher Materialien der „Sichelgummi“[5]), der sowohl in dickflüssiger Beschaffenheit wie auch zur Vermeidung unnötiger Fracht-, Zoll- und Verpackungsspesen in Pulverform in den Handel kommt.

Blechverpackung: Zum Einlöten der Plattenschachteln bei Seereisen oder zum Gebrauch in tropischen Gegenden dienen

---

1) s. J. Gaedicke, Eders Jahrb. f. Phot. 1901. **15.** 394.

2) s. H. Krone, Phot. Rundsch. 1897, S. 71; Phot. Wochenbl. 1897. **23.** 103.

3) U. S. P. 1564707 (1923) für V. M. Palmer und H. M. Thomas (Eastman Kodak Co.).

4) s. hierzu Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 272.

5) Fabrikat der Ferd. Sichel, Komm.-Ges. Hannover-Limmer.

Blechkästen- oder Schachteln. Als Material würde für solche früher vielfach Zinkblech gewählt, doch ist dasselbe wegen seiner Weichheit mechanisch leicht verletzbar, kann, wenigstens in blankem frisch gereinigten Zustand, reduzierend auf die Platten einwirken[1]) und da es leicht oxydiert, widersteht es auch einem feuchtwarmen Klima nicht genügend. Statt dessen ist Weißblech gegenüber allen klimatischen Einflüssen völlig indifferent, und Weißblechschachteln in genau den einzelnen Formaten angepaßter Größe mit gut übergreifendem Deckel und einem Leukoplastverschluß sind daher für die genannten Fälle der beste Schutz.

Verpackungsweise: Die übliche Verpackungsweise besteht darin, daß man zunächst zwei Platten nach Abstauben mit einem sehr rein zu haltenden Kameelhaarpinsel Schicht gegen Schicht legt, wodurch dieselben am besten gegen Einwirkungen von außen geschützt sind. Drei derartige Plattenpaare umhüllt man mit schwarzem Papier, zum Schutz gegen Feuchtigkeit zuvor auch wohl mit Paraffinpapier, umwickelt zwei solcher Päckchen abermals mit schwarzem Papier und legt das Ganze in eine Pappschachtel, die zur Verhütung unbefugten Öffnens ringsum mit einem Streifen schwarzen Papiers verklebt wird. Unter diesen Verschlußstreifen wird mitunter eine Reisschnur eingeklebt, um das Öffnen zu erleichtern.

Außerordentlich wichtig ist bei dieser Verpackungsweise ein festes Einwickeln, um Reibungen der Schichten aufeinander zu verhüten, die leicht Kratzer hervorrufen würden. Aus gleichem Grunde verfahren viele Fabrikanten, wie es zuerst in England geschah, auch so, daß sie die Platten — wenigstens die kleineren Formate — an einer Schnittkante mit der Schicht zusammenhängend belassen, so daß diese letzte leichte Trennung vom Verbraucher vorzunehmen ist[2]).

Zwischenlagen zwischen den Platten aus Papier, Kartonstreifen, Rahmen und dergleichen, die im Laufe der Zeit vielfach zur Verwendung kamen[3]) und auch heute noch z. B. in den Ver. Staaten anzutreffen sind, führen mit Sicherheit eine Zersetzung der Schicht an den betreffenden Stellen herbei, und haben sich daher nicht bewährt, es sei denn, daß diese Materialien besonders sorgfältig vor-

---

1) R. Colson, Eders Jahrb. f. Phot. 1897. **11.** 402.
2) s. Phot. Ind 1913. **11.** 425.
3) s. u. a. Phot. Ind. 1915. **13.** 241.

präpariert wurden, wie es mit dem Duplexpapier der Rollfilme geschieht (s. S. 349). Besonders bedrucktes Papier beeinflußt die Schicht derartig, daß die Schrift beim Entwickeln sichtbar wird, andere Papiere verhalten sich je nach ihrem Reinheitsgrad sehr verschieden.

Als unschädlich können solche Zwischenlagen nur dann gelten, wenn sie nicht mit den Schichtseiten, sondern nur mit dem Glase der Platten in Berührung kommen. In dieser Ausführungsart der Zuhilfenahme von im Zickzack gefalteter Streifen, in deren Falten die Platten paarweise eingeschoben werden können, wurden verschiedene Packungen geschützt[1]).

Ob Folien aus Gelatine oder aus transparenten Zelluloseestern[2]) praktische Anwendung fanden, wurde nicht bekannt.

Maschinelle Hilfsmittel: Um in einem schnellen Arbeitsgang eine saubere und gute Verpackung zu erzielen, bedient man sich im Großbetriebe besonderer Anleim-, Gummier- und Etikettiermaschinen, wie sie beispielsweise die Firmen Jagenberg in Düsseldorf und W. Laube in Dresden-A. herstellen.

Handelsübliche Packungen: Packungen von nur 2 oder 4 Platten werden häufig für Bemusterungen benutzt, für den Gebrauch sind Dutzendpackungen üblich, daneben auch Halbdutzendpackungen, besonders bei größeren Formaten[3]), während Packungen für je 10 Platten zwar mehrfach empfohlen wurden[4]), sich aber doch seither nicht einführen konnten.

Dem langgehegten Wunsche der Verbraucher nach einer Empfindlichkeitsangabe auf den Etiketten kommen die meisten Fabriken in neuerer Zeit nach.

Plattenpacks: Plattenpacks mit selbsttätiger Wechselvorrichtung haben eine gewisse sich auf die kleineren Formate beschränkende Verbreitung gefunden. Sie erfordern eine besondere an die Kamera angepaßte Kassette (Adapter) und bieten in manchen Fällen gewisse Vorteile. Wichtig für ihre praktische Verwendbarkeit

---

1) D. R. P. 262 164 (1912) der Maschinen für Massenverpackung G. m. b. H.; ref. Phot. Ind. 1913. **11.** 1183. — G. M. 603 074 für A. Walcker; ref. Phot. Ind. 1914, **12.** 788. — G. M. 602 652 für H. T. Gaseltine; ref. Phot. Ind. 1914. **12.** 908.

2) Brit. P. 232604 (1924) für Pathé-Cinéma.

3) Phot. Ind. 1913. **11.** 1090.

4) Phot. Ind. 1913. **11.** 1216; s. a. 1915. **13.** 280, 316, 349, 377, 421; 1917. **15.** 608.

ist, daß sie ein sicheres und störungsfreies Wechseln der Platten gestatten, und daß die Platten stets automatisch im richtigen Fokus zu liegen kommen. Ein bekannter Plattenpack, mit je 6 Platten bis zur Größe 10×15 cm, ist der der Piller Platten- und Filmpackfabrik A.-G., München, dessen sich verschiedene Trockenplattenfabrikanten bedienen. Von Neukonstruktionen verschiedener Art, die in zahlreichen Patenten niedergelegt sind[1]) sei noch der Agfa Plattenpack[2]) hervorgehoben, der sich dadurch auszeichnet, daß er eine Tageslichtentwicklung gestattet, eine Dunkelkammer also vollkommen entbehrlich macht. Der 5 Chromo-Isorapid-Platten enthaltende Pack wird bei Tageslicht in den dazugehörigen Adapter eingelegt. Durch zwei einfache Handgriffe vollzieht sich der Plattenwechsel schnell und sicher. Sind alle 5 Platten belichtet, entnimmt man den Pack dem Adapter und versenkt ihn in einen kleinen Tank, der mit Entwickler gefüllt ist. Nach 5 Minuten ersetzt man den Entwickler durch Wasser und darauf durch Fixiersalzlösung. Nach einer weiteren Viertelstunde kann man den Pack bei vollem Tageslicht öffnen unnd die entwickelten Platten zum Wässern und Trocknen herausnehmen.

Überseeverpackung: Wesentlich ist hierbei ein völlig luftdichter Abschluß. Man erreicht ihn am besten durch Sonderverpackung jedes einzelnen Plattenpaketes in genau den Formaten angepaßten Weißblechschachteln, die mit einem Leukoplastverschluß versehen werden (s. S. 238). Mehrere Dutzend Platten in einer einzigen Blechverpackung unterzubringen, ist deshalb unzweckmäßig, weil nach deren Öffnung sämtliche Platten der gemeinsamen Verpackung der Gefahr schnellen Verderbens ausgesetzt sind, sofern sie nicht innerhalb kurzer Zeit verarbeitet werden.

Wenig empfehlenswert ist das Verlöten der Blechschachteln, da bei nicht sehr sorgfältiger Ausführung leicht Säure- und Bleidämpfe mit eingeschlossen werden, so daß eine derartige Verpackung zwar luftdicht sein wird, aber trotzdem den Keim zum Verderben der Platten in sich birgt[3]).

---

1) u. a. Brit. P. 256 613 (1925) für Marian und Johann Romanowicz, ref. Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 216) und Brit. P. 258 270 (1925) für Henri Chauvin, ref. Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 137.

2) Brit. P. 253 522 (1925), ref. Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 751—753. — U. S. P. 1 719 961 (1929) für Oskar Becker (Agfa Ansco Corp.).

3) Phot. Ind. 1921. **19.** 1022; s. a. 1914. **12.** 134.

Fabrikationsfehler[1]).

Da sich heute niemand — es sei denn für wissenschaftliche Zwecke — mit der Selbstherstellung von Trockenplatten befassen wird, und die Trockenplattenfabrikanten andererseits über langjährige Erfahrungen verfügen, ist eine Aufzählung vieler leicht vermeidbarer Fehler ohne praktischen Wert; gegenüber früheren Zusammenstellungen beschränkt sich daher die folgende auf einen engeren Kreis von Fehlerscheinungen.

Entmischen der Emulsion unter Absetzen von Bromsilber am Boden des Gefäßes kann eintreten, wenn die Emulsion mit zu wenig Gelatine angesetzt, beim Mischen ungenügend gerührt und bei hoher Temperatur oder mit zu viel Ammoniak digeriert wurde, oder wenn eine zu konzentrierte Silbernitratlösung bei der Emulsionsdarstellung angewandt wurde. Wird der Bodensatz aufgerührt und das grobkörnige Bromsilber in der Emulsion verteilt, so erhalten auch die späteren Negative eine grobkörnige Struktur, die schon mit bloßem Auge sowohl vor wie nach dem Fixieren sichtbar ist.

Die Emulsion ist zu dünnflüssig und gibt Schichten, die den Metallfaden einer Glühlampe durchscheinen lassen. In diesem Fall wurde entweder von vornherein beim Emulsionsansatz zu viel Wasser angewandt, oder aber die Emulsion nahm beim Waschprozeß zuviel Wasser auf, oder sie wurde nicht genügend durch Abtropfenlassen von anhaftendem Wasser befreit. Der Fehler ist daher leicht zu vermeiden, wenn man die Emulsion mit weniger Wasser ansetzt, nach dem Waschen stets ihr Gewicht feststellt, und etwa fehlendes Wasser nachträglich zusetzt.

Flüssigwerden der Emulsionsgallerte zeigt sich bei eintretender Hydrolyse der Gelatine, wenn die Emulsion längere Zeit ohne ausreichende Kühlung aufbewahrt wurde. Ihr Erstarrungsvermögen büßt die Emulsion auch leicht bei stattfindenden Gewittern ein. Derartige Emulsion erstarrt schlecht oder gar nicht auf den Platten, arbeitet meist schleirig und löst sich nach dem Fixieren leicht vom Glase ab, so daß es zwecklos ist sie zu verarbeiten (s. a. S. 131).

Will man die Hydrolyse der Gelatine und ihre Zersetzung durch Bakterien für einige Zeit aufhalten, so kann dies durch Überschichten

1) Dieser Zusammenstellung liegt die von Eder bereits 1880 erstmalig gegebene Übersicht über Fehler im Bromsilbergelatineverfahren zu Grunde. s. a. David-Scolik, Die Photographie mit Bromsilbergelatine, Bd II, Halle 1890, ferner R. Namias, Handbuch der Photogr. Chemie, Bd I, Halle 1907. S. 147 bis 152.

der Emulsionsgallerte mit Alkohol, Toluol oder aber auch mit verdünnter Phenollösung (etwa 1:100) geschehen, die man nach kurzer Einwirkung wieder abgießt. In gleicher Weise können natürlich auch Emulsionsnudeln durch kurze Behandlung mit Phenol konserviert werden.

Streifen in der Gießrichtung, die verhältnismäßig scharf begrenzt sind und sich glänzend von ihrer Umgebung abheben, treten beim Maschinenguß nicht selten auf, und sind eine Folge ungleichmäßiger Abgabe der Emulsion durch den Gießer bzw. die Gießerschleppe an die Platten. Vielfach ist ungeeignetes Material der Schürze die Ursache, oder Abkühlungserscheinungen, die bei kleinen Formaten und bei geringer Arbeitsgeschwindigkeit leicht auftreten, weil hierbei nur wenig Emulsion zufließt.

Gußstreifen, Wellen, Wülste entstehen leicht, wenn die Glasplatten während des Gießens zu kalt sind oder auch die Emulsion nicht genügend erwärmt war, ferner wenn die Emulsion zu wenig Wasser enthält, oder wenn sie zu stark gehärtet wurde. Es ist wichtig, daß kalte Luftströmungen vom Gießer ferngehalten werden, daß das Trockenplattenglas gut vorgewärmt ist, und daß auch die Emulsion stets richtig und gleichmäßig temperiert ist. Im fixierten Negativ pflegen derartige Gußstreifen und Wülste nicht mehr hervorzutreten.

Schlechtes Fließen oder unregelmäßige Verteilung der Emulsion auf den Glasplatten ist auf mangelhafte Vorpräparation derselben zurückzuführen. Man reinige die Gläser zunächst gründlich mit Sodalösung, spüle ab, tauche sie in verdünntes Wasserglas (1:200) und trockne. Beim Handguß hilft man nötigenfalls mit einem angewärmten Glasstab oder einem Pinsel nach. Der den Auftrag von Hand erschwerende Chromgelatine-Unterguß (s. S. 31) bietet beim Maschinenguß keine Schwierigkeiten. Ungenügende Erwärmung der Emulsion oder mangelhaftes Vorwärmen des Glases kann ebenfalls schlechtes Fließen verursachen.

Vorzeitiges Erstarren der Emulsion tritt ein, wenn die Emulsion zu dickflüssig ist oder ungenügend erwärmt wurde, und auf zu kalten Gläsern.

Langsames Erstarren der Emulsion zeigt sich bei ungenügender Abkühlung nach dem Gießen.

Ungleich dicke Schichten entstehen auf unebenem Glase oder bei mangelhaft ausnivellierten Führungswalzen der

Gießmaschine, bzw. beim Auflegen handgegossener Platten auf nicht genau nivellierten Spiegelglastafeln.

Narbenbildung in der erstarrten Emulsion ist auf die Beschaffenheit der angewandten Gelatine zurückzuführen und läßt sich bisweilen durch kurzes Behandeln der Emulsionsnudeln mit Alkohol und Abgießen desselben beseitigen.

Transparente ringförmige Flecke von innen scharfer Begrenzung rühren von Luftblasen her, die entweder noch in der Schicht eingeschlossen sind oder aufplatzten, bevor die Emulsion vollkommen erstarrte und kraterartige Vertiefungen in derselben bildeten, die sich in schräger Aufsicht glänzend abheben. Dieser Fehler wird leicht vermieden, wenn man die Emulsion vor dem Vergießen einige Zeit sich selbst überläßt oder ihr einige Tropfen Äthyl- oder Amylalkohol zufügt, wodurch Schaum und Luftbläschen beseitigt werden. Auch sorgfältiges Filtrieren, eventuell durch Leder und Absaugen aller Luftblasen ist von Vorteil. In schlimmeren Fällen läßt man die geschmolzene Emulsion wieder erstarren, bewahrt sie kühl auf und verarbeitet sie erst am folgenden Tage. Sehr kleine Luftblasen im Innern der Schicht können mit „Nadelstichen“ verwechselt werden (s. S. 232).

Helle in der Durchsicht sich zeigende Flecke verschiedener Größe ohne dunkles Zentrum, die sich mitunter nur nadelsticharti schon auf der erstarrten Platte vor dem Trocknen zeigen, sind eine Folge falscher Behandlung der Emulsion. Sie treten auf, wenn die Emulsion vor dem Waschen nicht genügend zum Erstarren gebracht wurde, weich bleibt und viel Wasser aufnimmt. Auch geben manche Gelatinesorten, besonders weiche, den Fehler in stärkerem Grade als andere. Schließlich zeigen sich diese Flecke, wenn die Emulsion zu lange oder bei unzureichender Kühlung aufbewahrt wurde; sie werden umso größer, je mehr sich die Emulsion durch Alter der Zersetzung nähert.

Namias schreibt den Fehler fast immer der Wirkung irgend eines Metalles (Kupfer, Nickel, Eisen) auf die Emulsion vor oder während des Waschens zu [1]).

Da der Fehler schwer zu beseitigen ist, ist eine damit behaftete Emulsion meist als verloren anzusehen. Als Gegenmittel sind zu versuchen: Zugabe frischer Gelatine, Erhöhung der Härtung der Emulsion mit anschließender guter Filtration, einstündiges Stehen-

1) R. Namias, Handbuch d. Photogr. Chemie, Bd. I, Halle, 1907. S. 148.

lassen der stark erwärmten Emulsion vor dem Gießen; schließlich wird auch ein Einlegen der Emulsionsnudeln während einiger Tage in verdünntem Alkohol empfohlen (vgl. unter Narbenbildung).

Helle mehr oder weniger transparente Flecke von der Durchschnittsgröße eines Stecknadelknopfes mit dunklem Zentrum sind ausnahmslos auf Verunreinigungen zurückzuführen, die entweder bereits den Glasplatten anhaften, oder in Form von Staubteilchen, Fasern und dergleichen bei der Präparation der Platten oder bei ihrem Trocknen auf die Schicht fielen und von dieser in noch feuchtem Zustande festgehalten wurden. Da der Fehler bei Verwendung alten Glases besonders leicht auftritt, hat man für dessen gründliche Säuberung zu sorgen. Besser benutzt man neues Glas. Sind die Flecken mehr oder weniger erhaben, können sie von ungelösten kleinen Gelatineteilchen in der Emulsion herrühren. Außerdem ist dem Fehler durch Beobachtung größter Reinlichkeit, durch gutes Filtrieren der Emulsion, staubfreie Arbeitsräume und sorgsam filtrierte Ventilationsluft zu begegnen.

Dunkle, während der Entwicklung hervortretende kleinere und größere Flecke, die oft auch einen mehr oder minder großen hellen Hof zeigen, sind auf Einwirkung von Metallen (Eisen), Kohlestäubchen, Farbstoffpartikel[1]) u. dgl. Verunreinigungen zurückzuführen. Je nach ihrer Natur ist die Wirkung entweder eine nur rein mechanische, eine sensibilisierende oder desensibilisierende. Bemerkenswert ist, daß schon das Bestreichen des Glases mit Metallen vor dem Emulsionsauftrag zu Fleckenerscheinungen führen kann, so daß jede Berührung desselben mit Metallen vor und während des Gusses zu vermeiden ist.

Auch Kristallaggregate von Bromsilber, sowie die S. 111 erwähnten „giant crystals“ sind bisweilen Ursache kleiner schwarzer (Silber-) Flecke in der Negativschicht.

Matte, runde, scharf abgegrenzte Flecken auf der Emulsionsschicht, die im entwickelten und fixierten Negativ in Aufsicht und Durchsicht sichtbar sind, können in der Regel auf einen Gelatineabbau infolge zu starker Reifung oder auf Fettgehalt der Gelatine zurückgeführt werden (s. S. 69).

---

1) Für die verheerende Wirkung von Farbstoffen als Fleckenerzeuger auf Emulsionsschichten gab Lüppo-Cramer ein lehrreiches Beispiel bekannt. s. Phot. Ind. 1921. 19. 277—278.

Schlieren, Zonen und Streifen von mattem Aussehen und wolkenartiger, mehr oder weniger unregelmäßiger Form, die beim Maschinenguß auftreten, und vorwiegend in der Gießrichtung verlaufen, finden ihre Erklärung in einer eingetretenen Entmischung der Emulsion bei unrichtigem Verhältnis von Bromsilber, Gelatine und Wasser; bei hochempfindlichen Emulsionen begünstigt eine zu weit getriebene Reifung das Auftreten des Fehlers. Um die Tragfähigkeit solcher Emulsionen für das Bromsilber zu erhöhen, empfiehlt es sich, ihnen vor dem Vergießen noch einen Zusatz von etwa 10% frischer in Wasser leicht angequollener Gelatine zuzugeben.

Ähnliche Erscheinungen machen sich bei unregelmäßigem Trocknen der Platten geltend, so bei zu langsamem Trocknen, bei mangelhaftem Luftwechsel und bei Unterbrechungen des Trockenprozesses wie beispielsweise bei öfterem Öffnen des Trockenschrankes und dadurch verursachten Temperaturwechsel.

Erstarrt eine zu dicke Emulsion, während man die Platte — beim Handguß — noch bewegt, so entstehen gleichfalls Wolken. In diesem Falle verdünne man die Emulsion mit Wasser. Zu vermeiden ist auch der Auftrag der Emulsion auf die Platten mit einem kalten Glasstabe oder einem Pinsel, der mit halberstarrter Emulsion getränkt ist, endlich der Auftrag schlecht gemischter Emulsionsreste oder ungenügend gemischter verschiedener Emulsionen.

Große unscharf abgegrenzte dunklere Flecke in der Plattenmitte, die bei der Entwicklung mehr oder minder schleiern, treten auf, wenn die Trocknung unverhältnismäßig lange dauerte; es arbeitet dann nur die schnell getrocknete Randpartie einwandfrei.

Mattglänzende fleckenartige Zeichnung der Plattenoberfläche tritt bei ungenügendem Auswaschen einer Emulsion infolge Ausscheidens der überschüssigen Salze auf, ist also ein Fehler, der sich bei sorgsamer Arbeit niemals zeigen wird.

Oberflächenschleier (chemischer Schleier), der sich bei der Entwicklung bemerkbar macht, muß auf nur unvollständig reduzierend wirkende Substanzen zurückgeführt werden, mit denen die Emulsion z. B. während des Waschprozesses durch unreines Wassers in Berührung gekommen ist. Man untersuche das Wasser und auch die angewandten Chemikalien einschließlich der Gelatine (Silbernitratprobe, s. S. 67).

Die als schleierverhindernd empfohlenen Substanzen wie Kalium-

bichromat, Bromsalze und selbst Bromwasser beseitigen erfahrungsgemäß den Oberflächenschleier nicht, sondern üben höchstens eine die Empfindlichkeit herabsetzende Wirkung aus. Namias empfiehlt 1 g Jodammonium auf 1 l Emulsion, oder auch eine Lösung von Jod in Jodkalium, wodurch der Schleier wenigstens teilweise entfernt werden soll[1]).

Randschleier, anfangs nur wenige Millimeter breit, erstreckt sich allmählich zunehmend immer weiter in das Plattenninnere und macht die Platten schließlich gänzlich unbrauchbar. Er kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, so auf bei der Trocknung auftretende Oberflächenspannung und Diffusionserscheinungen, dann auch auf Einwirkungen des Verpackungsmaterials und eine unreine Atmosphäre.

An den dünner gegossenen Plattenrändern tritt Randschleier leichter auf als an den Rändern, die durch nachträgliches Zerschneiden aus einer größeren Platte entstanden sind, so daß in solchen Fällen sicher die während der Trocknung wirksamen Kräfte Ursache seines Auftretens sind, während in dem ebenfalls zu beobachtenden Falle, daß sowohl die natürlichen wie auch die Schnittränder zu schleiern beginnen, die Verpackung oder atmosphärischer Einfluß seine Entstehung verursacht haben.

Daß eine hochgereifte Emulsion nicht nur zur allgemeinen Schleierbildung der Platten, sondern auch zur Entstehung von Randschleier leichter Veranlassung gibt, erscheint selbstverständlich.

Gelbschleier: kann eintreten, wenn Schornstein- oder Abortgase durch die Lüftungsanlage in die Trockenräume gelangten.

Ablösen der Emulsionsschicht vom Glase, bzw. Neigung zum Kräuseln und zur Blasenbildung, Erscheinungen, die sich besonders leicht bei zu warmen Bädern oder zu warmem Spülwasser im Sommer zeigen, sind auf eine mangelhafte Vorpräparation zurückzuführen, gelegentlich auch auf eine zu intensiv durchgeführte Reifung und dadurch erfolgten Abbau der Gelatine. Durch Verwendung bester Gelatine und ausreichender Härtung des Gelatineuntergusses und der Emulsion ist der Fehler, der unter normalen Arbeitsbedingungen niemals vorkommen wird, vermeidbar.

---

1) R. Namias, Handbuch d. Photogr. Chemie, Bd. I, Halle 1907. S. 149.

Langsames oder unregelmäßiges Fixieren der Negative bei sonst richtig durchgeführtem Fixierprozeß (Thiosulfatüberschuß, richtige Konzentration und Temperatur!) kann in der molekularen Struktur des Bromsilbers begründet sein. War letzteres z. B. mit Silberoxydammoniak bei hoher Temperatur und mit viel Jodsilber hergestellt, oder in konzentriertem Zustande mit wenig Gelatine emulsifiziert, so fixiert es langsamer als wenn ein mit reichlichem Gelatinegehalt erzeugtes, mäßig empfindliches und feinverteiltes Bromsilber vorliegt.

Harte, glasige Negative können ebenfalls in der Fabrikation, wenn auch nie bei sorgsamer Arbeitsweise, begründet sein, dann nämlich, wenn die Emulsion schlecht ausgewaschen war und noch lösliches Bromid enthielt (s. hierzu auch S. 114).

Lagerung der Trockenplatten.

Die für eine sachgemäße Aufbewahrung der Trockenplatten (gleicherweise für Filme und Emulsionspapiere) geltenden Bedingungen bestehen im wesentlichen in der Innehaltung einer tunlichst nicht allzusehr schwankenden Temperatur des Lagerraumes, die am besten 16—20° C beträgt und nicht erheblich höher sein soll, während eine relative Feuchtigkeit der Luft von etwa 50 bis 60% als normal gilt. Gase, wie Schwefelwasserstoff, Leuchtgas, schweflige Säure oder Ausdünstungen von Chemikalien, Farbanstrichen usw., die auf Emulsionsschichten bekanntlich besonders verderblich wirken, sind selbstverständlich fernzuhalten. Zu vermeiden ist auch das Aufeinanderschichten zu vieler schwerer Pakete, da hierdurch ein Aufplatzen der unteren Schachteln herbeigeführt werden kann, und ebenso sollen die Packungen nicht längere Zeit dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt werden.

Zweiter Abschnitt.

Fabrikation der Rohfilme.

ERSTES KAPITEL.

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER ROHFILMFABRIKATION[1]).

Verschiedene Schichtträger.

Verfolgt man den Entwicklungsgang der Rohfilmfabrikation, so ist derselbe vor Einführung des Zelluloids in die photographische Technik durch eine Fülle der verschiedensten Verfahren gekennzeichnet, nach denen man vor allem in dem Bestreben das lästige Gewicht und Volumen des Glases zu vermeiden, eine brauchbare Unterlage für die lichtempfindliche Emulsion schaffen wollte.

Aber mit dem Zelluloid, dem heute wichtigsten Bildträger bei Filmen[2]), war keineswegs sofort ein leichter Aufbau der Filmfabrikation ermöglicht, sondern es bedurfte erst außerordentlicher und von mehreren Seiten oft wiederholter Anstrengungen unter Aufwand erheblicher Kapitalien, um dieses Material in einer photographischen Anforderungen genügenden Beschaffenheit fabrikatorisch herzustellen.

Ähnliche Schwierigkeiten wiederholten sich, als man die inzwischen bekannter gewordenen Zelluloseazetate zur Herstellung von Filmbändern heranzog, die sich trotz des großen Vorzuges ihrer schweren Entflammbarkeit, wegen ihrer mechanisch weniger guten Eigenschaften schließlich doch nur einen bescheidenen Platz

---

1) Eine an Ausführlichkeit einzig dastehende Zusammenstellung der Literatur über Geschichte, Chemie und Fabrikation der Filme, einschließlich der Patente aller Staaten findet sich in Edward Chauney Worden's Technology of Cellulose Esters, Bd. IV (herausgegeben von der Eschenbach Printing Company, Easton, Pa. 1921; 10 Bde.). Da eine auch nur annähernd erschöpfende Wiedergabe der in diesem Werke zu findenden Nachweise den Rahmen dieses „Handbuches" nicht nur weit überschreiten, sondern seine Übersichtlichkeit beeinträchtigen würde, wurde auch in dieser Neuauflage die maßvolle Abgrenzung Eders beibehalten, während für eingehendere Quellenstudien auf das genannte Werk verwiesen sei.

2) Das Wort „Film" ist auf das angelsächsische „Felmen" (neutr.) zurückzuführen, worunter die sich auf der Milch bildende Haut zu verstehen ist. Die falsche maskuline Bezeichnung „der Film" hat sich allgemein eingebürgert. F. Ullmann, Enzyklopädie der techn. Chemie, 1914, Bd. 5, 522.

innerhalb der photographischen und insbesondere kinematographischen Industrie zu erobern vermochten.

Als Materialien, welche außer dem Zelluloid teils als provisorische, teils als dauernde Unterlage für photographische Schichten im Laufe der Zeit in Anwendung kamen, sind zu nennen: Glas, Papier, Kollodium, Gelatine, Kasein, Viskose, dünne Glimmerplatten und Aluminium [1]).

Glas (als provisorischer Schichtträger) wurde für Negativfolien aus Kollodiumhäutchen schon im Jahre 1855 von F. Scott Archer benutzt, indem er diese Folien durch eine Guttaperchalösung mit dem Glase verband, so daß sie abgezogen werden konnten [2]). Zahlreiche ähnliche Verfahren, bei denen die Kollodiumschicht zunächst auf Glas präpariert, dann mit den erhaltenen Bildern auf andere Materialien übertragen wurde, wurden in der Folgezeit bekannt gegeben [3]).

Papier als Schichtträger: Gewöhnliche und abziehbare Negativpapiere lagen in Warnerkes „Stripping Films" (1875) [4]), in Eastmans „Stripping Films" (1885) [5]), in J. Gaedickes „Deutschen Emulsionsblättern" [6]), in F. Wildes „Emulsionskartons" [7]) und in Friese Greenes Patent-Opal-Cards (1890) [8]) vor, auch nach dem J. E. Thorntonschen Verfahren (1899) [9]) und nach A. Hofmann (1899) [10]) wurde Bromsilbergelatine auf ein präpariertes Papier gegossen und nach der Verarbeitung als Negativ-

1) Eine anschauliche Schilderung der Ersatzmittel für das Glas als den Träger der lichtempfindlichen Schicht und des ersten Bekanntwerdens der rollbaren Negativhäute von Eastman findet sich im Prometheus 1889/90, Nr. 18 u. 19; es wird dabei auf die Tatsache hingewiesen, daß in Deutschland wenig oder nichts in gleicher Richtung geschah; s. a. David-Skolik, Die Photographie mit Bromsilbergelatine, 1889, Bd. I, S. 218 ff.

2) Eders Handb. d. Photographie Bd. I. 1905, S. 263.

3) E. C. Wordon, Technology of Cellulose Esters 1921, Bd. 4, S. 2900.

4) The Brit. Journ. Photographic Almanac 1925, S. 452.

5) Ebenda; s. a. Brit. Journ. of Phot. 1887. **34.** 209; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1888. **2.** 474; 1891. **5.** 488. George Eastman selbst gab eine Schilderung der Erfindung des „Eastman Stripping Film" (Brit. P. 13 5961/884) und seiner späteren Versuche Kollodium zur Herstellung transparenter Rollfilme zu verwenden in einem Briefe, der sich in den Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1925. 9. 79—81 abgedruckt findet.

6) Eders Jahrb. f. Phot. 1889. **3.** 172 und 384.

7) Eders Jahrb. f. Phot. 1889. **3.** 172 und 178.

8) Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 492.

9) Brit. P. 17 164 und 17 165 (1899).

10) D. R. P. 105 867 (1899), das 1901 für nichtig erklärt wurde.

haut abgezogen. Filme dieser Art wurden beispielsweise von der Photochemischen Industrie G. m. b. H. in Köln-Nippes unter der Bezeichnung „Cardinalfilms", von der Thornton-Film Comp. in Altrinham (England) als „Glasolin-flat-Film" vertrieben.

Kollodium als Schichtträger lag einem Patent von E. Vogel zu Grunde[1]), s. a. S. 252, Anm. 5.

Gehärtete Gelatine als Schichtträger wurde mehrfach benutzt. So härtete Frödmann Gelatine mit Bichromat[2]); hieraus bestanden die „Vergara"-Filme. Auch die Trockenplattenfabrik Otto Perutz in München erzeugte schon 1888 farbenempfindliche Filme aus Gelatinehäutchen[3]) und 1890 folgte ihr Dr. C. Schleußner in Frankfurt a. M. mit einem ähnlichen Fabrikat. Ein französisches Erzeugnis waren die Balagny-Häute[4]), ein amerikanisches Anthonys-Negativ-Emulsionshäutchen[5]). Am bekanntesten wurden die „Gelatoid"- oder „Tannalin"-Filme der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin, die durch Härtung von Gelatine mit Formalin erzeugt wurden[6]).

Mischungen von Kollodium mit Gelatine als Schichtträger: Zu den Vorläufern der Zelluloidfilme gehören auch die verschiedenen Kombinationen von ungehärteten und gehärteten Gelatineschichten mit Kollodium, die bereits 1879 von M. Ferrier[7]) u. E. Stebbing[8]), 1883 von Wilde[9]) und 1886 von Balagny[10]) zur Herstellung von Folien für photographische Zwecke benutzt wurden, und eine Reihe patentierter Verfahren, so von O. Moh[11]), dessen von der Secco-Film-Gesellschaft Dr.

---

1) D. R. P. 55 078 (1889).

2) D.R.P. 41 390 (1887); ref. Phot. Korresp. 1888. **25.** 305; vgl. hierzu F. Stolze, Phot. Rundsch. 1891, **28.** 627.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1890. **4.** 320; 1891, **5.** 318 u. 490.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 489, s. a. Phot. Korresp. 1988. **35.** 500.

5) Eders Jahrb. f. Phot. 1890. **4.** 320; 1891. **5.** 490.

6) D. R. P. 88 114 (1894) und viele ausländ. Patente; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1895. **9.** 459, und 1898. **12.** 406.

7) Bull. Soc. Franç. de Phot. 1879. **25.** 125; ref. Phot. Korresp. 1879. **16.** 113.

8) Brit. Journ. of Phot. 1882. **29.** 54; 1884. **31.** 30.

9) Phot. Korresp. 1883. **20.** 162.

10) Moniteur de la Phot. 1885, 1886, S. 9 und 20; Phot. Korresp. 1885. **22.** 98, 1886. **23.** 361 und 442; vgl. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1892, **6.** 409; Phot. Wochenblatt 1886, **12.** 354 und 362, 1887, **13.** 67.

11) D. R. P. 117 310 (1898) und D. R. P. 204 868 (1906); vgl. Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 511, 1900. **14.** 136 und 1909. **23.** 379, ferner Phot. Korresp. 1899. **36.** 117, 154, 551.

Hesekiel, Moh & Co. vertriebene „Secco-Filme“ allgemeiner bekannt wurden, von J. H. Smith[1]), der ein Gelatinehäutchen beiderseitig mit Kollodiumschichten überzog, ein englisches Patent der Höchster Farbwerke[2]), das ein Gemisch von Kollodiumwolle, gelöst in Eisessig-Alkohol mit Gelatine zum Gegenstand hatte, und französische Verfahren von J. Bordeaux[3]), Östreicher[4]) und von J. Rey[5]).

Erwähnenswert ist, daß auch die Eastman-Co. trotz ihrer großen Erfolge mit dem Zelluloidfilm, wovon im folgenden berichtet wird, vorübergehend ebenfalls einen Film auf kombinierter Kollodium-Unterlage in den Handel brachte, den sie anfangs „Pelloid“-, später „Kodoidplates“ nannte[6]).

Kasein wurde gleichfalls zur Herstellung von Filmen vorgeschlagen[7]).

Viskose („Cellophane“) als Schichtträger: Eine große Zahl von Patenten bezogen sich auf die Anwendung von Viskose[8]), wenngleich sich die daraus hergestellten als „Cellophane“ bezeichneten Filme ebensowenig wie die aus Kupferoxydammoniak-Zelluloselösungen gefertigten für photographische Zwecke brauchbar erwiesen, da sie nicht die genügende Widerstandsfähigkeit gegen wässrige Lösungen besitzen, darin aufquellen und lappig werden, außerdem häufig an Transparenz und Haltbarkeit zu wünschen übrig lassen. Um derartige Filme dennoch tauglich zu machen, hat ein Patent von Lumière & Jougla ihre Nitrierung zum Gegenstand[9]). Auch sei der der neuesten Zeit entstammende silberlose Ozaphane Positivfilm der Société S. J. A. P., Rueil, er-

---

1) D. R. P. 168 397 (1904) und D. R. P. 176 321 (1904).

2) Brit. P. 15 355 (1900); s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1901. **15.** 642.

3) Franz. P. 401 912 (1908).

4) Franz. P. 405 307 (1909)

5) Franz P. 384 206 (1907).

6) Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17.** 477.

7) Franz. Patente 379 421 (1907) der Soc. Ame. de Cellulose-Cotton pour Poudres Blanches de Guerre et Celluloid, und 386 011 (1908) für C. Pozzi und A. Tondelli.

8) Eine Zusammenstellung der umfangreichen Literatur über Viskose findet sich in Margosches, Die Viskose, ihre Herstellung, Eigenschaften und Anwendung, Leipzig 1906. — Neuere, die Verwendung der Viskose als Unterlagen für photographische Schichten betreffende Verfahren wurden in F. Wentzel, Die Photographisch-Chemische Industrie, Dresden 1926, erwähnt.

9) Franz. P. 577 627 (1923).

wähnt, bei dem der alte Nachteil der großen Empfindlichkeit der Viskosefilme gegen Feuchtigkeitseinflüsse überwunden sein soll[1]. Im Normalformat nur zirka 0,1 mm stark, ist sein Gewicht also sehr gering. Er liefert Positive nach Positiven, und nach der Belichtung durch Quecksilberdampflampen wird er nach dem Diazoverfahren von G. Goegel[2]) mit Ammoniakdämpfen entwickelt, d. h. das wahrscheinlich entstehende Diazobild wird in ein beständiges Azobild übergeführt.

Dünne Glimmerplatten statt Glas benutzte O. Moh in Görlitz [3]) und M. Raphael in Breslau (1892) [4]) zur Erzeugung von Bromsilbergelatineplatten.

Zelluloid als Schichtträger.

Erste Mitteilungen über Zelluloidfolien und erste fabrikatorische Versuche zu ihrer Herstellung: Die erste Mitteilung über Herstellung und Vorzüge der Zelluloidfilme — das Zelluloid[5]) selbst wurde 1869 von den Brüdern Hyatt aus Newark, N. J., erfunden — dürfte Fourtier im Jahre 1881 in der Pariser Photographischen Gesellschaft gemacht haben[6]), während die ersten fabrikatorischen Versuche, Zelluloidfolien als Schichtträger für Bromsilbergelatine zu benutzen von der amerikanischen Carbutt, Trockenplatten- und Emulsionspapierfabrik in Philadelphia, U. S. A., 1884[7]), bald darauf auch von der Eastman Dry Plate and Film Company in Rochester, N. Y., U. S. A., und in London in den Jahren 1888 und 1889 unternommen wurden.

Patentstreit zwischen Rev. H. Goodwin und der Eastman Dry Plate and Film Company: Das Zelluloid jener Zeit war für Rollfilme zunächst nicht brauchbar, da es außerordentlich

1) Filmtechnik 1927. **3.** 149, Kinotechnik 1928. **10.** 70.

2) s. dieses Handb. Bd. 2, 3. Aufl., 1927, S. 727 und Bd. 4, 2. 4. Aufl. 1927, S. 479—488; es handelt sich hier um die D. R. Patente 302 786, 371 385, 383 510, 386 433 und 386 434 für Koegel-Kalle, s. a. Phot. Ind. 1929. **27.** 271—272 und 296—298.

3) Phot. Korresp. 1891. **28.** 80; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 492; 1893. **7.** 402; Phot. Archiv 1892, **33.** 78.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1893. **7.** 402.

5) Das Wort „Zelluloid" ist frei erfunden, wurde von der Celluloid-Company in New-Jersey, N, Y. zur Bezeichnung ihrer Erzeugnisse angewandt, und im Jahre 1873 sowohl für die Ver. Staaten von Nord-Amerika wie für Groß-Britannien als Schutzmarke in das Handelsregister eingetragen.

6) Bull. Soc. Franç. 1881, **28.** 74 u. 210; Phot. Korresp. 1881. **18.** 90.

7) Anthonys Phot. Bull. 1888; Phot. Korresp. 1889. **26.** 177.

hohe Anteile an Kampfer enthielt, und weil das Material in Blöcken hergestellt wurde, aus denen die Folien geschnitten werden mußten. Sowohl die Länge und Dicke der Folien wie auch ihre Biegsamkeit waren hierdurch begrenzt, und das erhaltene Produkt konnte daher den neuen Anforderungen nicht genügen. Statt dessen kam es darauf an, eine Nitrozellulose-Kampferlösung herzustellen, die auf Bahnen so lang als nur möglich zu einem dünnen Film ausgegossen werden konnte. Da jedoch die Trocknungsbedingungen hierbei von großer Wichtigkeit waren, und man diese nicht beherrschte, erwies sich dieses Verfahren zunächst als praktisch ungangbar.

Wie die Nachprüfung der weittragenden Erfindung der Zelluloidfilme ergab, wurde die erste Anmeldung eines Patentes auf Rollfilme von dem amerikanischen Geistlichen Hannibal Goodwin, der in Newark, N. J., lebte und mehrere Jahre an diesem Problem arbeitete, am 2. Mai 1887 vollzogen.

Dieses Patent, das seitdem eine außerordentliche Bedeutung erlangte, umfaßte nicht allein das Produkt, sondern auch das Verfahren selbst, dessen Grundgedanke darin bestand, in die Lösung ein hochsiedendes Lösungsmittel für Nitrozellulose einzuführen, das dem niedrigsiedenden Lösungsmittel erlaubte, zuerst zu verdunsten. Das hochsiedende Lösungsmittel hielt das Material in Gegenwart von Feuchtigkeit solange in Lösung bis dieselbe vollkommen verdampft war, so daß eine Ausscheidung der Nitrozellulose vermieden wurde.

Volle elf Jahre lag das Patent unentschieden beim amerikanischen Patentamt, da während dieser Zeit seitens der Eastman-Kodak-Company jede nur erdenkliche Methode angewandt wurde, seine Erteilung zu verhindern. Schließlich wurde es aber Goodwin am 13. September 1898 (U. S. P. 610861) als zu Recht bestehend zuerkannt[1]). Kurz darauf wurden Goodwins Rechte von den Vorgängern der Ansco-Photoproducts, Inc, in Binghamton, N. Y., übernommen, welche den Prozeß unter dem Namen The Goodwin Film and Camera-Company gegen die Eastman-Kodak Company geführt hatte. Dieser Rechtsstreit, der in der Geschichte der Patentprozesse jener Zeit sowohl hinsichtlich seiner Dauer wie der Höhe der Entschädigungssumme, welche die

1) s. hierzu E. C. Worden, Technology of Cellulose Esters, Easton (Pa), Bd. 4, S. 2889 und 2890 mit den Entscheidungsgründen des U. S. District Court und des U. S. Circuit Court of Appeals; ferner Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17** 475/476.

Kodak-Gesellschaft schließlich an die Ansco-Company zu zahlen hatte, einzig dasteht, beschäftigte die Gerichte bis zur endlichen Entscheidung im März 1914.

Hannibal Goodwin wurde also endgültig als der rechtmäßige Erfinder der Zelluloidunterlage des Rollfilmes offiziell anerkannt, ohne welche kein brauchbarer Film hätte hergestellt werden können.

Goodwin nahm noch eine ganze Reihe anderer Patente zur Herstellung photographischer Schichtträger, darunter ein solches, welches die wertvollen Eigenschaften des damals gerade entdeckten Amylazetates[1]) hierauf übertrug.

In der Zwischenzeit hatte Eastman aber die Erfindung des Zelluloidfilmes in seinem eigenen Betriebe auf Grund von unter dem Namen Reichenbach angemeldeter Patente[2]) bereits maschinell durchgeführt und ihre geschäftliche Ausbeutung eingeleitet.

Erste Gießmaschine für Zelluloidfilme: Von großer praktischer Bedeutung war hierbei die Konstruktion der ersten Trommelgießmaschine durch William Hall Walker, einen Mitarbeiter Eastmans (1893), mit deren Hilfe es möglich war, lange Zelluloidbänder in einem kontinuierlichen Arbeitsgange herzustellen[3]), ein Verfahren, das später auch von anderer Seite aufgenommen wurde, und dessen Prinzipien auch den bei uns vorzugsweise gebräuchlichen Bandgießmaschinen zu Grunde liegen.

Non Curling Filme: Um es gleich zu erwähnen, gelang es der späteren Eastman-Kodak Co. auch als erster den großen Übelstand zu beseitigen, daß sich die Filme während des Trocknens rollen, indem sie ihre Filme zum Ausgleich der Spannungen mit einer rückseitigen Gelatineschicht überzog und als „Non-Curling" Filme in den Handel brachte (1903). Alle Rollfilmspulen anderer Systeme wurden dadurch mit einem Schlage überholt[4]).

---

1) Die lösende Eigenschaft des Amylazetates für Zelluloseester wurde von J. Stevens entdeckt. U. S. P. 269 342 (1882). Später — in dem Zeitraum von etwa 1911 bis 1920 — suchte man das Amylazetat wie auch den Kampfer durch zahlreiche andere Körper wie Derivate des Naphtalins, Azetylderivate sekundärer aromatischer Amine, Benzoësäure, Benzaldehyd und Kondensationsprodukten desselben, Cyclohexanone, Castoroel usw. zu ersetzen, ohne daß diese alle doch vollkommen befriedigten.

2) U. S. P. 417 202 (1889), U. S. P. 479 305 (1892) und das auf H. Reichenbach und S. Passavant lautende U. S. P. 458 663 (1891), D. R. P. 59 267 (1891) der Eastman Dry Plate and Film-Company, London.

3) Brit. P. 4214, angem. 25. Februar 1893.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1904. **18.** 442.

Vorherrschaft der Eastman-Kodak Co. auf dem Weltmarkt[1]): Obwohl in den neunziger Jahren auch anderorts, so in England, in Frankreich und auch Deutschland[2]) mehr oder weniger große Anstrengungen gemacht wurden um mit der amerikanischen Fabrik in Wettbewerb zu treten, beherrschte diese doch bis um das Jahr 1900 den Markt in Zelluloidrollfilmen, und deckte auch um 1910 noch schätzungsweise $^2/_3$ des Gesamtbedarfs an Filmen.

Offenbar sind sowohl die außergewöhnlichen Anforderungen an das Fertigfabrikat, verbunden mit den Schwierigkeiten der Fabrikation Ursache für diese bemerkenswerte Erscheinung, galt es doch nicht allein die Aufgabe nach der chemisch-technischen Seite zu lösen, nämlich eine für photographische Zwecke brauchbare Zelluloidfolie zu schaffen, weiter die lichtempfindliche Emulsion der neuen Unterlage und dem Verwendungszweck anzupassen und die Emulsion auf dem Zelluloid zum Haften zu bringen, sondern auch maschinentechnisch boten sich eine Fülle von Problemen, die nur auf Grund langwieriger und kostspieliger Versuche einer befriedigenden Lösung entgegengeführt werden konnten, die also eine Summe von Erfahrungen voraussetzten, in denen die Eastman-Kodak Co. durch ihr zielbewußtes Vorgehen bereits einen erheblichen Vorsprung gewonnen hatte.

Ansätze zur Aufnahme der Filmfabrikation bei verschiedenen Firmen des In- und Auslandes bis 1914: Von Firmen, die sich außer der Eastman-Kodak Co. schon frühzeitig auf die Fabrikation von Zelluloidfilmen einstellten, sind zu nennen: Austin Edwards in Warwick (England), Wellington & Ward in Estree (England) und The Rotary Photographic Co., Ltd., London, doch waren die Erfolge meist so unbefriedigende, daß man diesen Fabrikationszweig fast an allen Stellen wieder aufgab, zumal man zunächst ausschließlich auf den Bezug geeigneten Zelluloids von der Celluloid-Company in New York angewiesen war, die nur verhältnismäßig wenig Material zu liefern vermochte, so daß häufig Rohstoffmangel eintrat. Zelluloid in Folien herzustellen, bemühte man sich auch in Deutschland bereits um 1891[3]), und erwähnt

---

1) Über die Entwicklung der Eastman Kodak Company aus kleinsten Anfängen s. F. Wentzel: George Eastman und sein Lebenswerk, Phot. Korresp. 1927. **63.** 161—167.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1891. **5.** 152.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1891, **5.** 152.

seien die von V. Planchon 1892 erzeugten, mit einem rundherumlaufenden Metallrand versehenen Filme[1]).

Auch das größte europäische Filmwerk der heutigen I. G. Farbenindustrie Akt.-Ges. befaßte sich schon 1894 mit der Herstellung sogenannter „Anilin-Zelluloidfolien" — auf eigenem Zelluloid mit gewöhnlicher und orthochromatischer Emulsion, ohne daß sich doch damals eine fortlaufende Fabrikation zu entwickeln vermochte.

Ein Jahrzehnt später versuchte sich J. Hauff & Co. G. m. b. H. in Feuerbach in der Erzeugung von Rollfilmen und Kinofilmen, dann die 1903 von Westendorp & Wehner gemeinsam mit Dr. C. Schleußner gegründete Deutsche Rollfilm G. m. b. H.[2]), und vor allem unter Verwendung selbsterzeugten Zelluloids die Neue Photographische Gesellschaft, A.-G. in Steglitz, deren Roll- und Planfilme, letztere in einer „Hemera" benannten Tageslichtpackung in den Jahren 1903—1912 schon orthochromatisch und nichtrollend auf den Markt kamen, schließlich aber mit der Betriebseinstellung des Werkes durch andere Marken ersetzt wurden.

Bleibenden Erfolg hatte erst nach im Jahre 1906 erneut aufgenommenen Versuchen und außerordentlichen Anstrengungen die frühere Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, der es glückte einen dem amerikanischen Erzeugnis an Güte nahekommenden Film für photographische und kinematographische Zwecke herzustellen. Bezeichnenderweise mußte dieser aber erst im Ausland die Feuerprobe bestehen, bevor er auch in Deutschland selbst als brauchbar anerkannt wurde[3]).

Daneben muß die von F. Peltzer 1909 in Düren (Rhld.) gegründete Kino-Film G. m. b. H. genannt werden, die ebenfalls Filme aller Art auf eigenem Zelluloid erzeugte. Dieser Betrieb wurde 1921 der Dynamit-Actien-Gesellschaft, vorm. Alfred Nobel & Co., Hamburg angeschlossen und in den Jahren 1922/23 wurde die Fabrikation nach Jülich (Rhld.) in die dortigen Anlagen der Dynamit A.-G. verlegt, doch stellte die Gesellschaft, die sich ab 1925 Nobel-Film G. m. b. H. nannte, bald darauf ihre Fabrikation ein.

---

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, **7.** 401.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1904, **18.** 442.
3) Die Deutsche Kinotechnische Industrie 1922, S. 33, Sonderausgabe der „Kinotechnik".

Filmpackungen.

Ist so der Zeitraum von 1890, dem Jahre in welchem der Zelluloidfilm zuerst Handelsartikel wurde, bis 1914 dadurch gekennzeichnet, daß das amerikanische Filmfabrikat die Führung hatte, während man an zahlreichen anderen Stellen mit mehr oder weniger Erfolg ernsthafte Versuche unternahm die außerordentlichen technischen Schwierigkeiten, die sich der Aufnahme dieser neuen Industrie entgegenstellten, zu überwinden, so müssen in diesem Zusammenhange auch die vielfältigen gleichzeitigen Bestrebungen berührt werden, die darauf ausgingen die Verarbeitung der Filme durch eine zweckentsprechende Verpackung zu vereinfachen.

Rollfilme.

Ansätze in dieser Richtung datieren weit zurück, denn schon im Jahre 1854 wurde von J. B. Spencer und A. J. Melhuish ein Patent auf einen „Roll-holder" für lichtempfindliches Papier und eine Tageslichtladung genommen [1]), denen ähnliche Vorrichtungen von Barr mit einem Schutzband von schwarzem Kaliko [2]), und von M. Relandin 1855 folgten [3]).

Eastmans „Stripping"-Film: Nach anfänglicher Einführung eines Negativpapiers in Rollenform durch Eastman und den schon genannten Walker erschien am 1. April 1885 der erste Spulenhalter mit einem abziehbaren Papierfilm, dem „Stripping"-Film von Eastman auf dem Markt, für dessen vereinfachte Verwendung im Jahre 1888 die erste Rollfilmkamera, der „Kodak" [4]) hergestellt wurde. Der Film war für 100 Aufnahmen eingerichtet, die erst belichtet werden mußten bevor man zur Entwicklung schreiten konnte; diese konnten die Amateure aber nicht selbst vornehmen, sondern sie mußten den ganzen Apparat an die Firma einsenden,

---

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1905. **19**. 401.

2) Ebenda, s. a. Apollo 1904, Nr. 213, S. 105.

3) The Brit. Journ. Almanac. 1925, S. 452.

4) Über die Bezeichnung „Kodak" erklärte Eastman: „Ich habe das Wort selbst geprägt. Eine Fabrikmarke muß kurz und klar sein, damit sie nicht falsch geschrieben und so ihre Indentität erschwert werden kann. Dem Buchstaben ‚K' gebe ich den Vorzug. Er hat etwas Kräftiges und Markantes an sich, deshalb mußte das Wort, das ich wünschte, mit ‚K' beginnen. Ich versuchte nunmehr verschiedene Zusammenstellungen von Worten, die mit ‚K' beginnen und endigen. Auf diese Weise entstand das Wort ‚Kodak'."

die den Film entnahm, entwickelte und die Kamera von neuem lud. Die ersten Kodaks kosteten mit dem Papierfilm für 100 Aufnahmen $ 25,—[1]).

Die Tageslichtladung der Rollfilme: Nachdem im Jahre 1890 der erste transparente Film herausgebracht worden war, wurde für die weitere schnelle Verbreitung des Films als Aufnahmematerial das System der Tageslichtladung von größter Bedeutung, bei dem die Filme auf Holzspulen gewickelt und ihre lichtempfindliche Schicht durch rückseitiges Einrollen von schwarzem Papier derart geschützt wurde, daß die Spulen bei vollem Tageslicht in die Kamera eingesetzt und nach ihrer Belichtung wieder herausgenommen werden konnten. Diese geniale Erfindung machte Parker B. Cady, ein Angestellter der Blair Camera Co. um 1894 oder 1895, und derartige Zelluloidfilme wurden im Jahre 1895 von der Blair Camera Co. für die Boston Camera Co. gefertigt, und von dieser zuerst auf den amerikanischen Markt gebracht, während dies in Europa durch die Europaen Blair Camera Co. in London geschah. Die Eastman Co. kaufte später die Boston Camera Co. auf, und führte seitdem die Herstellung und den Verkauf von Filmen dieser Art, die sich schnell den Beifall des großen Publikums erwarben, fort[2]).

Der „Vidilfilm“: Eine vielversprechende Abänderung der Spulenpackung, die aber wieder verlassen wurde, kam in den Jahren 1903 und 1904 unter der Bezeichnung der „Vidilfilme“ auf, eine Erfindung von H. Fritzsche in Leipzig, die darin bestand, daß sie eine genaue Einstellung und die getrennte Entwicklung jeder einzelnen Aufnahme ermöglichte. Erreicht wurde dies dadurch, daß einzelne Filmblätter durch Zwischenräume von durchsichtigem Pergamentpapier getrennt waren[3]). Eine Reihe von Fabriken wie Austin Edwards in Warwick (England), die Société A. Lumière & ses Fils in Lyon, Otto Perutz, München, Johannes Herzog & Co., Hemelingen, Unger & Hoffmann, Dresden und auch die Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, Berlin, brachten entweder eigene oder fremde Zelluloidfilme in dieser Packung

1) Mitteilung der Eastman-Kodak-Co. an den Bearbeiter der Neuauflage; s. a. „The Home of the Kodak“, Rochester, N.-Y. 1924, S. 4.

2) Nach Mitteilungen der früheren Anthony & Scovill Co. in New York an J. M. Eder, s. Eders Jahrb. f. Phot. 1903. **17.** 475.

3) D. R. P. 150 945 (1903) und D. R. P. 155 177 (1903); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1905. **19.** 399 und 400; Phot. Chronik 1904, S. 465 und 679.

unter ihrem Namen heraus[1]). Der gleiche Gedanke wiederholte sich in einem sehr viel späteren Patente von H. Schanze in Göttingen[2]).

Die Autograph-Einrichtung von Geisman erfunden und ihm patentiert, von der Eastman-Kodak Co. 1913 erworben und herausgebracht, bedeutete einen weiteren Fortschritt bei Rollfilmen. Sie ermöglicht auf photographischem Wege das Datieren und Betiteln jeder Aufnahme unmittelbar nach der Belichtung in solcher Weise, daß derartige Notizen auf dem Film gleichzeitig Teile des Negativs selbst werden[3]).

Neuere Ausführungsformen der Rollfilmpackung beziehen sich u. a. auf Bezeichnungen der Teilbildgrößen[4]), auf das Herausnehmen der einzelnen Bilder nach erfolgter Belichtung[5]), auf eine Verhinderung selbsttätigen Loswickelns der äußeren Spulenwindungen beim Einsetzen (bzw. Herausnehmen) der Spulen in die Kamera[6]), auf Beschriftung nach der Belichtung[7]) usw.

Planfilme.

Neben dem Rollfilm führte sich der Planfilm ein, besonders nachdem es gelungen war auch für seinen schnellen Wechsel bei Tageslicht einfache und zweckmäßige Vorrichtungen auszuführen.

Filmpacks: Vorläufer der heutigen Filmpacks waren unter anderem der „tageslichtladende Flachfilm" der Rochester Optical and Camera Co. (1903)[8]), der schon erwähnte Hemerafilm der Neuen Photogr. Gesellschaft A.-G. Steglitz (1904)[9]), der „Agfa-Taschenfilm" (1905)[10]), die Flachfilmpackung von Carl Zeiß, Jena (1904)[11]) und Lumiéres Block Films (1908)[12]). Diesen einfacheren Ausführungen folgten dann eine Reihe

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1904. **18.** 443.

2) D. R. P. 296 767 (1916); ref. Phot. Ind. 1917. **15.** 290.

3) Eastman Kodak Co., The Home of the Kodak, Rochester, N. Y. 1924, S. 5.

4) D. R. P. 372 609 (1921) für J. Heberle; ref. Phot. Ind. 1923 **21.** 562.

5) D. R. P. 373 482 (1922) für L. Gevaert & Co. Soc. Ame.; ref. Phot. Ind. 1923, **21.** 562.

6) D. R. P. 457 788 (1927) für Naamlooze-Vennootschap-Nebo, Haag.

7) D. R. P. 473 605 (1929) für G. Ollendorf (I. G. Farbenindustrie A.-G.).

8) Phot. Rundsch. 1903, 40. 299; Eders Jahrb. f. Phot. 1904. **18.** 442.

9) Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 310.

10) Phot. Mitt. 1905, **42.** 153; Eders Jahrb. f. Phot. 1906. **20.** 308.

11) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, **20.** 308; 1907. **21.** 470.

12) Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 377.

vortrefflich durchgearbeiteter, meist geschützter Wechselpackungen, von denen als bekannteste nur genannt seien der „Premo-Filmpack“ der Rochester Optical and Camera Co.[1]), der „Bayer-Filmpack“, der „Agfa-Filmpack“, der „Tenax-Filmpack“ der Goerz Photochemischen Werke und der „Perutz-Filmpack“[2]).

Entwicklung der Rohfilmindustrie in und nach dem Weltkriege.

Eine vollkommene Wendung führte der Weltkrieg in der Entwicklung der Filmfabrikation herbei, als Deutschland von jeder Einfuhr abgeschnitten war, und der gleichzeitig steigende große Bedarf an Filmen für Heereszwecke dazu zwang, sich auf eine ausreichende Produktion einzustellen.

Das Agfa-Werk in Wolfen bei Bitterfeld[3]): Zunächst war es auch hier wieder die Aktien-Gesellschaft für Anilinfabrikation, die nach anfänglicher durch Rohstoffknappheit und Mangel an Arbeitskräften verursachter Einschränkung neben ihrem bereits seit 1909 in Wolfen bei Bitterfeld bestehenden Betrieb eine neue große Anlage ausbaute, sich durch fortlaufende Erweiterungen derselben auf den großen Verbrauch einstellte und mit ihrem Fabrikat nun auch in der deutschen Kinoindustrie festen Fuß faßte.

Nach Beendigung des Weltkrieges wuchs der Bedarf an Kinofilmen in so ungeheurem Maße, daß es der „Agfa“ trotz ständigen Weiterausbaues ihres Wolfener Werkes kaum gelang, denselben zu decken, denn neben den deutschen Käufern, die sich inzwischen mit diesem Fabrikat vertraut gemacht hatten, wollte nun auch das Ausland, besonders Italien, Frankreich und selbst Amerika beliefert sein.

Die allgemeine Knappheit an Filmen veranlaßte daher um diese Zeit verschiedene andere Firmen, sich gleichfalls mit der Filmfabrikation zu befassen. Wenn aber auch mittlerweile manche Einzelheiten über den Gang der Fabrikation und die erforderliche maschinelle Einrichtung bekannt geworden war, und auch die verwickelten chemischen Vorgänge inzwischen manche neue Deutungen

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1905. **19.** 400.

2) s. F. Wentzel, Die Photographisch-Chemische Industrie, Dresden 1926, S. 109.

3) Die Deutsche Kinotechnische Industrie, 1922, S. 33 (Sonderausgabe der „Kinotechnik“), ferner Agfa Kine-Handbuch, Allgem. Teil.

gefunden hatten, so zeigte sich doch auch jetzt wieder, daß keineswegs allein ein außerordentlich großes Kapital genügt, um ein derartiges Unternehmen ins Leben zu rufen, sondern daß sich die Rohfilmfabrikation in allererster Linie auf eine Unsumme praktischer Erfahrungen stützt, über die naturgemäß nur sehr wenige Fachleute verfügen können. So verlockend die Gewinnaussichten daher auch in Anbetracht des ständig zunehmenden Bedarfes der Kinoindustrie waren, so mußten doch verschiedene Neugründungen die gleichen unangenehmen Erfahrungen machen wie manche ihrer Vorgänger und den Betrieb nach kurzer Zeit wieder einstellen.

Das Goerz-Werk in Berlin-Zehlendorf[1]): Eine der Firmen, der es gelang, sich in zäher und langwieriger Arbeit aus kleinen Anfängen zu entwickeln und durchzusetzen, sind die Goerz Photochemischen Werke, G. m. b. H., Berlin-Zehlendorf, die 1910 gegründet wurden, nachdem schon im Jahre 1908 eine kleine Fabrik errichtet worden war, in der wissenschaftliche und technische Versuche zur Herstellung photographischer Filme vorgenommen wurden. Allerdings beschränkte sich diese zunächst auf die Herstellung von „Tenax"-Pack- und Rollfilmen und unterließ die besonders schwierige Selbstherstellung der Zelluloidunterlage, die sie von der einzigen damals dafür in Frage kommenden amerikanischen Firma, der Celluloid-Company in New-York bezog. Erst später, im Jahre 1912, entschloß man sich dazu, selbst eine Zelluloidanlage einzurichten, da bei der Beschaffung des amerikanischen Materials, das den Anforderungen an Gleichmäßigkeit nicht immer genügte, viele Schwierigkeiten auftraten. Damit zugleich sollte auch die Herstellung von Kinofilmen verbunden werden, doch konnten diese Pläne erst nach Beendigung des Krieges durchgeführt werden, und erst im Jahre 1920 wurde die Fabrikation in dem inzwischen neuerrichteten Zehlendorfer Werke aufgenommen.

Die Lignosefilm-G. m. b. H.: Ein anderes neues Unternehmen, das sich mit der Filmfabrikation unter Einschluß der Nitrozellulosehersstellung befaßte, verdankt seine Entstehung den Umstellungsmaßnahmen, zu denen sich die Akt.-Ges. Lignose, ein schon im Jahre 1873 von den oberschlesischen Grubenbesitzern — den Grafen Guido Henckel von Donnersmarck und Thiele-Winckler und dem Bergrat Scherbening — gegründeter Sprengstoffkonzern nach dem Kriege gezwungen sah, als

1) Die Deutsche Kinotechnische Industrie, 1922, S. 35. (Sonderausgabe der „Kinotechnik").

ihm durch die Wegnahme der in den Polen zugefallenen Teilen von Oberschlesien gelegenen Fabriken eine Reihe früherer Betätigungsmöglichkeiten verschlossen wurde. So erklärt sich die Aufnahme der Rohfilmfabrikation aus dem Wunsche, die in der Herstellung von Kollodiumwolle vorhandenen Erfahrungen auszunutzen und die Bezeichnung der Tochtergesellschaft mit dem Namen eines Sprengstoffes, der in der Filmfabrikation gar nicht zur Verwendung kommt.

Die in Büchen i. Lbg. bei Hamburg 1921—1922 errichtete Fabrik brachte schon im folgenden Jahre ihren Kino-Positivfilm heraus und 1924 einen Kino-Negativfilm, dem 1925 Filmpacks, Rollfilme und Porträtfilme folgten. Als bedeutendste Leistung der Lignosefilm-G. m. b. H. muß die Erzeugung eines ersten Farbrasterfilmes hervorgehoben werden, der seit 1926 als Filmpack und Rollfilm, dann auch als Kinofilm für Amateure auf den Markt kam, dessen Fabrikation aber nach Übernahme der Lignose G. m. b. H. durch die I. G. Farbenindustrie A.-G. (s. S. 266) wieder eingestellt wurde.

Verschiedene Filmbetriebe: Neben diesen in Deutschland größten Filmfabriken, deren Betrieb die Anfertigung der Filmunterlage einschließt, gliederten eine Reihe anderer bekannter photochemischer Betriebe ihrer bestehenden Fabrikation eine Filmabteilung an, in der sie sich darauf beschränken, fertig bezogenes Zelluloid mit lichtempfindlicher Emulsion zu überziehen. Es sind dies die Firmen J. Hauff & Co., G. m. b. H., Chemische Fabrik, Feuerbach bei Stuttgart (seit 1925), die Mimosa A.-G. Dresden (seit 1925), die Trockenplattenfabrik von Otto Perutz in München (seit 1925), die Dr. C. Schleußner A.-G. in Frankfurt a. M. und die Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin-Spindlersfeld, die sich schon vor etwa 30 Jahren auf dem gleichen Gebiet versucht und seinerzeit den „Gelatoid-Film“ [1]) in den Handel gebracht hatte (seit 1926).

Ähnlich fanden im Auslande Neugründungen statt, oder man erweiterte schon bestehende photochemische Unternehmungen durch Hinzunahme von Filmbetrieben, so in England (Non-Inflammable Film Co.), Frankreich, Belgien (L. Gevaert & Co. Soc. Ame.), Italien (S. A. Fabrica Italiana Lamine) und andern Ländern.

Die Zusammenschlüsse der neuesten Zeit: Die neueste Zeit ist sowohl in Europa wie in Amerika durch die Bildung

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 31 u. 406.

großer Konzerne gekennzeichnet, deren Entstehung auf wirtschaftliche Erwägungen zurückzuführen ist[1]).

So wurden von den genannten deutschen Filmfabriken die Goerz Photochemischen Werke, G. m. b. H. dem Zeiß-Ikon Konzern angegliedert (1925), die Lignosefilm G. m. b. H. der I. G. Farben-Industrie A.-G. (1927)[2]).

In Frankreich fand 1927 ein Zusammenschluß zwischen der bedeutendsten französischen Rohfilm-Firma Pathé-Cinéma (gegründet 1896) und der Eastman Kodak Co. unter Führung der amerikanischen Gesellschaft zu der Société Kodak-Pathé statt[3]), ferner 1928 zwischen der Société des Produits photographiques As De Trèfle, Grieshaber Frères & Cie. und den Firmen E. Crumière und R. Guilleminot, Boespflug & Co. unter der Bezeichnung La Pellicule Photographique Française[4]).

Um ihr Absatzgebiet auch in Deutschland und andern europäischen Ländern zu erweitern, verband sich die Eastman-Kodak Co. ferner mit der Glanzfilm A.-G., Berlin-Köpenick einer Neugründung der Ver. Glanzstoff-Fabriken in Elberfeld, den bedeutenden Kunstseideherstellern[5]).

In den Ver. Staaten stellte sich die Du Pont-Pathé Mfg. Corp. auf die Erzeugung von Kinofilmen ein, die schon früher erwähnte Celluloid Company verband sich mit der Safety Celluloid Company, einer Tochtergesellschaft der The Celanese Corp., um vorhandene Patente zur Erzeugung schwer brennbarer Azetatfilme gemeinsam zu verwerten[6]), und schließlich erweiterte die I. G. Farben-Industrie A.-G. ihren Wirkungskreis dadurch,

---

1) s. hierzu A. Marcus, Die großen Chemiekonzerne, Leipzig 1929.

2) Phot. Ind. 1927. **25.** 1343. — Die I. G. Farbenindustrie A. G. selbst war im Dez. 1925 durch Zusammenschluß der folgenden Firmen entstanden: Aktiengesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin SO 36, Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a. Rh., Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt a. M., Chemische Fabrik Weiler-ter-Mer, Uerdingen a. Niederrh., Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen bei Köln a. Rh., Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning, Höchst a. M., Kalle & Co., Akt.-Ges. und Leopold Casella & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.

3) Phot. Ind. 1927. **25.** 975; s. a. Kinotechnik 1928. **10.** 69.

4) Kinotechnik 1928. **10.** 514.

5) Phot. Ind. 1927. **25.** 643.

6) Plastics, 1927. **3.** 405; Filmtechnik 1927. **3.** 354.

daß ihre beiden amerikanischen Tochtergesellschaften: Agfa-Products Inc. und die Agfa Raw Fim Corp, gemeinsam mit der seitherigen Ansco Photoproducts, Inc. die neue Firma Agfa Ansco Corp. mit Fabrikationssitz in Binghamton, N. Y., begründeten (1928) [1]).

Daneben sind, soweit bekannt wurde, auch einige neue Filmfabriken im Entstehen begriffen, so in Matyasfoeld-Sashalom bei Budapest [2]) und in Podmodkownaja bei Moskau [3]). In offenbar völliger Verkennung der vielfältigen technischen Schwierigkeiten, welche zu überwinden sind um ein brauchbares Filmmaterial zu erzeugen, waren die Anstrengungen der Sowjet-Republik eine eigene Rohfilm-Industrie ins Leben zu rufen, zunächst fehlgeschlagen, so daß man sich mit der Société Industrielle de Matières Plastiques verband und der französischen Firma für die Dauer von 25 Jahren das alleinige Recht der Herstellung von Rohfilmen, und photographischen Papieren zugestand.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Rohfilm-Industrie wurde bereits in Bd. II. dieses Handbuches, 3. Aufl. 1927 durch Mitteilung einiger Produktionszahlen aus den Werken der Eastman Kodak Co. in Rochester, N. Y. [4]) und der I. G. Farben-Industrie, A.-G. in Wolfen bei Bitterfeld [5]) erläutert. Hier sei daher nur nachgetragen, daß der Weltverbrauch von Kinofilmen nach Schätzungen französischer Fachleute zurzeit mit etwa 425 000 000 m jährlich zu beziffern ist, zu deren Herstellung zirka 3 000 000 kg Nitrozellulose verbraucht werden. Der amerikanische Anteil hieran beträgt etwa 250 000 000 m, oder 60% [6]).

Die Ausfuhr der Ver. Staaten an nicht belichteten Filmen belief sich in den letzten Jahren wie folgt:

	Kinofilme:		Kamerafilme:	
	Menge in 1000 lfd. ft.	Wert in 1000 $	Menge in 1000 Stück	Wert in 1000 $
1925:	74 605	1589	21 911	3631
1926:	41 437	1033	23 457	4371
1927:	49 511	1354	20 939	3500
1928:	75 015	1726	20 652	4403

1) Phot. Ind. 1928. **26.** 112; Camera, Phot. Journ. of America 1928. 36. 321.
2. Filmtechnik 1927. 3. 354 u. 386.
3) Filmtechnik 1927. **3.** 20 u. 114.
4) s. a. Eastman Kodak Co., The Home of the Kodak, Rochester, N. Y. 1925.
5) s. a. Agfa Kine-Handbuch, Allgem. Teil.
6) Phot. Ind. 1926. **24.** 451.

wofür Großbritannien, Frankreich, Japan, Kanada, Australien, China, Schweden usw. Hauptabsatzgebiete sind, nur für Kamerafilme außerdem Argentinien, Brasilien, Britisch-Südafrika, Britisch-Indien usw. [1]).

Deutschlands Ausfuhr an Filmen zeigt die folgende Übersicht:

	Kinofilme:		Kamerafilme:	
	Menge in 1000 lfd. m	Wert in 1000 ℛℳ	Menge in dz	Wert in 1000 ℛℳ
1925:	56 747	11 253	4 500	7 189
1926:	56 557	12 584	5 937	7 930
1927:	69 211	14 104	7 523	9 658
1928:	72 629	14 700	12 980	16 177

Hauptabsatzgebiete Deutschlands sind für Kinofilme: Die Vereinigten Staaten, Rußland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Japan, Österreich, China usw., für Kamerafilme: Die Vereinigten Staaten, Schweden, Schweiz, Großbritannien, Dänemark, Japan, China usw. [2]).

Neben den Vereinigten Staaten und Deutschland sind Hauptexportländer für Filme Kanada (Kodak Heigths, Toronto), Großbritannien, Belgien und Frankreich.

Das gesamte in der kinematographischen Industrie festgelegte Kapital soll ungefähr 1 500 000 000 $ betragen, wovon 1 250 000 000 $ auf Theater, der Rest auf Aufnahmeanstalten und kaufmännische Unternehmungen entfallen [3]).

Der schwer entflammbare Film.

Die leichte Entflammbarkeit des Zelluloids, vor allem aber die ungeheure Schnelligkeit, mit der es zu brennen fortfährt, waren Veranlassung, daß man sich rege damit beschäftigte, ihm diese gefährlichen Eigenschaften zu nehmen. Zahlreiche Verfahren, die meist auf Zusätzen unverbrennbarer Substanzen wie von Salzen zur Zelluloidmasse beruhten, wurden zu diesem Zwecke vorgeschlagen [4]), führten

1) Phot. Ind. 1928. **26.** 203.

2) Phot. Ind. 1927. **25.** 127; 1928. **26.** 167 u. 203. s. a. die übersichtlich zusammengestellten Ziffern des deutschen Außenhandels mit den verschiedenen Staaten in W. Kühn, Die Photographische Industrie Deutschlands, Schweidnitz 1929.

3) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927. **11.** 437 mit weiteren interessanten statistischen Zahlen über die Entwicklung der Filmindustrie.

4) Eine Zusammenstellung der verschiedenen Verfahren zur Herstellung unentflammbaren Zelluloids und der Zelluloidersatzkörper findet sich in dem Werke von Masselon, Roberts und Cillard, Das Celluloid, bearbeitet von G. Bonwitt, Berlin 1921. — s. a. S. 298, Anm. 1.

aber doch zu keinem praktisch brauchbaren Ergebnis, da die Eigenschaften des Zelluloids durch diese wieder in anderer Richtung ungünstig beeinflußt wurden. Vereinzelt kam man auch auf die eingangs erwähnten abziehbaren Folien zurück und benutzte außer Papier[1]) das Zelluloid selbst[2]) als provisorischen Schichtträger für eine Gelatinefolie, die gehärtet und nach der Verarbeitung von der Unterlage wieder abgezogen werden. Aber weder vermochten diese Methoden, noch Stoffe wie Kasein, Viskose (s. S. 254), die von der Société Anonyme des Pellicules française erzeugte „Vitrose"[3]), das aus England stammende „Setoloid"[4] u. a. wegen ihrer schon erwähnten, für photographische Zwecke unzulänglichen Eigenschaften das Zelluloid als Träger der lichtempfindlichen Emulsion zu ersetzen.

Praktische Bedeutung erlangten seither nur die aus Zelluloseazetat[5]) erzeugten Filme, wenngleich auch sie die bei ihrem ersten Aufkommen wegen ihrer schweren Entflammbarkeit gehegten Erwartungen keineswegs erfüllten, da ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Beanspruchung im Kinematographen jener der Zelluloidfilme erheblich unterlegen ist (s. S. 373).

Azetylzellulosefilme wurden zuerst von C. O. Weber, Manchester, in der Fabrik des Viscose Syndikat, Ltd. 1897 hergestellt, 1899 bereits vom Fürsten Donnersmarck angeboten und von der Eastman-Kodak Co. versuchsweise eingeführt. Schon damals erkannte man, daß sie einen schwer entflammbaren Ersatz für Zelluloidfilme darstellen, gegen Feuchtigkeit indifferent sind und die

---

1) Über Kinofilme aus Papier siehe die Referate in Eders Jahrb. f. Phot. 1921—1927. **30.** 546—547, ferner O. Treichel, Phot. Indi 1928, **26.** 855—856 und 1009—1011.

2) D. R. P. Anm. S. 27 120 (1908) der Société A. Lumière et ses Fils.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 511.

4) Ebenda.

5) Der erste, welcher Versuche über Azetylierung von Zellulose und die Eigenschaften der dabei erhaltenen Produkte bekanntgab, war P. Schützenberger (1869). Statt von der Zellulose selbst, ging A. Franchimont (1879) bei der Azetylierung von der Hydrozellulose aus, die er nach von A. Girard angegebenen Methoden durch Behandlung von Zellulose mit Chlorzink und verdünnten Säuren herstellte. Hierdurch wurde ein neues weites Arbeitsfeld eröffnet, da sich zeigte, daß je nach dem Charakter und der Menge der angewandten Hydrozellulose und den Reaktionsbedingungen Ester von sehr unterschiedlicher Löslichkeit erhalten werden. In der Folgezeit ist die Forschung über die Azetylzellulose vor allem an die Namen von C. F. Croß und E. J. Bevan, K. O. Weber, L. Vignon, E. Guerin und B. Skraup geknüpft.

photographische Schicht in gewissen Grenzen nicht beeinflussen[1]. Solche Filme wurden auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900 ausgestellt[2].

Erst durch die Verwendung leicht erhältlicher billiger Lösungsmittel von niedrigem Siedepunkt und hoher Verdampfungsgeschwindigkeit konnte die neue Filmunterlage aber auch Handelswert erlangen. Dieser Weg wurde von G. W. Miles[3] in seiner in Deutschland erst im September 1905 vorgenommenen Patentanmeldung (M. 28289) beschritten, die eine teilweise Hydrolyse der Azetylzellulose umfaßte. Die Anmeldung führte erst nach 7 Jahren zu einer Patenterteilung, und zwar an die Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co.[4], die ein ähnliches Patent, dem die gleiche Idee zugrunde lag, angemeldet hatten (E. 20963, November 1905), und denen Miles seine Ansprüche abgetreten hatte. Die Farbenfabriken nahmen darauf ihre eigene Anmeldung als Zusatz zu derjenigen von Miles auf[5].

In der daran interessierten Industrie wurden seitdem große Anstrengungen gemacht um zu einer brauchbaren schwerbrennbaren Filmunterlage zu gelangen, und eine Fülle weiterer Patente beziehen sich auf das Azetylierungsverfahren mit verschiedenen Katalysatoren, auf Herstellung chloroform- und azetonlöslicher Azetate, und auf Abscheidung und Lösung der Azetate[6]. So sind „Boroid" und „Cellolite" Handelsnamen für derartige Azetylzelluloseprodukte nach Patenten von Walters, die in England von der Boroid Ltd., in Deutschland von deren Tochtergesellschaft, der Continental Borvisk G. m. b. H., Berlin, versuchsweise zur Filmfabrikation verwandt wurden. In gleicher Weise wurde mit „Cellit" die erste fabrikatorisch dargestellte azetonlösliche Azetylzellulose bezeichnet, die von A. Eichengrün und T. Becker, Chemikern der Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen a. Rh. hergestellt wurde und in Verbindung mit Kampfer und anderen Weich-

1) Nach F. Ullmann, Enzyklopädie der techn. Chemie 1914, Bd. V, S. 523.

2) Bull. de la Soc. d'Encouragement pour l'Ind. nationale 1900, S. 334.

3) U. S. P. Application 24 575. 23. Juli 1900.

4) D. R. P. 252 706 (1912).

5) Diese Darstellung der historischen Entwicklung gibt E. C. Worden in seiner Technology of Cellulose Esters, New York, 1916. Bd. VIII, S. 2554 unter Hinweis auf die jedermann zugängliche Patentliteratur.

6) s. die S. 298. Anm. 1 angegebene Literatur.

machungsmitteln den „Cellitfilm Bayer“ bildete[1]), während nach einem sehr ähnlichen Azetylierungsverfahren von L. Lederer[2]) unter Verwendung von Azetylentetrachlorid als Lösungsmittel[3]) in den Jahren 1911—13 in den Fürst Guido Donnersmarckschen Kunstseiden- und Azetatwerken in Sydowsaue bei Stettin bis zur Beilegung der zwischen beiden Firmen entstandenen Patentstreitigkeiten gearbeitet wurde.

Heute werden Azetatfilme (Sicherheitsfilme) in beschränktem Umfange von fast allen Fabriken erzeugt, die sich mit der Rohfilmfabrikation einschließlich des Schichtträgers befassen, da sie sowohl in der Amateur-Kinematographie wie für Röntgenaufnahmen und andere Zwecke zunehmende Verwendung finden. Einige Firmen, wie die schon genannte Safety Celluloid Comp. in den Vereinigten Staaten und die Non-Inflammable Film Ltd. in England haben sich darüber hinausgehend auf die ausschließliche bzw. vorzugsweise Erzeugung von Azetatfilmen eingerichtet, und alle Anzeichen deuten darauf hin, daß die Produktion dieses Filmes derjenigen des Zelluloidfilmes bald kaum nachstehen wird.

Der Metallfilm.

Der Metallfilm: Für Sonderzwecke kommen schließlich auch dünne Metallfolien aus insbesondere Aluminium in Anwendung, wobei die Bilder im reflektierten Lichte vorgeführt werden müssen, also z. B. für episkopische Projektion nach Verfahren von de Marc[4]), von Michel Wertisen[5]), und für Meßzwecke, in welchem Falle sich zur Erleichterung der Beobachtung eine weiß gefärbte Zwischenschicht zwischen der Metallunterlage und der lichtempfindlichen Schicht befindet nach Carl Zeiß[6]). Lichtempfindliche dünne polierte Metallbänder, auf denen unter Verwendung von Rastern eine Autotypiedruckform nach Negativbildbändern von Papier erzeugt wird, liegen einem Patente von P. Reddig[7]), beiderseitig lichtempfindliche Aluminiumfilme für die Kinematographie einem solchen von F. Jacopozzi[8]) zugrunde.

1) D. R. P. 159 524 (1901); s. ferner u. a. Zeitschr. f. angew. Chemie 1907. **20.** 922, 1908. **21.** 1354 u. 1792, 1911. **24.** 366 u. 1306; Phot. Korresp. 1908. **45.** 170. Eders Jahrb. f. Phot. 1908. **22.** 495—497.

2) D. R. P. 163 316 (1901) für L. Lederer.

3) D. R. P. 175 379 (1904) für L. Lederer.

4) Österr. Patent 41 986 (1909).

5) D. R. P. 284 630 (1913), D. R. P. 301 018 (1914) und D. R. P. 377 081 (1922).

6) D. R. P. 348 313 (1919) und D. R. P. 378 985 (1920).

7) D. R. P. 334 815 (1919).

8) Franz. P. 580 455 (1923).

ZWEITES KAPITEL.

HERSTELLUNG DES SCHICHTTRÄGERS

(einschließlich der dazu erforderlichen Rohmaterialien, ihrer Herstellung und Prüfung auf Beschaffenheit und Reinheit).

Herstellung der Zelluloidmasse[1]).

Allgemeiner Arbeitsgang: Das Zelluloid der Filme besteht aus einem Gemisch von Nitrozellulose, Kampfer und sogenannten Weichmachungsmitteln.

Bei seiner Herstellung geht man von der reinsten natürlichen Zellulose, der Baumwolle, aus, die nach altbekannten Verfahren von ihren Verunreinigungen befreit wird, oder aber auch von reinem

1) Zu eingehenderem Studium sei besonders auf folgende Publikationen verwiesen:

C. G. Schwalbe, Die Chemie der Zellulose, Berlin 1911. Bd. I. S. 270 ff.

E. Ch. Worden, Nitrocellulose Industry, 2 Bde., New York 1911. (Ein die Geschichte, Chemie, Fabrikation, Anwendung und Analyse der Nitro- und Azetylzellulose unter Berücksichtigung der gesamten Patentliteratur umfassendes Werk, in dem u. a. auch die älteren Fabrikationsverfahren für photogr. Filme eingehend behandelt sind.)

C. Piest, E. Stich und W. Vieweg, Das Zelluloid, Beschreibung seiner Herstellung, Verarbeitung und seiner Ersatzstoffe. Halle 1913.

Häussermann, Die Nitrozellulosen, ihre Bildungsweisen, Eigenschaften und Zusammensetzung. Braunschweig 1914 (mit ausführlichen Literaturangaben).

Masselon, Roberts und Cillard, Le Celluloid. Paris 1910. In deutscher Bearbeitung von G. Bonwitt. Berlin 1921.

H. Schlatter, J. Chem. Met. Eng. 1921. **28.** 281. Chemie, Fabrikation und Anwendung der Nitrozellulose.

G. De Bruin, Rec. Trav. chem. 1921, **40**, 632—664. Die Zellulosenitrate, eine zusammenfassende Betrachtung über Konstitution und Stabilität der Nitrozellulose im Hinblick auf ihren Stickstoffgehalt und ihre Löslichkeit in Mischungen von Alkohol und Äther.

Du Pont, J. Chem. Met. Eng. 1922, **26**, 11—16 und 65—70. (Eine ausführliche Arbeit über Nitrozellulose und Zelluloid.)

A. Bréguet, Revue gén. des Matieres Plastiques, 1926. **2.** 215—225. Die Nitrozellulosekollodiumlösungen und die Filme aus Zelluloid, s. a. Kunststoffe 1926. **16.** 150—152, 1927. **17.** 38.

Krüger, Phot. Ind. 1929. **27.** 373—375 u. 398—399. Kolloidchemische Probleme der Filmindustrie.

Baumwollpapier von etwa 16—20 g/qm Schwere. Im einen wie im andern Falle wird die Zellulose nitriert, die erhaltene Nitrozellulose gereinigt, gewaschen, entwässert, und in entweder einer Alkohol-Äther-Mischung oder in Azeton unter Zusatz gewisser Mengen hochsiedender Lösungsmittel wie Amylazetat gelöst.

Der Kampfer wird seinerseits ebenfalls gelöst, und zwar in Äthyl-, Methyl- oder Amylalkohol, und diese Lösung mit den Weichmachungsmitteln, wie z. B. Castoröl, versetzt. Alsdann wird die Kampferlösung mit der Nitrozelluloselösung gemischt und so lange durchgearbeitet, bis eine völlig homogene zähflüssige klare und leicht gelblich gefärbte Masse entstanden ist, die auf einer Filmgießmaschine zur Verarbeitung gelangt.

Die Wahl der Lösungsmittel, Zusätze usw. wie auch die Technik der Herstellung der Gießmasse richtet sich im einzelnen ganz nach der Marktlage des betreffenden Landes, bzw. nach dem Verfahren, auf das eine Fabrik eingestellt ist, und wird daher in verschiedenen Betrieben in oft erheblich voneinander abweichender Weise durchgeführt.

Nitrozellulose.

Vorbehandlung der Baumwolle: Dieselbe zerfällt in folgende Phasen: 1. Mechanische Reinigung von Staub, Mineralbestandteilen usw., und gleichzeitiges Lockern der Fasern durch den sogenannten Öffner, eine Art Wolf, Klopf- und Kratzvorrichtung. 2. Chemische Reinigung (Entfettung) durch Kochen mit ganz verdünnter Alkalilauge in Kesseln unter etwa 2—3 Atm. Druck. 3. Waschen. 4. Bleichen durch vorsichtige Behandlung mit Chlorkalk oder Natriumhypochlorit im Bleich- bzw. Waschholländer. 5. Leichtes Ansäuern mit verdünnter Salzsäure zur Zersetzung der letzten Spuren von Chlorkalk und Eisen. 6. Erneutes Waschen. 7. Ausschleudern des Wassers durch eine Zentrifuge. 8. Vorsichtiges Trocknen auf Horden oder bei gelinder Temperatur im Vakuum bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von nicht über $^1/_2$%.

Vorbehandlung des Papiers: Dient Papier als Ausgangsmaterial, so ist es vorher durch Lagerung in einem warmen Raum zu trocknen. Bisweilen wird es in kleingeschnittenem Zustande — Quadrate von 25 mm Seitenlänge —, meist aber in langen schmalen Rollen verwandt, die von besonderen Abrollapparaten in die Nitriersäure einlaufen.

Das Säuregemisch: Zum Nitrieren verwendet man eine

sehr reine konzentrierte Salpetersäure von spez. Gew. 1,38—1,92 und eine gleichfalls sehr reine konzentrierte Schwefelsäure von wenigstens 66° Bé und einem Gehalt von 95,5% Schwefelsäure-Monohydrat in einem je nach den besonderen Fabrikationserfahrungen sehr wechselnden Mischungsverhältnis.

Um eine den S. 281 angegebenen Testen entsprechende Nitrozellulose zu erhalten, wird beispielsweise eine Mischsäure folgender Zusammensetzung angewandt:

H_2SO_4	54,50 %
HNO_3	27 %
HNO_2	2,10 %
H_2O	16,40 %

also mit einem verfügbaren wirksamen Salpetersäuregehalt von 29,10 %, und zwar im Verhältnis 1:100 zur Baumwolle. Als Optimum der Temperatur gilt in diesem Falle 54,5° C.

Nitrieren der Zellulose: Die gereinigte Baumwolle bzw. das Baumwollpapier wird in das Säuregemisch derart eingetragen, daß die Zellulose rasch und gleichmäßig in allen ihren Teilen mit ihm in Berührung kommt. Während dies in einfacher Weise oft noch so geschieht, daß ein Arbeiter das Nitriergut in mit der Säure gefüllte Steinzeugtöpfe wirft, die sich unter einem Abzug befinden, worauf ein zweiter Arbeiter das Eintauchen des Materials mit einer Aluminiumgabel vornimmt, bedient man sich dazu in größeren Werken besonderer Anlagen.

Nitrieranlagen: Man unterscheidet das Pfannen-Verfahren von Thompson, das mechanische Tauchverfahren von Du Pont und das Zentrifugen-Verfahren von Selwig & Lange. Für die Zwecke der Filmfabrikation scheidet jedoch das erstgenannte Verfahren von vornherein aus, da es abgesehen von den Nachteilen einer unübersichtlichen Anlage auf großer Grundfläche, eines hohen Säureverbrauchs und hoher Unterhaltungskosten vollkommen von der Zuverlässigkeit der Bedienung bei Einstellung der Armatur auf Säure und Wasser abhängt, so daß das Produkt nicht die genügende Gleichmäßigkeit besitzt. Auch der in Amerika ausgeübte „Mechanical-Dipping-Nitrating Proceß“, der zwar zu seiner Bedienung die geringste Arbeiterzahl erfordert, ist infolge seiner Verteilung auf 4 Stockwerke unübersichtlich, liefert kein befriedigend reines Produkt und genügt modernen hygienischen Ansprüchen nur unzureichend, so daß man sich in beiden Kontinenten allgemein immer mehr dem Zentrifugen-Verfahren zugewandt hat, das eine absolute Betriebs-

sicherheit gewährt, eine einwandfreie gleichmäßige Nitrozellulose liefert und hygienisch einwandfrei arbeitet.

Nitrierzentrifugen: Diese bestehen in ihrem oberen Hauptteil aus einem abnehmbaren Behälter, in welchem die an ihrem Umfang siebartig gelochte Trommel um eine vertikal oben und unten in Kugellagern laufende Achse rotiert. Durch die sinnreiche Anordnung einer Zirkulations-Einrichtung wird bewirkt, daß die Säure das Nitriergut dauernd gleichmäßig in der Richtung der Pfeile (s. Abb. 104) durchdringt. Um zu verhindern, daß das Nitriergut mit Eisen in Berührung kommt, worauf es für dessen Weiterver-

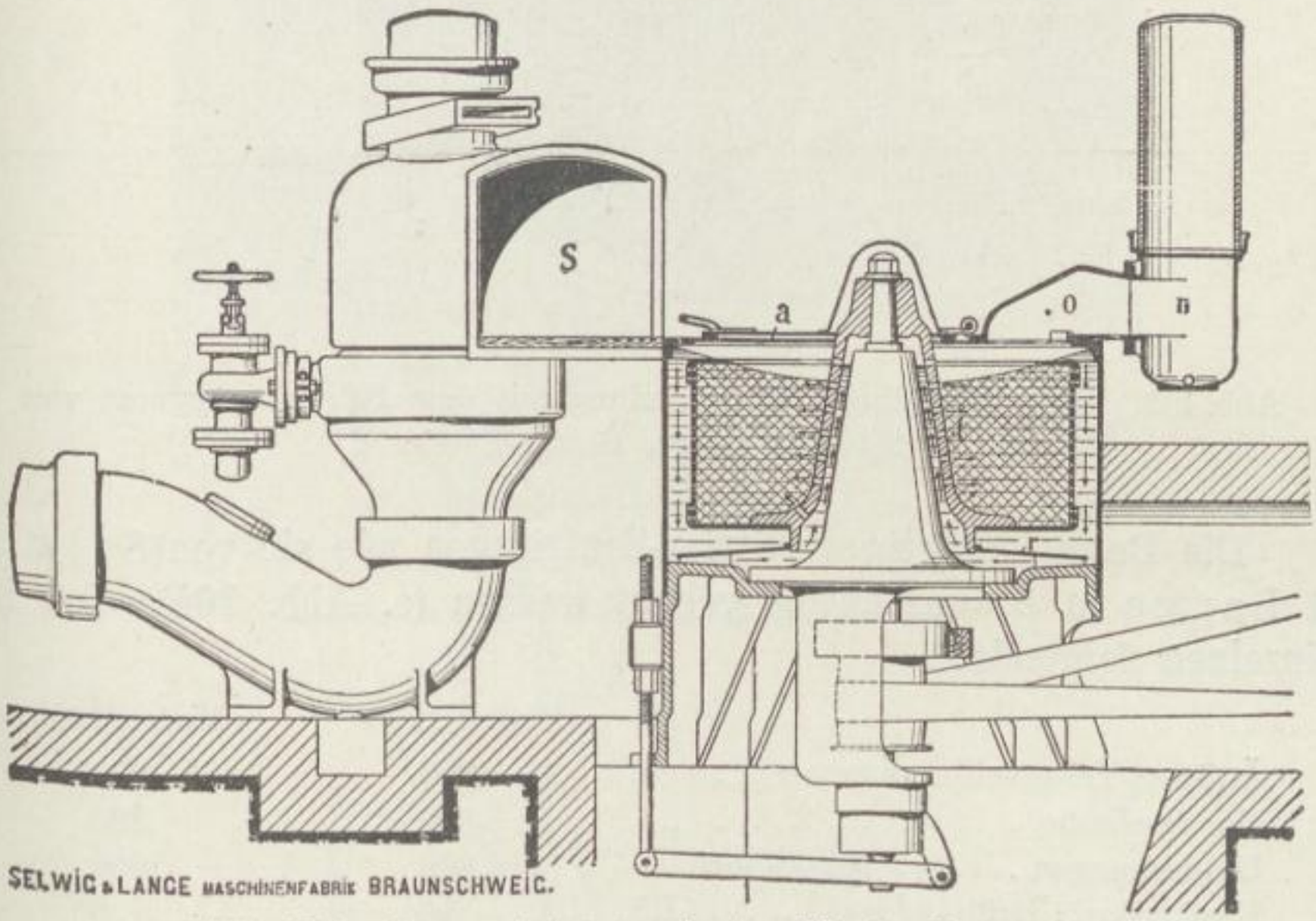


Abb. 104. Längsschnitt durch eine Nitrier-Zentrifuge.

arbeitung zu photographischen Präparaten unbedingt ankommt, sind diese Zentrifugen mit Aluminium verkleidet. Ferner sind sie mit einer gleichfalls aus Aluminium bestehenden Tauchvorrichtung ausgestattet, durch welche die Zellulose immer wieder unter die Säureoberfläche gedrückt wird. Zum Zwecke des Absaugens der Salpetersäuredämpfe während der Operation ist jede Zentrifuge durch einen auf ihrem Aluminiumdeckel angebrachten Stutzen und sich hieran anschließenden Auffangtopf für kondensierte Säure mit einem Steinzeugexhaustor verbunden, der die Dämpfe einem Schornstein oder einer Kondensationsvorrichtung zuführt. Der Antrieb erfolgt von unten und zum Ablassen der Säure nach Beendigung des Nitrierprozesses sind Tiegelstahlgußventile vorgesehen.

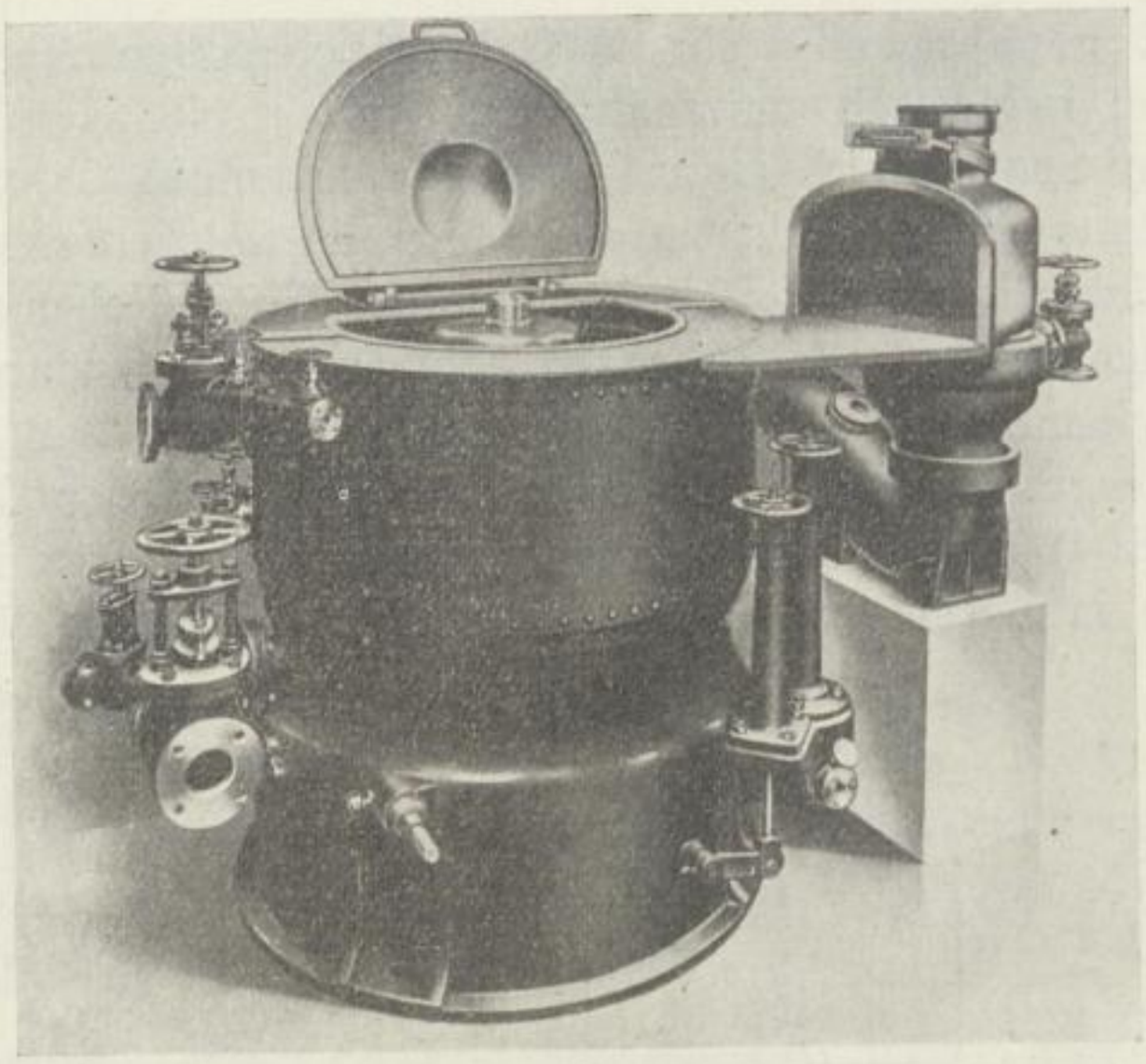


Abb. 105. Nitrier-Zentrifuge in Verbindung mit dem Schwemmapparat von Selwig & Lange, Braunschweig.

Die Daten derartiger Nitrier-Zentrifugen wie sie von Selwig & Lange in Braunschweig gebaut werden (s. Abb. 105), sind im einzelnen folgende:

	Modell 1200	Modell 1000
Äußerer Trommeldurchmesser . . mm	1200	1000
Trommelhöhe . . . . . „	570	380
Umdrehungen . . . . per Minute ca.	850	1000
Kraftbedarf: Beim Anlauf . . . PS	10	8
Im Gange . . . . PS	2¼	2
Rohbaumwoll-Einwurf (p. Charge) kg	20	12
Säurefüllung l	700	350
Chargendauer (Einfüllen bis Entleeren) . . . . . Stunde	1	1
Ausbeute (auf Rohbaumwolle berechnet) . . . . . %	160	160
Ausbeute per Tag (acht Arbeitsstunden) . . . . . kg	ca. 250	ca. 150

Eine zur Herstellung von beispielsweise 3000 kg Nitrozellulose in acht Stunden erforderliche Anlage, die also einer Verarbeitung von ca. 1600 kg Baumwolle genügen muß, umfaßt 12 Zentrifugen (Modell 1200) und 6 Schwemmapparate, und benötigt zu ihrer Bedienung 12 Arbeiter.

Im Arbeitsgang wird die Zentrifuge zunächst langsam mit etwa 30 Umdrehungen in der Minute in Gang gesetzt. Dann läßt man die Mischsäure einfließen und trägt schon währenddessen die Baumwolle bzw. das Papier in kleinen Mengen nach und nach ein, wobei man Sorge trägt, daß eine mittlere Temperatur des Nitriergemisches von 25° nicht überschritten wird. In etwa 30 Minuten

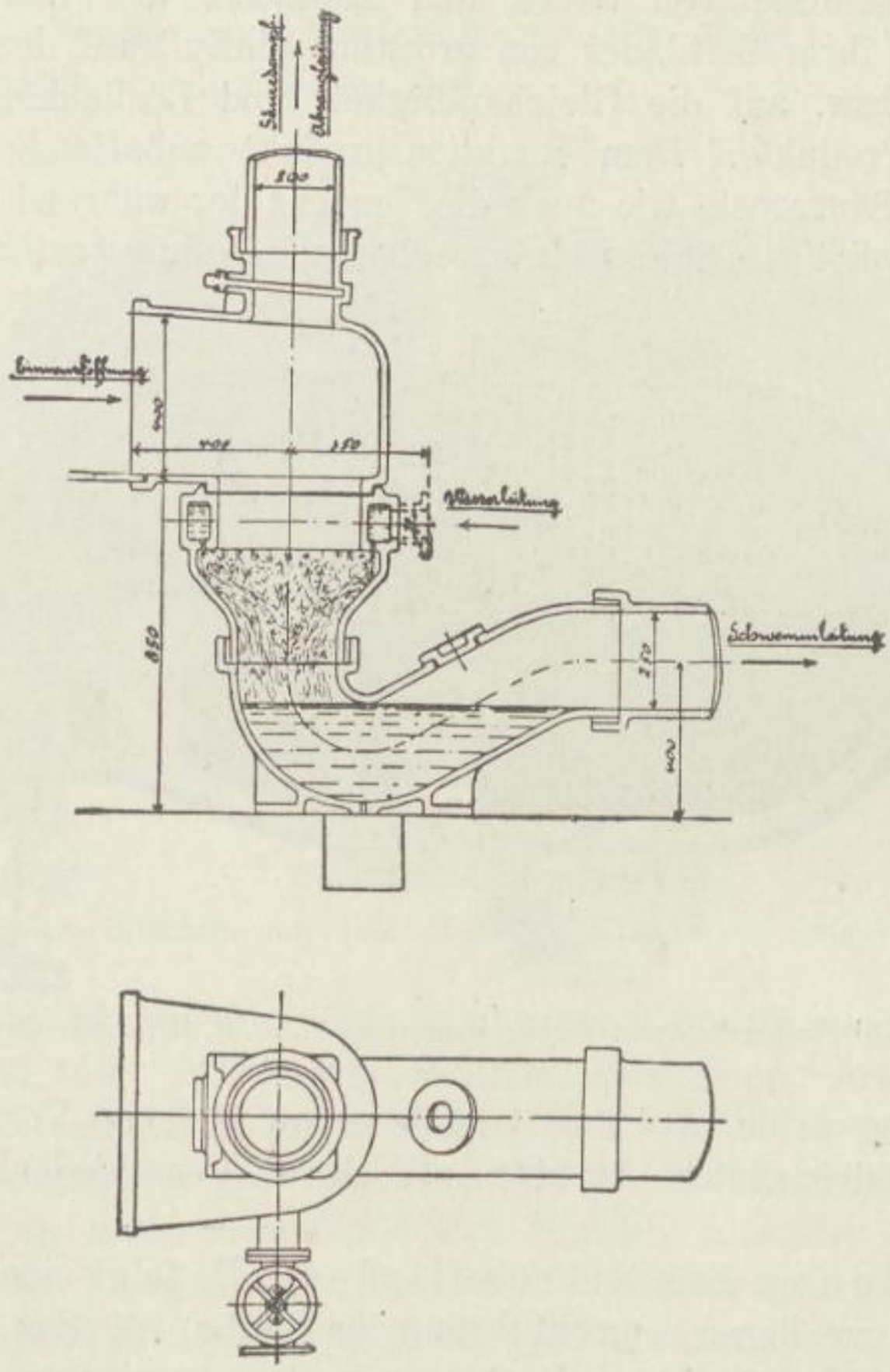


Abb. 106. Längsschnitt durch den Schwemmapparat.

ist der Nitrierungsvorgang beendet, die Säure wird abgelassen und durch stärkeres Schleudern bei hoher Umlaufzahl mit etwa 1000 minutlichen Umdrehungen auch die überschüssige Säure nach Möglichkeit entfernt. Nach einigen Minuten wird die Trommel zum Stillstand gebracht und der Inhalt mit einer Aluminiumzange herausgenommen und in das dicht daneben befindliche Einwurfsrohr

des Schwemmapparates („S“ der Abb. 104 S. 275) geworfen, in welchem es mit einer genügenden Wassermenge zusammentrifft und durch den es weiterbefördert wird.

So einfach der ganze Arbeitsvorgang erscheint, ist doch die Innehaltung ganz bestimmter, der Erfahrung entnommener Bedingungen hinsichtlich der Zusammensetzung der Mischsäure, der Mengenverhältnisse von Säure und Zellulose, der Reaktionstemperatur und ihrer Zeitdauer von größtem Einfluß auf den Grad der Nitrierung bzw. auf die Gleichmäßigkeit und Löslichkeit der entstehenden Produkte. Dem Reaktionsprodukt anhaftende oder ihm adsorbierte Säurereste wie auch die Tendenz der während der Nitrierung gegenwärtigen Schwefelsäure ebenfalls Zelluloseester zu bilden,

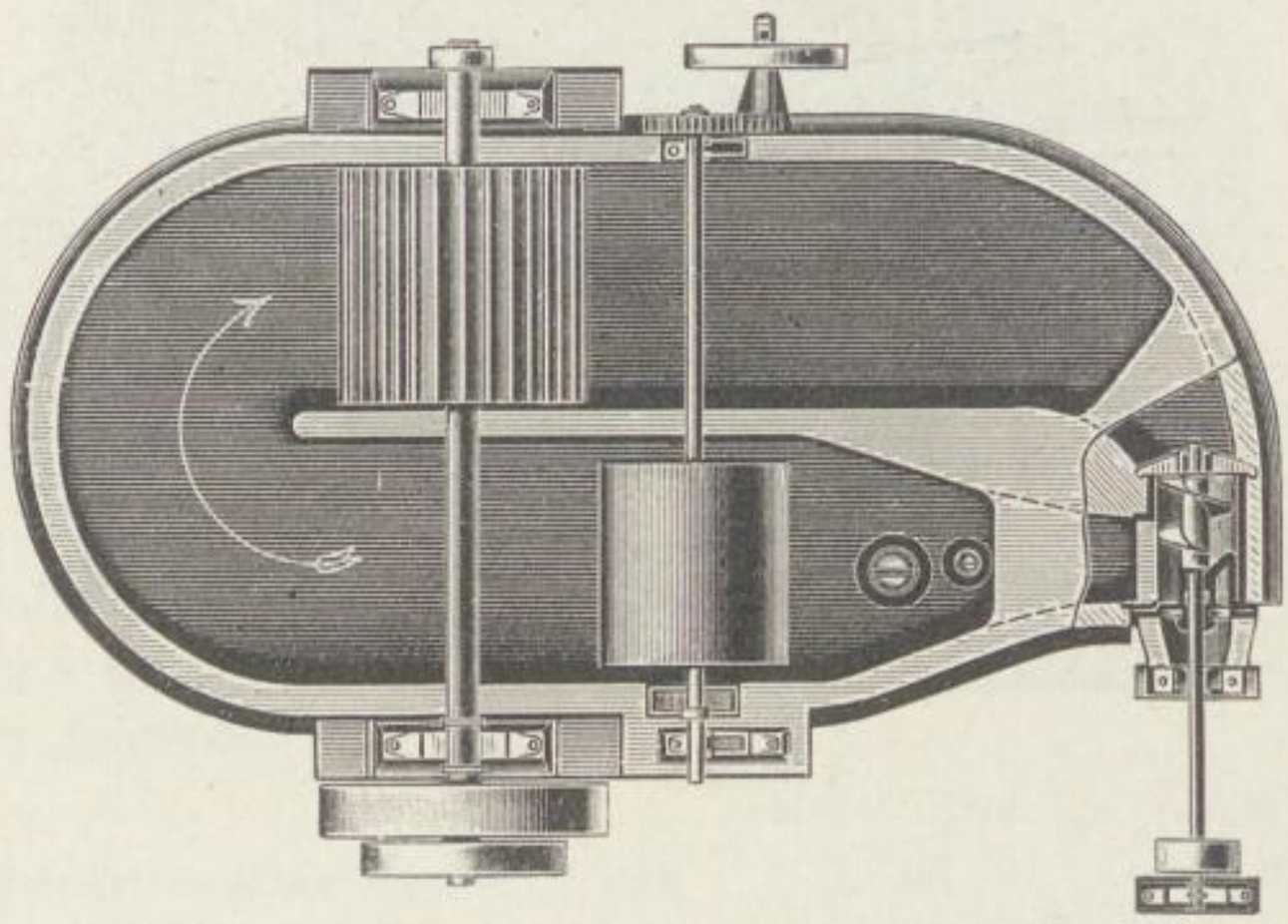


Abb. 107. Mahl-Holländer von Gebr. Hemmer, G. m. b. H., Ladenburg-Mannheim.

sind Ursache dafür, daß selbst nach genau gleicher Vorschrift hergestellte Nitrozellulose-Ansätze oft doch Verschiedenheiten aufweisen[1]).

Reinigung der Nitrozellulose: Es folgt eine sorgfältige Reinigung, zu deren Durchführung es nötig ist, das Reaktionsprodukt zunächst in dem bekannten mit Grundwerk zum Zerkleinern und Propeller zum Bewegen der Masse ausgestatteten Holländer (s. Abb. 107) zu zerteilen, da infolge seiner kolloiden Beschaffenheit sonst ein Eindringen der Flüssigkeiten nur sehr langsam vor sich gehen würde. In Kochapparaten wird der Stoff alsdann mit schwacher Sodalösung „stabilisiert“, d. h. so lange mit oder ohne Druck gekocht, bis auch nach mehrtägigem Stehen keine Säure-

1) s. hierzu M. Reclus, Rev. gen. mat. plast. 1928. 4. 195—201; 391—399.

spuren mehr nachweisbar sind und unstabile Oxyzellulosenitrate, Nitrosulfozellulosen und Nitrozellulosen geringeren Grades, entfernt sind. Natriumsulfit ist hierbei kaustischer Soda vorzuziehen, da letztere sowohl die normalen wie die Oxyzellulosenitrate verseift. Schließlich wird der Stoff im Bleichholländer (s. Abb. 108) einer Bleichung mit Hypochlorit und nachfolgender Behandlung mit Bisulfit und Salzsäure unterworfen und stellt dann nach erneuter gründlicher Waschung in fließendem Wasser und Zentrifugieren des Breies eine schwach feuchte, weiße, fasrige Masse dar.

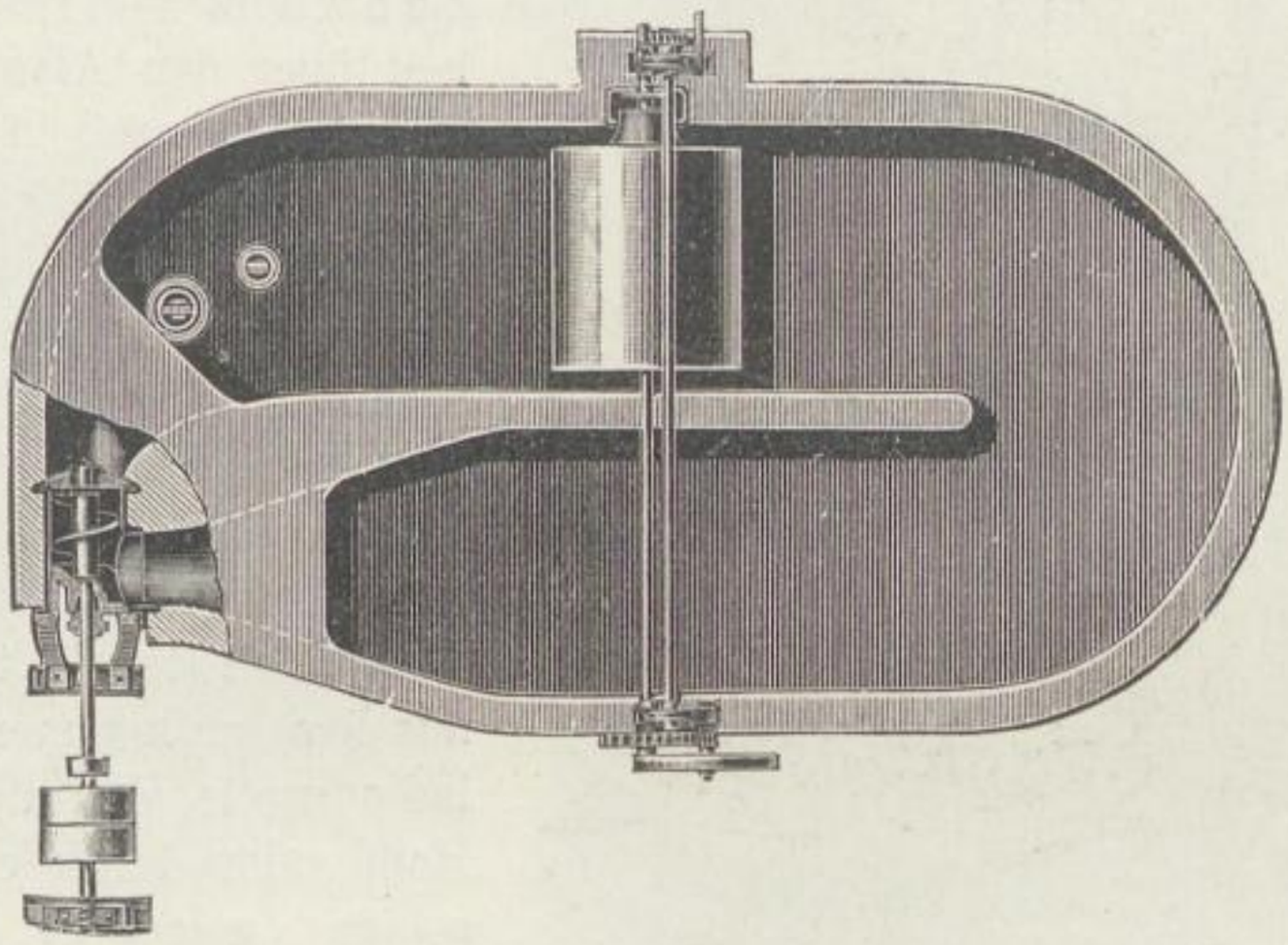


Abb. 108. Bleich-Holländer von Gebr. Hemmer, G. m. b. H., Ladenburg-Mannheim.

Im Hinblick auf ihre Verwendung als photographischer Schichtträger und die dafür erforderliche Bedingung ihrer absoluten Säurefreiheit studierte S. E. Sheppard den diesbezüglichen Einfluß der Temperatur des Waschwassers, ferner verschiedener mechanischer Behandlungsweisen und den Einfluß neutraler Salzlösungen verschiedener Konzentration, besonders den einer gesättigten Lösung von Natriumsulfat und erörterte die Bedingungen, unter denen diese Methoden technische Verwertung finden können[1]). Nach A. Bréguet können die die Unstabilität der Nitrozellulose verursachenden beigemengten Ester bei weitem leichter durch kalziumbikarbonathaltiges Wasser beseitigt werden als durch Waschen mit reinem Wasser[2]).

1) Il. Ind. and Eng. Chem. 1921. **13.** 1017—1024.

2) Recherches & Inventions, 1925. **6.** 135—140; ref. Science & Ind. Photogr. 1925. **5.** 43.

Entwässerung der Nitrozellulose: Die vollständige Entwässerung geschieht durch Verdrängung mit Alkohol, dessen Überschuß entweder durch Auspressen mittels hydraulischer Pressen oder durch Zentrifugieren in Spezialzentrifugen beseitigt wird. Durch letztere werden die beiden sonst meist getrennt für sich ausgeführten Wasch- und Preßoperationen zu einem einzigen Arbeitsgang vereint, so daß sie die zum gleichen Zweck gebauten Verdrängungsanlagen vollständig ersetzen. Wie H. Schwarz[1]) in einer Arbeit über den Alkohol-Verdrängungsprozeß in der Zelluloidfabrikation ausführte, bietet die Zentrifuge noch den Vorteil, daß dieselbe im besonderen für empfindliche Lösungen, wie sie die Filmfabrikation fordert, ein Material liefert, das sich leichter verarbeiten läßt als die aus Pressen kommende Kollodiumwolle, die zuerst von Hand oder durch eine Maschine gelockert werden muß. Bei der Preßarbeit zeigt sich auch, daß sich die leicht löslichen Pyroxyline teilweise schon während des Verdrängens gelatinieren, und daß wieder andere Teile der Verdrängung ganz entgehen, so daß dadurch bei der Weiterverarbeitung leicht weiße Punkte entstehen, die das Material für Filmzwecke völlig unbrauchbar machen würden. Auch der geringe Nitrozelluloseverlust im ablaufenden Waschsprit ist als Vorzug des Zentrifugenverfahrens zu erwähnen.

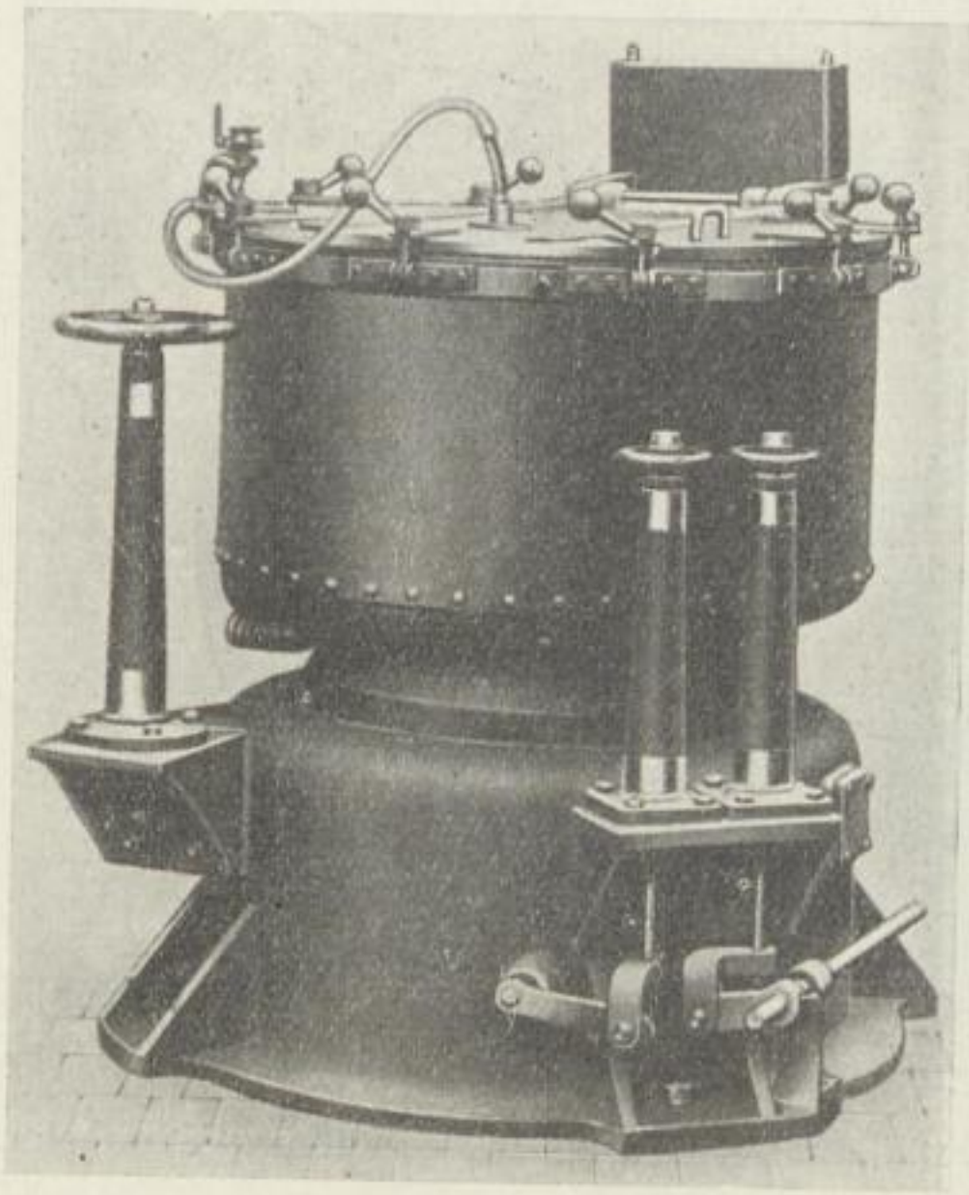
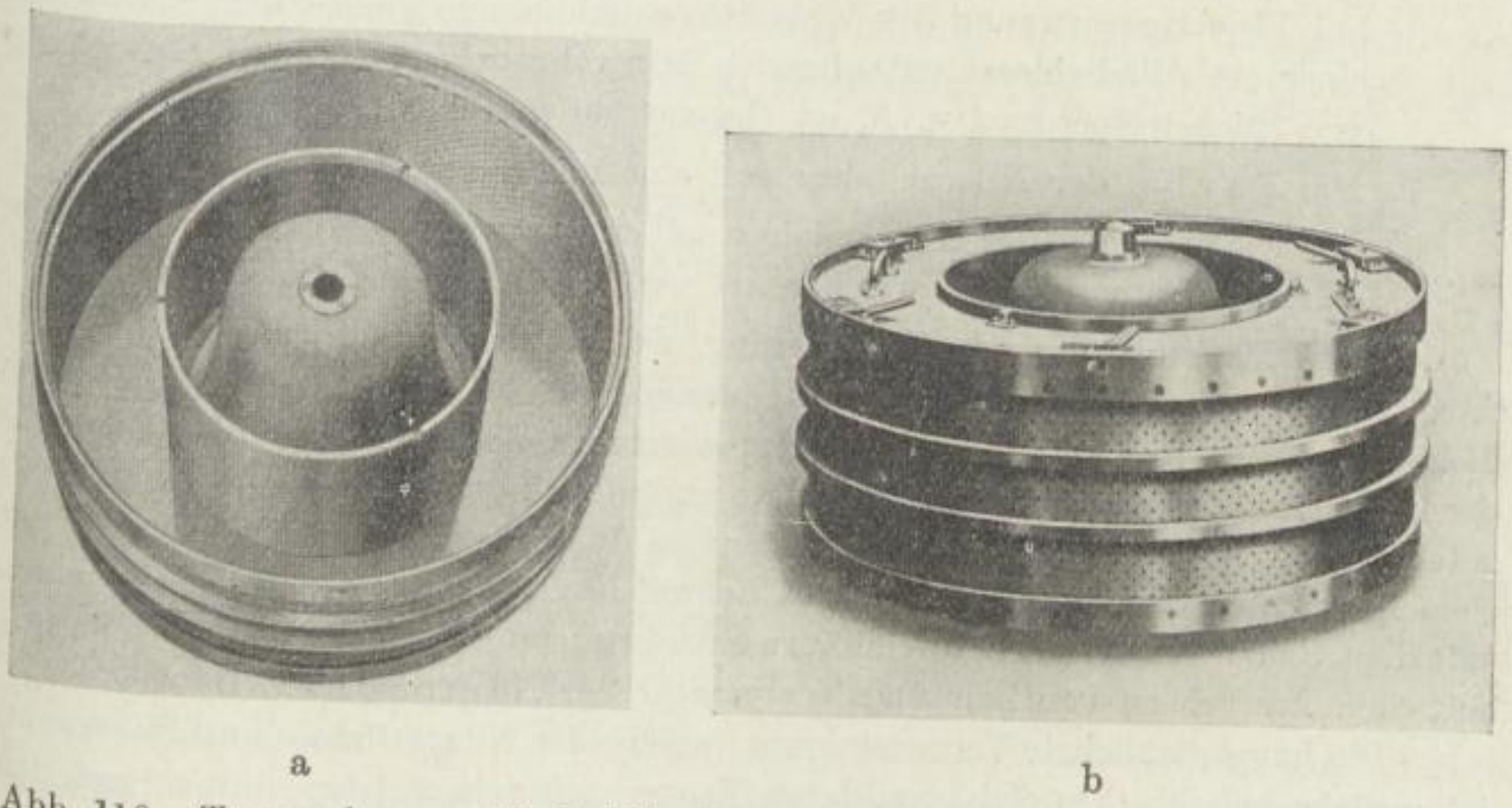


Abb. 109. Alkohol-Verdrängungs-Zentrifuge von Selwig & Lange, Braunschweig.

Die von Selwig & Lange gebaute Alkoholisierzentrifuge (s. Abb. 109) besitzt eine Metalltrommel mit eingebauter Innenzarge. Die äußere und die innere Zarge sind siebartig durchlocht. Der durch den Einbau der Innenzarge gebildete Raum zwischen den

1) Kunststoffe 1913. **3.** 421—425.

beiden Zargen wird nach Auskleidung desselben mit einem Schleudersack mit feuchter Nitrozellulose voll gestampft und dann durch einen Aluminiumtrommeldeckel verschlossen (s. Abb. 110). Nach Schließen des Panzerdeckels und Einführen des Alkoholdeckrohres zwischen Innenzarge und Trommelkonus wird die Zentrifuge in Gang gesetzt und der Verdrängungsprozeß nach besonderem Verfahren durchgeführt. Ein Abschleudern unter etwa 30 % läßt der Wirkungsgrad der Zentrifuge allerdings nicht zu, doch ist dies bedeutungslos, da bei der weiteren Verarbeitung doch wieder Alkohol zugesetzt werden muß, durch dessen Menge und Stärke die Regulierung erfolgt.



a b

Abb. 110. Trommel zur Alkohol-Verdrängungs-Zentrifuge von Selwig & Lange, Braunschweig. a. geöffnet b. geschlossen.

Prüfung der Nitrozellulose: Die Anforderungen, welche an für photographische Filme verwendete Nitrozellulose gestellt werden, sind außerordentlich hohe, man verlangt von ihr (in den Ver. Staaten), daß sie folgenden Testen entspricht:

1. Der Stickstoffgehalt muß innerhalb der Grenzen von 11,80 und 12,10 liegen[1]).
2. Die Stabilität muß eine derartige sein, daß die Nitrozellulose dem 135° Test genügt, d. h. vor Ablauf von 30 Minuten dürfen sich bei dieser Temperatur keine sichtbaren gelbbraunen Dämpfe entwickeln.
3. Der Aschengehalt darf 0,25% nicht überschreiten.

1) Man bedient sich allgemein der Stickstoffabspaltungsmethode von Bergmann und Junk (Zeitschr. f. angew. Chemie 1904. **17.** 982; 1906 **29.** 2105), anschließend wird der Stickstoff nach der Methode von Schulze-Tiemann bestimmt.

4. Der Kieselsäuregehalt darf 0,01% nicht überschreiten.
5. Die Löslichkeit soll in chemisch reinem Azeton eine vollkommene sein und die Lösung ein angenähert klares Aussehen zeigen. Eine 20prozentige Lösung in Azeton unter Druck durch ein kräftiges Filzfilter filtriert, muß eine vollkommen klare Lösung und einen klaren Film ergeben.
(Gleiches gilt für die Löslichkeit in einem Gemisch von 2 Teilen Äther und 1 Teil Alkohol, sofern diese Lösungsmittel in Frage kommen.)
6. Die Viskosität der Lösung soll angenähert eine immer gleiche sein. Ermittelt wird sie durch die Fallzeit einer Kugel von ¼ inch Durchmesser durch die in einem $1^1/_{16}$ inches weiten Glasrohr befindliche Lösung von 30° C, indem man 2 Marken im Abstand von 10 inches an der Röhre anbringt, und Grenzen für die Fallzeit der Kugel zwischen diesen festlegt, die weder über- noch unterschritten werden dürfen.
Die Herabsetzung der Viskosität durch beispielsweise Behandlung mit einer ein Alkalichlorat enthaltenden Mineralsäurelösung, durch Einwirkung von Stickstoffperoxyd u. A. ist Gegenstand verschiedener Patente [1]).
7. Die Farbe der Nitrozellulose soll eine rein weiße sein.
8. Die Reinheit der Nitrozellulose soll eine derartige sein, daß mechanische Verunreinigungen irgendwelcher Art weder sichtbar noch nachweisbar sind.

Einen Maßstab über die Veränderung, welche die Zellulose während des Nitrierungsprozesses erfährt, bildet die Kupferzahl der aus der Nitrozellulose durch Behandlung mit Ammoniumsulfit wiedergewonnenen Zellulose. Diese ist höher als die Kupferzahl der ursprünglichen Zellulose und die Differenz zwischen beiden Zahlen wächst nach K. Atsuki mit zunehmendem Wassergehalt der Nitriersäure, mit dem Anwachsen oder der Abnahme des Schwefelsäuregehaltes der Nitriermischung, mit dem Gehalte dieser an Schwefelsäure einerseits, an Salpetersäure anderseits und mit dem Anwachsen von Zeit und Temperatur der Nitrierung [2]).

Die hauptsächlichste Verunreinigung, welche die Nitrozellulose unstabil macht, ist zurückgehaltene Schwefelsäure, deren Menge nach dem gleichen Autor durch den Oxyzellulose- und Hydrozellulosegehalt der gebrauchten Zellulose und dem Verhältnis, in dem sich die Schwefelsäure im Nitrierungsbad befindet, bestimmt wird [3]). Außer von ihrer chemischen Zusammensetzung hängt die Stabilität der Nitrozellulose aber nach J. Duclaux auch weitgehend von ihrer physikalischen Beschaffenheit ab [4]).

---

1) U. S. P. 1 564 689 (1925) für N. S. Kocher und V. E. Kimmel (Eastman Kodak Co.); U. S. P. 1 572 266 (1925) für L. E. Branchen (Eastman Kodak Co.); U. S. P. 1 572 248 (1925) für S. E. Sheppard und L. W. Eberlin (Eastman Kodak Co.).

Über die verschiedenen, die Löslichkeit der Nitrozellulose beeinflussenden Faktoren und die durch äußere Einflüsse (Azidität, Lichteinwirkung, Verunreinigungen, Zusatz verschiedener Lösungsmittel, Konzentration usw.) verursachte Änderung der Viskosität der Lösungen s. E. C. Worden und L. Rutstein, Kunststoffe 1921. **11.** 25 mit Literaturnachweisen über diesen Gegenstand.

2) J. Fac. eng. Tokyo Imp. Univ. 1924/25, **15**, 55—116, 281—316; **16**, 135—156; ref. Chem. Abstr. 1925, **19**, 727, 728, 1626, 2411.

3) J. Fac. eng. Tokyo Imp. Univ. 1922, 22; nach Science & Ind. Phot. 1924, **4**, 7.

4) Rev. Colloides 1925, **3**, 257—263; ref. Science & Ind. Photogr. 1926, **6**, 10.

Lagerung der Nitrozellulose: Die nitrierte Wolle wird abseits der Fabrikationsgebäude in kleinen in die Erde eingebauten, also kühl gelegenen Räumen aufbewahrt; man füllt sie in Zinkblechbehälter und hält sie darin den Vorschriften entsprechend stets mit ca. 20% Alkohol durchfeuchtet.

Kampfer und Weichmachungsmittel.

Kampfer: wird in der Filmfabrikation sowohl in der Form des hauptsächlich in der rechtsdrehenden Modifikation vorkommenden Naturproduktes wie auch als synthetischer Kampfer verwendet, wofür im Einzelfall allein die Preisfrage entscheidend ist. Der in Japan oder Formosa aus dem Kampferbaum (Laurus camphora) gewonnene Rohkampfer wird zum kleineren Teil schon an Ort und Stelle, meist erst in Europa bzw. Amerika durch Wasserdampfdestillation noch besonders gereinigt und kommt hauptsächlich entweder in schalenförmigen Broten von 3—5 kg Gewicht oder auch als gepreßter Scheibenkampfer von dichterer Beschaffenheit in den Handel. Die künstliche technische Darstellung aus Pinen, das zu etwa 70—90 % im Terpentinöl enthalten ist über Camphen durch Oxydation führt zu der inaktiven Form des Kampfers.

Kampfer $C_{10}H_{16}O$ bildet eine körnig kristallinische zähe und bröckelige Masse von rein weißer Farbe, charakteristischem Geruch und als d-Kampfer von brennendem Geschmack. Er kristallisiert aus Alkohol in hexagonalen Kristallen und sublimiert leicht in glänzenden Kristallen vom spezifischen Gewicht 0,985 bis 0,996; sein Schmelzpunkt liegt bei 173 bis 179° C, der Erstarrungspunkt bei 178 bis 175° C. In Wasser von 15° C ist er nur im Verhältnis 1:500 löslich, leicht dagegen in organischen Lösungsmitteln.

Wirkung des Kampfers im Zelluloid: Die Eigenschaft, welche den Kampfer für die Zelluloid-, bzw. Filmfabrikation so wertvoll macht, besteht darin, daß er mit der Nitrozellulose eine feste Lösung bildet und sich aus derselben abspaltende nitrose Dämpfe bindet. Er gilt also als gutes Stabilisierungsmittel [1]). Allerdings wurde der Einfluß des Kampfers im Zelluloid auch anders gedeutet und ihm nur eine die Zersetzungsgeschwindigkeit der Nitrozellulose herabsetzende Wirkung zugeschrieben [2]). Daß keine wahre Lösung vorliegt, scheint daraus hervorzugehen, daß die Nitrozellulose den Er-

1) s. hierzu u. a. K. Atzuki, Journ. Coll. Eng. Tokio Imp. Univ. 1922. **11.** 201; ref. Rev. géen. des Colloides 1924. S. 50.

2) Hervé, Moniteur Scientifique 1918, S. 193.

starrungspunkt des Kampfers nicht herabsetzt[1]), und aus den sowohl bei der Mischung von Kampfer mit Nitrozellulose wie auch beim Verbrennen des Zelluloids einerseits, seiner Bestandteile anderseits erkennbaren thermischen Vorgängen wurde ferner auf eine chemische Verbindung der Zellulose mit dem Kampfer geschlossen[2]). Wie dem auch sei, zeichnet sich jedenfalls ein aus guter Nitrozellulose und reinem natürlichen Kampfer hergestelltes Filmzelluloid erfahrungsgemäß durch eine sehr große Beständigkeit aus und die mechanischen Eigenschaften der Nitrozellulose werden durch die Gegenwart des Kampfers in dem Sinne geändert, daß ihre Reißfestigkeit abnimmt, ihre Dehnbarkeit sich dagegen erhöht.

Bezugsquellen sind u. a. Morgenstern, Bigot & Co., Hamburg; Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin N.

Prüfung: Diese erstreckt sich bei dem künstlichen Produkt meist nur auf aus der Fabrikation herrührende Verunreinigungen, und zwar in der Hauptsache auf Chlor durch Glühen mit Ätzkalk und Versetzen der Probe mit Silbernitratlösung.

Für eine weitere Untersuchung wird der Schmelzpunkt, die optische Drehung, ev. auch die fraktionierte Sublimation zum Nachweis von Camphen herangezogen. Liegen Mischungen von natürlichem und synthetischem Kampfer vor, so muß ein polarimetrischer Vergleich mit einer gleichkonzentrierten Lösung echten Japankampfers vorgenommen werden. Soll die Natur des Kampfers im Zelluloid festgestellt werden, wird ein bestimmtes Gewicht desselben mit verd. Natriumkarbonatlösung gekocht, das wässerige Destillat mit Butylchlorid extrahiert und die so erhaltene Kampferlösung optisch untersucht.

In Äther und Alkohol muß sich der Kampfer leicht und ohne nennenswerten Rückstand lösen und bei vorsichtigem Erhitzen eine klare farblose Schmelze geben, die sich bei weiterem Erwärmen bis auf Spuren von höchstens 1,5 mg pro g verflüchtigt.

Weichmachungsmittel: Während der Kampfer die Nitrozellulose „stabilisiert", indem er lösend und gelatinierend wirkt und zugleich verhindert, daß Reste von Lösungsmitteln aus dem Film entweichen, wodurch dessen Geschmeidigkeit für längere Zeit erhalten bleibt, verfolgen andere als Weichmachungsmittel bezeichnete Zusätze ebenfalls eine Erhöhung der Geschmeidigkeit und auch eine günstige Beeinflussung der Festigkeit. Allerdings blieb der vollkommene Ersatz des Kampfers bis heute ein ungelöstes Problem, da keiner der zahlreichen hierfür vorgeschlagenen Körper, von denen einige wenige auch fabrikatorisch angewendet werden um den Kampfer wenigstens teilweise zu ersetzen, ihm doch völlig gleichwertig befunden wurde.

---

1) J. B. Nichols, Journ. Phys. Chem. 1924 **28**. 769—771.

2) s. Schupphaus Dict. de Chimie appl. de Thorpe Ed. 1912. Vol. I. S. 705; ref. in Bréguets Publikation über Nitrozellulosekollodium Rev. gén. des Matières Plastiques 1926. **2**. 215—225; s. a. Kunststoffe 1927. **17**. 38.

Einteilung der Weichmachungsmittel: Da diese Substituenten die gelöste Nitrozellulose gleichzeitig in sehr verschiedener Richtung beeinflussen können, sich bei gleichzeitiger Anwendung mehrerer derselben gewisse Einflüsse auch bald verstärken, bald gegenseitig aufheben, und alle Eigenschaften der Mischung weiter durch Druck, Vakuum und Wärme modifiziert werden, bestehen unter ihnen für eine Klassifikation nach bestimmten Gesichtspunkten keine klar umschriebenen Grenzen. Eine auf den Lösungsvorgängen beruhende von W. Lindsay[1]) aufgestellte Einteilung scheint diesen Verhältnissen noch am besten zu entsprechen. Hiernach unterscheidet man 3 Gruppen von Kampfer-Ersatz, bzw. Weichmachungsmitteln:

1. Substanzen, die an sich in der Kälte oder bei gewöhnlicher Temperatur, auch wenn sie geschmolzen oder in Methyl- oder Äthylalkohol gelöst wurden, keine Lösungsmittel sind, wie z. B. Triphenylphosphat, Tricresylphosphat oder Naphtalin.

2. Substanzen, die Lösungsmittel werden sobald sie geschmolzen sind, die aber keine Lösungsmittel werden, wenn sie bei Raumtemperatur in Äthylalkohol gelöst sind, wie Kampfer, Tetrachloräthylazetanilid und Trichlormethylazetanilid.

3. Substanzen, die sowohl im geschmolzenen Zustande Lösungsmittel werden, als auch wenn sie in gleichen Teilen Methyl- oder Äthylalkohol bei Raumtemperatur gelöst sind wie Methyl- und Äthylazetanilid.

Einfluß ihrer Konstitution: Wie R. O. Herzog, A. Hildesheimer und F. Medicus ermittelten, ist die Konstitution der Zusätze von ganz wesentlicher Bedeutung für die Eigenschaften der Filme, so daß sich durch eine systematische Auswahl derselben gewisse Eigenschaften, wie beispielsweise die Kältebeständigkeit durch Ersatz des Glyzerins durch Glykol, verbessern und durch passende Wahl des Mischungsverhältnisses mehrerer Weichmachungsmittel so ziemlich alle praktisch erforderlichen Grade der Dehnbarkeit, Festigkeit und auch Kältebeständigkeit erzielen lassen[2]).

Wirkung verschiedener Weichmachungsmittel: Substanzen, die einen günstigen Einfluß auf die Festigkeit und Geschmeidigkeit der Nitrozellulosefilme ausüben, sind außer Kampfer nach diesen Autoren: zimtsaures Amyl, zimtsaures Glykol, dihydrozimtsaures Amyl, dibromidzimtsaures Amyl, phenylessigsaures Amyl,

1) s. U. S. P. 1 041 113 (1912).
2) Zeitschr. f. angew. Chemie 1921, **34.** 57—60.

methylkumarinsaures Amyl, methylkumarinsaures Glykol, salizylsaures Amyl, salizylsaures Glykol, Triphenylphosphat, Trikresylphosphat, Rizinusöl, Monoazetin, Diphenyläther, m-Xylylphenyläther und Naphthylphenyläther. Umgekehrt wirkt Furfurol sehr ungünstig, indem es leicht Brüchigwerden der Filme verursacht, das sich aus chemischen Umsetzungen erklären dürfte. Auch das oft genannte Azetanilid kann nach K. Atsuki[1]) nicht an die Stelle des Kampfers treten, denn schon ein nur teilweiser Ersatz desselben würde das Zelluloid hart und brüchig machen, obwohl der Zusatz von ungefähr 5 % die Stabilität leicht verbessert.

Ein wirklicher Stabilisator ist dagegen Harnstoff[2]) und substituierter Harnstoff (Guanidin u. a.), er verlängert den Abelschen Hitzetest, erhöht aber nicht den Entflammungspunkt, wenn er in einer Menge von etwa 7 % zugesetzt wird. Am günstigsten wirkt er, wenn er zu einem Zelluloid von weder zu hoher noch zu niederer Stabilität zugesetzt wird, und tatsächlich ist Harnstoff in der Filmfabrikation ein erprobtes wertvolles Zusatzmittel zur Zelluloidmasse.

Das bisweilen angewandte Rizinusöl wird sehr schnell ranzig und färbt den Film gelb, worauf er brüchig wird.

Außer den genannten soll eine Unzahl anderer sowohl der aliphatischen wie aromatischen Reihe angehörenden Verbindungen in ähnlicher Weise entweder stabilisierend wirken oder die Festigkeit der Filme erhöhen, so Abkömmlinge der Essigsäure, Salizylsäure, Phtalsäure, Benzoesäure, des Anilins, Naphtalins, Phenantrens usw. usw., bzgl. derer hier auf die Seite 272 Anm. 1 angegebene Literatur verwiesen sei.

Lösungsmittel.

Allgemeines: Zur Herstellung der Zelluloidmasse kann niemals ein einziges Lösungsmittel dienen, sondern es müssen stets Gemische von niedrig- und hochsiedenden Flüssigkeiten in solchem Verhältniß angewandt werden, daß während des Verdunstens der ersteren (Äther, Alkohol, Azeton) und der stets gegenwärtigen Spuren von Wasser ausreichende Mengen der hochsiedenden Lösungsmittel (Amylazetat, Fuselöl) zugegen sind, um eine teilweise Ausscheidung der festen Substanzen (Kampfer, Harnstoff u. a.) zu

1) Journ. Fac. Eng. Tokio Imp. Univ. 1924/25. **15.** 55—116, 281—316; **16.** 135—156 nach Chem. Abstr. 1925. **19.** 727, 728, 1626, 2411.

2) Bereits im Jahre 1855 wurde Harnstoff von G. Hase als den Säuregehalt photographischer Filme (Kollodiumhäute) ausgleichendes Mittel angegeben. Horns Phot. Journ. 1855. **3.** 15 u. 23.

verhindern. Ferner muß die Verdunstungstemperatur wie die Verflüchtigungsgeschwindigkeit so gehalten sein, daß sowohl jede Kondensation von Feuchtigkeit, die ein Trübewerden der Gießmasse zur Folge haben würde, wie auch ein Einschließen von Luftbläschen vermieden wird[1]).

Lösungsmittel für Nitrozellulose: Als Lösungsmittel dienen bei der Fabrikation von Zelluloidfilmen allgemein entweder Äther-Alkohol oder Azeton, und zwar gemischt mit Methylalkohol, Amylazetat und Fuselöl (Amylalkohol).

Äther.

Äthyl-Äther, $(C_2H_5)_2O$, Mol. Gew. 74,1, meist in kontinuierlichem Verfahren aus Äthylalkohol mit Schwefelsäure bei 135° dargestellt, wird der Rohäther zur Beseitigung schwefliger Säure mit Kalkmilch, dann zur Entfernung von Alkohol mit Wasser gewaschen und schließlich über Chlorkalzium — bei höchsten Ansprüchen an Reinheit noch über Natriumdraht — rektifiziert.

Reiner Äther ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von charakteristischem Geruch. Sein spez. Gewicht ist 0,718, sein Siedepunkt 34,9. Er verdampft schon bei mittlerer Temperatur rasch. Seine Dämpfe sind schwerer als Luft und bilden mit dieser explosive Gemische sobald 2,9—7,5 Vol. Proz. Ätherdampf auf 97,1—92,5 Vol. Proz. Luft kommen. Bekannt ist seine leichte Entflammbarkeit. Er brennt mit leuchtender Flamme. Als ausgezeichnetes Lösungs- und Extraktionsmittel für organische Verbindungen findet er weitgehende Verwendung. Wasser löst 9 % Äther, Äther ca. 2 % Wasser. Mit Alkohol mischt sich Äther in jedem Verhältnis und dient in

---

1) Goodwins U. S. P. 610 861 (1898): s. S. 256 u. 257 enthielt die Bedingung der Verwendung verschiedener Flüssigkeiten und erwähnte besonders die Anwendung von Amylazetat, dessen lösende Eigenschaften für Zelluloseester von J. Stevens (U. S. P. 269 342/1882) entdeckt worden war. Erst durch das Zusammenwirken beider Entdeckungen wurde die Fabrikation eines fortlaufenden und biegsamen photographischen Schichtträgers ermöglicht. — Mit den komplizierten Beziehungen zwischen der Menge des Lösers und Nichtlösers unter Berücksichtigung verschiedenen Dampfdruckes, der Siedepunkte und anderer Faktoren beschäftigten sich neuere Arbeiten, s. u. a. B. K. Brown und C. Bogin, Ind. Eng. Chemistry, 1927. **19.** 968—971. — Auch die Faktoren, welche die Lösung der Nitrozellulose beeinflussen, die lösende Wirkung verschiedener Lösungsmittel und die Änderung der Viskosität durch äußere Einflüsse wurden wiederholt untersucht, vor allem von E. C. Worden und L. Rutstein, s. Kunststoffe 1924. 11. 25. Wasserfreie Lösungsmittel (abs. Alkohol, Azeton u. a.) geben nach dem D. R. P. 314 119 (1917) der Deutschen Zelluloidfabrik, Eilenburg, ein Zelluloid von wesentlich höherer Zug- und Knickfestigkeit.

dieser Mischung zur Lösung der Nitrozelluse (Kollodiumwolle). Im Handel ist Äther in drei Sorten verschiedenen spezifischen Gewichts: 0,725, 0,722, 0,720.

Bezugsquellen: u. a. Chem. Fabrik Cotta, E. Heuer, Dresden-A.; R. Eisenmann, Berlin O 17; Schering-Kahlbaum A. G., Berlin.

Prüfung: Einen Anhalt bzgl. seiner Reinheit bietet das spez. Gewicht, da dasselbe durch Alkohol- und Wassergehalt erhöht wird.

Wassergehalt wird durch Schütteln mit dem gleichen Volumen Schwefelkohlenstoff oder mit entwässertem Kupfervitriol ermittelt. Im ersteren Fall tritt eine Trübung, im andern eine Blau- bzw. Grünfärbung auf.

Alkoholgehalt wird durch eintretende Färbung beim Schütteln mit Anilinviolett angezeigt.

Säuregehalt wird durch Ausschütteln von 20 ccm Äther mit 5 ccm Wasser festgestellt. Letzteres darf alsdann nicht sauer reagieren.

Zur Prüfung auf Wasserstoffsuperoxyd und Ozon schüttelt man 10 ccm Äther mit 1 ccm Jodkaliumlösung im Stöpselglase. Bei einstündigem Stehen im Dunkeln darf das Gemisch keine Färbung von ausgeschiedenem Jod annehmen. Tritt diese ein, so muß der Äther gereinigt werden. Nach E. Valenta[1]) verfährt man dabei so, daß man eine 5%ige Kaliumpermanganatlösung mit etwas Natronlauge versetzt, diese Flüssigkeit zu dem in einer Schüttelflasche befindlichen Äther fügt, gut schüttelt und nach 24 Stunden den über der braunen Lösung stehenden Äther abgießt. Mit Jodkaliumlösung wird derselbe abermals geprüft und das Ausschütteln nötigenfalls wiederholt. Gibt die Probe keine Färbung mehr, wird der Äther mit gebranntem Kalk und eventuell durch Destillation entwässert und kann dann verwendet werden.

Aethylalkohol.

Alkohol, C_2H_5OH, Mol.-Gew. 46,1, wird durch Gärung zuckerhaltiger Flüssigkeiten pflanzlichen Ursprungs (Maischen) und folgende Destillation gewonnen. Vor der Destillation wird zum Zurückhalten der Fuselöle durch ausgeglühte Holzkohle filtriert. Äthylalkohol ist nur schwer vollkommen wasserfrei zu erhalten und wird zu diesem Zwecke wiederholter Destillation mit wasserentziehenden Substanzen wie Chlorkalzium, Ätzkalk, geglühter Potasche und entwässertem Kupfervitriol unterworfen. Technisch wird er in den weit billigeren Sorten von 98% oder nur 95—96% Gehalt verwendet.

Reiner Alkohol ist farblos, leicht flüssig, riecht angenehm ätherisch, schmeckt scharf brennend, und brennt mit nichtleuchtender Flamme. Sein spez. Gewicht ist bei 15° 0,79, sein Siedepunkt 78,3. Er ist stark hygroskopisch und ein gutes Lösungsmittel vieler, besonders organische Stoffe. Mit Wasser vermischt tritt eine Kontraktion ein, deren Maximum bei 48 Vol. Wasser und 52 Vol. Alkohol liegt. Mit Äther ist Alkohol leicht und in jedem Verhältnis mischbar, ebenso mit Glyzerin.

1) Phot. Korresp. 1921. 58. 61—62.

Seine Verwendung als Lösungsmittel für Nitrozellulose in Mischung mit Äther datiert schon aus der frühesten Zeit des photographischen Kollodiumverfahrens und wurde später auf die Industrie des Zelluloids, bzw. der Filme übertragen, s. Bd. II 7. 3te Aufl. 1927.

Bezugsquellen: u. a. Chem. Fabrik Cotta, E. Heuer, Dresden-Cotta; R. Eisenmann, Berlin O 17, Schering-Kahlbaum A. G., Berlin.

Prüfung:

Zur Gehaltermittlung benutzt man meistens das Aräometer von Tralles, das statt der Volumzahlen direkt die Volumprozente bezogen auf die Normaltemperatur von 15,5° C angibt. Aus den gefundenen Volumprozenten lassen sich die Gewichtsprozente finden, indem man das Volumgewicht des absoluten Alkohols (0,7939) durch das Volumgewicht des vorliegenden Alkohols dividiert und den Quotienten mit dem Volumprozentgehalt dieses Alkohols multipliziert.

Wassergehalt von mehr als 3% ist an der Trübung beim Lösen in Benzol erkennbar, die vollständige Entwässerung daran, daß wasserfreies Kupfersulfat sich nicht färbt.

Als Verunreinigungen kommen hauptsächlich flüchtige Säuren, Fuselöle, Acetaldehyd und Furfurol in Betracht.

Gehalt an freien Säuren wird durch Titration mit alkoholischer ½ Normal-Natronlauge unter Verwendung von Phenolphtaleïn als Indikator bestimmt.

Zum Nachweis von Fuselöl verdunstet man den größten Teil des Alkohols bei niedriger Temperatur und schüttelt den Flüssigkeitsrest mit dem gleichen Volumen Äther. Beim Verdunsten der ätherischen Lösung bleibt das Fuselöl zurück und ist am Geruch erkennbar.

Gegenwart von Aldehyd wird am Auftreten einer gelbroten Färbung erkannt, die bei Zusatz von 1 ccm einer 10%igen Lösung von salzsaurem m-Phenylendiamin zu 10 ccm des Alkohols eintritt.

Furfurolgehalt verursacht bei Zusatz von 10 Tropfen Anilin und 2 Tropfen Salzsäure zu 10 ccm Alkohol eine rosarote Färbung.

Denaturierung des Alkohols.

Der für gewerbliche Zwecke steuerfreie Alkohol wird je nach seinem Verwendungszweck mit Methylalkoholrückständen, Pyridinbasen, hochsiedenden Teerölen und anderen Substanzen denaturiert. Für photographische Zwecke sind behördlicherseits Karbolsäure (Phenol) und Äther zugelassen.

Karbolsäure kommt vorzugsweise für Gelatineemulsionen in Betracht und wird verflüssigt in einer Menge von 1 l zu 100 l Alkohol zugesetzt. Dabei werden an ihre Beschaffenheit bestimmte Anforderungen gestellt: Ihre Verflüssigung erfolgt durch Zusatz von $^1/_{10}$ Gewt. Wasser zu chemisch reinem Phenol. Die verflüssigte Karbolsäure soll eine farblose oder rötlich bis bräunlich gefärbte Flüssigkeit sein, welche den eigentümlichen Geruch des Phenols besitzt und sich beim Erhitzen ohne erheblichen Rückstand verflüchtigt. Die Dichte der verflüssigten Karbolsäure soll bei 15° zwischen 1,066 und 1,071 liegen. In einer Lösung von 10 ccm verflüssigter Karbolsäure in 5 ccm Alkohol von etwa 85—90 Gewichtsprozent sollen 8—10 Tropfen einer wässerigen Eisenchloridlösung eine schmutziggrüne Färbung hervorrufen, welche beim Verdünnen der Mischung mit Wasser auf einen halben Liter in eine schöne violette Färbung übergeht.

Aether wird zur Denaturierung bei der Herstellung von Kollodium (in der Zelloidinpapierfabrikation) bevorzugt, und zwar verwendet man 10 l Äther auf je 100 l reinen Alkohol.

Methylalkohol oder Kampfer wählt man in der Regel für die Zelluloidherstellung in der Filmfabrikation.

Azeton.

Azeton: Dimethylketon, $(CH_3)_2CO$, wird hauptsächlich durch trockene Destillation von essigsaurem Kalk gewonnen, der seinerseits bei der Destillation des Holzes, bzw. bei der Aufarbeitung des Holzessigs erhalten wird. Als Rückstand verbleibt kohlensaurer Kalk, während das überdestillierte Azeton durch Kühlung kondensiert wird. Das viele organische Beimischungen enthaltende Rohazeton wird durch Verdünnung mit Wasser, bzw. Lösung, Zusatz von Alkalien und eine fraktionierte Destillation gereinigt.

Azeton stellt eine farblose, eigentümlich riechende Flüssigkeit vom Siedepunkt 56,5°, dem spez. Gew. 0,816—0,817 bei 15° und dem Brechungsexponenten von 1,3571 bei 20° dar, die in allen Verhältnissen mit Alkohol, Äther, Chloroform, Tetrachloräthan, Amylalkohol und auch mit wasserfreiem Benzin und Benzol ohne Trübung mischbar ist.

In der Technik der Filmfabrikation spielt Azeton sowohl als Lösungsmittel für Nitro- wie Azetylzellulose eine hervorragende Rolle, für letztere besonders deshalb, weil es jene teilweise hydrolisierten Azetate vollständig löst und mit diesen dünne Filme von größter Festigkeit gibt. Normales Triazetat ist in Azeton unlöslich, mit fortschreitender Hydrolyse wird jedoch ein Punkt erreicht, bei dem der Ester zu 99,5 % in Azeton löslich ist. Schreitet die Hydrolyse weiter vor, wird das Azetat in Azeton mit zunehmendem Wassergehalt löslich bis schließlich wasserlösliche Produkte entstehen, gleichzeitig werden die wünschenswerten Eigenschaften der Azetate verschlechtert.

Ein klares farbloses neutrales Beiprodukt der Azetonfabrikation vom spez. Gew. 0,915 bei 15°, dem eine besonders gute Lösekraft für Azetylzellulose zukommt, wurde von C. Piest angegeben[1]. In den Vereinigten Staaten ist dasselbe unter der Bezeichnung „Keton Solvent" im Handel, siedet als solches zwischen 60 und 75°, und besteht angenähert zu 65% aus Äthern, zu 28% aus Aldehyden und 7% aus Estern. Es löst sowohl Zellulosenitrate wie Azetate und ist mit 2 Vol. Benzol ohne Trübung mischbar.

1) Chem. Ztg. 1913. **37.** 299.

Gewöhnlich wird Azeton gleichzeitig mit einem höhersiedenden und weniger hygroskopischen Lösungsmittel wie Tetrachloräthan, Pentachloräthan u. a. angewandt. Von besonderem Interesse ist auch seine Verwendung um Nitrozellulose mit Azetylzellulose miteinander zu kombinieren (s. S. 313), worauf sich zahlreiche Patente beziehen.

Bezugsquellen: R. Eisenmann, Berlin O 17; E. de Haën, G.m.b.H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover; Schering-Kahlbaum A. G., Berlin.

Prüfung: (nach amtlicher deutscher Vorschrift):

1. Das Aussehen soll wasserhell und klar sein.

2. Eine Mischung mit dest. Wasser muß in jedem Verhältnis möglich sein, ohne daß sich weder sofort noch nach längerem Stehen eine Trübung oder ein Niederschlag zeigt. (Um Wassergehalt nachzuweisen überschichtet man einen Kristall Kupfersulfat nach dem Entwässern mit 25 ccm des Azetons; nach 24 Stunden soll höchstens eine Spur einer Blaufärbung der Flüssigkeit eingetreten sein.)

3. Die Reaktion muß eine ganz neutrale sein. 10 ccm Azeton dürfen durch einige Tropfen Phenolphtaleïnlösung nicht gerötet werden, doch muß nach Zufluß von 1 ccm $^1/_{10}$ Normallauge eine deutliche Rötung eintreten. Eine Lösung von Quecksilberchlorid darf im Azeton keine Trübung hervorrufen.

4. Der Gehalt des Azetons muß bei 15° wenigstens 98,5% betragen. (100 ccm auf dem Wasserbade verdampft sollen nicht mehr als 0,0015 g Rückstand hinterlassen.

5. Nachweis der Gegenwart von Aldehyd geschieht durch Reduktion einer Silbernitratlösung, die durch Auflösen von 3 g Silbernitrat, Zufügen von 3 g Natriumhydroxyd und 20 g Ammoniaklösung (0,91) und Auffüllen auf 100 ccm erhalten wird. Zur Prüfung versetzt man 10 ccm Azeton mit 10 ccm dest. Wasser und 2 ccm dieser Silberlösung, und läßt bedeckt $^1/_4$ Stunde im Dunkeln stehen. Hierauf gießt man die Flüssigkeit vom reduzierten Silber ab und prüft die Lösung mit möglichst hellem Ammoniumsulfid. Beträgt der Aldehydgehalt mehr als zulässig, nämlich 0,1%, so ist noch Silber vorhanden, und es entsteht mit Ammoniumsulfid ein braunschwarzer Niederschlag oder eine braune Trübung.

6. Bei der Destillation müssen bis zu einer Temperatur von 58° wenigstens 95 % übergegangen sein.

7. Der Gehalt des reinen Azetons darf bei der jodometrischen Bestimmung nicht weniger als 98 % betragen, wobei angenommen wird, daß 1 Molekül Azeton durch 6 Atome Jod in 1 Molekül Jodoform übergeführt wird.

Methylalkohol.

Methylalkohol: CH_3OH, Mol. Gew. 32, auch als Holzgeist, Holzspiritus und Methanol bezeichnet, wird in der Technik durch Destillation von rohem Holzessig gewonnen, wie er bei der Holzverkohlung entsteht. Der rohe Holzgeist, eine grünlich gelbe unangenehm riechende Flüssigkeit, enthält etwa 80 % Methylalkohol, 10 bis 15 % Azeton, ferner Azetaldehyd, Allylalkohol, Ester und andere Körper in wechselnden Mengen. Zur Entfernung derselben wird er nach mehrstündigem Stehen über Kalk destilliert, wobei er in ein farbloses Destillat vom spez. Gew. 0,816 übergeht, das mit Wasser

bis zum spez. Gewicht 0,935 versetzt wird. Nach mehreren Tagen zieht man die Flüssigkeit von der öligen Schicht ab, versetzt von neuem mit ca. 2 % Kalk und destilliert. Es folgt eine abermalige Destillation unter Zusatz von 1—2 % Schwefelsäure, wobei der Methylalkohol des Handels, der stets noch Azeton enthält, zwischen 64 und 66° übergeht. Durch Entwässerung mit Kalziumchlorid, dann mit geglühter Pottasche und durch wiederholte fraktionierte Destillation kann schließlich reiner Methylalkohol erhalten werden.

Methylalkohol ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit vom spez. Gew. 0,796—0,797 bei 15° und vom Siedepunkt 66°, die mit Wasser, Äthylalkohol, Äther und Chloroform in jedem Verhältnis mischbar ist, mit nichtleuchtender Flamme verbrennt, und viele Harze, Fette und ätherische Öle löst.

Nitrozellulose wird von Methylalkohol zwar besser gelöst als von Äthylalkohol und den höheren Homologen, doch ist sein niedriger Siedepunkt und seine dadurch verursachte schnelle Verdampfung, dazu seine ausgesprochene Hygroskopizität und leichte Mischbarkeit mit Wasser vom Standpunkt der Filmfabrikation als nachteilig zu bezeichnen; trotzdem wird Methylalkohol in derselben in großen Mengen in Mischung mit anderen Lösungsmitteln gebraucht.

Bezugsquellen: Chemische Werke Fürstenwalde, Dr. Becker & W. Zeidler, G. m. b. H., Fürstenwalde (Spree), R. Eisenmann, Berlin O, E. de Haën, G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover und viele andere.

Prüfung:

Seine Farbe soll nicht dunkler sein als die einer frisch hergestellten N/10 Jodlösung, von der 2 ccm mit dest. Wasser auf 1000 ccm verdünnt wurden.

Das spez. Gewicht soll bei 15° nicht mehr als 0,798 betragen.

Siedepunkt: Bei der Destillation müssen mindestens 98% innerhalb eines Grades (65,6—66,6°) übergehen.

Gehalt: Der Methylalkohol muß bei 15° mindestens 99% gemessen mit der Trallesspindel zeigen.

Die Reaktion soll neutral sein, einige Tropfen Phenolphtaleïn dürfen keine Rötung hervorrufen, doch muß eine solche deutlich nach Zusatz von 1 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge eintreten.

Mischung mit Wasser: Mit Wasser gemischt soll eine klare oder nur leicht opaleszierende Flüssigkeit entstehen.

Mischung mit konz. Natronlauge: In jedem Verhältnis gemischt bleibt reiner Methylalkohol farblos und klar.

Azetongehalt wird nach der Methode von Kraemer ermittelt, die darauf beruht, daß Azeton durch Jod bei Gegenwart von Alkalien quantitativ in Jodoform übergeführt wird. In einen Mischzylinder von 50 ccm Inhalt bringt man zunächst 10 ccm Doppel-Normal-Natronlauge, hierzu 1 ccm des zu untersuchenden Methylalkohols und nach gutem Umschütteln 5 ccm Doppel-Normal-Jodlösung. Nach einiger Zeit setzt man 10 ccm alkoholfreien Äther hinzu und schüttelt aufs neue. Man liest

das Volumen der sich trennenden Ätherschicht ab, nimmt mit einer Pipette einen aliquoten Teil ab (etwa 5 ccm), und läßt auf einem tarierten Uhrglas verdunsten, wobei das Jodoform zurückbleibt, das über konz. Schwefelsäure getrocknet, dann gewogen wird. 394 Gew.-Teile Jodoform entsprechen 58 Gew.-Teilen Azeton. Hierauf läßt sich der Azetongehalt bei Berücksichtigung des spez. Gewichtes des Methylalkohols berechnen.

Qualitativ wird auf Azeton durch Versetzen von 10 ccm Methylalkohol mit Natronlauge und wäßriger Kaliumjodid-Jodlösung geprüft. Nach längerem Stehen darf sich bei Anwesenheit von Azeton keine Trübung von ausgeschiedenem Jodoform bilden.

Amylazetat.

Amylazetat ist von 8 Isomeren gewöhnlich der Essigsäureisoamylester, $C_5H_{11}.O.CO.CH_3$, vom Mol. Gew. 130,1, der durch mehrstündiges Erhitzen eines Gemisches von 1 Teil techn. reinem Gärungsamylalkohol, 1 Teil Eisessig und 0,5 Teile konz. Schwefelsäure und Abscheiden durch Wasserzusatz erhalten wird. Der Ester ist eine farblose leicht bewegliche neutral reagierende Flüssigkeit von durchdringendem, an Bergamottbirnen erinnernden Geruch, ist optisch aktiv, leicht entzündlich, wenig löslich in Wasser und in allen Verhältnissen mit Alkohol, Äther, Amylalkohol und Essigester mischbar. Durch Hitze wird er leicht zersetzt. Sein spez. Gewicht ist bei 15° 0,876, sein Siedepunkt liegt bei 139°. Mit großer Genauigkeit wurden auch die elektrische Leitfähigkeit, die Oberflächenspannung usw. bestimmt.

Bezugsquellen: R. Eisenmann, Berlin O 17; E. de Haën, G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover; Schering-Kahlbaum A. G., Berlin u. a.

Prüfung: Dieselbe beschränkt sich auf die Feststellung der angegebenen physikalischen Konstanten und seine Reaktion, die so neutral als möglich sein soll.

Fuselöl.

Fuselöl (Amylalkohol) wird hauptsächlich bei der Raffination des Rohspiritus der Kartoffel- und Melassebrennereien gewonnen, bei der es zusammen mit dem größten Teil des Wassers in der Destillierblase des Rektifizierapparates zurückbleibt, von dem es durch Abhebern getrennt wird.

Die rohen Fuselöle bilden gelblich braune Flüssigkeiten von scharfem widerlichen Geschmack und stark reizendem Geruch. Ihr spez. Gewicht beträgt ungefähr 0,83. Beim Erhitzen beginnen die Fuselöle von etwa 80° an zu sieden, doch geht ihre Hauptmenge entsprechend ihrem hohen Gehalt an Amylalkohol zwischen 128 und 132° über. In trockenem Zustande ist Fuselöl mit Alkohol, Äther und Chloroform mischbar, in Wasser ist es nur wenig löslich. Es brennt mit stark leuchtender Flamme.

Die chemische Zusammensetzung der Fuselöle ist je nach ihrer Herkunft eine verschiedene. Hauptbestandteil ist bis zu 65 und 80 % immer Amylalkohol und zwar ein Gemenge der beiden Isomeren Isobutylkarbinol oder Gärungsamylalkohol (Mol. Gew. 88, spez. Gew. 0,825, Sp. 131 °) und d-Amylalkohol (Sp. 128 °) in wechselnden Verhältnissen, ferner enthalten sie 15—25 % Isobutylalkohol (Sp. 108 °) und 4—7 % m-Propylalkohol (Sp. 97 °), daneben in meist sehr geringen Mengen gelegentlich höhere Alkohole und fast immer Furfurol, Azetaldehyd und Fettsäuren, teils frei, teils verestert.

Der Gärungsamylalkohol bildet rein eine farblose ölige scharf schmeckende und widrig riechende Flüssigkeit, die mit Äthylalkohol und Äther in jedem Verhältnis mischbar ist, Fette und Harze löst und zur Herstellung von Amylazetat dient, dessen zunehmende Verwendung erst das Interesse auf die vordem als wertloses und lästiges Abfallprodukt geltenden Fuselöle lenkte.

Bezugsquellen: R. Eisenmann, Berlin O 17; E. de Haën, G. m. b. H., Chem. Fabrik „List", Seelze bei Hannover; Schering-Kahlbaum A. G., Berlin u. a.

Prüfung: Das zuvor mit Pottasche scharf getrocknete Öl wird destilliert und die einzelnen Fraktionen werden gewogen, wobei die zwischen 128 und 132 ° übergehende Fraktion als Amylalkohol angesehen wird. Zur genaueren Identifizierung stellt man aus den einzelnen Fraktionen die Jodide her und bestimmt deren Siedepunkt und Jodgehalt. Die Reaktion des Amylalkohols sei neutral.

Lösungsmittel für Kampfer-Ersatzstoffe: Als solche dienen in der Regel Chloroform, Epichlorhydrin, Trichlorhydrin, 1,4-Dioxan u. a.

Lösungsmittel-Lager: Die Zuführung der feuergefährlichen Lösungsmittel erfolgt durch Pumpen, die in Rohrleitungen eingeschaltet sind, welche die Verbindung mit den in ausreichender Entfernung außerhalb der Gebäude gelegenen, bzw. in besonders gesicherten unterirdisch eingebauten Tanks herstellen.

Als ein die Betriebssicherheit besonders verbürgendes System der Lagerung dieser Flüssigkeiten, die in Eisenbahn-Kesselwagen herangeschafft werden, hat sich das Druckförderverfahren von Martini & Huenecke, Berlin vielfach eingeführt. Dasselbe besteht unter Ausschluß von Pumpen darin, daß der Hohlraum der Lagerbehälter mit einem nicht oxydierenden Gas wie Kohlendioxyd oder Stickstoff unter einem Überdruck ausgefüllt wird, der genügt um die Flüssigkeit zur Verbrauchsstelle zu fördern. Durch Diffusionsverschlüsse und eine bruchsichere doppelwandige Ausbildung der Rohre wie aller Durchgangs- und Zapfenventile ist jede Sicherung gegen ein Austreten der Flüssigkeiten und gleichzeitig eine automatisch arbei-

tende Dichtigkeitskontrolle für die ganze Anlage gegeben, da jede Undichtigkeit durch eintretende Betriebsunterbrechung angezeigt wird [1]).

Zusammensetzung, Mischen und Filtrieren der Zelluloidmasse.

Zusammensetzung der Zelluloidmasse (Vorschriften) [2]): Diese wird von den einzelnen Fabrikanten besonders hinsichtlich der angewandten Kampfermenge und der Weichmachungsmittel sehr verschieden gehalten. Eine industriell verwertete Vorschrift ist in angenäherten Werten beispielsweise:

Nitrozellulose	100	Gew.-Teile
Kampfer	10	„
Hochsiedende Butyl- oder Amyl-Verbindungen	1	„
Harnstoff	1	„
Äthylalkohol (den.)	43	„
Azeton	300	„

Je nach der gewünschten Viskosität wird die Azetonmenge entsprechend erhöht oder erniedrigt.

Nach einer anderen Vorschrift, bei der Äther und Alkohol als Hauptlösungsmittel verwandt werden, löst man ein Gemisch von:

8 Teilen Kollodium (15%ig) und 1 Teil Kampfer in
45 Teilen Äthyläther,
25 „ Äthylalkohol,
10 „ Methylalkohol,
15 „ Amylazetat,
10 „ Fuselöl.

Kommt Rizinusöl zur Verwendung, so enthält ein derartiges Kollodium im Durchschnitt etwa 15 % Nitrozellulose, 3 % Kampfer und 0,75 % des weichmachenden Öles.

Auflösen und Mischen der Nitrozellulose mit der Kampferlösung (Apparatur): Die Lösung der Nitrozellulose in einem Gemisch von Äther-Alkohol, in Azeton, Amylazetat, Amylalkohol usw. unter Zusatz der Weichmachungsmittel geschieht in

1) s. F. Ullmann, Enzyklopädie der techn. Chemie, Bd. V. 1914. S. 458. — Interessante Abbildungen ihrer Lösungsmittel-Lager gibt die „Agfa“ in ihrem Handbuch für Kinematographie.

2) s. hierzu auch die S. 272 angegebene Literatur. Reichenbachs Formel, nach der er die besten Resultate erhielt, war nach dem U. S. P. 417 202 (1889) die folgende: 9000 grains Nitrozellulose und 5400 grains Kampfer wurden in 112 oz Methylalkohol gelöst und zu der Lösung 28 oz Fuselöl und 7 oz Amylazetat zugegeben.

hermetisch verschließbaren doppelwandigen stehenden oder liegenden Rührwerkskesseln, die vorteilhaft mit einem Planetenrührwerk ausgestattet sind und bis zu einem Fassungsvermögen von 5000 Liter gebaut werden. Mantel und Boden werden durch eine Heißwasser-Umlaufvorrichtung auf etwa 60° gehalten, und je nach Erfordernis läßt man diese Rührwerke etwa 24 bis 36 Stunden arbeiten.

Beispielsweise wird ein solcher Kessel zunächst mit Azeton gefüllt und der Kampfer in fester Form eingetragen; derselbe löst sich schon bei gewöhnlicher Temperatur in kurzer Zeit, es folgen Zusätze der im Vorangegangenen erörterten Art, schließlich die Nitrozellulose.

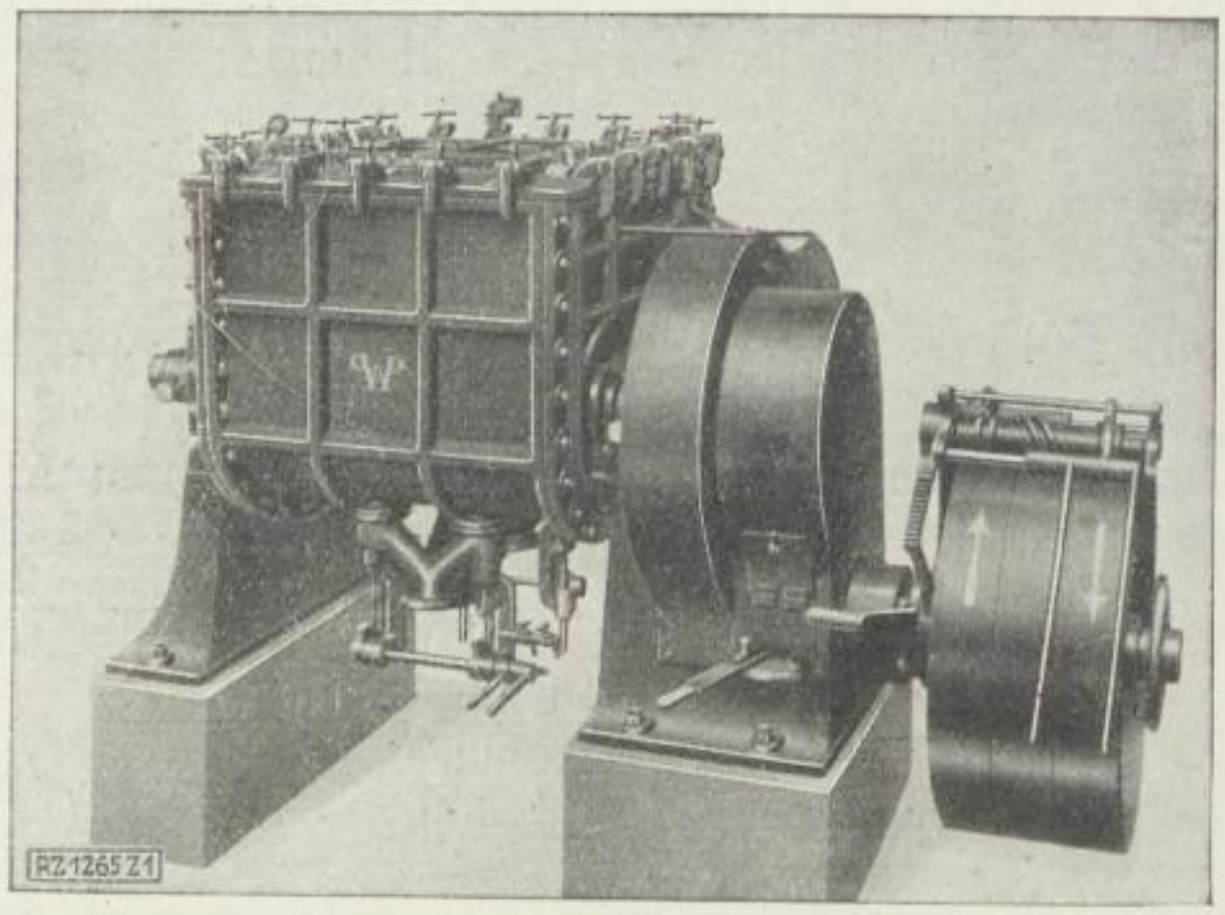


Abb. 111.
Knetmaschine für Zelluloidmassen, Modell von Werner & Pfleiderer, Cannstatt.

Einen kleinen Misch- und Knetapparat zeigt Abb. 111. Auf einem festen Unterbau befindet sich ein gußeiserner, innen emaillierter Trog mit hermetisch verschließbarem Deckel und Doppelwand, wodurch der Inhalt mit Dampf geheizt werden kann. Rührflügel aus Nickel sitzen auf einer Achse, die ihrerseits durch Flanschen in den Seitenwandungen getragen werden. Am äußeren Ende werden die Flügel durch Zahnräder in Bewegung gesetzt, deren Umdrehungsrichtung gewechselt werden kann. Zur Entleerung und Reinigung ist der Trog kippbar eingerichtet, sein Fassungsvermögen schwankt je nach den vorliegenden Fabrikationsbedürfnissen zwischen 100 und 1200 Liter. Der Kraftverbrauch einer derartigen Knetmaschine beträgt für eine Menge von 100 bis 150 kg Knetmasse 1,5 bis

2 PS., doch setzen trockene Zelluloidabfälle, die mit Lösungsmitteln versetzt, von neuem verarbeitet werden sollen, ihrer Durcharbeitung einen solchen Widerstand entgegen, daß sich der Kraftbedarf in solchem Falle um das 3—4fache erhöht.

Filtrieren der Zelluloidmasse: In den Knetmaschinen verwandelt sich die eingefüllte Mischung in eine homogene zähe Masse von hellgelblicher Färbung, die zur Beseitigung aller Unreinlichkeiten Filterpressen zugeführt wird. In diesen wird sie unter hohem Druck bei einer Temperatur von 70—85° durch Haarsiebe aus Bronzedraht gepreßt, die durch eine vorgeschaltete starke gelochte Platte vor dem Durchbiegen und Zerreißen geschützt sind. Abb. 112. Alle von den Lösungen berührten Flächen dieser Pressen bestehen aus verzinnter Bronze, bzw. aus Aluminium.

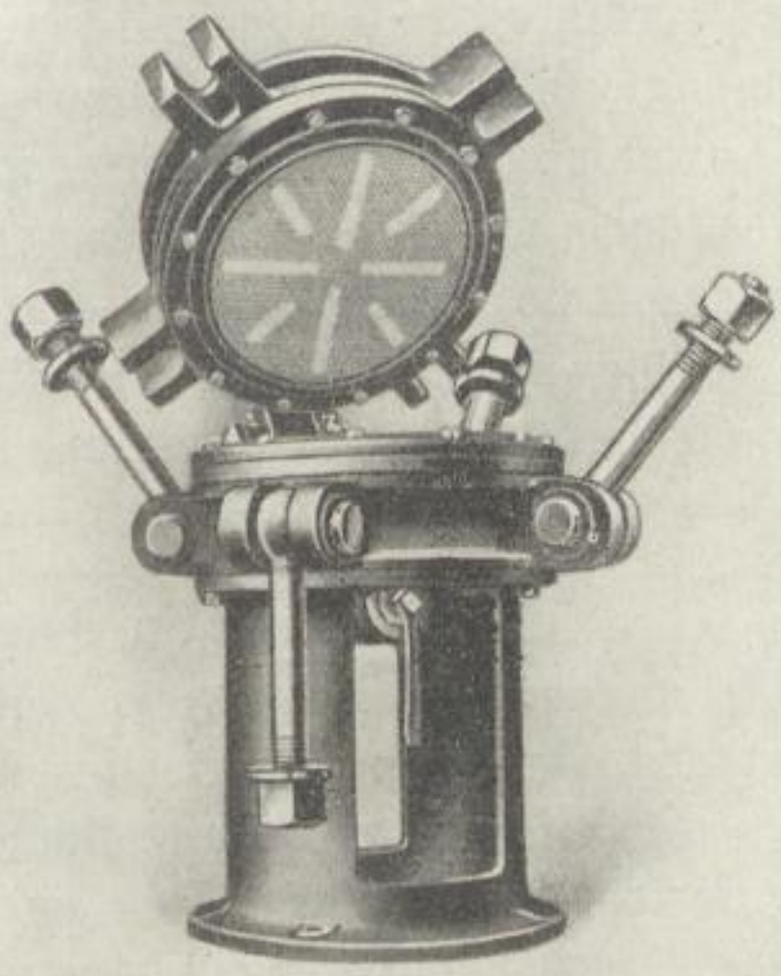


Abb. 112. Einzellenfilter für Hochdruck zur Filtration von Nitrozellulose- und Azetat-Zellulose-Lösungen, Modell der Firma H. Hechtenberg, Düren (Rhld.).

Da diese Klärung durch die Filtration eine sehr vollkommene sein muß, weil alle Spuren von unlöslichen Substanzen die Durchsichtigkeit des Filmes beeinträchtigen, überläßt man die fertige Masse gewöhnlich zuvor 1—2 Wochen sich selbst, damit die feineren Partikel Gelegenheit finden sich zusammenzuballen und abzusetzen. Ist die Masse filtriert, läßt man sie eine weitere Woche ungestört, damit auch Luftblasen entweichen können, die andernfalls während des Gießens, bzw. während des Trocknens der Filmbahn störend hervortreten würden.

Durch Rohrleitungen aus Messing gelangt die fertige Zelluloidmasse schließlich in zylindrische eiserne, innen emaillierte oder in anderer Weise neutral gehaltene Vorratsbehälter von mehreren cbm Inhalt, die sich nahe und oberhalb der Gießmaschinen befinden und zur Beseitigung etwa noch vorhandener Luftblasen an eine Vakuum-

leitung angeschlossen werden können. Von hier aus wird die Masse durch direkten Abfluß den Gießmaschinen zugeführt.

Herstellung der Azetatmasse.

Allgemeines: Die Herstellung des Zelluloseazetates ist Gegenstand zahlreicher Patente, in denen besonders die bei der Azetylierung katalytisch wirkenden Substanzen eine große Rolle spielen. Aber auch verschiedenartige Lösungsmittel, Zusätze aller Art und Verbindungen bzw. Mischungen von Azetat mit andern Körpern wurden immer wieder bekannt gegeben. Obwohl die meisten dieser Verfahren neben der Herstellung von Kunstseide auch die Erzeugung von Filmen für photographische Zwecke verfolgen, würde eine Aufzählung oder gar Erörterung derselben den Rahmen dieses Werkes doch weit überschreiten, auf ihre Wiedergabe kann unter Hinweis auf die einschlägige Literatur [1]) um so eher verzichtet werden, als die meisten dieser Patente keine praktische Anwendung in der Filmfabrikation erlangten.

Azetylieren der Zellulose [2]).

Die angewandte Baumwolle muß mit der gleichen Sorgfalt gebleicht und von allen anhaftenden Verunreinigungen wie Fett usw. befreit werden wie zur Herstellung von Nitrozellulose. Auch gewisse Sorten von Papier bilden ein brauchbares Ausgangsmaterial.

Die Geschwindigkeit der Azetylierung ist von der Menge der gegenwärtigen Feuchtigkeit, der Zusammensetzung des Azetylierungsbades und der Temperatur abhängig. In der Regel wird die gut getrocknete Zellulose mit gewöhnlicher Temperatur in das Azety-

---

1) s. u. a. C. G. Schwalbe, Die Chemie der Zellulose. Berlin 1911; L. Clément und C. Rivière, Die Zellulose. Berlin 1923; G. Bonwitt, Die Zelluloseazetate als Material für Kinematographenfilme. Chem.-Ztg. 1920. **44.** 973—974; A. Caille, The Preparation of Cellulose Acetates, Chimie et Industrie 1924. **12.** 441—448; ferner die Zeitschriften: Kunststoffe, München, und Plastics, Washington, N. Y. und die Referate über alle die Azetatfilme betreffenden Veröffentlichungen in Photographic Abstracts of The Royal Photographic Society of Great Britain, im Monthly Abstract Bulletin der Eastman Kodak Company, Rochester, N. Y. und in Science, Technique & Industries Photographiques, Paris.

2) F. Ullmann, Enzyklopädie der Techn. Chemie, Bd. I. 1915, S. 121 ff.; s. a. V. E. Yarsley, Über die Herstellung und physikalischen Eigenschaften der Zelluloseazetate, Berlin 1927, mit vollständiger Angabe der zahlreichen Patente.

lierungsbad eingetragen; um eine möglichst gleichmäßige Azetylierung zu erreichen, bedient man sich verschiedener Verfahren[1]).

Die Azetylierung von Zellulose geht beispielsweise so vor sich, daß die gereinigte Baumwolle in ein Gemisch von Essigsäureanhydrid und Eisessig in bestimmten Mengenverhältnissen (z. B. 20 kg Baumwolle, 70 kg Essigsäureanhydrid und 70 kg Eisessig) eingetragen wird, worauf man langsam Schwefelsäure in kleinen Portionen zugibt unter unbedingter Vermeidung einer zu hohen Reaktionswärme durch Eiskühlung, da sonst sofort brüchige unstabile Produkte entstehen würden. Zur Herstellung azetonlöslicher Azetate werden hydrolisierende Flüssigkeiten (Wasser, verdünnte Säuren, Salze) in das Reaktionsgemisch eingetragen, wobei wieder Temperatur und Zeit eine wichtige Rolle spielen, da sich je nach dem Grade der Hydrolisierung Azetate verschiedener Löslichkeit in Azeton, Essigäther usw. bilden. Normalerweise dauert die Reaktion bis zur Bildung von Triazetat einige Stunden, es resultiert dabei eine klare gelatinöse Paste. Entweder mit Wasser oder auch um den Überschuß von Anhydrid und Eisessig nicht durch Verdünnung zu entwerten mit Kohlenwasserstoffen oder dgl. wird das Reaktionsgemisch in einem Fällbottich ausgefällt, wobei sich das Triazetat — allerdings nie rein, sondern stets gemischt mit anderen Azetylierungsstufen[2]) in krümeliger Form abscheidet. In Zentrifugen wird das Wasser darauf ausgeschleudert und die noch mehrfach nachgewaschene Azetylzellulose auf Horden im Vakuumschrank analog der Baumwolle getrocknet.

Wird Holzzellstoff als Ausgangsmaterial genommen, der dichter ist und eine geringere spezifische Oberfläche besitzt, so erfordert die Azetylierung eine längere Zeit, man erhält einen höher viskosen Lack und einen festeren Film[3]).

Azetyl-Nitrozellulose mit verschiedenen Nitro- und Azetylgruppen kann durch Behandeln von Nitrozellulose mit Essigsäureanhydrid und Eisessig in Gegenwart verschiedener Mengen von Schwefelsäure hergestellt werden. Mit zunehmender Azetylierung wird ihre Löslichkeit in alkoholischen Kampferlösungen jedoch auf nahezu Null vermindert und ebenso die Viskosität in Azeton herabgesetzt. Aus derartigen Estern erhaltene Filme sind beträchtlich

1) s. u. a. die U. S. Patente 1 711 940 u. 1 711 941 (1929) für H. Le B. Gray (Eastman Kodak Co.).

2) Über im kristallinischen Zustande erhaltene reine Azetatzellulose berichtete K. Heß, Zeitschr. f. angew. Chemie 1924. **37.** 792.

3) Nauck, Kunststoffe 1921. **11.** 164.

weniger entflammbar als reine Nitrozellulosefilme, aber sie zersetzen sich spontan und werden sehr rasch brüchig.

Ungünstig verhalten sich auch die auf dem umgekehrten Wege, also durch Nitrierung von Azetylzellulose mit Gemischen von Salpetersäure und Schwefelsäure erhaltenen Produkte.

Als „Azetonitrate" findet man in der Literatur jedoch auch Produkte mit ganz niederem Stickstoffgehalt bezeichnet[1]) wie sie z. B. die Agfa[2]) durch Azetylieren von Zellulose erhält, die durch Behandlung mit Salpetersäure oder mit Salpeter-Schwefelsäuregemischen mit relativ hohem Wassergehalt einige Prozent Stickstoff aufgenommen hat, ohne die charakteristischen Eigenschaften der eigentlichen Nitrozellulosen zu besitzen. Diese Azetonitrate verhalten sich bezüglich ihrer Entflammbarkeit und Löslichkeit wie reine Azetate und L. Clément und C. Rivière rühmen ihre hohe Stabilität, ihre Wasserbeständigkeit und Elastizität:

	Zerreißfestigkeit kg/qmm Querschnitt	Dehnung %	Faltzahl
Zelluloidfilm (Nitrozellulose + Kampfer)	6,4	40	70
Zelluloseazetat + Weichmachungsmittel	5,6	31	38
Azetonitrat ohne Weichmachungsmittel	6,0	26	37
Azetonitrat + 10% Weichmachungsmittel	4,8	48	90

Erwähnt sei auch das Einbadverfahren, d. h. die Behandlung von Zellulose mit Gemischen von Salpetersäure, Schwefelsäure und Essigsäureanhydrid, das allerdings wegen deren gefährlicher Handhabung von der I. G. Farbenindustrie A.-G.[3]) so ausgeübt wird, daß die Nitrierung und Azetylierung, wenn auch in einem Bade, so doch nicht gleichzeitig, sondern nacheinander vor sich gehen.

Stellt man statt aller dieser Verfahren Mischungen von Lösungen der Nitro- und Azetylzellulose her, indem man etwa Azetylentetrachlorid und Azeton als Lösungsmittel anwendet und Substanzen wie Harnstoff, Triphenylphosphat, Butyltartrat u. a. als Weichmachungsmittel zugibt, so erscheint die Zweckmäßigkeit eines solchen Vorgehens nach Ergebnissen von Evers[4]) zweifelhaft, da die Entflammbarkeit schon bei Gemischen mit 5% Nitrozellulose (bei welchem

1) Nach Krüger, Phot. Ind. 1928. **26.** 690—692 mit den einschlägigen Patent- und Literaturangaben.

2) D. R. Patente: 295 889 (1913), 299 036 (1913) und 301 449 (1914).

3) Brit. P. 285 595 (1928).

4) Melliands Textilber. 1927. **8.** 873, ref. nach Krüger, l. c. 1.

Gehalt der festigkeitserhöhende Einfluß noch gering ist) fast ebenso groß ist wie bei reiner Nitrozellulose.

Über Kombinationen verschiedener Schichten von Nitro- und Azetylzellulose s. S. 312.

Weichmachungsmittel.

Die zahlreichen Patente, die sich auf Zusätze zur Nitrozellulose beziehen um dadurch biegsamere Filme zu erhalten, umfassen meist gleichzeitig die Azetylzellulose. Erwähnt seien von solchen Substanzen Kampfer, Azetanilid, Azetylmethylanilin, Naphtylamin, Triphenylphosphat, Trikresylphosphat, Resorzindiazetat, ohne daß damit etwas über deren tatsächliche Brauchbarkeit ausgesagt sei, da z. B. Kampfer, das so wichtige Weichmachungsmittel im Nitrofilm für Azetylzellulose völlig ungeeignet ist. Azetamid hat gleichwie Harnstoff, Guanidin und Methylamin in Zelluloseazetatlösungen eine mehr stabilisierende Wirkung als direkte Lösungskraft.

Lösungsmittel.

Die Löslichkeit der Azetylzellulosen ist je nach dem Grade der in ihnen enthaltenen Hydrolisierungsprodukte eine sehr unterschiedliche und oft beschränkte, so daß es nicht möglich ist die Lösungsmittel — etwa nach ihrer chemischen Konstitution — in irgendeiner Weise zu klassifizieren. Während Anilin beispielsweise ein sehr gutes Lösungsmittel für teilweise hydrolisiertes azetonlösliches Azetat ist, versagen Anilinderivate wie Monomethylanilin oder Monoäthylanilin unter gleichen Bedingungen nahezu vollsttändig. Pentachloräthan oder Trichloräthan sind keine Lösungsmittel, während Tetrachloräthan das Azetat in ausgezeichneter Weise löst. Die Löslichkeit des Triazetates in Chloroform und seine Unlöslichkeit in Tetrachlorkohlenstoff ist ein weiteres Beispiel.

Für die Technik der Filmfabrikation kommen jedoch nur Azeton und Tetrachloräthan in Betracht, von denen das erstere bereits S. 290 behandelt wurde.

Tetrachloräthan, Azetylentetrachlorid, in der Filmtechnik auch Acetosol genannt, $C_2H_2Cl_4$, Mol. Gew. 167,8, wird nach verschiedenen Verfahren hergestellt, und zwar entweder durch z. B. abwechselndes Einleiten von trockenem Azetylen und Chlor in Antimonpentachlorid oder Schwefelchlorür in Gegenwart von Kontaktsubstanzen, nachfolgendes Behandeln der Reaktionsflüssigkeit mit Chlor, bzw. Azetylen allein und Abdestillieren des entstandenen Tetrachloräthans, oder durch direkte Vereinigung von Azetylen mit Chlor,

wobei Verdünnungsmittel und Katalysatoren zur Verhinderung von Explosionen eine Rolle spielen.

Tetrachloräthan ist eine farblose, schwere, stark lichtbrechende Flüssigkeit von chloroformähnlichem Geruch, ist praktisch nicht hygroskopisch, verflüchtet sich sehr langsam und besitzt einen hohen Siedepunkt (zwischen 145 und 147° destillieren 60 % über), der eine leichte Wiedergewinnung erlaubt, da es unzersetzt destillierbar ist. Das spezifische Gewicht des Handelsproduktes liegt bei 15° zwischen 1,595 und 1,60. In Wasser sind weniger als 0,2 % löslich, und mischbar ist es in jedem Verhältnis mit Methyl-, Äthyl- oder Amylalkohol, mit Amylazetat, Benzin, Benzol und Chloroform. Es löst viele organische Körper, besonders Fette, Öle und Harze, besitzt eine stark keimtötende und auch narkotische Wirkung und ist unbrennbar.

Der Wert des Tetrachloräthans für die Filmfabrikation beruht auf seiner ausgezeichneten Lösungsfähigkeit für viele teilweise hydrolisierte Zelluloseazetate, bei denen die Hydrolyse nicht zu einer Löslichkeit in reinem Azeton, wohl aber zu einer Löslichkeit in Chloroform geführt hat, wie zuerst von L. Lederer erkannt wurde[1]). Außerdem besitzt es eine den Azetatfilm geschmeidig machende Wirkung und ist in dieser Hinsicht wie auch mit seinem hohen Siedepunkt dem bei Herstellung der Nitrofilme angewandten Amylazetat vergleichbar. Zum Unterschied von diesem wird seine lösende Kraft jedoch durch Zusatz verhältnismäßig geringer Mengen Methylalkohol, Äthylalkohol, Azeton und höheren Ketonen noch erhöht, doch werden gewisse Azetate aus ihren Tetrachloräthanlösungen durch Azeton gefällt. Sehr günstig scheint für die Herstellung von Azetatfilmen das Mischungsverhältnis von 20 Vol. Alkohol und 80 Vol. Tetrachloräthan zu sein.

Durch eine sorgfältige fraktionierte Destillation und ausschließliche Verwendung des praktisch wasserfreien Überlaufes kann die lösende Wirkung des Tetrachloräthans noch erhöht werden. Wird auch das Azetat vor seiner Lösung gut getrocknet, ist es möglich, größere Mengen von Benzol, Alkohol oder anderen Nichtlösungsmitteln ohne Beeinträchtigung des Glanzes oder der Glätte der Filme anzuwenden, was schon aus ökonomischen Gründen anzustreben ist. Um die Gesamtmischung noch möglichst wasserfrei zu machen, filtriert man zunächst die Benzolalkoholmischung durch Baumwolle und fügt dann filtriertes Tetrachloräthan hinzu.

---

1) D. R. P. 157 379 (1904). — Nach dem D. R. P. 152 111 (1902) für L. Lederer soll Tetrachloräthan in Verbindung mit Chloralhydrat oder Chloralkoholat statt Kampfer angewendet werden.

In fertigen Handelsfilmen wurden 7—14 % Tetrachloräthan gefunden.

Bezugsquellen: I. G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M., Salzbergwerk Neu-Staßfurt.

Die Prüfung des Tetrachloräthans geschieht durch Bestimmung seiner physikalischen Eigenschaften und Konstanten (Aussehen, spez. Gewicht, Siedepunkt).

Auflösen der Azetylzellulose: In durch Dampf heizbaren und mit Rührwerk versehenen Druckkesseln [1]), wie sie z. B. von Werner & Pfleiderer in Cannstadt gebaut werden, erfolgt die Auflösung des Azetats in geeigneten Lösungsmitteln wie in Azeton, Amylazetat, Tetrachloräthan oder Gemischen von Lösungsmitteln unter den jeweilig angezeigten Arbeitsbedingungen. Um die Filme geschmeidig zu machen, werden Weichmachungsmittel der schon angegebenen Art zu den Massen gefügt wie z. B. Kampfer [2]), Triazetin oder Triphenylphosphat [3]).

Man löst also z. B. das Azetat in einem doppelwandigen heizbaren Kessel mit Rührwerk in einer gerade ausreichenden Menge von Azeton, um eine dicke Paste zu erhalten. Anderseits löst man Triphenylphosphat, Azetamid und Benzylalkohol in besonderen Gefäßen, wobei man Azeton als eigentliches Lösemittel verwendet. Unter Umrühren trägt man dann diese Lösungen langsam in die Azetatpaste ein, und gibt noch so viel Azeton hinzu wie die erwünschte Viskosität der gießfertigen Masse erfordert.

Eine Vorschrift für eine derartige Zusammensetzung der Masse ist:

Zelluloseazetat (trocken) . .	100	Gew.-Teile
Triphenylphosphat	12	„
Azetamid	2	„
Benzylalkohol	8	„
Azeton, chem. rein	350	„

Je nach der gewünschten Viskosität wird die Azetonmenge entsprechend erhöht oder erniedrigt.

Tetrachloräthan als Lösungsmittel eignet sich für nicht vollkommen azetonlösliche Azetate, und macht die Verwendung anderer Zusätze unnötig, da es dem Film an sich schon eine große Ge-

1) Über die technischen Einrichtungen zur Azetylierung siehe u. a. P. Prost und Les Fils Piney jeune, Chem. Techn. Rep. 1912. **36.** 273, ferner L. Clément und C. Rivière, Revue Chim. Ind. 1911. **22.** 215—220.

2) D. R. P. 135 474 der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.

3) Franz. Patente: 413 657 und 413 658 für W. Merckens.

schmeidigkeit verleiht, die allerdings bei Verwendung gewisser Azetate nach kürzerer oder längerer Zeit auch vollkommen verloren gehen kann, so daß derartige Filme praktisch gänzlich unbrauchbar werden.

Eine Vorschrift unter Verwendung von Tetrachloräthan als Lösungsmittel ist beispielsweise:

Zelluloseazetat (löslich in Tetrachloräthan)	16	Gew.-Teile
Tetrachloräthan	82	„
Äthylalkohol, den.	18	„

Zur Vermeidung von Klumpenbildung wird zuerst das Lösungsgemisch in die Kessel gefüllt, und dann das Azetat unter Umrühren eingetragen, ferner muß die Lösungstemperatur zur Vermeidung von Zersetzungen, welche den Azetatlack trüben und sein Filtrieren erschweren würden, verhältnismäßig niedrig gehalten werden.

Ist die Lösung nach der einen oder andern Vorschrift beendet, wird der entstandene zähflüssige, etwa 15—20%ige Lack, dessen Viskosität eine angenähert stets gleichbleibende und der Laufgeschwindigkeit der Gießmaschine angepaßte sein soll, durch Druck einer Filterpresse zugeführt, durch diese filtriert, und ist danach zum Filmguß fertig vorbereitet.

Gießen der Zelluloid- bzw. Azetatfilme.

Die verschiedenen Gießverfahren: Die in der ersten Zeit der Filmherstellung vielfach benutzten Tischgießmaschinen, die keinen kontinuierlichen Arbeitsgang erlaubten, sind längst überholt[1].

---

1) Über die ältere Gießtechnik siehe Ausführliches in E. C. Worden, Nitrocellulose Industry, New York 1911, Bd. II, S. 845 ff., ferner in den Publikationen von F. Wentzel, Kunststoffe 1911, I, 101 und G. Bonwitt, Phot. Ind. 1913. **11.** 388, 424 und 457.

Hannibal Goodwins wichtiges U. S. P. 610 861 (angemeldet am 2. 5. 1887, aber erst am 13. 9. 1898 erteilt; s. S. 256), umfaßte bereits die Fabrikation von Filmbändern beliebiger Länge, enthielt aber keine Angaben über mechanische Methoden zu ihrer Herstellung. Henry M. Reichenbachs U. S. P. 417 202 (1889) bezieht sich auf eine einfache Tischgießmaschine mit beweglichem Gießer, und sein U. S. P. 599 631 (1898) enthält eine Beschreibung und Zeichnungen der Ausführungsform eines Systems von mehreren Tischgießmaschinen, das später in gleicher Weise bei der Neuen Photogr. Ges. A.-G., Berlin-Steglitz (1906) Anwendung fand. Auf Schienen in einem eisernen Gestell übereinander angeordnete fahrbar eingerichtete Glasbahnen bewegten sich unter dem feststehenden Gießer hinweg zwischen zwei je nach Bedarf heizbaren und ventilierbaren Trockenräumen. Nachdem erst die Zelluloidmasse gegossen, getrocknet und vorpräpariert war, wurde nach Auswechslung des Gießers bei rotem Licht die Emulsion aufgetragen und auch

Heute erfolgt das Gießen der Filme entweder auf Trommelgießmaschinen wie sie erstmalig Eastmans Mitarbeiter W. H. Walker konstruierte[1]) und wie sie von der Eastman Kodak Co. in Rochester, dann van der Blair Co. in Boston und der Celluloid Co. in New York in Betrieb gesetzt wurden und auch bis jetzt noch in amerikanischen Fabriken allgemein angewandt wurden, oder auf Bandmaschinen, ein Verfahren, das in Europa bevorzugt wird[2]).

Trommelgießmaschienen.

Die moderne Trommelgießmaschine besteht im Wesentlichen aus dem Gießzylinder, der Auftragsvorrichtung und einer Nachtrocknungsanlage für den frischen Film, außerdem ist sie mit einer Wiedergewinnungsanlage für die Löseflüssigkeiten verbunden und repräsentiert in dieser Gesamtheit einen Wert von weit über $ 100 000. Die besondere Schwierigkeit ihrer Herstellung liegt einmal in der Schaffung einer absolut gleichmäßigen spiegelblanken Oberfläche des Zylinders, ferner darin, daß sie trotz ihres großen Umfanges und Gewichtes mit der Genauigkeit eines Uhrwerkes arbeiten muß.

Gießzylinder: In einem Lager ruht der schwere eiserne Zylinder von etwa 4,5 m Durchmesser und 122 cm Breite. Sein geschweißter und gut geschliffener Mantel besteht aus Kupfer oder

---

diese getrocknet. — Die einfachen 20 bis 50 m langen Tischgießmaschinen, die vielfach Anwendung fanden, bestanden aus einem Heizkörper enthaltenden Gestühl mit genau ausnivellierten und aneinandergeschliffenen Spiegelglastafeln, über die der Gießer durch Seilantrieb oder einen elektrischen Antrieb gleichmäßig hinweggeführt wurde. Statt Glas wurden auch geschliffene Aluminiumplatten verwendet.

1) Brit. P. 4214 (1893) mit Zeichnung; ähnlich war auch das Verfahren nach dem Brit. P. 5504 (1893) für T. H. Blair.

2) Eingehend ist sowohl die Trommelgießmaschine wie die Bandgießmaschine mit anschließender Nachtrocknung in dem U. S. P. 573 928 (1896) für J. H. Stevens und M. C. Lefferts beschrieben. — Erwähnenswerte Patente, die sich auf das Gießen von Filmen nach diesen Prinzipien beziehen, sind ferner das U. S. P. 726 614 (1903) für F. A. Anthony, der sich einer mit Dampf beheizten langen Trommel bediente, auf der ein Film in Schraubenform dadurch erzeugt wurde, daß sich der Gießer während eines Umlaufes um eine Filmbreite seitlich fortbewegte, F. M. Cossitts Methode mit Nachtrocknung, U. S. P. 864 123 (1907), das D. R. P 216 360 (1908) der Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co., nach welchem die Gießmasse statt auf den Zylindermantel auf der Trommel-Innenfläche verteilt wird, und das Franz. P. 395 665 (1908), bzw. das D. R. P. 218 010 (1908) für M. Ratignier und H. Pervilhac & Co., nach dem das auf eine Trommel gegossene Filmband während des Umlaufs mit einer Fällungsflüssigkeit in Berührung gebracht wird.

einer Legierung von Kupfer, Nickel und Zink und ist galvanisch mit einem Silber- oder Nickelüberzug versehen. Dieser Überzug ist spiegelartig glänzend poliert, etwa $^1/_{10}$ mm dick, und muß infolge eintretender Abnutzung von Zeit zu Zeit erneuert werden, wofür entsprechende Einrichtungen vorgesehen sind.

Der heizbar eingerichtete Zylinder dreht sich äußerst langsam (1 bis 2 mal in der Stunde) um seine Achse, während die dickflüssige Zelluloidmasse aus einem genau justierbaren Schlitz des oberhalb des Zylinders angebrachten Gießers ständig zufließt und sich gleichmäßig auf seiner Oberfläche verteilt.

Zelluloidgießer[1]): Der Gießer besteht aus einem im Querschnitt keilförmigen Metallgefäß mit einer spaltförmigen Ausflußöffnung und einem Abstreichlineal, durch welches die ausfließende Zelluloidmasse gleichmäßig auf der sich langsam unter ihm fortbewegenden Gießfläche verteilt wird. Dadurch, daß der Gießer mit Rollen auf der gleitenden Gießfläche aufliegt, ist ein stets gleichmäßiger Abstand von dieser gesichert. Die Spaltbreite des Gießers ist mittels einer Mikrometerschraube genau einstellbar, ebenso das unmittelbar vor ihm angebrachte keilförmig zugespitzte Abstreichmesser, so daß Filme in jeder gewünschten Stärke gegossen werden können, die auf einer Skala der Mikrometerschraube direkt ablesbar ist. Der Zufluß der Masse erfolgt zur Vermeidung von Luftbläschen und sonstigen Störungen durch einen mit dem Hauptbehälter kommunizierenden Teilabschnitt und unter stets gleichbleibendem Druck.

Ventilation: Alsbald nach dem Guß tritt die jeweilige Auftragsstelle in einen, den Zylinder umschließenden Kanal ein, in welchem die Verdunstung der Lösungsmittel durch Absaugen der Gase und Einführung frischer warmer Luft erfolgt. Die Masse erstarrt hierbei und wird während einer Umdrehung der Trommel hinreichend fest, so daß man sie nach erfolgtem Umlauf in der Nähe des Gießers abnehmen und einer Nachtrocknungsanlage zuführen kann. Diese besteht aus einem System von etwa 12 bis 16 heizbaren Trockenzylindern von ca. 1 m Durchmesser, die der Film umläuft, während ein direkter warmer Luftstrom beiderseitig gleichmäßig auf ihn einwirkt.

Gießbedingungen: Die für einen einwandfreien Filmguß geltenden Bedingungen sind im wesentlichen folgende:

---

1) Die Konstruktion eines Zelluloidgießers behandelt des Franz. P. 404 795 von Soulier (mit Zeichnung).

1. Das Verhältnis von lösenden und nichtlösenden Bestandteilen der Gießmasse muß ein derartiges sein, daß die hochsiedenden Substanzen während des ganzen Verdunstungsprozesses vorherrschen, damit eine teilweise Ausscheidung von Nitrozellulose und eine Anreicherung von Feuchtigkeit vermieden wird (s. S. 286). Stets muß also zwischen der vorhandenen Feuchtigkeit, den Lösungsmitteln und Nichtlösungsmitteln ein gewisses Gleichgewicht bestehen um bei einer bestimmten Temperatur und Verdampfungsgeschwindigkeit eine von Flecken, Blasen und Unebenheiten freie Zelluloidbahn zu erhalten.

Werden Azetatfilme mit Tetrachloraethan als Lösungs- und Weichmachungsmittel hergestellt, muß die Umdrehung der Trommel und ihre Temperatur, bzw. die der Ventilation so abgestimmt sein, daß eine vorherbestimmte Menge von Tetrachlorid im Film verbleibt um ihm die gewünschte Geschmeidigkeit zu geben.

2. Die Viskosität der Gießmasse muß so abgestimmt sein, daß diese unter Berücksichtigung des Durchmessers und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Zylinders zwar für den Gießvorgang hinreichend flüssig ist, aber doch nach erfolgtem Auftrag weder von der Trommel abläuft noch durch die eigene Schwere Schlierenbildung und dgl. erleidet. Durch Änderung der Umlaufgeschwindigkeit können Verschiedenheiten in der Viskosität teilweise ausgeglichen werden, nicht aber durch ein Justieren der Ausflußöffnung, da hierdurch das Gewicht der Masse pro Flächeneinheit und damit die Filmstärke verändert werden würde.

3. Die Menge der ausfließenden Gießmasse bestimmt die Filmstärke und wird gewöhnlich im voraus durch Feineinstellung der Ausflußöffnung festgesetzt.

4. Umdrehungsgeschwindigkeit und angewandte Verdampfungstemperatur bestimmen die Festigkeit des Filmes zu dem Zeitpunkt in welchem er die Trommel verläßt.

Die übliche Breite, in der die Filme auf diesen Trommelmaschinen gegossen werden, beträgt rund 110—112 cm.

Bandgießmaschinen: Diese bestehen aus endlosen biegsamen Kupferbändern von zirka 14 m Länge, die unter Spannung horizontal um zwei Trommeln laufen, deren eine verstellbar eingerichtet ist. Auch bei ihnen wird die Oberfläche des Kupferbandes durch einen von Zeit zu Zeit zu erneuernden Überzug geglättet. Sie sind vollständig eingekapselt um den Abgang der Lösungsmittel zu befördern und deren Wiedergewinnung zu sichern. Infolge seiner geringeren

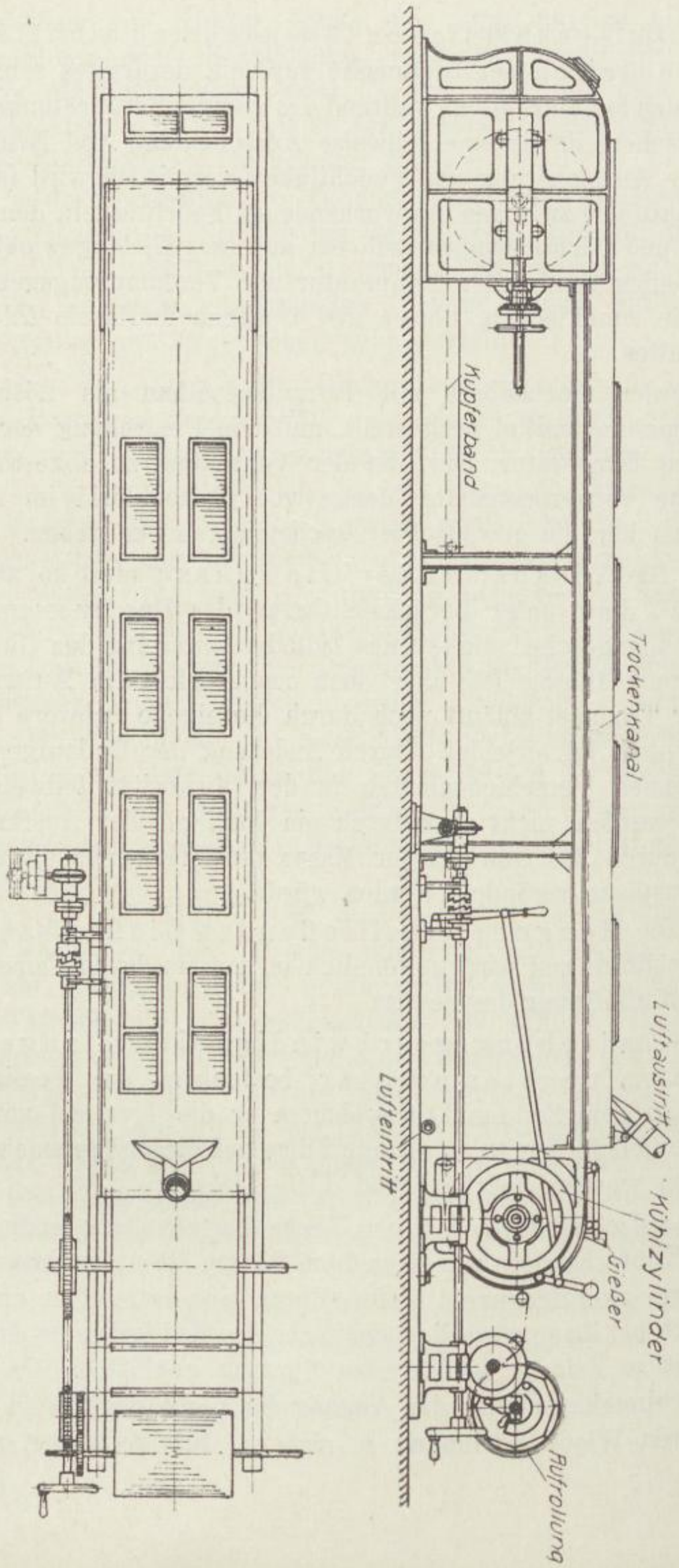


Abb. 113. Bandgießmaschine für Filme in schematischer Darstellung.

Dimensionen folgt das Band der abwechselnden unterschiedlichen Temperatureinwirkung in der Auftrags- und Verdunstungszone des Zelluloids schneller, als es bei der Trommelmaschine der Fall sein kann.

Der Gießer besitzt einen verstellbaren Spalt, aus dem die Zelluloidmasse ausfließt und eine genau einstellbare Abstreichvorrichtung, welche den Auftrag in der gewünschten Stärke sichert. Abb. 113 und 114 zeigen Konstruktion und Ansicht einer typischen Bandgießmaschine, wie sie in vielen Fabriken in Betrieb ist.

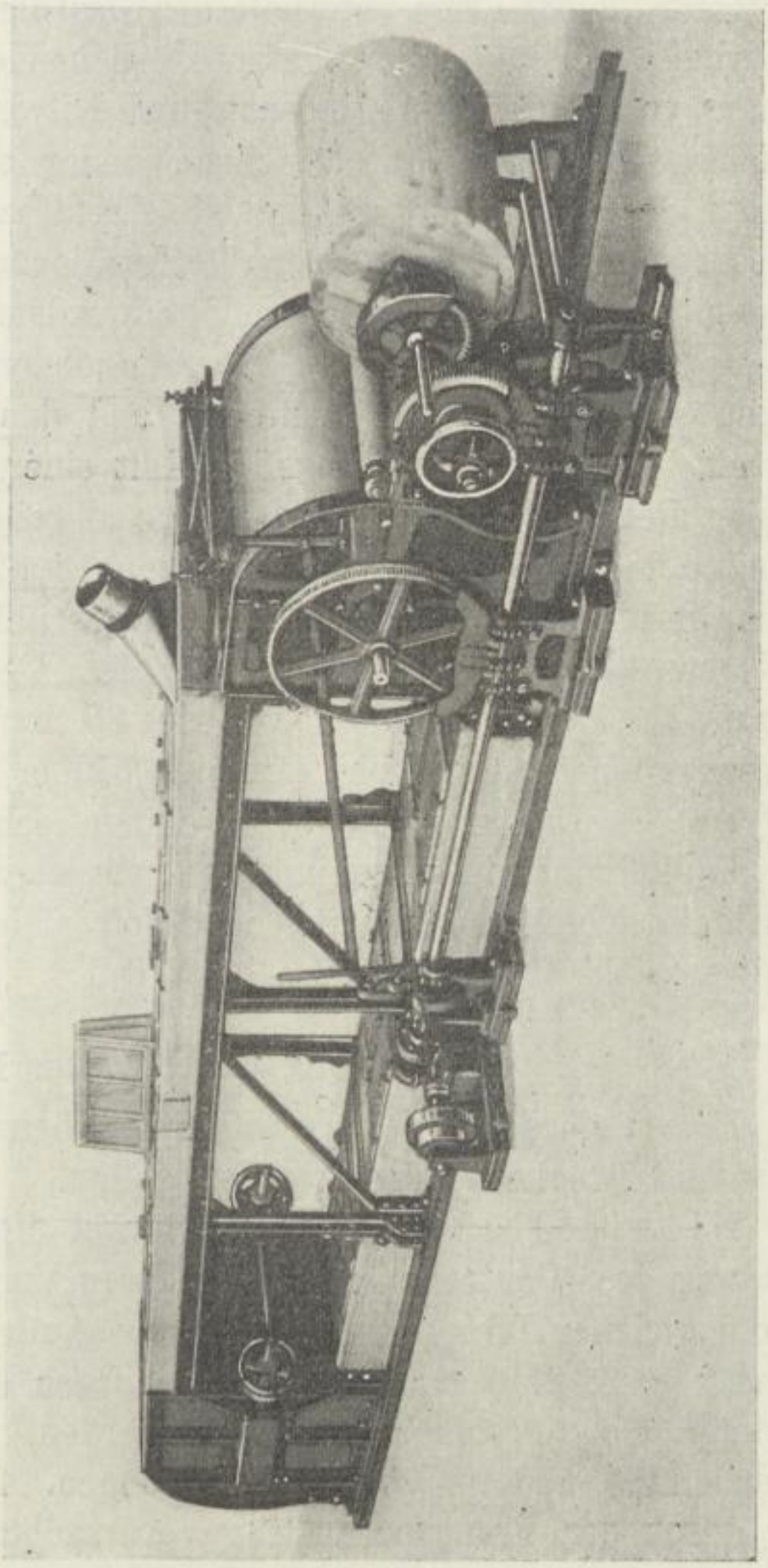


Abb. 114. Bandgießmaschine für Filme, Modell der Gebr. Dörstling G. m. b. H., Kötitz i. Sa.

Über Abänderungen dieser Ausführungsart bestehen mehrere Patente [1]). So kann man das endlose Metallband um drei nach einem Dreieck gelagerte Walzen führen, wobei seine obere etwa wagerechte Seite zum Auftrag und Trocknen der Lösung dient, die nach unten gerichtete Ecke dagegen zur besseren Ablösung des Filmes und zur Anbringung von Nachbehandlungsbädern [2]). Oder man läßt das Metallband vom Gießer aus aufsteigen,

1) D. R. P. 149 828 (1901) der Eastman Kodak Co., betrifft eine aus zwei Haspeln bestehende Gießmaschine, zwischen denen der Film über eine horizontale Gießbahn gleitet.

2) D. R. P. 405 782 (1921) für W. Hagemeyer, Leipzig-Mockau; ref. Phot. Ind. 1925. **23.** 74.

so daß die Filmdicke durch Neigen des Bandes regulierbar ist[1]). Auch auf die frühere Glasbahn kam man wieder zurück, indem man ein endloses Nickelband über eine solche hinwegführen, und das Planliegen des Bandes durch einen unterhalb der Glasbahn angebrachten Magneten bewirken wollte. Andere Patente[2]) behandeln das Nebeneinandergießen von Azetylzelluloselösung und Nitrozelluloselösung auf dem gleichen Metallband durch nebeneinander angeordnete Ausflußöffnungen des Gießers derart, daß die Azetatbahn mit dem Bildstreifen korrespondiert, während die den Perforationen entsprechenden Seitenränder aus Nitrozellulose gebildet werden.

Je nach der Stärke des zu erzeugenden Filmes (für Kinofilme normalerweise 0,12 bis 0,13 mm) und den verwendeten Lösungsmitteln beträgt die Leistungsfähigkeit einer Bandmaschine, die man in der Regel während einer Woche durchlaufen läßt, bei durchschnittlich 45 Minuten Trocknungsdauer etwa 20 laufende Meter in der Stunde bezw. zirka 11 qm bei der üblichen Arbeitsbreite von 54,5 cm. Unter Berücksichtigung des Verschnittes ergeben sich daraus 14 Kinofilmstreifen von je 35 mm Breite. 120 laufende Meter gelten als „einfache Länge", 750 m als „Standardlänge".

Da die Emulsionsauftragmaschinen erheblich schneller laufen als die Zelluloidgießmaschinen, so werden von letzteren in einem kontinuierlichen Arbeitsgang ungleich mehr gebraucht, und zwar stellt sich das Verhältnis wie etwa 6:1.

Herstellung verschiedener Filme.

Eine Reihe von Verfahren wurden bekannt, durch welche verschiedene Zwecke erreicht werden sollen.

Nichtrollende Filme: Obwohl die (Roll-) Filme zur Vermeidung des Nichtrollens während ihrer Verarbeitung meist in noch genau gleicher Weise wie beim ersten Aufkommen der „non-curling Films" (s. S. 257) mit einem rückseitigen Überzug einer stark gehärteten Gelatineschicht versehen werden, wurden in neuerer Zeit auch einige andere Verfahren ersonnen. So kann der Ausgleich der durch den Emulsionsauftrag verursachten einseitigen Spannung dadurch erreicht werden, daß die Rückseite des Films bis zu einer bestimmten Tiefe verändert wird, beispielsweise bei einem Azetat-

1) U. S. P. 1 458 591 (1921) für C. P. Olson.

2) U. S. P. 146 815 (1922) und 1 518 409 (1922) für F. W. Levejoy (Eastman Kodak-Co.), und 1 476 392 (1922) für S. J. Carrell (Eastman Kodak-Co.).

film durch Behandlung mit einem alkoholischen Bad oder durch Auftrag einer 2%igen Azetylzelluloselösung mit einem Gehalt von 5 % Mono- oder Diazetin[1]). Auch Lösungsmittel kann man einwirken lassen, indem man ihre Einwirkung unterbricht bevor der Film merkbar angegriffen wird[2]). Ein weiteres Verfahren besteht in dem rückseitigen Überzug mit Harzen oder harzähnlichen Körpern, z. B. mit einer alkoholischen Schellacklösung[3]) oder mit Zelluloseazetat[4]).

Unelektrische Filme (Antistatic Films): Durch Zusätze zur Zelluloid-Gießmasse, mehrfache Schichtung der Filme aus verschiedenen Zelluloseestern, rückseitige Überzüge oder auch Zwischenpräparationen zwischen dem Schichtträger und der Emulsion kann man erfolgreich der so störenden, durch Reibung oder Druck entstehenden elektrostatischen Elektrizität begegnen, die je nach der Zusammensetzung des Zelluloids mehr oder minder stark sein kann. Zahlreiche Patente beziehen sich hierauf, und fast alle Handelsfilme sind zur Vermeidung von Entladungen, durch welche sie unbrauchbar werden würden, notwendigerweise in der einen oder anderen Weise präpariert.

Geeignete Zusätze zur Zelluloidmasse sind beispielsweise Ammoniumnitrat[5]), Zinkchlorid[6]), hygroskopische organische Verbindüngungen z. B. gewisse Salze[7]), Glukose oder Glyzerin[8]). Sehr häufig werden Filme mehrschichtig gegossen, so gießt man z. B. drei Schichten übereinander, deren mittelster etwa Glyzerin zugesetzt wird, wodurch eine elektrische Ladung der darüber liegenden Schicht des normalen Filmes verhindert wird[9]), oder man kombiniert z. B. Schichten von Nitrozellulose mit solchen von Azetylzellulose[10]) oder einem

---

1) D. R. P. 384 839 (1922) für Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co.

2) Franz. Patent 558 258 (1921) für Soc. Ame. Kodak.

3) D. R. P. 400 677 (1923) für Otto Perutz, Trockenplattenfabrik.

4) U. S. P. 1 496 359 (1923) für P. C. Seel (Eastman Kodak Co.).

5) U. S. P. 1 570 062 (1921) für H. J. Hoffmann (E. I. Du Pont De Nemours & Co.).

6) U. S. P. 1 611 169 (1920) für C. Dreyfus u. G. W. Miles (American. Cellulose and Chemical Mfg. Co.).

7) U. S. P. 1 431 900 (1922) für P. C. Seel (Eastman Kodak Co.).

8) U. S. P. 1 415 059 (1922) für P. C. Seel (Eastman Kodak Co.).

9) D. R. P. 395 705 (1923) für Goerz Photochemische Werke, G. m. b. H.

10) U. S. P. 1 431 894 (1922) für A. S. McDaniel (Eastman Kodak Co.).

andern Zelluloseester[1]). Als Überzug für die Filmrückseite wird auch der gemischte Essigsäure- und Salpetersäureester enthaltende Ester der Zellulose, die Nitroazetylzellulose mit oder ohne Zusatz von Weichmachungsmitteln verwendet[2]), oder etwa Dextrin[3]) Azetyl-Nitrozellulose[4]), Natriumazetat mit Glyzerin und Saponin[5]) oder dgl., und als Zwischenpräparation ein Elektrolyt wie etwas Lithiumchlorid enthaltende Gelatine[6]).

Mehrschichtige Filme: Die vorstehend bereits erwähnten Verfahren zur Herstellung mehrschichtiger Filme bezwecken vielfach gleichzeitig eine Verbesserung ihrer mechanischen Eigenschaften. In dieser besonderen Absicht werden Filme durch die Lösung einer entsprechend gewählten plastischen Substanz hindurchgeführt, die von der des Films verschieden ist, und deren Lösungsmittel den Film nicht weiter beeinflußt, so daß also ein leichter Überzug entsteht[7]). Ein Zelluloseazetatfilm kann mit einem schützenden Nitrozellulosefilm einseitig[8]) und natürlich auch beiderseitig überzogen werden[9]). Auch ein Film mit Zwischenschichten von erhöhtem Gehalt des Weichmachungsmittels gehört hierher[10]). Um Filme solcher Art herzustellen, werden z. B. die einzelnen Folien unter Anwendung entsprechender Lösungsmittel durch Walzen zusammengepreßt, getrocknet und warm kalandert[11]). Schließlich sollen doppelschichtige Filme eine Verbilligung des Schichtträgers durch Ersparnis von Kampfer herbeiführen[12]).

Schwerentflammbare Filme: Abgesehen von den großen Anstrengungen, die gemacht wurden um statt des feuergefährlichen Zelluloids die Azetylzellulose der Filmindustrie nutzbar zu machen, liefen naturgemäß zahlreiche Verfahren darauf hinaus einen gleichen oder ähnlichen Effekt schwerer Entflammbarkeit durch geeignete

---

1) U. S. P. 1 418 405 (1922), U. S. P. 1432 366 (1922) und U. S. P. 1432 367 (1922) für A. F. Sulzer (Eastman Kodak Co.).

2) D. R. P. 450 102 (1925) für Pathé-Cinéma.

3) F. P. 459 870 (1913) u. U. S. P. 1590 979 (1914) für L. Gevaert & Co.

4) U. S. P. 1 635 681 (1927) für J. Marette.

5) U. S. P. 1 570 076 (1920) für E. C. Pitman.

6) U. S. P. 1 471 592 (1919) für C. J. Coberly.

7) F. P. 571 731 (1922) für Stéarinerie de Lyon.

8) U. S. P. 1 514 283 (1923) für J. H. Haste (Eastman Kodak Co.)

9) U. S. P. 1 518 396 (1923) für J. M. Donohue (Eastman Kodak Co.)

10) U. S. P. 1 521 881 (1922) für J. H. Haste (Eastman Kodak Co.)

11) Brit. P. 236 166 (1924) für H. E. van Derhoff (Kodak Ltd.)

12) D. R. P. 404 108 (1922) für H. Tappen und R. Oertel (Goerz Photochem. Werke, G. m. b. H.).

Zusätze zur Zelluloidmasse zu erreichen, die selbstverständlich in keinem Falle die Transparenz der Filme beeinträchtigen dürfen. In Frage kommen hierfür vor allem in Äther-Alkohol, bezw. Azeton lösliche Salze wie z. B. Magnesiumchlorid[1]). So wird ein praktisch unentflammbares Zelluloid erhalten, wenn 250 g einer 10 %igen Zelluloid-Azetonlösung mit 50 g reiner 25 %igen Magnesiumchloridlösung versetzt werden und die erhaltene Paste vergossen und getrocknet wird[2]).

Zinnchlorid, Kalzium-, Aluminium- und Zinkchlorid, Cadmiumjodid, Zinkoxalat, Natriumwolframat, Hexachlornaphtalin, Verbindungen von Zinn- und Ammoniumchlorid mit Tetrachlorkohlenstoff, die in Äther-Alkohol löslichen Methyl-, Äthyl, und Amylsilikate und Phenyl-, Cresyl-, und Naphtylkarbonate und Phosphate gehören zu den zahlreichen Körpern, denen eine die Entflammbarkeit des Zelluloids herabsetzende Wirkung zugeschrieben wird[3]). Da indessen viele derselben zerfließlich sind und dem Zelluloid in gewissen Mengen zugefügt eine feuchte, klebrige oder auch schmutzige Oberfläche geben, ihre Wasserlöslichkeit häufig auch die Alkohollöslichkeit übertrifft, wodurch ebenfalls ein unansehnlicher Film zustande kommt, ist man praktisch — auch aus ökonomischen Gründen — hauptsächlich auf die Anwendung von Kalzium- und Magnesiumchlorid angewiesen. Neuere Patente nennen noch Natriumsilikat[4]), Aluminium- oder Kalziumphosphat, Kalziumzitrat, Kalziumtartrat usw.[5]), Natriumazetat, Alaun Natriumborat[6]), Tricresylphosphat in Mischung mit Kalziumsulfat[7]) u. a. m.

Die übliche Methode der Einführung derartiger Stoffe in die Zelluloidmasse besteht in ihrer Auflösung in dem zur Herstellung der Kampferlösung vorgesehenen Alkohol.

Außer durch Zusätze wurde eine schwere Entflammbarkeit der Filme auch durch Mischung der Nitrozellulose mit Azetylzellulose nach Methoden von E. Zuehl, R. Mueller, E. Berl, L. Lederer, L. Clément und C. Rivière u. a. zu erreichen gesucht, ferner durch Herstellung mehrschichtiger Filme aus verschiedenem Material, deren äußere Lagen z. B. besonders gehärtet werden

1) D. R. P. 93 797 (1896) für M. Asselot.
2) D. R. P. 206 471 (1908) für P. Marino.
3) s. die S. 298 Anm. 1 u. 2 angegebene Literatur.
4) U. S. P. 1 496 198 (1922) für J. J. Aurynger.
5) Brit. P. 233 874 (1924) für W. G. Lindsay.
6) U. S. P. 1 554 505 (1925) für W. M. Johnson.
7) Can. P. 260 843 (1924) für W. G. Lindsay.

sollen[1]), oder aus Nitrozellulose-Triphenylphosphat bzw. aus sehr dünnen Nitrozelluloseüberzügen über einen die Mittelschicht bildenden Azetatfilm[2]).

Mattierte Filme werden auf sehr verschiedenartige Weise hergestellt. So kann man den Film auf mattierte Unterlagen gießen[3]) oder der frisch gegossene und nur vorgetrocknete Zelluloidfilm wird in noch plastischem Zustande mit mattierten Prägewalzen behandelt[4]), oder man setzt zur Zelluloidmasse Zusätze wie Bariumsulfat, Magnesiumoxyd, Gemische von Bariumsulfat mit Kasein, Gelatine u. dgl.[5]).

Wird der Zweck einer erleichterten Retusche angestrebt, überzieht man die Filme rückseitig mit Kolloiden, wie z. B. mit Rubber latex enthaltender Gelatine[6]), stärkehaltiger Gelatine usw., und kann damit gleichzeitig eine Anfärbung mit z. B. Fuchsin oder Auramin verbinden und auch die Tendenz zur Lichthofbildung und zum Einrollen beseitigen[7]). Natürlich können Mattierungsmittel wie Kalzium- oder Bariumsulfat auch innerhalb der aufzutragenden Lösung von Gelatine, Albumin, Kasein u. a. ausgefällt werden[8]) und statt der genannten Kolloide können wasserbeständige Lacke: Zaponlack, Sandarac- oder Dammarharzlösungen angewendet werden[9]). Einige ähnliche Verfahren zur Beseitigung der sogen. Regenstreifen gehören in das Gebiet der Filmverarbeitung (s. S. 508 ff.).

Stumpfe oder rauhe Filme werden durch Aufsprühen eines Lackes auf ihre Oberfläche erhalten, der beispielsweise aus 1%igem Kollodium mit Zusatz von 1 % Kalziumchlorid bestehen kann[10]). Nach Aufbringen der Lackschicht wird diese noch mit einem Schutzüberzug von gehärteter Gelatine versehen[11]).

Farbige (Kino-Positiv-) Filme können durch Zusatz von Anilinfarben zur Zelluloidmasse hergestellt werden oder etwa

1) Brit. P. 243 032 (1924) für H. J. Hands.
2) U. S. P. 1532818/9 (1922 u. 1924) für J. H. Haste (Eastman Kodak Co.)
3) D. R. P. 411 337 (1923) für Deutsche Zelluloidfabrik.
4) D. R. P. 428 057 (1925) für Karl Lüdecke (Glanzfilm-A.-G.).
5) Brit. P. 222 893 (1923) für M. De'Sperati.
6) D. R. P. 402 767 (1923) für Rotopulsor A.-G. und R. E. Liesegang.
7) Brit. P. 212 484 (1923) für A.-G. für Anilin-Fabrikation und U. S. P. 1597 727 (1923) für M. de'Sperati.
8) U. S. P. 1 631 421 (1927) für W. Lohöfer.
9) D. R. P. 404 568 (1923) und Brit. P. 205 828 (1922) für M. de'Sperati.
10) U. S. P. 1 502 482 (1923) u. D. R. P. 390 390 (1923) für R. Örtel und F. Dreyer (Goerz Photochemische Werke, G. m. b. H.).
11) D. R. P. 395 665 (1923) für Goerz Photochemische Werke, G. m. b. H.

auch durch doppelschichtigen Filmguß, indem man der Oberschicht Farbstoffe (oder auch irgendwelche Schutzmittel für die Emulsion) zusetzt. Man verfährt dabei so, daß man die Lösung der Oberschicht unter Verwendung eines Lösungsmittels herstellt, das ein nur beschränktes Lösungsvermögen für Nitrozellulose hat, wie z. B. ein Gemisch von 20 Teilen Alkohol, 25 Teilen Äther und 55 Teilen Toluol, das nur 5 Teile Nitrozellulose löst[1]). Durch einen derartigen Farb-Zwischenguß zwischen der Unterlage und der lichtempfindlichen Schicht kann bei Wahl des Komplementärtones auch ein Ausgleich der leicht gelblichen Färbung des Nitrozellulosefilmes herbeigeführt werden[2]). In ähnlicher Weise wird in der Praxis auch der Weg des rückseitigen Überzuges mit einer Farbstofflösung beschritten.

Um umfangreiche Lagerbestände von zahlreichen verschiedenfarbigen Filmen zu vermeiden, verzichtet man aber auch auf eine Anfärbung der Filme in der Fabrikation und überzieht erst — wie es die „Agfa" empfiehlt —, die fertig verarbeiteten Filme mit einem Farblack. Hierzu benötigt man nur die haltbaren Lösungen der Grundfarben und eine Verdünnungsflüssigkeit, die gleichzeitig Quellungsmittel für das Zelluloid ist, so daß der Farbstoff zwar in dasselbe eindringen kann, aber — im Gegensatz zu in der Gelatineschicht gefärbten Filmen — weder durch Putzen noch durch Wasser daraus wieder entfernbar ist[3]).

Filme mit Schutzschicht auf der Emulsion: Um zersetzenden Einflüssen auf die Emulsion der Filme zu begegnen, wie eindringender Feuchtigkeit oder bei Rollfilmen z. B. der Übertragung der auf das Duplexpapier aufgedruckten Zeichen („offsetting"), wurde von verschiedenen Seiten das Überziehen der Emulsionsschicht mit transparenten Substanzen versucht, die beim späteren Entwickeln durch Lösung oder Verseifung durch das Alkali des Entwicklers wieder beseitigt werden. Schutzschichten solcher Art können z. B. aus Viskose oder Kupferoxydammoniakzellulose[4]), aus Fettsäuren wie Palmitin- oder Stearinsäure[5]), oder irgendeinem Zellu-

1) D. R. P. 397 705 (1922) für Goerz Photochemische Werke, G. m. b. H.

2) U. S. P. 1 507 174 (1922) für J. H. Haste und E. J. Ward (Eastman Kodak Co.).

3) „Agfa"-Handbuch für Kinematographie, 1926. S. 82.

4) D. R. P. 329 271 (1914) für La Cellophane.

5) U. S. P. 1 342 590 (1920) für F. W. Levejoy (Eastman Kodak Co.).

loseesterlack[1]) bestehen, doch scheint, soweit die Handelsware dies erkennen läßt, keines dieser Verfahren praktische Anwendung zu finden.

Verschiedene Film-Ausführungen: Nur erwähnt sei, daß die Einverleibung von Entwicklersubstanz in den Film versucht wurde[2]), daß man den Film in verschiedene Zonen einteilte[3]), und daß auch Verfahren zur Erhöhung der Gleitfähigkeit in Anwendung kommen, die darin bestehen, daß man in die Oberfläche der Filmrückseite fein verteilte Substanzen wie z. B. Natriumstearat einbringt[4]) oder ihn mit Wachs behandelt[5]) usw.

Zusammensetzung des Filmzelluloids: Ein Gehalt von ungefähr 20 % Kampfer stellt nach K. Atsuki[6]) das Optimum dar, da sich ein derartiges Zelluloid durch größte Dehnung und Elastizität bei hohem Glanz und mäßiger Härte auszeichnet, doch weist die fertige Filmunterlage je nach ihrer Herkunft tatsächlich eine recht verschiedene Zusammensetzung hinsichtlich ihres Gehaltes an Kampfer oder anderer Weichmachungsmitttel auf. Während man z. B. Angaben über einen Gehalt von 65 % Nitrozellulose, 33 % Kampfer und 2 % Asche, oder von 74 % Nitrozellulose, 23 % Kampfer und 3 % Asche findet, oder der Kampfergehalt auch nur mit 15 % beziffert wird[7]), ergibt die Durchschnittsanalyse eines bekannten amerikanischen Fabrikates folgendes Resultat:

Nitrozellulose	93,75 %
Kampfer	4,00 %
Hochsiedende Butyl- oder Amylverbindungen .	2,00 %
Asche	0,25 %

Für Positivzwecke wird der Film häufig mit Anilinfarben gefärbt und zwar entweder in der Masse oder durch rück-

1) U. S. P. 1411 677 (1922) für A. P. H. Trivelli (Eastman Kodak Co.).

2) D. R. P. 403 585 (1923) für R. E. Liesegang.

3) U. S. P. 1540 862 (1923) für M. P. Punnett (Eastman Kodak Co.).

4) D. R. P. 422 971 (1924) und Brit. P. 245 065 (1924) für Akt.-Ges. für Anilinfabrikation.

5) U.S.P. 1580 180 (1924) für H. E. van Derhoff (Eastman Kodak Co.).

6) J. Fac. Eng. Tokyo Imp. Univ. 1924/25, **15**, 55—116, 281—316; **16**, 135—156; nach Chem. Abstr. 1925, **19**, 727, 728, 1626, 2411.

7) s. u. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1894. **8**. 389; ferner Paul Krais, Werkstoffe. Leipzig 1921, Bd. 2. S. 656 u. 682 sowie die dort angegebene Literatur.

seitigen Auftrag von sich mit dem Zelluloid durch Oberflächenlösung verbindenden Farbflüssigkeiten, oder endlich dadurch, daß man die Farbschicht zwischen zwei relativ dicke lichtdurchlässige Nitro- oder Azetylzelluloseschichten verlegt, wodurch sie gegen mechanische und chemische Einflüsse geschützt ist (s. S. 312). Die beliebtesten Farbtöne sind rot, rosa, bernsteinfarben (hell und dunkel), zitronengelb, orange, grün, blau und violett.

Bezugsquellen: Celluloid Company, Newark N. J.,U. S. A., Deutsche Celluloid-Fabrik, Eilenburg, DuPont-Pathé Film Mfg. Corp., Parlin, N. J., U.S.A.

Chemische Analyse des Zelluloids bzw. der Zelluloidmasse[1]): Man fällt das in Azeton gelöste Zelluloid bzw. die Zelluloidmasse durch Petroleumäther (Sp. 50—60°), den man portionsweise und unter Schütteln zugibt, bis in einem Überschuß keine weitere Fällung erfolgt. Die niedergeschlagene Nitrozellulose wird gesammelt, gewaschen, getrocknet, gewogen und mit einem Nitrometer in üblicher Weise einer Stickstoffbestimmung unterworfen. (Empfehlenswert ist hierfür die Anwendung des von Dupont abgeänderten Lunge-Nitrometers, doch kann die Bestimmung z. B. auch nach der modifizierten Kjeldal-Methode erfolgen.) Ist Azetylzellulose gegenwärtig, so wird diese gleichzeitig gefällt. Da der Stickstoffgehalt der meisten aus reiner Nitrozellulose bestehenden Filme zwischen 11 und 13% beträgt, kann ein sich für den getrockneten und gewogenen Niederschlag ergebendes abweichendes Resultat gegenwärtiger Azetylzellulose zugeschrieben werden, wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß mit der Nitrozellulose auch gewisse andere Salze oder Bestandteile des Filmes gefällt sein können. Ist Azetylzellulose anwesend, so trennt man diese von der Nitrozellulose durch geeignete Lösungsmittel und identifiziert sie durch Kochen mit alkoholischer Pottasche bis zur Verseifung und anschließende Prüfung auf Essigsäure.

Die von dem Nitro- und Azetylzellulose-Niederschlag getrennte Azetonlösung enthält vor allem den Kampfer und etwa vorhandene andere Weichmachungsmittel wie z. B. Azetanilid, Naphthalin usw. Aber auch die Entflammbarkeit herabsetzende Körper wie Triphenylphosphat, Trikresylphosphat, hochsiedende Lösungsmittel, Rizinusöl und Stabilisatoren kommen in Betracht, von denen allerdings z. B. Harnstoff ebenso wie Glyzerin durch viel Benzin ebenfalls gefällt werden.

Die zur Färbung der Filme angewandten Farbstoffe können meist durch Prüfung auf spektroskopischem Wege ermittelt werden.

Die Lösung wird nun in einem gewogenen Kolben in einem Wasserbade einer sorgfältigen fraktionierten Destillation unterworfen bis der Geruch von Azeton und Benzinresten bzw. Petrolrückständen eben nicht mehr bemerkbar ist und darauf gewogen, um die Gesamtmenge der anwesenden Zusätze festzustellen. Die Anwendung eines teilweisen Vacuums ist dabei sehr zweckmäßig, besonders für die folgende Fraktion, durch welche die etwa vorhandenen verschiedenen organischen Verbindungen

1) Weiteres über die chemische Analyse des Zelluloids siehe unter anderem: Barthélemy, Kunststoffe 1913. **3.** 46/47 u. 353 und Dubowitz, Chem.-Ztg. 1916. **40.** 936.

voneinander getrennt werden sollen. Sind alle löslichen Körper überdestilliert, kann, sofern keine zu hohe Wärme und kein zu hohes Vacuum angewandt wurden, Rizinusöl und eventuell auch etwas Glyzerin im Kolben zurückgeblieben sein. Um ein Verstopfen des Kondensationsrohres durch sich niederschlagenden Kampfer oder andere flüchtige Bestandteile zu verhindern, muß dieses weit gewählt werden, oder man läßt warmes Wasser durchfließen und führt sie so der Vorlage zu.

Mitunter genügt es auch, die gewogenen flüchtigen Körper direkt in die Luft zu verdampfen und die im Kolben verbleibenden Rückstände nach der Scheidung in ihre Bestandteile entweder auf mikro-kristallographischem Wege oder durch Bestimmung ihres Schmelzpunktes zu identifizieren.

Erwähnt sei noch, daß natürlich auch mineralische Bestandteile mit der Zellulose niedergeschlagen sein können, deren Natur dann im üblichen Analysengang ermittelt wird, nachdem man den getrockneten Niederschlag zwecks Verhütung des Verpuffens mit etwas Paraffin gemischt, zusammengeschmolzen, entzündet und schwach ausgeglüht hat.

Kampfer wird, besonders wenn es sich um nur sehr geringe Mengen handelt, am besten in der Form seines Bromderivates bestimmt. Wurde natürlicher — optisch rechts drehender — Kampfer zur Herstellung des Zellulloids angewandt, so kann seine Menge mit Hilfe des Polarisationsapparates bestimmt werden. Da seine spezifische optische Rotation keine konstante ist, sondern sich gewöhnlich zwischen 200 und 210 Rechtsgraden bewegt, muß jedoch zuerst die Drehung der Azeton-Petroläther-lösung in einer Röhre bekannter Länge festgestellt werden. Eine beliebige Menge der Lösung läßt man jetzt verdampfen, und wägt den zurückbleibenden Kampfer, der nun wieder in dem bekannten Volumen Azeton-Petroläther aufgelöst wird, worauf man die Messung wiederholt und hiernach die Gesamtmenge an Kampfer berechnet.

Unterscheidung von Nitro- und Azetylzellulose: Nitro- und Azetylzellulose unterscheiden sich durch ihre verschiedene Affinität für gewisse saure und basische Farbstoffe. Behandelt man z. B. Fragmente beider einige Minuten mit einer alkoholischen Lösung von etwa 1% Methylenblau und Fuchsin oder Eosin und wäscht danach kurz, so wird die Nitrozellulose blau, die Azetylzellulose rötlich gefärbt sein.

Auf diese Weise kann man daher leicht ermitteln, ob ein Film ganz oder teilweise aus dem einen oder andern Material besteht. Mit Hilfe einer Rasierklinge stellt man einen gleichmäßig scharfen Querschnitt durch den Film her, setzt denselben in einen schlittenartigen Halter, und prüft nach erfolgter Färbung im reflektierten Licht unter dem Mikroskop. Danach können auch die Dicken der Schichten unter Zuhilfenahme eines Okular-Mikrometers genau gemessen werden. Schichten von gehärteter Gelatine, wie sie als Unterguß dienen, sind durch diese doppelte Färbung ebenfalls vom Zelluloid unterscheidbar, und natürlich auch die Emulsion selbst und eine etwa vorhandene rückseitige Schicht, so daß auch deren Dicke durch ein Okular-Mikrometer gemessen werden kann.

Der Brechungsindex reiner Nitrozellulose, der z. B. nach der Immersionsmethode bestimmt werden kann, hängt zwar von ihrem Stickstoffgehalt ab, ist aber in ziemlich engen Grenzen konstant und beträgt gewöhnlich 1,510. Der Brechungsindex der Azetylzellulose ist weniger konstant und niedriger, durchschnittlich beträgt er etwa 1,345. Natürlich geben diese Zahlen bei der Untersuchung eines Filmes nur einen allgemeinen Anhaltspunkt, da sie wesentlich durch den Gehalt desselben an Kampfer und Lösungsmitteln beeinflußt werden.

Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten durch Kühlung.

Um Lösungsflüssigkeiten durch Kondensation wiederzugewinnen, ist die Möglichkeit gegeben, die Gase entweder abzusaugen und darauf durch Kühlvorrichtungen zu leiten oder aber gleich innerhalb der Trockenzone zu kondensieren. In jedem Falle kommt praktisch nur ein Kreislauf der die Dämpfe enthaltenden Luft in Frage, da andernfalls ein so großes Luftquantum abgekühlt werden müßte, daß die aufzuwendenden Kosten in keinem Verhältnis zu der erzielten Leistung stehen würden.

Verfahren der Rückgewinnung G. m. b. H.-Hamburg[1]): Nach diesem werden sogenannte Kühlschiffe, d. h. doppelwandige, von Kühlwasser durchflossene Apparate, in den die Gießmaschine einschließenden Trockenkanal eingebaut, die denselben jedoch nur auf einer Seite, also teilweise umschließen. Man verteilt sie auf die Länge der Maschine, kann aber zweckmäßig auch deren eines Ende besonders als Kühlzone ausbauen. In entgegengesetzter Anordnung zu den Kühlschiffen befinden sich in dem Trockenkanal anderseits Heizschlangen, so daß durch die ungleiche Temperatur der Seitenwände eine lebhafte Umwälzung der Gase bewirkt wird, die sich dabei an den Kühlflächen in Form kleiner Tropfen kondensieren und am Boden der Kühlschiffe sammeln.

Da die Trocknung lediglich durch Wärme und ohne Zufuhr frischer Luft in einer gesättigten Atmosphäre erfolgt, soll man mit erheblich höheren Temperaturen arbeiten können, ohne daß nachteilige Veränderungen des Materials, wie z. B. Blasenbildung hervorgerufen werden. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine wird also nicht beeinträchtigt und da diese Wiedergewinnungsanlagen zur Kühlung lediglich Leitungswasser verbrauchen und zur Beheizung nur eine minimale Dampfmenge und da ferner das Verfahren ein kontinuierliches ist, das keine besondere Bedienung erfordert, soll es sehr rationell arbeiten. Die Ausbeute wird bis zu 94 % der verdampften Lösung angegeben und die Reinheit der wiedergewonnenen Lösungsmittel soll wegen des Fortfalls eines Absorptionsmittels eine sehr gute sein, doch wurden in der Praxis der Filmfabrikation gewonnene Erfahrungen seither nicht bekannt.

---

1) D. R. Patente: 294 097, 368 592, 387 583, 388 351.

Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten durch Absorption[1]).

Es ist allgemein bekannt, daß gewisse flüssige und feste Körper ein großes Aufnahmevermögen für Gase und Dämpfe haben, das je nach der Art des Absorbens und je nachdem, ob eine physikalische Lösung oder eine chemische Verbindung dabei zustande kommt, ein natürlich verschiedenes sein kann. Saugt oder preßt man Gemische wertvoller Dämpfe mit Luft durch derartige Körper, so werden die Dämpfe verflüssigt und aufgenommen, während

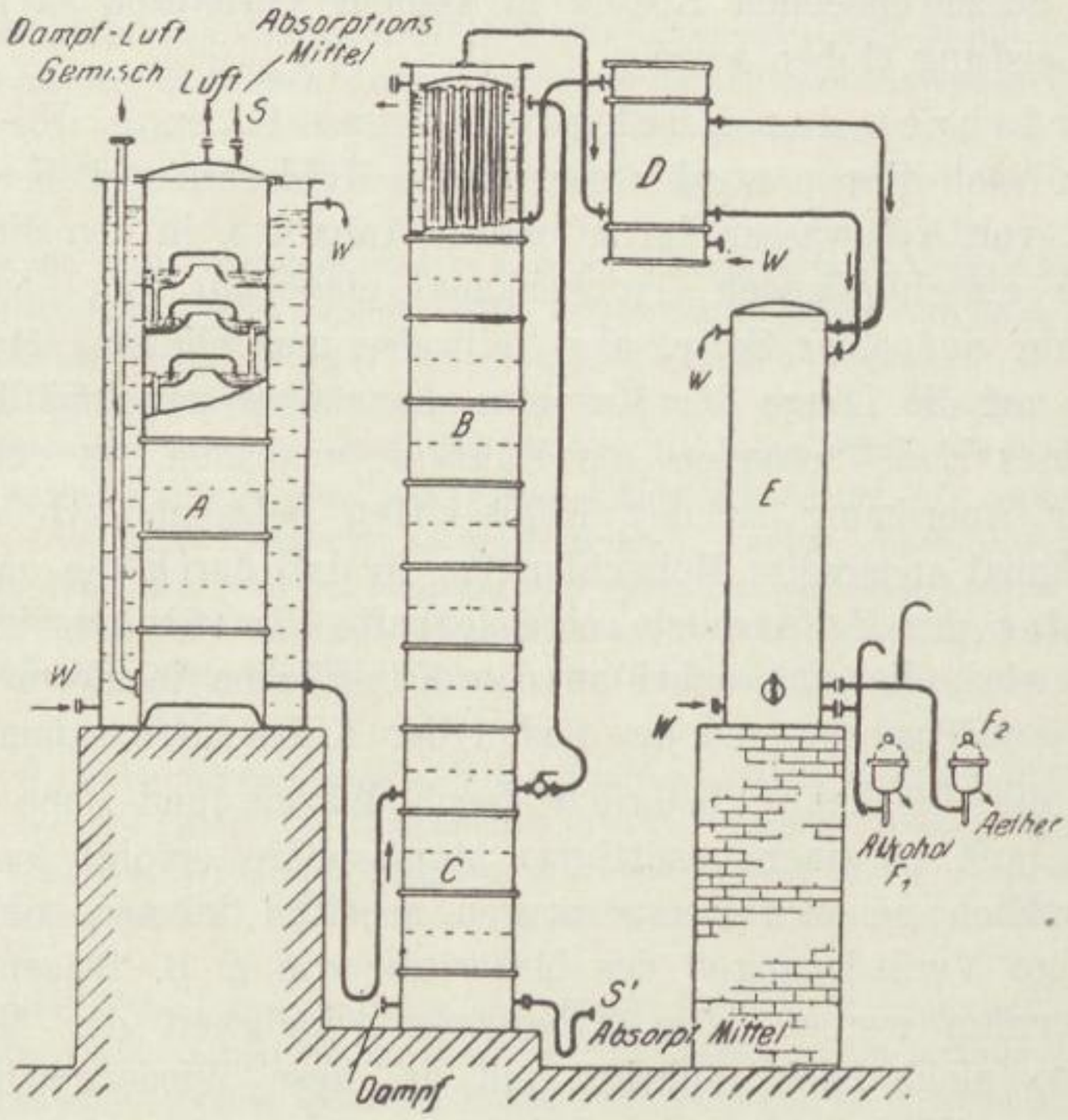


Abb. 115. Schematische Darstellung des Wasserabsorptions-Verfahrens zur Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten (System Friedrich Heckmann, Berlin SO 16).

die Luft unverändert abzieht; aus der Absorptionsflüssigkeit werden die festgehaltenen Stoffe durch Verdampfung wiedererhalten.

Praktische Bedeutung erlangten für die Filmfabrikation von Verfahren dieser Art die einfache Rückgewinnung durch Absorption der Lösungmittel in Wasser, die Rückgewinnung mit Schwefelsäure, mit Kresol und mit aktiver Kohle.

1) Rechnerisch behandelten den Gegenstand mit Anwendung auf die Filmfabrikation W. G. Whitman und J. L. Keats, Journ. Ind. Eng. Chem. 1922. **14.** 186—191 und R. Thomas, Journ. Soc. Chem. Ind. 1922. **41.** 33—36 T.

Wasserabsorptionsverfahren: Nach diesem einfachsten und mit verhältnismäßig geringen Anlagekosten ausführbaren Verfahren werden die Dämpfe der Lösungsmittel aus den Kanälen der Gießmaschinen durch Exhaustoren abgesaugt und mehreren Absorptionstürmen zugeführt, ähnlich denen in der Industrie der anorganischen Säuren angewandten. Am Boden des ersten dieser Türme, deren Höhe etwa 4—5 m beträgt, treten die Dämpfe ein, durchstreichen ihn in aufsteigender Richtung, während Eiswasser aus einem im Turminnern angebrachten System von Düsen ausströmt und die Dämpfe löst. Die im ersten Turm nicht absorbierten Dämpfe gelangen noch in einen zweiten gleicher Art, und die diesen verlassende nun praktisch vollkommen gereinigte Luft wird wieder in die Kanäle der Gießmaschinen zurückgeleitet, so daß das System ein geschlossenes ist.

Durch Erwärmen des die Lösungsmittel enthaltenden Wassers in einem Boiler und anschließende fraktionierte Destillation können auf diese Weise etwa 88 % der Lösungsmittel wiedergewonnen werden.

Das Verfahren wird in Amerika angewandt.

Schwefelsäureverfahren: Für die Aufnahme von Alkohol- und Ätherdämpfen diente in einigen Fabriken Schwefelsäure, wobei Komplexverbindungen labiler Art entstehen, die sich auf einfache Weise wieder zersetzen lassen. Dabei ist die Ausbeute an beiden Anteilen ganz erheblich von der Stärke der angewandten Säure abhängig, da der Absorptionskoeffizient für Alkohol in hochkonzentrierter Säure groß, für Äther dagegen klein ist; um die Absorption für Äther noch befriedigend zu gestalten, müssen 1 bis $1^1/_2$ kg einer Säure von 70—75 % H_2SO_4 pro cbm Luft von mittlerem Äthergehalt angewendet werden. Umgekehrt spaltet konzentrierte Säure den aufgenommenen Äther sehr leicht ab, den Alkohol dagegen schwerer oder bei steigender Temperatur (über 150 °) unter Zersetzung. Mit fallender Säurekonzentration nimmt die Gesamtausbringung ständig langsam zu und beträgt bei 50%iger Säure beinahe 90%, doch ändert sich auch das Verhältnis des gebildeten Äthers zum rückgewonnenen Alkohol zugunsten des letzteren, und um eine gute Ausbeute zu haben, muß man die Schwefelsäure vor der Destillation auf etwa 40—50 % verdünnen [1]).

1) s. hierzu J. Masson und T. L. McEwan, Journ. Soc. Chem. Ind. **40.** 1921. 29—32 T, 32—37 T, die in dieser Abhandlung auf Grund umfangreicher Arbeiten wertvolle, durch Tabellen und Kurven belegte Angaben über die Analyse flüssiger und gasförmiger Mischungen von Äther, Alkohol und Wasser machen.

Mit den anderen in der Filmfabrikation vorkommenden flüchtigen Stoffen findet keine ähnliche Reaktion statt, das Schwefelsäureverfahren beschränkt sich also auf die Wiedergewinnung von Alkohol und Äther, erfordert immerhin kostspieligen und häufigen Reparaturen unterworfene Reaktionsgefäße und Leitungen aus Blei oder keramischem Material, weshalb es in neuerer Zeit durch die Rückgewinnungsverfahren mit Kresol und Kohle verdrängt wurde.

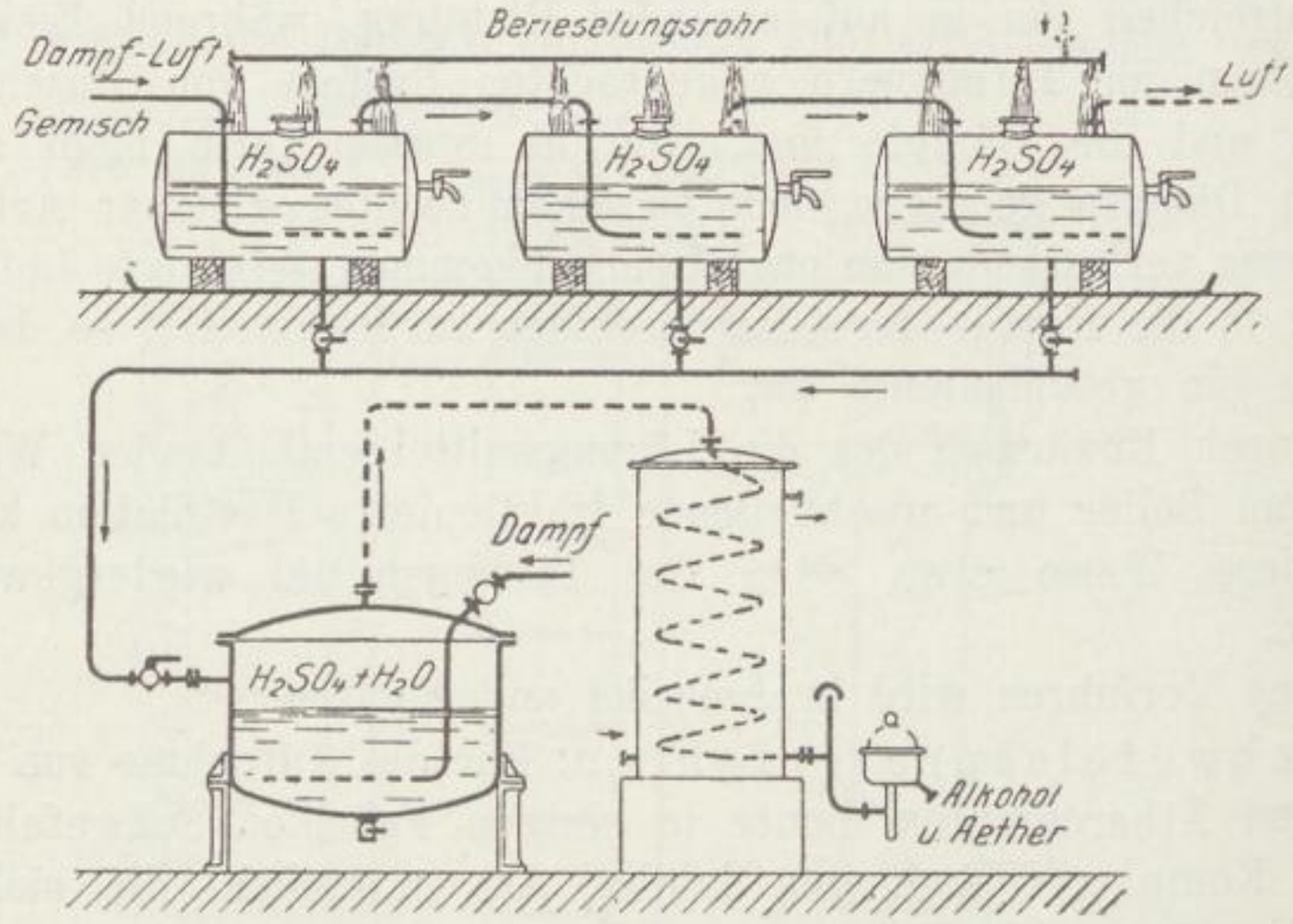


Abb. 116. Schematische Darstellung des Schwefelsäureverfahrens zur Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten (System Friedrich Heckmann, Berlin SO 16).

Das Kresolverfahren: Dieses während der Kriegszeit von A. Bréguet erfundene, zuerst in den Pulverfabriken der Entente eingeführte, und erst später der Privatindustrie zugänglich gewordene Verfahren[1]), bietet den erheblichen Vorteil, daß es sich nicht auf die Rückgewinnung von Äther und Alkohol beschränkt, sondern daß es auch die übrigen in der Filmfabrikation angewandten Lösungsmittel wie Azeton, Methylalkohol und Amylazetat wiederzugewinnen erlaubt. Die Affinität des Kresols zu allen diesen Stoffen ist so stark, daß die Bindung noch bei außerordentlich großen Verdünnungen, selbst bei Luftgemischen, die nur 2 % flüchtiger Dämpfe enthalten, erfolgt[2]).

1) Franz. P. 554 327 (1922).

2) G. Weißenberger, Über die Absorption flüchtiger Stoffe im Kresol, Kunststoffe 1921, **11.** Nr. 19/20; s. a. Nr. 15/16: Über die Rückgewinnung flüchtiger Stoffe durch Absorption. Ferner G. Weißenberger, Über die Entwicklung des Kresolverfahrens in den Jahren 1921—22. Kunststoffe. **13.** 1923, Nr. 4/5 und P. Razous, Die Rückgewinnung flüchtiger Lösungsmittel, Chem. Abstr. 1921. **15.** 1583.

Auch hierbei bilden sich komplexe Verbindungen[1]), die verhältnismäßig leicht wieder in ihre Bestandteile zerlegt werden. Es geschieht dies bei etwa 130° C, also über dem Siedepunkt der flüchtigen Stoffe, und weit unter dem Siedepunkt des Kresols,

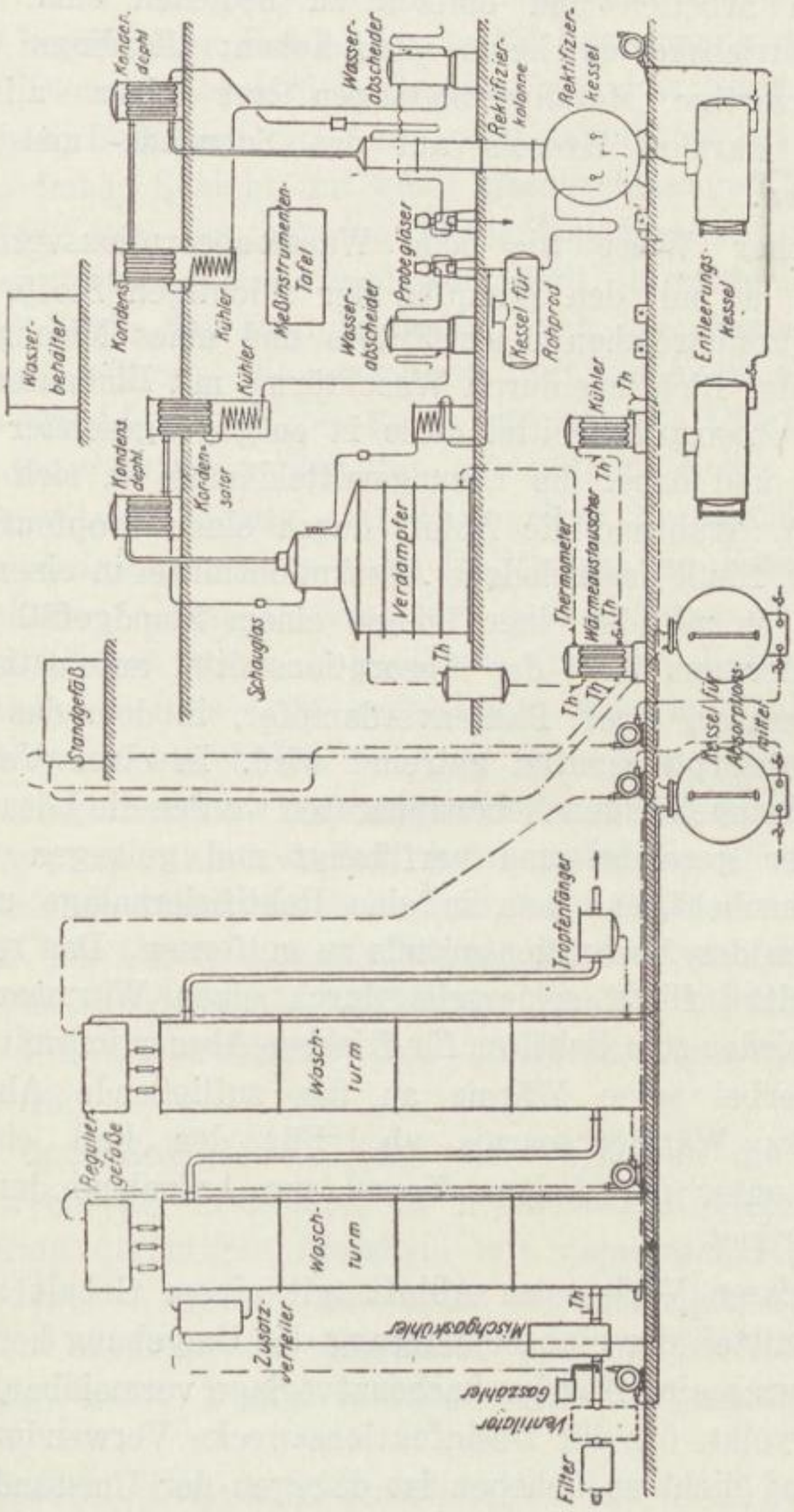


Abb. 117. Schematische Darstellung des Kresolverfahrens zur Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten.

1) G. Weißenberger und L. Piatti, Das Verhalten der Kresole gegen Alkohol, Äther und Azeton, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, Abt. II b, 1924. **133.** Heft 5 und 6.

so daß die Spaltung in Apparaten nach Art der Spirituskolonnen außerordentlich schnell und glatt unter Aufwand einer verhältnismäßig nur geringen Wärmezufuhr und von Kühlwasser vonstatten geht. Die Apparate bestehen aus Eisenblech und da dieselben kontinuierlich arbeiten und einfach zu bedienen sind, sind Anlage- und Betriebskosten keine allzu hohen; allerdings sind sich bildende harzartige Metallverbindungen auf einen allmählichen Angriff des warmen Kresols auf das Schmiede- und Gußeisen zurückzuführen.

In gleicher Weise wie beim Wasserabsorptionsverfahren (s. S. 321) wird die mit den Dämpfen der flüchtigen Stoffe beladene Luft nach Durchstreichen eines Filters und eines Mischgaskühlers in aufsteigender Richtung durch Waschtürme mit Einbauten geleitet, während das Absorptionsmittel diese in entgegengesetzter Richtung durchstreicht und dabei die Lösungsmitteldämpfe in sich aufnimmt (s. Abb. 117). Während die Abluft durch einen Tropfenfänger ins Freie gelangt, fließt das beladene Absorptionsmittel in einen Behälter ab, von dem es mittelst einer Pumpe einem Standgefäß zugeführt wird. Von hier aus läuft das Absorptionsmittel automatisch durch die Spaltapparatur, einen Plattenverdampfer, in dem das Lösungsmittel vom Absorptionsmittel getrennt wird. In einer Verdampferkolonne und dazugehörigen Nebenapparaten werden die Lösungsmitteldämpfe weiter gereinigt und verflüssigt und gelangen weiter zu einem Zwischenbehälter, dann in eine Rektifizieranlage um mitgerissene Spuren des Absorptionsmittels zu entfernen. Das reine heiße Absorptionsmittel fließt seinerseits durch einen Wärmeaustauscher und Kühler wieder zum Behälter für frisches Absorptionsmittel zurück und gibt hierbei seine Wärme an das zufließende Absorptionsmittel zwecks Wärmeersparnis ab. Für den Fall einer Stillegung sind unter der Anlage Kessel zur Aufnahme der Flüssigkeiten angeordnet.

Ein gewisser Verlust an Abluft mit einem Gehalt an Kresol und Lösungsmittel, der eine Belästigung der Umgebung herbeiführen könnte, ist durch eine Natriumkarbonatvorlage vermeidbar, es bildet sich dann Kryolat, das für Desinfektionszwecke Verwendung findet. Nachteilig und nicht zu beheben ist dagegen der Umstand, daß die Kresole bei längerem Gebrauch ihre Aufnahmefähigkeit verlieren, so daß sie etwa alle 3—4 Monate rektifiziert werden müssen, was mit einem Verlust von ca. 20 % verbunden ist.

Wie bekannt wurde, haben sich auf dieses Verfahren die Pathé-

Cinéma, Soc. Ame. in Vincennes bei Paris und die Leto, Photo-Materials Co. in England eingestellt[1]).

Das Kohleverfahren: Nach dem von den Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co. in Leverkusen ausgeübten Verfahren wird die große Absorptionsfähigkeit einer eigens hergestellten hochporösen Holzkohle zur Rückgewinnung der Lösemittel benutzt[2]). Diese Kohle wird in Graupenform oder Stäben in eisernen zylindrischen Behältern von ein oder mehreren qm Querschnitt in 1—2 m hoher Schicht auf einer gasdurchlässigen Unterlage so ausgebreitet, daß die mit den Lösemitteldämpfen beladene Luft die Horden mit mäßiger Geschwindigkeit durchstreicht. Hierbei nimmt die Kohle die Dämpfe selbst noch bei Temperaturen von 30—40° auf, während die gereinigte Luft ins Freie entweicht. Ist die Kohle mit Lösemittel gesättigt, wird die mit Dämpfen beladene Luft auf einen frischen Behälter mit aktiver Kohle umgeschaltet und der gesättigte Kessel mit Hilfe einer Sprühschlange ausgedämpft, wobei durch eine gute Isolierung der Kessel und eine Heizvorrichtung einem Durchnässen der Kohle nach Möglichkeit entgegengearbeitet wird. Schließlich wird die Kohle erst durch Hindurchblasen heißer Luft getrocknet, dann mit kalter Luft zu neuem Gebrauch abgekühlt.

Das ausgetriebene Lösungsmittel wird einem Wasserdampf-Destillationsprozeß unterworfen, indem man die Dämpfe in eine Destillierkolonne führt, deren Kühler beispielsweise auf die Siedetemperatur des Äthers eingestellt werden kann, während der Rücklauf der Destillierkolonne verdünnter Alkohol ist, der periodisch in einer Fraktionierkolonne auf hochprozentigen Alkohol verarbeitet wird.

Nach dem Gesagten bedingt das Verfahren die Aufstellung zweier abwechselnd in Betrieb zu nehmender Kohlebehälter, bzw. zweier Serien derartiger Apparate mit gemeinschaftlicher Rektifikationsanlage, es arbeitet also nicht kontinuierlich, erfordert eine umfangreiche kostspielige Apparatur und im Betrieb einen verhältnismäßig hohen Dampfverbrauch und Wärmeaufwand, ander-

---

1) In Deutschland wird das Kresolverfahren von der Cheminova-Ges. zur Verwertung chem. Verfahren, m. b. H., Berlin, vertreten. — Weiteres s. Phot. Ind. 1926. **24.** 279, 464—466, 783 u. 784.

2) D. R. P. 310 092 (1919); ausführlich beschrieben wurde das Verfahren von Carstens in der Zeitschr. f. angew. Chemie, 1921. **34.** 389 ff.

seits erlaubt es aber bei einfacher Bedienung eine nahezu restlose Wiedergewinnung der Lösungsmittel auch bei schwankender und höchster Verdünnung durch Luft in reinster Form, da dieselben nur mit der vollständig neutralen Kohle und mit Dampf in Berührung kommen.

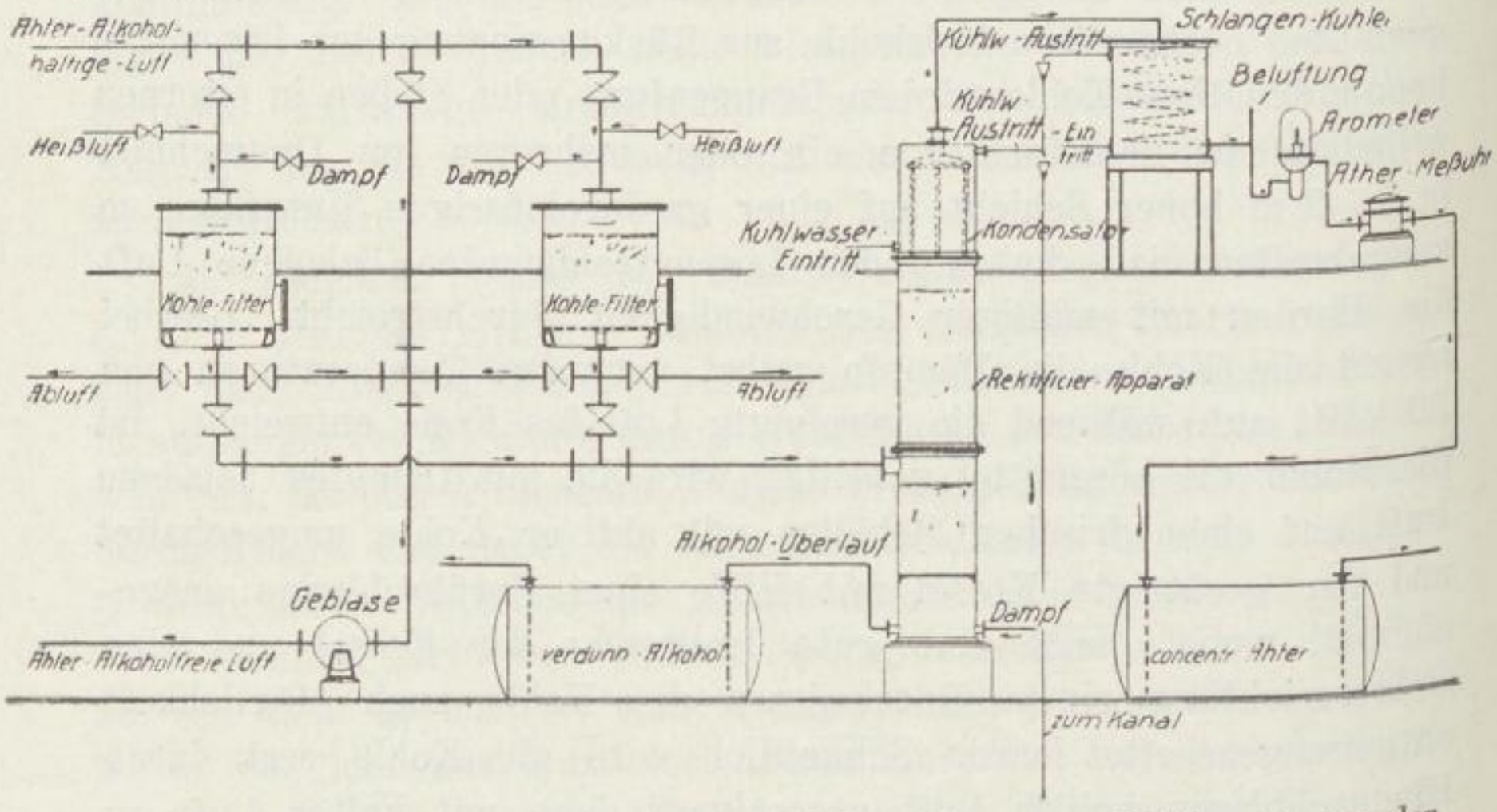


Abb. 118. Schematische Darstellung des Kohleverfahrens zur Rückgewinnung der Löseflüssigkeiten. (I. G. Farbenindustrie A.-G. Frankfurt a. M.)

Anwendung findet das „Bayer-Verfahren", dessen Anlagen von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau A.-G., Köln-Bayenthal, Zweigniederlassung der Bemag-Megnin A.-G. ausgeführt wir, im Filmbetriebe der I. G. Farbenindustrie A.-G. in Wolfen (Kreis Bitterfeld) [1]).

1) s. Agfa-Handbuch für Kinematographie.

DRITTES KAPITEL.

HERSTELLUNG DER LICHTEMPFINDLICHEN FILME.

Vorpräparation, Beschichtung und Schneiden der Filme.

Von großer praktischer Bedeutung ist es, daß die lichtempfindliche Emulsionsschicht so fest an der Unterlage haftet, daß sie sich in keinem Stadium der Weiterverarbeitung des Films, weder bei seiner Behandlung in den photographischen Bädern noch auch beim Vorführen des fertigen Bildfilmes im Kinematographen loslöst.

Vorpräparieren der Zelluloid- und Azetatfilme: Um dieses Haften zu erreichen, muß eine Vorpräparation der Unterlage vorgenommen werden, die auf ein schwaches Anätzen ihrer Oberfläche hinausläuft, durch welche diese in eine niedere Nitrierungs-, bzw. Azetylierungsstufe geringerer Wasserbeständigkeit übergeführt wird; die entstehenden Hydro- oder Hydratzellulosen quellen auf und sind befähigt, die wasserhaltige photographische Emulsion oder auch eine Zwischenschicht von Gelatine fest zu binden[1]).

Für Zelluloidfilme dient als Vorpräparationslösung vielfach eine Gelatine-Eisessiglösung, etwa in der bewährten Zusammensetzung von 1 Teil Gelatine, 9 Teilen Eisessig und 90 Teilen den. Alkohol, doch ist diese je nach der Beschaffenheit des vorliegenden Zelluloids bisweilen hinsichtlich ihrer Konzentration oder durch Zusätze von Methylalkohol, Amylazetat, Glyzerin und ähnlicher Substanzen abzuändern und der Unterlage anzupassen, um die bestmögliche Haftfähigkeit zu erreichen.

Um die nachwirkende, die Emulsion ungünstig beeinflussende saure Reaktion der Filmunterlage zu vermeiden, werden daneben aber auch andere Vorpräparationen angewandt.

Im Falle der Azetylzellulose setzt man der Gelatine-Eisessiglösung noch Azeton, Methylalkohol oder Benzylalkohol in wechselnden Mengen zu. Da jedoch eine solche Vorpräparation nicht immer zu

1) Näheres s. C. G. Schwalbe; Die Chemie der Cellulose, Berlin 1911. S. 55 ff.

einem befriedigenden Ziele führt, verfahren einige Großbetriebe z. B. in der Weise, daß sie den Azetylzellulosefilm zunächst mit einer äußerst dünnen Schicht von Nitrozellulose überziehen und diese dann in gleicher Weise wie einen gewöhnlichen Zelluloidfilm behandeln.

Vorpräparieren von Metallfilmen: Metallfilme werden mit einem Gemisch von Gelatine mit Kalium- oder Natriumsilikat oder von dialysierter Kieselsäure unter Zusatz von Formalin oder Alaun vorpräpariert[1]).

Rückseitiges Vorpräparieren der Filme: Um das bei der Verarbeitung der Rollfilme — nicht aber der Kinofilme — äußerst lästige Einrollen nach der Schichtseite zu verhindern, überzieht man ihre Rückseite meist mit einer Gelatineschicht (vgl. S. 310), die besonders gut gehärtet sein muß, damit sie bei der späteren Entwicklung nicht leicht verletzt werden kann.

Statt dessen verändert man aber auch die Oberfläche der Filmrückseite bis zu einer gewissen Tiefe chemisch und führt dadurch einen Ausgleich der durch die Emulsionsschicht hervorgerufenen Spannung herbei[2]), oder man überzieht die Filmrückseite mit Harzen[3]) oder Kolloidschichten[4]).

Je nach dem vorliegenden Verfahren wird eine derartige rückseitige Präparation zweckmäßiger vor oder nach dem Emulsionsauftrag durchgeführt werden.

Wie bemerkt sei, werden Vorpräparationen der Filme bisweilen auch zu anderen Zwecken vorgenommen, beispielsweise um den Film unentflammbar zu machen[5]), um ihn vor dem Elektrisiertwerden durch Reibung in den Aufnahme- und Vorführungsapparaten zu schützen[6]), oder auch um ihn zu mattieren[7]).

Vorpräparationsmaschinen: Zur Durchführung der Vorpräparation leitet man das Filmband von einer Abrollung aus ein-

---

1) D. R. P. 301 018 (1914), Brit. Pat. 14 344 (1914) und D. R. P. 377 081 (1922) für Michel Werthen.

2) Verfahren dieser Art behandeln z. B. das D.R.P. 384 839 (1922) der Farbenfabriken Friedr. Bayer & Co., das F. P. 558 258 (1922) der Sté. An. Kodak und das U. S. P. 1 429 179 (1922) für W. R. Webb. (Eastman Kodak Co.)

3) D. R. P. 400 677 (1923) der Trockenplattenfabrik Otto Perutz.

4) D. R. P. 406 614 (1923) der Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, ähnlich das D. R. P. 390 390 (1923) der Goerz Photochem. Werke, G.m.b.H.

5) Franz. P. 457 929 (1913) der Société Halland & Cie.

6) Franz. P. 459 870 (1913) von L. Gevaert & Co., Soc. Ame.

7) D. R. P. 404 568 (1923) von Mariano de Sperati.

seitig durch das in einem Troge befindliche Bad und nach Passieren von Quetschwalzen durch einen unmittelbar anschließenden Trockenkanal, in welchem ihm erwärmte Luft entgegenströmt, so daß eine schnelle Verdunstung der Lösungsmittel der Vorpräparationsflüssigkeit stattfindet. Die rückseitige Vorpräparation wird dann in einem zweiten Arbeitsgang in gleicher Weise vorgenommen, doch existieren auch Maschinen, durch welche die Vorpräparation der Vorder- und Rückseite der Filme in unmittelbarer Folge ermöglicht wird. Abb. 119 zeigt eine Film-Vorpräparationsmaschine; ihre Geschwindigkeit entspricht etwa der der Emulsionsgießmaschinen, d. h. etwa 4 m in der Minute und der Kraftbedarf beläuft sich auf zirka 2 PS.

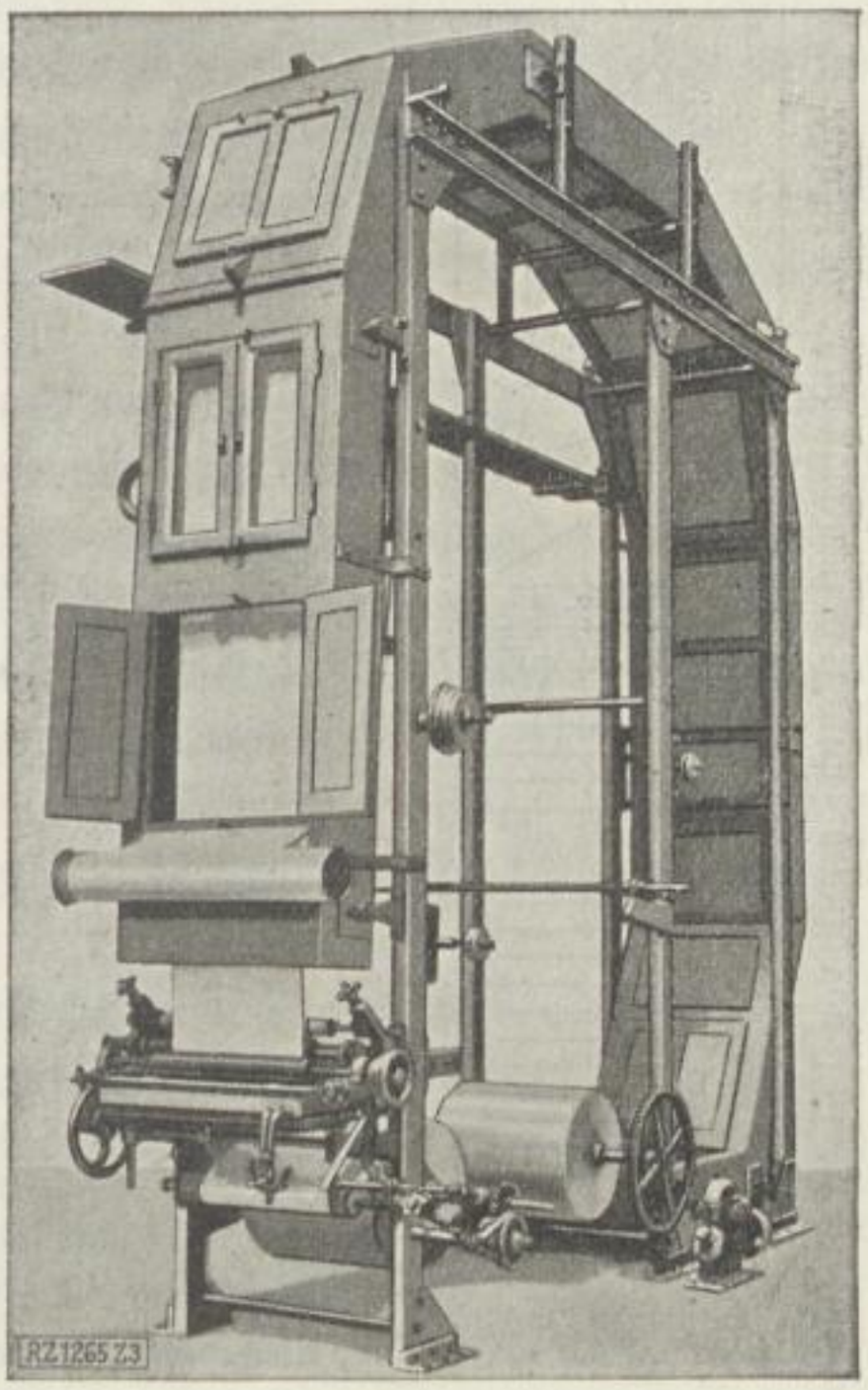


Abb. 119. Maschine zur Vorpräparation für Filme, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik August Koebig, G. m. b. H.

Nach erfolgter Vorpräparation werden die Filmbahnen auf einem besonderen Umroller auf Fehler durchgesehen, die je nach ihrer Art entweder herausgeschnitten oder für die spätere Kontrolle des emulsionierten Filmes sichtbar gemacht werden, und gelangen nun auf die Emulsionsgießmaschinen.

Emulsionsauftrag: Eine Gesamtanlage, wie sie zum Überziehen der Filme mit Emulsion dient, zeigt Abb. 120, sie besteht aus der Auftragsmaschine, der Trockeneinrichtung und dem Roller, und erfordert etwa 5—6 PS.

Die Auftragsmenge richtet sich natürlich ganz nach der Beschaffenheit (Silbergehalt, Viskosität, Temperatur usw.) der betreffenden Emulsion. Im allgemeinen darf man sagen, daß 1 l Negativemulsion etwa 6 qm Kino-Negativfilm und 1 l Positivemulsion etwa 8 qm Kino-Positivfilm ergeben, und daß man Gießtemperaturen von etwa 35 bis 38° wählt.

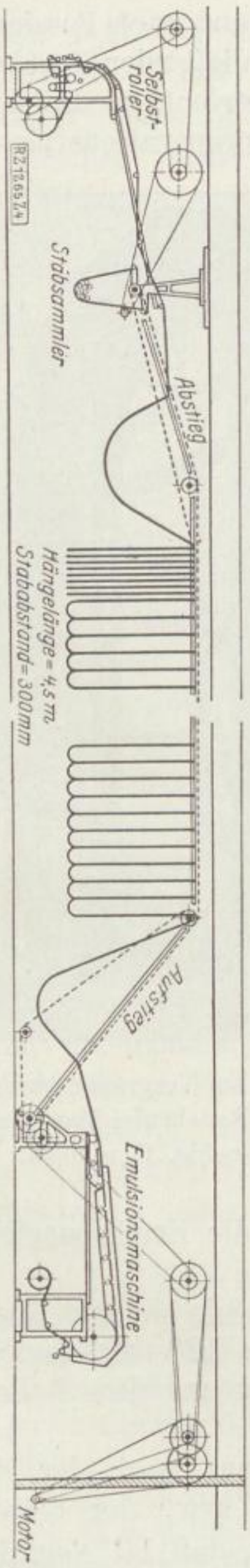


Abb. 120. Anlage für den Emulsionsguß von Filmen in schematischer Darstellung.

Emulsionsgießmaschine[1]): Das Überziehen der Filmbahnen mit der lichtemplichen Emulsion geschieht auf der Seite des Zelluloidbandes, die auf der Zelluloidgießmaschine auflag, und zwar auf Gießmaschinen ähnlicher Konstruktion wie sie auch zur Herstellung der photographischen Entwicklungspapiere gebräuchlich sind. Mit Rücksicht auf die große Empfindlichkeit der Filme gegen Reibung und ihre erhebliche Neigung zum Welligwerden sind Einzelheiten derselben allerdings diesen besonderen Eigenschaften des Materials angepaßt.

Meist bedient man sich des Zweiwalzenauftrages[2]), bei dem eine in der Emulsion langsam rotierende Tauchwalze diese an eine zweite Walze abgibt, welche die Emulsion ihrerseits gleichmäßig auf den von einer unterhalb der Maschine angebrachten Abrollung über Leitwalzen zugeführten Film überträgt. Der Filmrand bleibt dabei meist frei von Emulsion. Ein durch Eiswasser kühlbarer

1) Von den älteren Verfahren des Emulsionsauftrages und des Trocknens der emulsionierten Filme sind die folgenden bemerkenswert: Die Gießanlage von J. E. Thornton, durch die ein mehrfacher Auftrag sehr dünner Emulsionsschichten ermöglicht werden sollte, E. P. 5793 (1899), H. M. Reichenbachs (Eastman-Kodak Co.) Vorrichtung zur Erreichung gleichmäßiger Schichtdicke, D. R. P. 162 044 (1901), die deutschen Patente 134 963 und 136 900 (1901) der Akt. Ges. für Anilinfabrikation, die sich auf Tischgießmaschinen beziehen, B. J. Edwards E. P. 19 437 (1902), das bereits die wesentlichen Teile der modernen Gießmaschinen umfaßt, ferner die Trockenanlagen für schmale Filmbänder nach B. J. Edwards, E. P. 11 945 (1890), nach F. B. Thompson, U. S. P. 939 350 (1909) und U. S. P. 970 972 (1910) und nach dem E. P. 21 099 (1909) der Comp. Gén. de Phonogr., Cinématogr. et App. de Précision.

2) Nach dem Franz. P. 533 639 (1921) für Mme. Lumpi, née Müller, soll die Emulsion durch eine Sprühvorrichtung auf den einen Zylinder umlaufenden Film aufgetragen werden.

Metallzylinder von etwa 800 mm Durchmesser, um den das Filmband weitergeführt wird, sorgt für deren schnelle Erstarrung, oder aber man läßt den Film etwa $1^1/_2$ m vertikal aufsteigen, und führt die Erstarrung der Emulsion durch eine gleichzeitig auf seine Vorder- und Rückseite wirkende Luftkühlung herbei. Daran schließt sich der übliche pneumatische Zugtisch, der den Film unter straffer Spannung vorzieht und ihn der Trockeneinrichtung zuführt. Die Laufgeschwindigkeit einer Emulsionsgießmaschine für Filme bewegt sich in den Grenzen von etwa 3 bis 5 m, ihre Länge beträgt ca. 6 bis 8 m.

Trockenanlagen für emulsionierte Filme: In größeren Filmfabriken bedient man sich zur Trocknung der emulsionierten Filme des der Tapeten- und Barytpapierfabrikation entlehnten Hängeapparates, der eines langgestreckten Raumes und einer den einzelnen Trockenperioden durchaus angepaßten Wärmezufuhr und Lüftung bedarf, da schon relativ geringe Abweichungen von der einmal erprobten Arbeitsweise die Trocknung der Filme und damit das Fertigfabrikat in ungünstigem Sinne beeinflussen können.

Für die Beschaffenheit der Trockenluft, ihre Reinigung durch Filtrieren, ihre Trocknung und Erwärmung gelten die bereits S. 223 ff. gemachten Ausführungen.

In der Regel baut man die Trockenanlage als Geradgang, der etwa 75 m Länge besitzen muß, doch lassen sich je nach den örtlichen Verhältnissen auch Umkehren einrichten, durch die eine erhebliche Kürzung der Raumlänge ermöglicht wird. Um die Erwärmung und Lüftung dem Fortschreiten des Trockenprozesses in den einzelnen Zonen der Filmbahn anpassen zu können, müssen in diesem Falle leichte Zwischenwände eingebaut sein. Man unterscheidet eine Nacherstarrungszone, die noch verhältnismäßig kühl gehalten wird, die eigentliche Trockenzone von 30—35° mit vier- bis fünffachem stündlichen Luftwechsel und eine natürlich nur ganz schwache Nachbefeuchtung, die lediglich zur Vermeidung elektrischer Entladungen beim Aufrollen der Filmbahnen dient. Den Hängen gibt man eine Tiefe von ca. 3,5 m, also eine Gesamtlänge von etwa 7—8 m.

Roller: Am Ende der Anlage befindet sich die eine gleichmäßige Abführung der Filmbahn sichernde Rollerbrücke und schließlich der Roller, dessen Aufgabe darin besteht, das Filmband unter Vermeidung jeden Vorgleitens oder Schleifens zu gleichmäßig festen Rollen zu wickeln. Seine besondere Ausführung entspricht diesen Anforderungen (s. Abb. 121).

Kanaltrocknung: Neben der Trocknung in Hängen wird in amerikanischen Fabriken auch die schneller und daher rationeller arbeitende Kanaltrocknung der Filmbahnen praktisch und erfolgreich durchgeführt. Dieses Verfahren begnügt sich zwar ebenfalls mit Raumlängen von etwa 75 m, erfordert aber eine in ihren Einzelteilen sehr gut durchgearbeitete automatisch wirkende Heizungs- und Ventilationsanlage, und deren auf großer Erfahrung beruhende Überwachung. Die Lufterneuerung vollzieht sich in einem Kreislauf (sogen. Umlaufverfahren [1])), wodurch man sich von allen äußeren Einflüssen frei macht (vgl. S. 225).

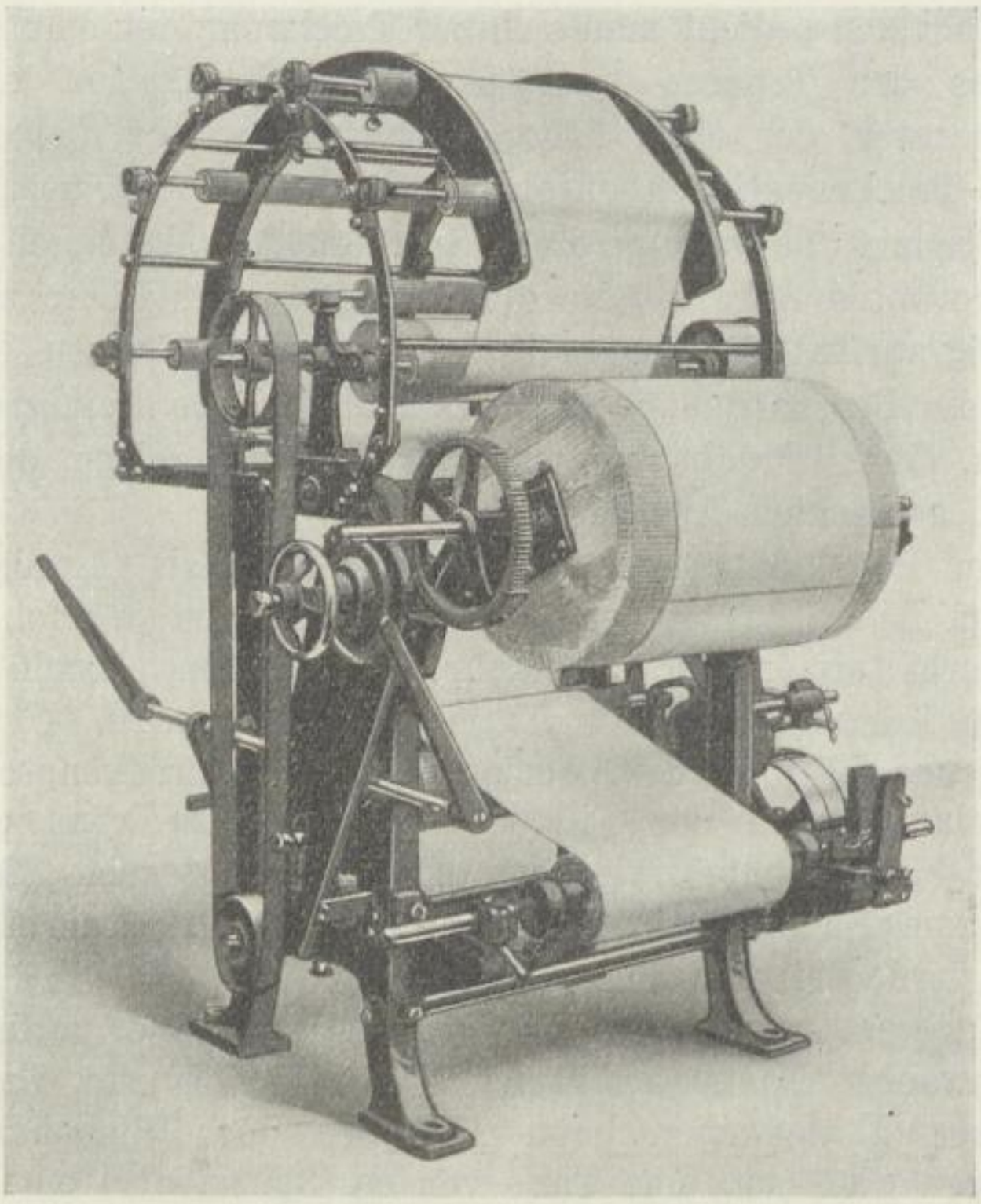


Abb. 121. Roller für Filme, Modell der Gebr. Doerstling, G. m. b. H., Kötitz/Sa.

1) s. hierzu C. Schellhase, Klima-Anlagen in photogr. Fabrikbetrieben, Phot. Ind. 1926, **24**, 1303; ausgeführt werden solche Anlagen durch die Ges. f. selbsttätige Temperaturregelung, m. b. H., Berlin-Wilmersdorf, ferner D. C. Lindsay (Carrier Engineering Corp., Newark, N. J., U. S. A.). Air Conditioning in the Film Laboratory. Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927. **11**. 334—364, eine ausführliche Arbeit über die Trocknung von Filmen, die sich zwar

Nach Passieren geräumiger Kühlkammern, in denen die Luft durch aus Düsen austretendes Eiswasser unter ihren Taupunkt abgekühlt und ihr dadurch die Feuchtigkeit entzogen wird, passiert sie eine Heizkammer, in der sie angemessen erwärmt wird, und gleich anschließend ein Filtersystem der auf S. 224 beschriebenen Art. Durch Verteilungsschächte gelangt sie von hier aus mit etwa 60 % rel. Feuchtigkeit in einen über der horizontal auf einem endlosen Gurt laufenden Filmbahn angeordneten Holzkanal, aus dem sie durch zahlreiche Querschlitze austritt, und mit der den einzelnen Trockenzonen entsprechend regulierten Temperatur (maximal 50° C) auf die vorher gut erstarrte Emulsionsschicht aufgeblasen wird. Um den Film flach zu halten, sind nötigenfalls besondere automatisch arbeitende Vorrichtungen vorgesehen[1]). Durch verstellbare am Boden der Gießäle angebrachte Klappen tritt die Ventilationsluft wieder aus, und wird durch einen den Kreislauf fördernden Ventilator von neuem den Kühlkammern zugeführt.

Nach diesem Verfahren vollzieht sich die Trocknung der emulsionierten Filmbahn in 20 bis höchstens 30 Minuten, so daß sie am Ende der Anlage sofort aufgerollt werden kann; da die Luft außerdem stets unter einem Überdruck steht, bietet es den Vorteil, daß die Möglichkeit des Eindringens von für das Fabrikat so gefährlichen Staubpartikeln (Eisen, Kohle, Fasern u. dgl.) in die Arbeitsräume außerordentlich herabgesetzt wird.

Daß man auch daran gedacht hat, die Filme in einer Atmosphäre von genau dosiertem Gehalt von Kohlensäure und Ammoniak zu trocknen, sei nur erwähnt[2]).

Trocknen der Filme auf Haspeln: In kleineren Betrieben oder bei Raummangel wird die Trocknung der Filme in ebenso einfacher wie praktischer Weise dadurch vorgenommen, daß man das Filmband spiralförmig in allerdings begrenzter Länge um Haspeln von etwa 2,50 m Durchmesser wickelt, deren Umdrehungsgeschwindigkeit der Laufgeschwindigkeit der Begießmaschine angepaßt ist. Der Film ist dabei dauernd gespannt, und kann sich nicht werfen. Holzstäbe, die sich automatisch zwischen die einzelnen Windungen des Filmbandes einlegen, verhindern eine gegenseitige

---

auf deren Verarbeitung bezieht, in einigen Punkten aber auch für deren Fabrikation von Interesse ist.

1) U. S. P. 1 472 902 (1920) für C. A. Bulkeley, (E. J. DuPont de Nemours & Co.)

2) U. S. P. 1 493 000 (1921) für S. Morse.

Berührung derselben und damit eine Schichtverletzung. Die fahrbar eingerichteten mit dem Film beschickten Haspeln, die ca. 120 m fassen, gelangen alsdann in besondere Trockenkammern, durch die in angemessener Weise erwärmte, filtrierte, trockene Luft strömt, so daß die Trocknung in einigen Stunden beendet ist.

Beiderseitiger Emulsionsauftrag wird zur Herstellung von z. B. Röntgenfilmen so ausgeführt, daß man erst eine Filmseite mit Emulsion überzieht und trocknet, alsdann die andere. In jedem dieser Fabrikationsstadien wird die Emulsionsschicht aber gleichzeitig mit einer dünnen reinen Gelatineschicht überzogen, deren Zweck es ist, den fertigen Film vor mechanischen Verletzungen (Friktionsschleier) zu schützen. Die Erzeugung derartiger Filme erfordert also vier verschiedene Gießoperationen und ist daher besonders schwierig. Man verfährt so, daß man den Film nach jedem Emulsionsauftrag und Durchlaufen der Erstarrungszone durch einen Kanal schräg abwärts in das Untergeschoß leitet und ihn hier auf einer besonderen Gießmaschine, die also direkt unter der ersten aufgestellt ist, mit der Gelatinelösung überzieht. Für die Erstarrung des Gelatineüberzuges ist durch eine eingebaute Kaltventilation gesorgt. Nach erfolgtem Auftrag wird der Film wieder schräg aufwärts geführt und oberhalb der ersten Gießmaschine der Trockenanlage zugeleitet [1]).

Schneiden der Filme: Aus den Gießsälen bzw. den Trockenräumen gelangen die emulsionierten Filmrollen in besondere Schneideräume, in denen die in der Regel 600 bzw. 1120 mm breiten Rollen durch Längs- und Querschneidemaschinen in die bekannten schmalen Streifen von 35 mm Breite für Kinofilme oder aber zur Verwendung für Roll- und Planfilme in die entsprechenden Formate zerschnitten werden.

Schneidemaschinen: Die zum Schneiden der Kinofilme dienenden Sondermaschinen müssen mit großer Genauigkeit arbeiten, da nur ein glatter gradliniger Schnitt ohne Grat — natürlich in Verbindung mit einer ebenso genau durchgeführten Perforation — ein ruhiges „Stehen" des Bildes bei seiner Vorführung im Projektionsapparat verbürgt.

Eine bewährte Maschine dieser Art zeigt die Abb. 122. Sie

1) Eine maschinelle Vorrichtung für beiderseitigen Emulsionsauftrag behandelt auch das U. S. P. 1 568 344 (1924) für C. S. Moody und W. Öpts (H. L. Griesedieck).

besitzt ein doppeltes, aus Tellermessern bestehendes Schneidewerk, deren eines zum Wegschneiden der oft welligen und verdickten Ränder bestimmt ist, während das zweite zum genauen Schneiden

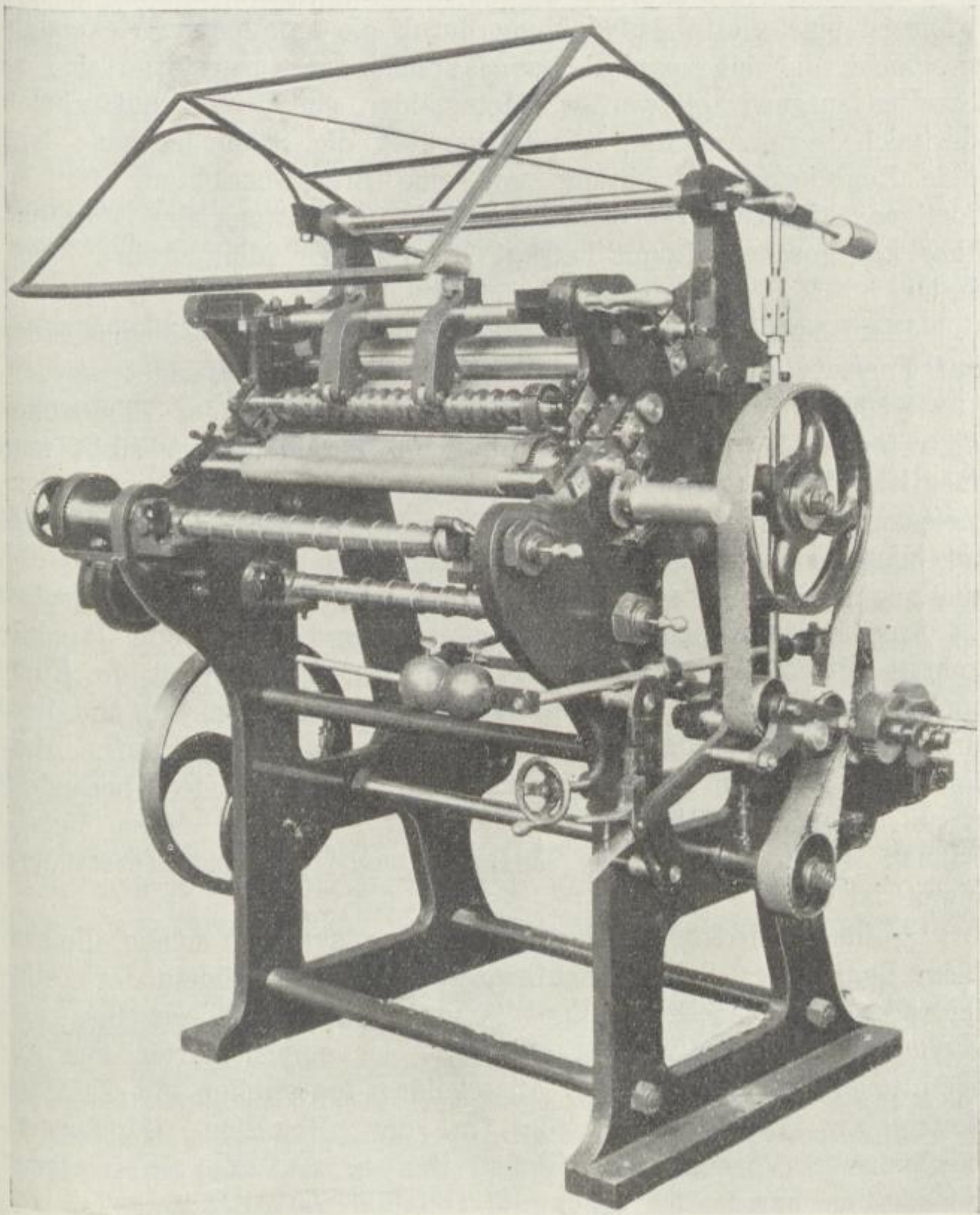


Abb. 122. Schneidemaschine für Filme, Modell der Gandenbergerschen Maschinenfabrik, Georg Göbel, Darmstadt.

der Streifen dient und zwei getrennte Wickelwalzen, wodurch eine leichte und tadellose Trennung der geschnittenen schmalen Rollen voneinander gesichert wird. Ebenso wichtig wie der genaue Schnitt

ist aber auch die Schonung der lichtempfindlichen Schicht während des Schneidens und ein einwandfreies Aufrollen. Der erstgenannten Forderung wird dadurch genügt, daß sämtliche mit der Schicht in Berührung kommenden Teile mit weichem Gummi überzogen sind, während eine glatte Aufwicklung durch die erwähnten Wickelstäbe geschieht, die mit soviel Reibungskuppelungen ausgestattet sind als Streifen aufgewickelt werden. Meterzähler, ein Messerschutzrahmen, der sich beim Anlaufen selbsttätig über die Schneideorgane legt, eine Regulierungseinrichtung und eine Bremsvorrichtung für sofortigen Stillstand, vervollständigen die Ausstattung der Maschine. Ihre Laufgeschwindigkeit beträgt 12 m in der Minute, ihre Kraftbedarf $^3/_4$ PS.

Planfilme werden mit den gewöhnlichen Querschneidemaschinen auf Formate geschnitten, wie sie für Papiere verwendet werden.

Schnittverluste: Um die beim Schneiden der Filmbahnen eintretenden Verluste auf ein Minimum herabzusetzen, stellt man möglichst lange und breite Bahnen her, in den Ver. Staaten beispielsweise solche bis zu 600 m Länge bei ca. 1,10 m Breite. Man schneidet aus diesen Bahnen 30 Streifen für Kinofilme von je 35 mm Breite, und aus den in der Regel nur 540 mm breiten europäischen Filmrollen 14 Streifen; in beiden Fällen kann man den beiderseitigen Randabschnitt mit ca. 25 mm beziffern, der unvermeidbar ist, da die Filme nicht bis zum äußersten Rande mit Emulsion überzogen sind, und diese an den Rändern dünner als der normale Auftrag verläuft. Aber auch das Zelluloid zeigt unregelmäßige wellige Kanten, besonders wenn es auf Bandmaschinen hergestellt wurde, da deren Metallbahnen stets eine leichte Neigung zum Hin- und Herwandern eigen ist.

Zu diesen direkten Schnittverlusten kommen noch solche, die sich beim Beginn des Emulsionsauftrages aus dem Einfädeln der Zelluloidrollen, dem unregelmäßigen Anguß und Endguß ergeben, und schließlich Verluste bei der Kontrolle der emulsionierten und geschnittenen Filme durch das Ausscheiden von Stellen mit Zufälligkeitsfehlern im Zelluloid oder in der Emulsion (Luftblasen, mechanische Verletzungen, Gießstreifen u. a.), wie sie in jeder Fabrikation anzutreffen sind.

Wissenswerte Einzelheiten über diese Schnittverluste in der Rohfilmfabrikation, ihre Herabsetzung, Bewertung und die Aufarbeitung dieser Abfälle gab R. Blochmann bekannt[1]).

---

1) Kinotechnische Umschau 1925, S. 1023—1026. Nach Blochmann kann man nur mit einer Ausbeute von 80 bis 85% auf das verwendete Zelluloid rechnen.

Verarbeitung der geschnittenen Filmstreifen auf Kinofilme.

Perforieren der Filme: An das Schneiden der Filme schließt sich das Perforieren ihrer Seitenränder, wodurch erst die Fortbewegung durch die Zahntrommel und den Greifer in den Aufnahme- und Wiedergabeapparaten ermöglicht wird, ein Arbeitsvorgang, den oft erst der Verbraucher vornimmt.

Perforiermaschinen: Für diesen Zweck wurden Präzisionsmaschinen konstruiert, die entweder im Interesse einer besseren Arbeit nur ein einziges Filmband zu perforieren gestatten oder auch zwecks erhöhter Leistungsfähigkeit zum gleichzeitigen Perforieren zweier Bänder ausgeführt werden. Ihre wesentlichen Bestandteile sind die Führungsorgane und die Stanzvorrichtung, an deren Beschaffenheit im Hinblick auf die Abnutzung und damit eintretende Gefahr einer Einbuße an Genauigkeit besonders hohe Anforderungen gestellt werden [1]).

Getragen wird eine derartige Maschine von einem Sockel, der ihr eine feste erschütterungsfreie Basis gibt. Die Fortbewegung des Filmbandes, das sich auf einer leicht gebremsten Ablaufrolle befindet, erfolgt über eine Transporttrommel nach Bildung einer Schleife durch einen Führungskanal zur Stanzvorrichtung. Schwankungen der Filmbreite, die ein Abweichen von der Mittenführung verursachen könnten, werden durch eine Seitenverstellung des Führungskanals ausgeglichen, während Führungsnadeln den genauen Abstand der Lochung, den sogenannten Schritt, der von Mitte zu Mitte zweier aufeinanderfolgender Perforationslöcher gemessen wird, sichern. Die Stanzen bestehen aus bestem Stahl und werden ebenso wie ihre Führungen mit größter Genauigkeit hergestellt [2]).

Nimmt man die Weltproduktion allein für Kinofilme, also unter Ausschluß der Roll- und Planfilme, zu rund 500 Millionen Meter im Jahre an, so kommt der Abfall einer Menge von 75 Millionen Meter gleich, oder bei Annahme eines Durchschnittsgewichtes von 8 g pro m Kinofilm = 600 Tonnen mit einem Gehalt von rund 41 Tonnen Silber, 8 Tonnen Brom, 19 Tonnen Gelatine, 140 Tonnen Kampfer und 420 Tonnen Kollodiumwolle, die einen Gesamtwert von etwa 3 500 000 Mk. (1925) darstellen.

1) Daß man auch versuchte die Perforation zu metallisieren, um deren Abnutzung zu verhindern, indem man Kupfer- oder Zinnschienen auf die Filmränder stanzte, sei hier nur erwähnt (zuerst von Skladanowsky 1896). Den gleichen Zweck verfolgt u. a. das U. S. P. 1 602 599 (1924) für H. E. van Derhoff (Eastman Kodak Co.).

2) Nach dem D. R. P. 418 897 (1924) für W. Hohmann (Agfa) können Stanzen und Führungslöcher auch paarweise auf zwei Zylindern angeordnet sein, die sich in entgegengesetzter Richtung zueinander bewegen.

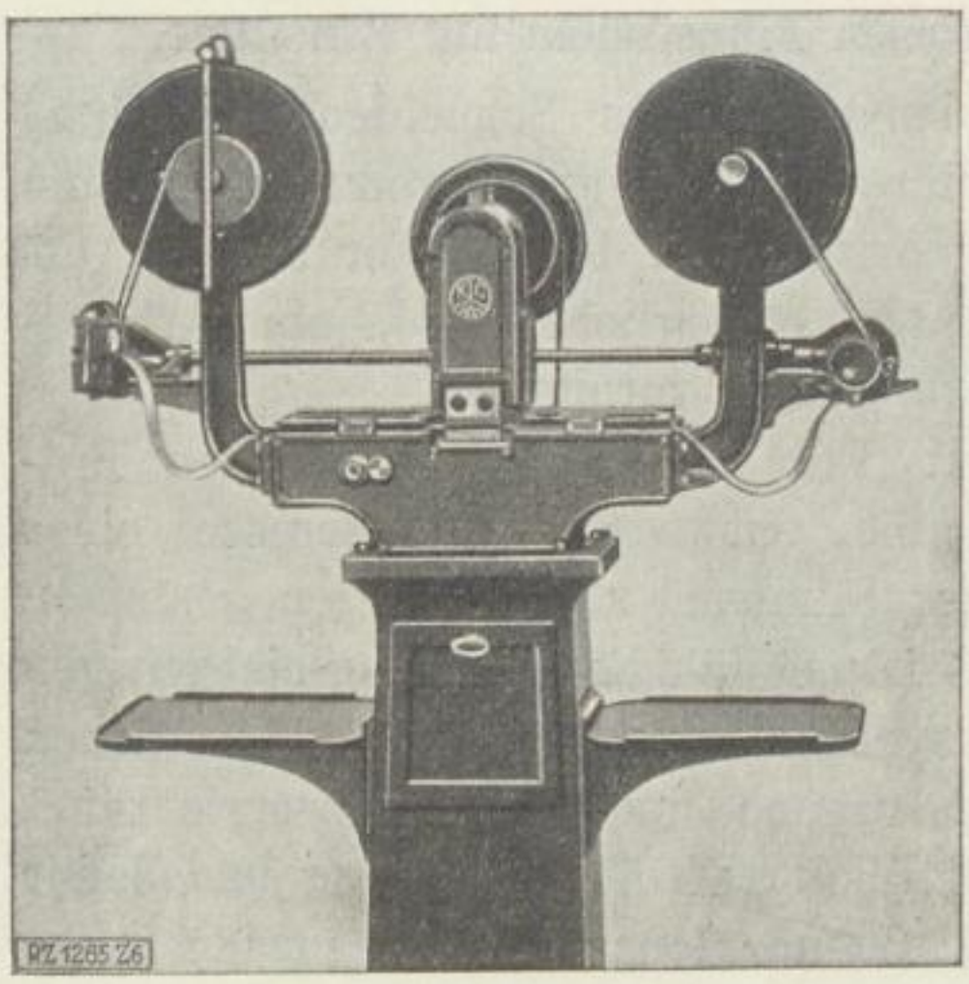


Abb. 123. Perforiermaschine der Geyer-Werke A.-G., Berlin SO.

Hat das Filmband die Stanzvorrichtungen passiert, wird es in den Perforierlöchern von einem gezähnten Greifer erfaßt, der es jedesmal um den Schritt vorzieht. In einer Schleifenführung gelangt das perforierte Band alsdann über eine Vorwickelzahntrommel auf die Aufwickeltrommel, durch die es mittels einer Friktion selbsttätig aufgewickelt wird. Zur Erleichterung des Einfädelns bei Beginn des Perforierens dient eine Handstanze, ebenso wird die Abnahme des fertig perforrierten Filmes durch eine besondere Konstruktion des Spulenkernes leicht ermöglicht.

Abb. 123 zeigt das von der Geyer-Werke A.-G. ausgeführte Modell einer Perforiermaschine nach dem sogenannten Vierlochsystem. Der Sockel ist bei dieser Maschine zur Aufnahme des Antriebsmotors

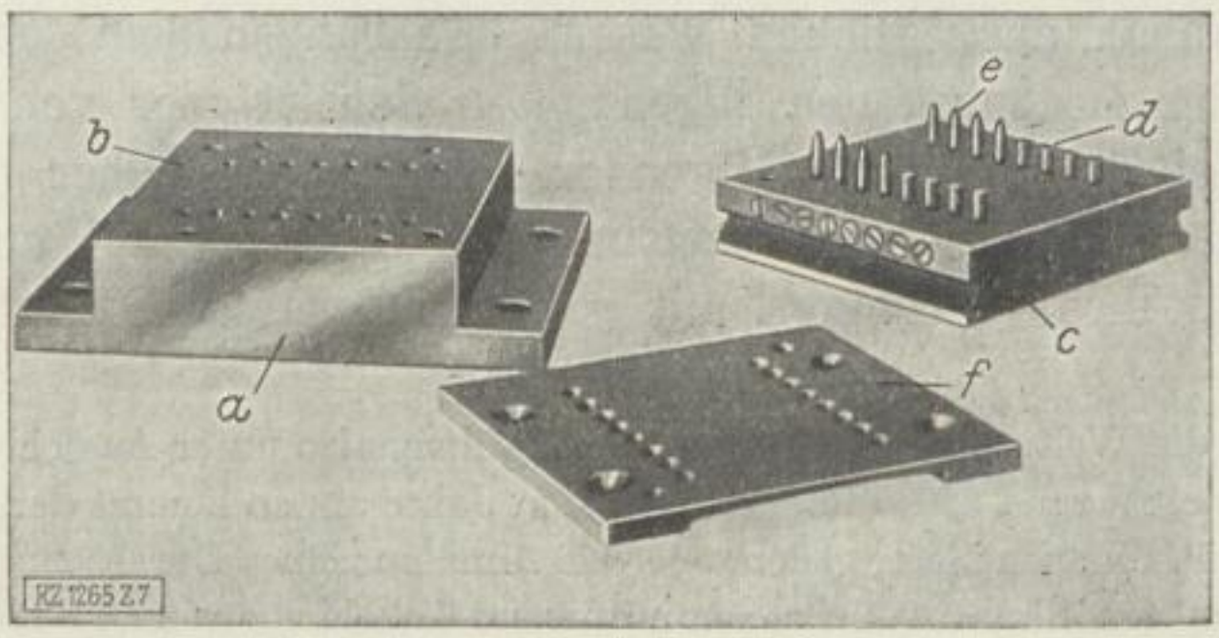


Abb. 124. Stanzvorrichtung der Perforiermaschine der Geyer-Werke, A.-G., Berlin SO.

ausgebaut, seitliche Ablageflächen sind zur vorübergehenden Aufnahme von Material bestimmt und im oberen Teil des Fußes befindet sich ein Behälter zur Aufnahme der Stanzspäne. Um eine absolut gratfreie Stanzung zu erreichen, ist die Maschine nur für der Perforation eines einzigen Filmbandes bestimmt, trotzdem beziffert sich ihre Leistung infolge des bildweisen Zuges auf rund 450 m in der

Stunde. Die Führung des Filmbandes ist klar ersichtlich. Abb. 124 zeigt die Einzelteile der Stanzvorrichtung, die aus einem Unterteil a mit einer fest aufgelöteten gehärteten Stahlschnittplatte b besteht, aus der Stempelplatte c mit je vier glasharten Stempeln d und Führungsnadelpaaren e und der Abstreifplatte f, die das Hochheben des Filmbandes beim Austritt der Stempel aus den Stanzlöchern verhütet.

Die bekannte und weitverbreitete Maschine der Bell & Howell Company ist in den Abb. 125 und 126 wiedergegeben. Sie arbeitet ebenfalls mit je 4 Doppelstanzen, wird durch einen $^1/_8$ Motor angetrieben und bewältigt bei genauester Arbeit in einer Arbeitsstunde sogar zirka 570 m Positivfilm oder 170 bis 250 m Negativfilm.

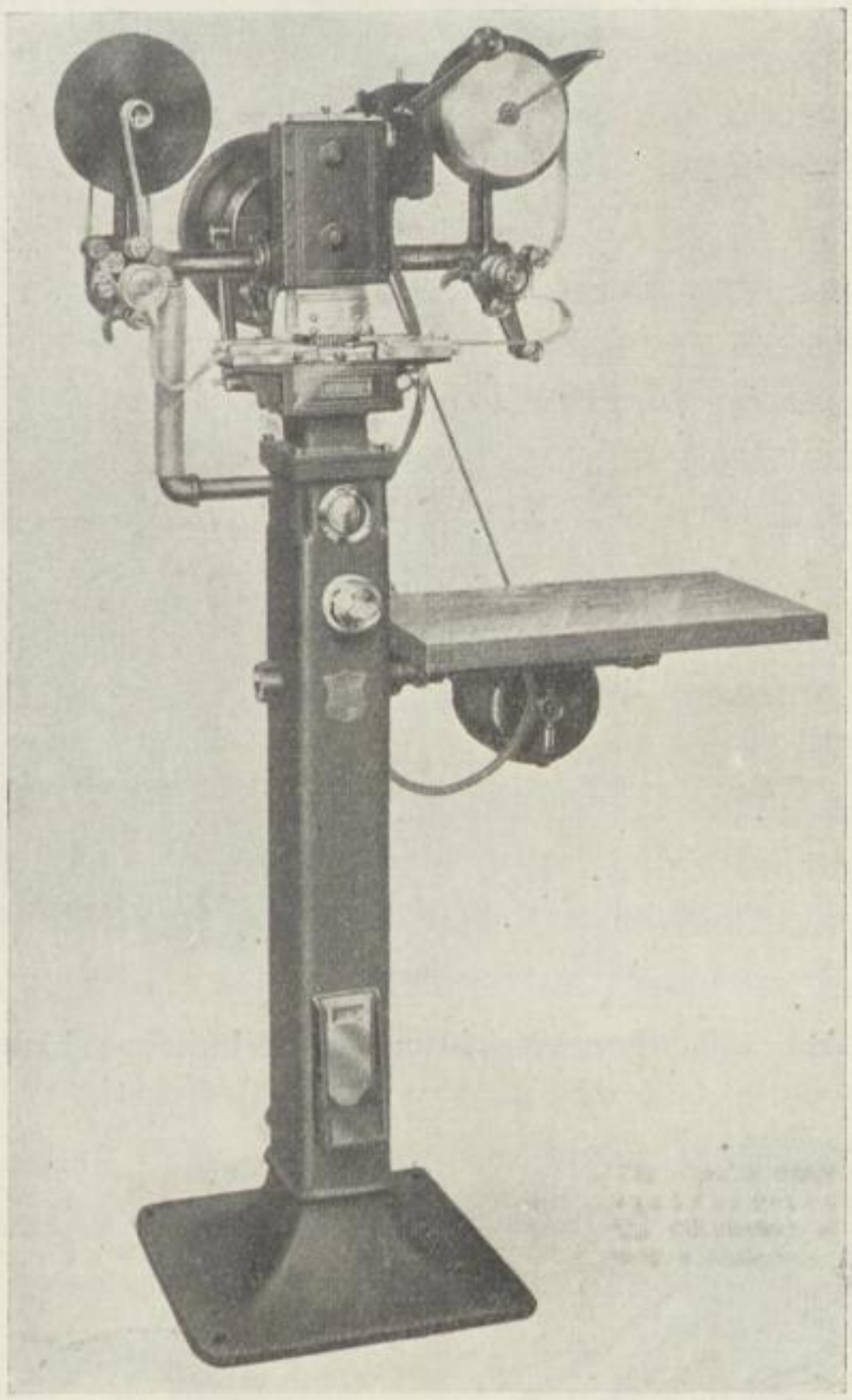


Abb. 125. Perforiermaschine der Bell & Howell Comp., Chicago.

Eine zur gleichzeitigen Perforierung von zwei Filmbändern dienende Maschine der Firma Kurt Schimpf, wird durch die Abb. 127 veranschaulicht. Diese Maschine befindet sich auf einer Grundplatte mit einem Abwickel- und Aufwickelständer für je zwei Trommeln. Dazwischen befindet sich der Vorwickelbock, der Führungsschlitten mit Parallelogrammeinstellung für die Filmbreite, die Stanze, der Greifer und die Vorwickelzahntrommel. Ihre Leistungsfähigkeit beläuft sich auf zirka 700 m in der Stunde, ihr Kraftbedarf auf $^1/_8$ PS.

Signieren der Filme: Ein Signieren des Filmrandes mit

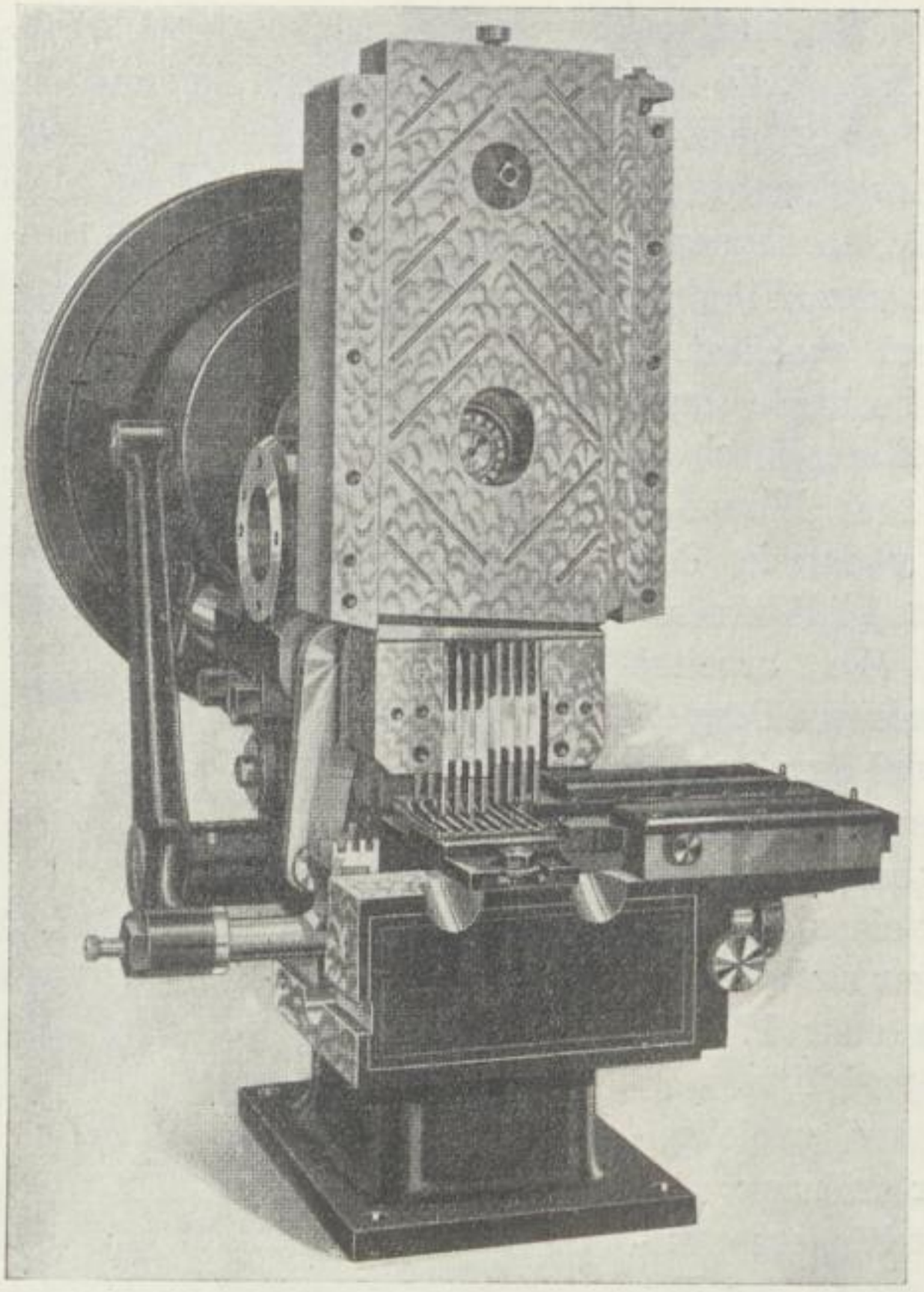


Abb. 126. Stanzvorrichtung der Perforiermaschine der Bell & Howell Comp., Chicago.

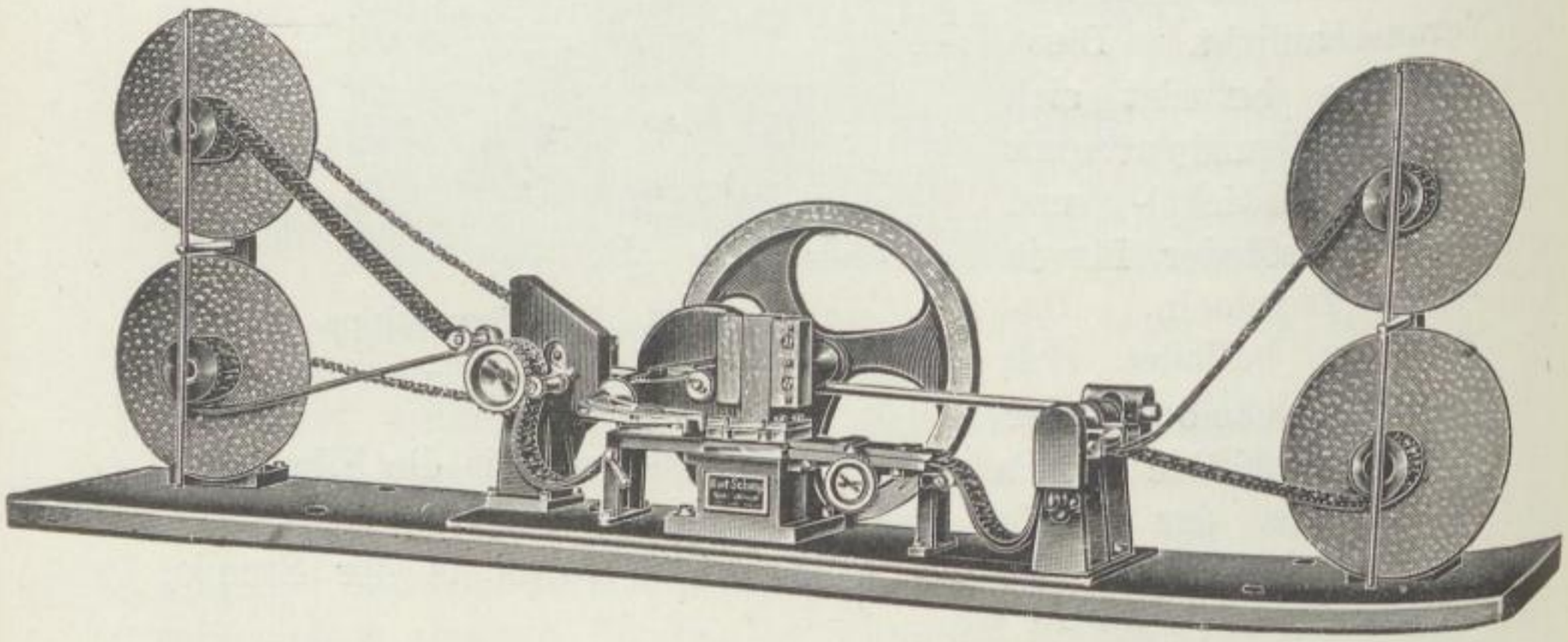


Abb. 127. Perforiermaschine für 2 Filmbänder, Modell von Kurt Schimpf, Berlin SW.

Fabrikmarken oder sonstigen Zeichen auf einer oder beiden Seiten kann dadurch geschehen, daß man den Film um eine innen durch eine kleine Glühlampe erleuchtete Trommel laufen läßt, die in ihrer Wandung die betreffende Beschriftung an den Stellen, über welche die Filmränder laufen, fensterartig eingeschnitten enthält. Der Film wird also an den durchbrochenen Stellen belichtet und bei seiner späteren Verarbeitung wird die zunächst unsichtbare Schrift durch den Entwickler hervorgerufen. Der Text der Signierung des Films kann durch einfache Auswechslung der aus Film auf photographischem Wege leicht herstellbaren Matrizen ohne besondere Schwierigkeiten gewechselt werden [1]).

Ein chemisches Signierverfahren beruht darauf, daß auf den Filmrand Marken mittels Gelatinehärtungsmitteln (Formalin) aufgedruckt werden, wodurch ein ungleichmäßiges Verhalten der gehärteten und ungehärteten Stellen beim Fixieren und auch beim Anfärben zustande kommt [2]). Ähnlich kann eine Beschriftung der Emulsion durch Farbendruck erfolgen [3]).

Entstäuben der Filme: Eine aus rotierenden weichen Kamelhaarbürsten bestehende Reinigungsvorrichtung, die entweder direkt mit der Perforiermaschine verbunden ist, oder auch für einen besonderen Arbeitsgang auf einem Tisch montiert ist, entfernt allen durch das Perforieren entstandenen dem Film anhaftenden Staub, indem dieser den Bürsten mit etwa 20 m Geschwindigkeit entgegengeführt wird. Da hierbei leicht elektrische Entladungen verursacht werden, bürstet man den Film entweder nur auf der Schichtseite oder unterläßt wenigstens beim Negativfilm dieses Reinigungsverfahren vollständig und ersetzt es durch eine besonders sorgfältige Überwachung der Arbeit der Perforiermaschine.

Zur Vermeidung von Funkenentladungen sind auch Entstäubungsapparate in Gebrauch, bei denen der Staub durch ein Gebläse abgesaugt wird [4]). Ihr Antrieb erfolgt durch einen feuersicher eingekapselten Elektromotor.

---

1) D. R. P. 413 288 (1923), a. F. P. 583 944 (1924) und U. S. P. 1 584 296 (1924) für W. Hohmann (Agfa); ähnlich das U. S. P. 1 583 769 (1923) für J. Aller und D. Jsnow.

2) D. R. P. 372 231 (1923) für Goerz-Photochemische Werke.

3) D. R. P. 415 431 (1924) für Goerz-Photochemische Werke.

4) Das D. R. P. 448 337 (1924) für W. Hohmann (Agfa) behandelt beispielsweise eine derartige Staubsaugevorrichtung an Filmperforiermaschinen.

Messen der Filmlänge: Da Filme nach Längen gehandelt werden, muß ihr genaues Längenmaß (in Meter oder feet) festgestellt werden. Man bedient sich hierzu besonderer Meßapparate, die aus einer Abrollvorrichtung, einer Transporttrommel und einer Aufrollvorrichtung bestehen. Die Transporttrommel, deren Zahnabstand genau der Trommelperforation entspricht, wirkt auf einen Umdrehungszähler, der direkt die Meterzahlen abzulesen gestattet und jederzeit auf die Nullstellung zurückgebracht werden kann. Damit der Film geschont wird, läßt man ihn meist horizontal umlaufen, da er hierbei aufliegt und weniger leicht Friktionsschleier erleiden kann. Der Antrieb derartiger Meßmaschinen erfolgt entweder von Hand oder durch Motor. Der zulässige Meßfehler beträgt bis zu $^1/_2$ %, oder 5 m auf 1000 m.

Für weniger genaue Längenmessungen kann ein Maßstab benutzt werden, wie er auf Grund der zwischen dem Durchmesser einer Filmrolle und der Länge des Filmbandes bestehenden Beziehungen von P. Strauß errechnet und von den Geyer-Werken A.-G. herausgebracht wurde [1]).

Eine weitere Methode der Längenmessung legt das Gewicht des Films zu Grunde, das sich für jeden Meter auf 7 g, also für 1000 m auf rund 7 kg beziffert. Man erhält also die Längen in Metern, wenn man das Gewicht in g feststellt und den gefundenen Wert durch 7 dividiert. Natürlich ist auch diese Messung nur angenähert richtig, doch eignet sie sich besonders für Abschätzung großer Posten, bei denen es nicht auf Einzelangaben ankommt.

Messen der Filmbreite: Die Filmbreite, die normalerweise 35 mm mit einer Toleranz von ± 1 mm beträgt, wird in sehr einfacher Weise mit einem Kalibermaßstab gemessen, den man an einen kleinen zusammengerollten Filmstreifen ansetzt.

Breitere Teile eines Films (sog. „Knoten") sind schon rein äußerlich erkenntlich, wenn man denselben flach in nicht zu straff gewickelter Rolle auf einen völlig ebenen Tisch lose aufklopft. Während die oben freie Fläche bei genauem Schnitt dann glatt ist und einen besonderen schwachen Glanz aufweist, treten Ungleichmäßigkeiten der Breite aus der Fläche hervor und beeinträchtigen den Glanz. Ein zu schmaler Film verursacht störende Schwankungen des Bildes, ein zu breiter wird durch den Mechanismus der Apparate beschädigt und dann leicht völlig unbrauchbar gemacht.

---

1) s. hierzu Strauß, Kinotechn. Umschau 1926, 371—376.

Zur Kontrolle eines Filmes auf gleichmäßige Breite wurden besondere Meßapparate erdacht, deren Prinzip darauf beruht, daß der durch einen genau dimensionierten Kanal geführte Film an einem Fühlhebel vorbeigleitet, der durch Ausschläge eines angesetzten Zeigers auf einer Skala die geringsten Abweichungen der Filmbreite leicht erkennen läßt, s. Abb. 128.

Um festzustellen, ob ein Film von zwar gleichmäßiger Breite, dabei doch nicht wellenförmig parallel verlaufende Ränder aufweist, legt man ein Stück von etwa 1 m Länge zwischen zwei genau gradkantige Spiegelglasplatten, wobei Abweichungen von der Geraden leicht erkennbar und mit einem Maßstabe meßbar sind.

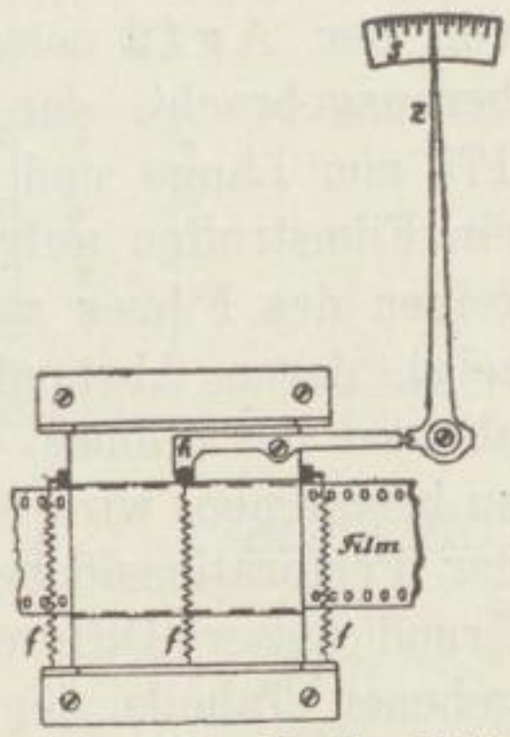


Abb. 128. Breite-Meßapparat für Filme in schematischer Darstellung. *f* Zugfeder, *h* Fühlhebel, *z* Zeiger, *s* Skala.

Messen der Filmdicke: Es geschieht dies mit einem gewöhnlichen Mikrometer mit $^1/_{100}$ Teilung, dessen runde Auflagefläche möglichst etwa 1 qcm groß ist (s. Abb. 135 S. 382). Da das Filmaterial verhältnismäßig weich ist, muß bei dieser Feststellung darauf geachtet werden, daß während der Messung kein zu starker Druck ausgeübt wird.

Messen der Perforation[1]): Jeder Film unterliegt einer gewissen Schrumpfung, die bereits begonnen hat, wenn die Packung in die Hände des Verbrauchers gelangt. Nach der internationalen Normung soll der Lochabstand unmittelbar nach dem Perforieren bei Negativfilm zwischen 4,75 und 4,77 mm und bei Positivfilm zwischen 4,75 und 4,76 mm liegen. Die Schrumpfung soll unter ungünstigen Bedingungen nicht über 1,5% betragen. Dies besagt, daß der Lochabstand infolge von Schrumpfung nicht unter 4,68 mm sinken darf. In der Praxis weist Kinofilm, wie er in die Kamera oder Kopiermaschine gelangt, im allgemeinen einen Lochabstand von 4,75 bis 4,73 mm auf; nach der Entwicklung 4,74 bis 4,72 mm, vorausgesetzt, daß er nicht übermäßig stark getrocknet wird. Im Laufe der Zeit verringert sich der Lochabstand noch mehr, sowohl beim Positiv- als auch beim Negativfilm, so daß er bei sehr alten

1) Nach H. Lummerzheim (Mitteilung der Agfa-Filmfabrik der I. G. Farbenindustrie A.-G. auf dem 7. Intern. Phot. Kongreß in London 1928); ref. Phot. Ind. 1928. **26.** 856., s. a. Kinotechnik 1928. **10.** 252—256.

und stark ausgetrockneten Positivfilmen den Wert von 4,68 mm erreichen kann. Bei Negativfilmen, die im allgemeinen sorgfältig behandelt und in verschlossenen Behältern aufbewahrt werden, kommt eine derartig starke Schrumpfung nicht vor, sie erreicht im allgemeinen einen Lochabstand, der nicht unterhalb 4,71 mm liegt.

Zur Bestimmung des Lochabstandes werden Meßlehren oder Meßmikroskope benutzt. Eine einfachere Methode wurde kürzlich von der Agfa ausgearbeitet. Es wurde ein Perforationsmaßstab herausgebracht, der aus einem leichten Metallstab von ungefähr 175 mm Länge und 50 mm Breite besteht; auf diesen Meßstab ist ein Filmstreifen aufgedruckt, der an den Stellen, auf die die Lochreihen des Filmes zu liegen kommen, rechteckige schwarze Marken zeigt, deren Abstand voneinander etwas größer ist als der Lochabstand des Filmes. Um nun den Lochabstand irgend eines Filmes zu bestimmen, wird er auf den Meßstab gelegt und die Verschiebung der Perforationslöcher gegenüber den Meßmarken abgelesen. Auf Grund dieser Differenz kann dann aus einer dem Meßstab beigegebenen Tabelle der Lochabstand direkt abgelesen werden. Diese Meßmethode und der Meßstab sind soweit durchgebildet, daß die Messung des Lochabstandes bis auf $^1/_{1000}$ mm ohne Anwendung optischer oder mathematischer Hilfsmittel genau ist.

Eine Reihe weiterer Hilfsgeräte, wie Klebetische, Wickelmaschinen u. a. gehören mehr in das Gebiet der Filmverarbeitung und können daher an dieser Stelle übergangen werden, s. Kap. 4.

Normung der Kinofilme[1]): Die Notwendigkeit, die Abmessungen der Filme den Organen der Aufnahme- und Vorführungsapparate anzupassen, führte zuerst in Amerika zur Einführung von Normen, die von der „Society of Motion Picture Engineers“ (S. M. P. E.) in Verbindung mit der einschlägigen Industrie aufgestellt und 1917 in Chikago angenommen wurden. In England bildete „The Incorporated Association of Kinematograph Manufacturers, Ltd.“ einen Ausschuß zur Ausarbeitung von Vorschlägen, die 1920 in Anlehnung an die amerikanische Norm zur Annahme gelangten, und in Deutschland war es der Normenausschuß der „Deutschen Kinotechnischen Gesellschaft

1) Einen historischen Rückblick über die Bestrebungen eine Normalisierung in der kinematographischen Technik herbeizuführen, gab W. Vinten im Phot. Journ. 1926. **66.** 552—561. Siehe hierzu ferner: Die Kinotechnik 1920, **2.** 329—332; 1921, **3.** 681—692; 1922, **4.** 719—724; 1925, **7.** 283, und Heft 15 mit Wiedergabe der internationalen Beschlüsse; ferner Phot. Ind. 1922, **20.** 24—27, 946—949 und 994; 1925, **23.** 777—779 und 892—893.

E. V.", der dieses Problem im Verein mit der deutschen Kinoindustrie durch Aufstellung von Vorschlägen unter Berücksichtigung der amerikanischen Norm und Einbeziehung auch der Transportorgane zu lösen suchte, während es sich die „Société Française de Photographie" zur Aufgabe machte, eine internationale Regelung herbeizuführen.

Auf dem Internationalen Kongreß für Photographie und Filmtechnik in Paris (1925) kam eine erstmalige Verständigung über Abmessungen sowohl der Kinofilme als auch der Führungsorgane aller Aufnahme-, Vorführungs- und Filmbearbeitungsmaschinen zustande [1]), der weitere Beschlüsse auf dem 7. Internationalen Kongreß für Photographie in London (1928) folgten [2]).

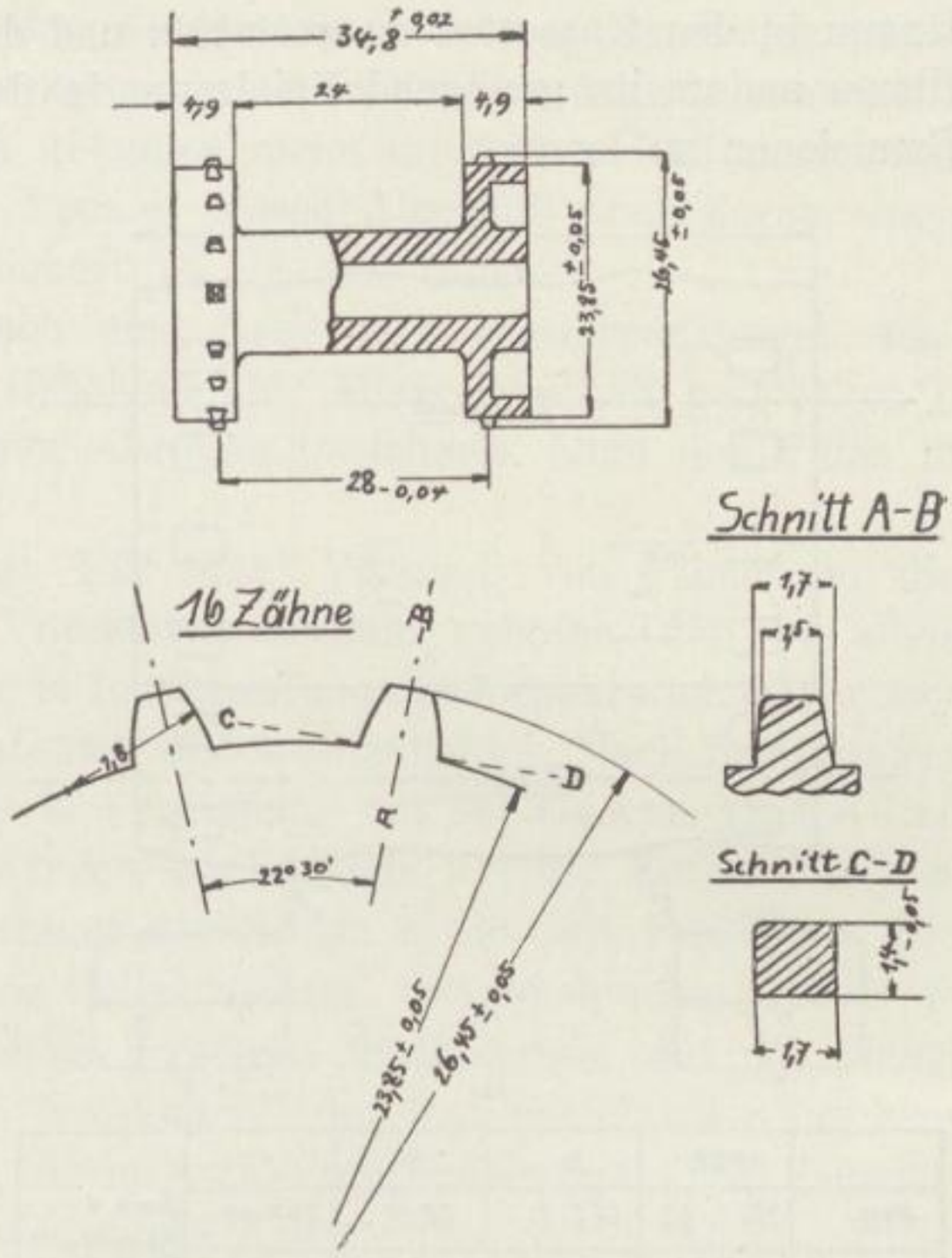


Abb. 129. Übersicht über die Normung der Aufnahmeapparate, Filmbearbeitungsmaschinen und Vorführungsmaschinen.

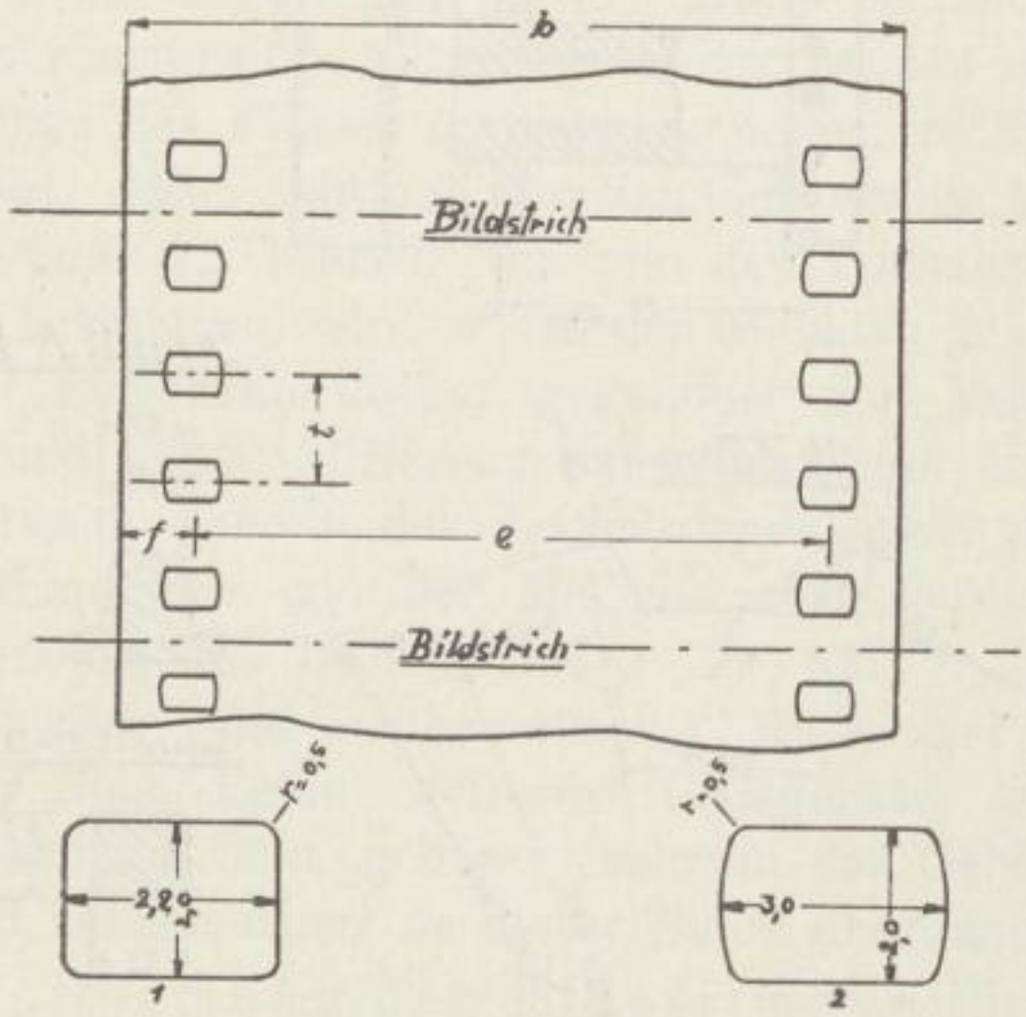
Aus der Abb. 130 und deren Erläuterung ist die Normung des Normalfilms zu ersehen, während die Normung der unter 35 mm Breite liegenden als Schmalfilme („Sub-Standard") bezeichneten Filme noch einer künftigen Vereinbarung vorbehalten blieb. Schmalfilme sollen, wie es seitens der führenden Rohfilmhersteller bereits seit langem geschehen ist, nur als Sicherheitsfilm hergestellt werden.

1) Centenaire de l'invention de la photographie, Paris, Gauthier-Villars & Co. 1926. p. 71. — Kinotechnik 1925. **7.** 361. — s. a. J. M. Eder, Rezepte, Tabellen usw., Halle 1927. S. 120 u. 121.

2) M. Flinker, Kinotechnik 1928. **10.** 403—406; s. a. H. Lummerzheim, Kinotechnik 1928. **10.** 127—129 u. 153—155; ferner Phot. Ind. 1928. **26.** 856.

Folgende Einzelheiten seien in diesem Zusammenhange hervorgehoben:

Die Dicke des Negativfilmes darf im Maximum 0,175 mm betragen. Diese Normung ergab sich aus dem Bestreben zur Festlegung eines einheitlichen Metallringes (Spulenkernes) um den Kamerafabrikanten einerseits die Unterbringung der üblichen Filmlängen in den Kassetten zu gestatten und den Herstellern von Rohfilmen anderseits genügend Spielraum in der Schaffung besonderer Emulsionen zu lassen.



	100t	b	e	f	
Neg.	475 ± 1,0 / 0,0	35 ± 0 / 0,1	28,15	3,4 ± 0,1	Loch 1 (Kodak) od. 2 (Pathé) beliebig
Pos.	475 ± 1,0 / 0,0	35 ± 0 / 0,1	28,15 ± 0,05 / 0,0	3,4 ± 0,1	

Abb. 130. Übersicht über die Normung der Negativ- und Positivfilme.

Die Negativperforation wird nach den Vorschlägen der S. M. P. E. (Bell & Howell Loch) mit einem Kreisdurchmesser von 2,80 mm und einem Abstand der geradlinigen Lochkanten von 1,854 mm (scharfe Ecken) hergestellt.

Die Positivperforation wird den Pariser Beschlüssen entsprechend, aber nur mit dem rektangulären Loch 2,0:2,8 mm (abgerundeten Ecken) hergestellt.

Die Perforationsversetzung darf maximal 0,05 mm betragen. Man versteht hierunter Abweichungen der Lage des Loches einer Perforationsseite zu dem gegenüberliegenden Perforationsloch, derart, daß die Löcher parallel zueinander etwas verschoben sind[1]).

Wickelung der Rohfilmrollen und Abmessungen der Spulenkerne: Der Negativfilm wird mit der Emulsion nach außen auf einen Metallring gewickelt, der einen Innendurchmesser von 52 mm hat und mit einer Vorrichtung versehen ist, die gestattet, den Ring mit den entsprechenden Teilen der Kamera zu

1) Siehe hierzu H. Joachim, Kinotechnik 1926. 8. 537.

kuppeln. Der Positivfilm wird (Vorschlag der AGFA-Filmfabrik) mit der Emulsion nach innen und mit einem Lochdurchmesser von 48 mm entsprechend dem Durchmesser des Spulenkernes der Kopiermaschinen geliefert.

Verpackung der Kinofilme: Die auf Längen von üblicherweise 30, 60 und 120 m (100, 200 und 400 feet) geschnittenen und aufgerollten Filmstreifen werden zum Schutze gegen Feuchtigkeit zunächst in rotes Pergamynpapier oder in Staniol, dann in schwarzes Papier eingewickelt, und gelangen meist in runden Weißblechdosen mit gut übergreifendem Deckel, dessen Abschluß noch durch einen Leukoplastverschluß gesichert ist, in den Handel.

Indessen wurden auch eine Reihe von Sonderpackungen ausgeführt, die meist eine Erhöhung der Feuersicherheit bezwecken [1]), bisweilen auch eine gegen Abrollen gesicherte Lage des Films in seiner Packung [2]).

Tropenpackung: Für den Versand von Filmen in die Tropen sind besondere Vorsichtsmaßregeln geboten, die vor allem auch darauf hinzielen, das in feuchtwarmer Atmosphäre leicht vor sich gehende Abklingen des latenten Bildes aufzuhalten. Nach Erfahrungen von H. T. Cowling, die in Verbindung mit der Eastman Kodak Company gesammelt wurden, ist folgende Art der Verpackung anzuwenden [3]): 1. Einzelpackung der Rollen in doppelt verklebten und mit Wachs abgedichteten Blechbüchsen. Sammelpackung von je fünf Einzelbüchsen in einer größeren Blechbüchse, die mit einem ganz dünnen Streifen von Weichmetall, den man mittels eines Taschenmessers entfernen kann, hermetisch verschlossen ist. Die Sammelbüchse muß hinterher wieder mit Klebstreifen verschlossen werden können, damit sie für den Rücktransport benutzt werden kann. 3. Transportkisten aus Holz mit Eisenbändern mit vier bis sechs Sammelpackungen, im Innern ganz mit Metall gefüttert; der innere

1) U. a. gehören hierher: D. R. P. 313 225 (1918) der Karl Geyer, Maschinen- und Apparatebauges., D. R. P. 323 569 (1918) für Julius Bell, D. R. P. 354 110 (1921) für G. Rittau u. W. Stein und D. R. P. 333 732 (1921) der Versuchsanstalt für angew. Kinematographie, G. m. b. H. — Über die für Filme aus Zelluloid und Zelluloidfilmabfälle geltenden Verpackungsvorschriften, wie sie von den deutschen Eisenbahnverwaltungen vorgeschrieben wurden s. Phot. Ind. 1928. **26**. 1288.

2) Brit. P. 250 415 (1925) für A. S. Newman.

3) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, 11. 250—256, ref. Filmtechnik 1927, 3. 282—283. — s. a. K. Dennert, Erfahrungen einer Filmexpedition im tropischen Ost-Afrika 1924—1925, Filmtechnik 1925. **1**. 333—336, 361—363, 375—381.

Blechkasten ist verklebt und verwachst und kann aus der Holzkiste (zum Transport durch Träger usw.) herausgenommen werden, ohne daß er hierbei geöffnet werden müßte. Höchstgewicht ausschließlich der Holzkiste 20 kg brutto. Jeder dieser blechernen Transportkästen enthält einen angemessenen Vorrat an Leinwandklebstreifen von etwa 3 cm Breite und an schwarzem Einwickelpapier.

Verarbeitung der geschnittenen Filmstreifen auf Rollfilme.

Spulen der Rollfilme: Dem Spulen geht zunächst eine Kontrolle in der Durchsicht voraus, die so vorgenommen wird, daß man die auf genaue Breite geschnittenen Filmstreifen mit Hilfe besonderer durch einen leicht und schnell ein- und ausschaltbaren Motor angetriebener Wickelmaschinen an einer Rotlampe vertikal vorbeiführt. Fehlerhafte Stellen wie Schichtverletzungen, Luftbläschen in der Emulsion und dgl. werden dabei leicht erkannt und herausgeschnitten. Durch Sondermaschinen mit genauer Maßeinteilung folgt das Schneiden auf die jeweilig erforderliche Länge und sofort auch durch Betätigung eines Hebels am Filmende die Kennzeichnung der Emulsionsnummer durch Perforation. Zahlreiche zu einer Rolle gewickelte Filmstreifen gleicher Länge werden alsdann auf Wickelmaschinen ähnlicher Art wieder abgerollt, an das von einer zweiten Spule zugeführte Schutzpapier angeheftet und auf die in die Maschine eingesetzten Holzkerne gespult[1]).

Um jede Beschädigung der Filme durch Fingergriffe zu vermeiden, dürfen alle diese Manipulationen nur mit weißen Handschuhen geschehen, außerdem ist jede Feuchtigkeit, die von der Emulsionsschicht leicht absorbiert wird und dann die Haltbarkeit der Filme stark beeinträchtigt, durch eine besonders wirksame Ventilation fernzuhalten.

Verpackung der Rollfilme: Eine besondere Bedeutung kommt dem Schutzpapier, einem sogenannten „Duplexpapier“ zu, in das die Filme eingerollt werden. Um seinen Zweck als Lichtschutz zu erfüllen, ist es auf seiner Innenseite schwarz gehalten, während die andere beim Gebrauch dem Kamerafenster zugewandte Seite gelb, orange oder rot gefärbt ist, damit sich die aufgedruckten Zeichen und Zahlen gut abheben. An seine Beschaffenheit werden

1) Von Patenten, die sich mit automatischen Filmspulmaschinen befassen, seien genannt das U. S. P. 1 560 167 (1921) für J. G. Jones, (Eastman Kodak Co.) und das D. R. P. 414 776 (1924) für W. Flemming.

bestimmte hohe Anforderungen gestellt, um nicht die Haltbarkeit der Filme durch chemische Einwirkung auf die Emulsionsschicht zu gefährden.

In der Regel besteht das etwa 0,12 mm starke Duplexpapier der Filme[1]) aus Lumpen(Baumwoll)faser gemischt mit etwas Zellstoff, ist entweder nur mit Stärke oder Harzseife geleimt, und wird auf seiner gefärbten und bedruckten Seite, die beim Einrollen mit der Emulsion in direkte Berührung kommt — oft aber auch beiderseitig — noch ein- oder mehrmals mit einer Chromalaungelatinelösung unter Zusatz von Schellack oder ähnlichen Körpern nachgeleimt oder z. B. mit einem Lack (Kollodium) überzogen[2]), um eine Einwirkung des Aufdruckes, der mit erprobten Farben wie Indulin, Nigrosin u. a. erfolgt, aber auch des Papieres selbst zu verhindern[3]). Duplex-Rohpapier wiegt etwa 100 g/qm und besitzt eine Festigkeit von etwa 3 kg pro qcm, die durch seine Nachbehandlung noch etwas erhöht wird.

Der Aufdruck geschieht durch ein einfaches Rotationsdruckverfahren, indem man das Papier um eine die Typen tragende Walze führt, während ein Filz den Farbstoff von einer in die Farblösung eintauchenden Walze abnimmt und ihn an die Typen abgibt; in einem anschließenden kurzen Hängegang wird der Druck getrocknet. Auch die Nachleimung geschieht in der üblichen einfachen Weise auf einer mit Tauchwalze versehenen Auftragmaschine, und die Trocknung durch Aufblasen von warmer Luft während das Papier durch einen Kettentransport horizontal in einem Holzkanal, dann, ehe es zum Roller gelangt, durch eine beheizte Trockenkammer mit eingebautem Walzensystem weitergeführt wird. Durch kräftiges Kalandern nach jeder Leimung wird dem Papier eine geschlossene glatte Oberfläche gegeben, die ein Eindringen von Feuchtigkeit erschweren soll, und schließlich läßt man es vor dem Schneiden und Verspulen gut austrocknen, damit es Gelegenheit hat genügend einzulaufen, sich später nicht vom Rande des gespulten

1) Eine Ausnahme macht das Schutzpapier der Eastmanschen Autographic-Filme, das nur ca. 0,09 mm stark gehalten ist, um die Durchschrift auf das darunterliegende, die schwarze Schicht der Duplexpapiere ersetzende Kohlepapier zu erleichtern.

2) D. R. P. 423 894 (1924) und Brit. P. 232 605 (1924) für Pathé-Cinéma.

3) Nach dem Franz. P. 509 784 (1920) für L. Gevaert & Co., Soc. Ame. soll der Farbaufdruck dadurch umgangen werden, daß der schwarze Papierteil in Form der Zeichen und Nummern perforiert wird, so daß diese sich gegen den rot gefärbten Papierteil abheben.

Filmes zurückzieht, und so den lichtsicheren Abschluß gegen die Metallplättchen der Spulen in Frage stellt.

Eine Prüfung des Duplexpapieres umfaßt die mikroskopische Feststellung seiner Zusammensetzung, die Ermittelung des Gewichtes pro qm, die Bestimmung seiner Festigkeit, seiner Dicke und des Gehaltes an Feuchtigkeit, Asche (Eisen und Kupfer), Harz und Schwefel.

Die gespulten Filme werden in der Regel noch in Zinnfolie und in Wachs- oder Paraffinpapier eingewickelt[1]) und dann in den den Formaten entsprechende Pappschächtelchen verpackt, deren Außenseite durch Aufdruck Format, Sorte und Fabrikmarke anzeigt.

Von Rollfilm-Sonderpackungen seien nur erwähnt: eine Ausführungsart, die darauf hinausläuft, daß man die einzelnen Bilder getrennt für sich herausnehmen kann[2]), eine solche, bei der das Papierende als bequem erfaßbare Lasche ausgebildet ist[3]), und eine weitere, bei der das Schutzpapier breiter gehalten ist als der Film, so daß es dessen Ränder zufolge einer besonderen Ausbildung luftdicht abschließt[4]) s. a. S. 262.

Um die mechanischen Vorgänge der Packung in schneller und exakter Weise auszuführen, wurden in Großbetrieben Maschinen konstruiert, mit deren Hilfe in jeder Minute bis zu 70 Filmspulen verpackt werden. Das Prinzip dieser Maschinen läuft darauf hinaus, daß die verschiedenen Papierhüllen und Metallfolien in endloser Bandform der gleichfalls fortlaufenden Kette einzelner Filmspulen zugeführt werden, diese selbsttätig umschließen, daß die Hüllen darauf nach genauem Maße abgeschnitten und die Endstücke angepreßt werden, und daß schließlich die Einführung der umwickelten Spulen in die automatisch aus einem Stapel zufallenden und aufgeklappten Papphülsen erfolgt[5]).

Tropenpackung: Zum Schutz gegen außergewöhnliche

---

1) Anscheinend wurde diese Art der Verpackung zuerst von der Eastman Kodak Company angewandt. s. Phot. Ind. 1908, **6** 1180; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23**. 214.

2) D. R. P. 373 482 (1922) für L. Gevaert & Co., Soc. Ame.

3) D. R. P. 390 823 (1923) für Goerz, Photochemische Werke. G. m, b. H.

4) U. S. P. 1523 124 (1923) für J. G. Jones, (Eastman Kodak Co.)

5) Eine automatische Filmspulmaschine dieser Art ist eingehend in dem U. S. P. 1532 753 (1925) für J. G. Jones und H. G. Dewey, (Eastman Kodak Co.), beschrieben.

klimatische Einflüsse umschließt man die gewickelten Spulen vor ihrem Einpacken in Papphülsen zunächst mit einer Hülse aus Zellstoff, dann mit luftdichten Zinnkapseln, doch kann dieser Schutz natürlich nur dann wirksam sein, wenn der Film selbst genügend trocken ist und das Duplexpapier den erörterten Anforderungen in jeder Weise entspricht. Nach Erfahrungen von z. B. M. R. Allen haben sich solche Blechpackungen für Filme stets bewährt mit der einzigen Ausnahme, daß ein zu geringer Atmosphärendruck — beim Überschreiten der Anden — eine Ausbauchung und dadurch ein Undichtwerden verursachte [1]). Zum gleichen Zwecke der Fernhaltung von Feuchtigkeit wurde auch ein vollständiges Überziehen der Filmspulen mit wasserdichten Stoffen, wie z. B. durch Eintauchen in ein Paraffinbad angegeben, und unter Patentschutz gestellt [2]).

Fabrikation der Planfilme.

Porträtfilme — Reproduktionsfilme — Diapositivfilme.

Herstellung des Schichtträgers der Planfilme: Abweichend von allen anderen Filmen werden solche Planfilme, deren Stärke diejenige der Rollfilme erheblich übertrifft, aus Zelluloidblöcken durch Hobeln auf besonderen Maschinen verschiedener Konstruktion [3]) hergestellt. Die Blöcke werden auf einem durch eine starke Spindel in horizontaler Richtung hin- und herbeweglichen eisernen Tisch, der in ein schweres Untergestell eingebaut ist, festgespannt, und dann mittels eines langen in den oberen Teil des Gestelles eingesetzten und durch mehrere kleine Spindeln genau auf die gewünschte Schnittstärke justierbaren Stahlmessers bearbeitet, indem der Block durch die Bewegung des Tisches gegen das Messer von diesem in der eingestellten Stärke angeschnitten wird. Durch einen Räderautomat erfolgt nach jedesmaligem Hin- und Hergang des Tisches die selbsttätige Tieferstellung des Messers in der einmal eingestellten Schnittstärke, die zwischen 0,05 mm und etwa 2 mm liegen kann. Zelluloid-Schneidemaschinen dieser Art baut u. a. die Johann Kleinewefers Söhne, A.-G., Krefeld.

Da während des Schneidens der Zelluloidtafeln und danach noch eine Verdampfung der Lösungsmittel stattfindet, wird das ge-

1) Camera 1922, S. 74.

2) U. S. P. 1261 748 (1918) für A. McCurdy, Victoria, Britisch-Columbia Canada.

3) s. hierzu F. Kiefer, Fortschritte in den Maschinen zur Herstellung von Zelluloid, Kunststoffe, **15**, 1925, Nr. 1.

schnittene Material einige Tage bei mäßiger Wärme in einer Trockenkammer nachgetrocknet, wobei sich die Tafeln etwas werfen und zusammenziehen, so daß ihre Dicke nach dem Trocknen eine etwas geringere ist, was beim Schneiden von vornherein berücksichtigt werden muß.

Um die Tafeln wieder vollkommen eben zu erhalten, werden sie nachträglich durch Pressen in heizbaren Abrichtpressen, die aus einer Grundplatte mit eingelassenem Zylinder und Stempel und einer Reihe von durch Führungssäulen gehaltenen Stahlplatten bestehen, „abgerichtet". Durch Beheizung der im Innern hohlen Preßplatten werden die Folien langsam erweicht, so daß sie sich bei dem etwa 150 kg auf den qcm betragenden Druck der glatten Oberfläche der Stahlplatten anpassen; ist dies geschehen, wird der Dampf durch Zirkulation kalten Wassers ersetzt, so daß nun auch die Zelluloidtafeln erkalten und erhärten.

Schließlich werden die Folien zur Beseitigung der nicht zu vermeidenden Schneideriefen in besonderen ebenfalls heizbaren hydraulischen Polierpressen ähnlicher Bauart wie die Abrichtpressen oder aber mit Hilfe von Kalandern mit Nickelwalzen durch einen etwa 500—600 kg pro qm hohen Druck unter Erwärmung beiderseitig sorgfältig poliert, und dann mit einer Handschere beschnitten. Das übliche Format dieser Folien beträgt 0,51 × 1,25 m.

Emulsionsauftrag: Planfilme werden, sofern ihre Stärke eine dafür ausreichende ist, auf Trockenplattengießmaschinen emulsioniert. Ist ein Durchbiegen oder Wölben bei dünneren Zelluloidplatten zu befürchten, so werden diese mittels einer im wesentlichen aus Gelatine, Wasser und Glyzerin bestehenden (Hektographen-) Masse auf Glasplatten befestigt. Auch die Weiterbehandlung der gegossenen Planfilme vollzieht sich analog der der Trockenplatten, doch bevorzugt man in der Großfabrikation das gleiche Herstellungsverfahren wie es für Rollfilme üblich ist, d. h. man überzieht auf besonderen Gießmaschinen lange Zelluloid- bzw. Azetatbahnen, nur daß diese entsprechend stärker gewählt werden.

Schneiden der Planfilme: Es geschieht dies mit den gleichen Maschinen wie sie für Papiere benutzt werden (s. dieses Handb. Bd. IV, 1, dritte Aufl., 1928, S. 284 ff.).

Die folgenden Tabellen enthalten die handelsüblichen Formate und deren Schnittmaße, die in der Fabrikation eingehalten werden müssen, um ein genaues Passen in die entsprechenden Kameras zu gewährleisten.

Die auf dem europäischen Kontinent gebräuchlichen Filmmaße sind in cm:

Handelsgröße:	Minimalschnitt:	Genaues Schnittmaß:	Maximalschnitt:
4,5 × 6	4,3 × 5,8	4,35 × 5,85	4,4 × 5,9
4,5 × 10,7	4,35 × 10,55	4,38 × 10,58	4,4 × 10,6
6,5 × 9	6,3 × 8,8	6,38 × 8,85	6,4 × 8,9
8 × 10,5 [1])	8,06 × 10,60	8,10 × 10,64	8,14 × 10,68
8 × 14 [2])	8,06 × 13,77	8,10 × 13,81	8,14 × 13,89
9 × 12	8,8 × 11,8	8,85 × 11,85	8,9 × 11,9
6 × 13	5,8 × 12,8	5,85 × 12,85	5,9 × 12,9
10 × 15	9,8 × 14,8	9,35 × 14,85	9,9 × 14,9
11 × 15	10,8 × 14,8	10,85 × 14,85	10,9 × 14,9
12 × 16,5 [3])	11,79 × 16,27	11,83 × 16,35	11,87 × 16,43
13 × 18	12,7 × 17,7	12,8 × 17,8	12,9 × 17,9
15 × 21	14,7 × 20,7	14,8 × 20,8	14,9 × 20,9
18 × 24	17,7 × 23,7	17,8 × 23,8	17,9 × 23,9
24 × 30	23,7 × 29,7	23,8 × 29,8	23,9 × 29,9

Die in England und Amerika gebräuchlichen Filmmaße sind in inches:

Handelsgröße:	Minimalschnitt:	Genaues Schnittmaß:	Maximalschnitt:
2¼ × 3¼	$2^{12}/_{64} \times 3^{12}/_{64}$	$2^{13}/_{64} \times 3^{13}/_{64}$	$2^{14}/_{64} \times 3^{14}/_{64}$
2½ × 3½	$2^{27}/_{64} \times 3^{27}/_{64}$	$2^{28}/_{64} \times 3^{28}/_{64}$	$2^{29}/_{64} \times 3^{29}/_{64}$
3¼ × 4¼	$3^{11}/_{64} \times 4^{11}/_{64}$	$3^{12}/_{64} \times 4^{12}/_{64}$	$3^{13}/_{64} \times 4^{13}/_{64}$
3¼ × 5½	$3^{11}/_{64} \times 5^{27}/_{64}$	$3^{12}/_{64} \times 5^{28}/_{64}$	$3^{13}/_{64} \times 5^{29}/_{64}$
3½ × 5½	$3^{27}/_{64} \times 5^{27}/_{64}$	$3^{28}/_{64} \times 5^{28}/_{64}$	$3^{29}/_{64} \times 5^{29}/_{64}$
4 × 5	$3^{59}/_{64} \times 4^{59}/_{64}$	$3^{60}/_{64} \times 4^{60}/_{64}$	$3^{61}/_{64} \times 4^{61}/_{64}$
4¼ × 6½	$4^{12}/_{64} \times 6^{26}/_{64}$	$4^{1}/_{64} \times 6^{28}/_{64}$	$4^{16}/_{64} \times 6^{30}/_{64}$
4¾ × 6½	$4^{41}/_{64} \times 6^{26}/_{64}$	$4^{42}/_{64} \times 6^{28}/_{64}$	$4^{43}/_{64} \times 6^{30}/_{64}$
5 × 7	$4^{58}/_{64} \times 6^{60}/_{64}$	$4^{60}/_{64} \times 6^{61}/_{64}$	$4^{62}/_{64} \times 6^{62}/_{64}$
5 × 8	$4^{58}/_{64} \times 7^{60}/_{64}$	$4^{60}/_{64} \times 7^{62}/_{64}$	$4^{62}/_{64} \times 8$
6½ × 8½	$6^{28}/_{64} \times 8^{28}/_{64}$	$6^{29}/_{64} \times 8^{29}/_{64}$	$6^{30}/_{64} \times 8^{30}/_{64}$
7 × 10	$6^{60}/_{64} \times 9^{60}/_{64}$	$6^{62}/_{64} \times 9^{62}/_{64}$	7 × 10
7 × 11	$6^{60}/_{64} \times 10^{60}/_{64}$	$6^{62}/_{64} \times 10^{62}/_{64}$	7 × 11
8 × 10	$7^{58}/_{64} \times 9^{60}/_{64}$	$7^{60}/_{64} \times 9^{61}/_{64}$	$7^{62}/_{64} \times 9^{62}/_{64}$
10 × 12	$9^{58}/_{64} \times 11^{58}/_{64}$	$9^{60}/_{64} \times 11^{60}/_{64}$	$9^{62}/_{64} \times 11^{62}/_{64}$
11 × 14	$10^{60}/_{64} \times 13^{60}/_{64}$	$10^{62}/_{64} \times 13^{62}/_{64}$	11 × 14
7 × 17	$6^{58}/_{64} \times 16^{60}/_{64}$	$6^{60}/_{64} \times 16^{62}/_{64}$	$6^{62}/_{64} \times 17$
12 × 20	$11^{56}/_{64} \times 19^{56}/_{64}$	$11^{60}/_{64} \times 19^{60}/_{64}$	12 × 20

Verpackung der Planfilme: Um Planfilme bequem verarbeiten zu können, werden für den Amateurbedarf sogenannte

1) wird gleichzeitig für das Format 3¼ × 4¼ inches gebraucht.
2) wird gleichzeitig für das Format 3¼ × 5½ inches gebraucht.
3) wird gleichzeitig für das Format 4¾ × 6½ inches gebraucht.

Filmpacks hergestellt, die in eine Filmpackkassette eingelegt werden und eine Wechselung bei Tageslicht zulassen. Man verlangt von einem guten Filmpack, daß die Wechselung zuverlässig erfolgt, daß die Filme in ihm absolut plan liegen, daß der Film vor jeder Verletzung sowohl seiner Schicht wie Rückseite geschützt ist, und daß jedes beliebige Filmblatt jederzeit in einfacher Weise entnommen werden kann, ohne daß der ganze Pack zuvor belichtet zu sein braucht. Filmpacks enthalten üblicherweise 6 oder 12 Einzelfilme, auf ihre Ausführungsform beziehen sich zahlreiche Patente [1]). Damit das Passen der Filmpacks in die Filmpack-Kassetten sichergestellt ist, wurde von dem Deutschen Normenausschuß vorgeschlagen, Filmpacks nur in den Maßen eines von ihm aufgestellten Entwurfs herzustellen [2]).

Röntgenfilme.

Muß auch der fertige Röntgenfilm als Planfilm bezeichnet werden, geschieht seine Herstellung doch in genau gleicher Weise wie die der Rollfilme, also durch Überziehen langer Zelluloid- bzw. Azetatbahnen mit einer entsprechenden Emulsion [3]).

Die Emulsionen der Röntgenfilme sind ein besonderer Typ der gewöhnlichen Negativemulsionen. Die hauptsächlichsten Eigenschaften, auf welche sie abgestimmt sein müssen, ist eine hohe Empfindlichkeit gegen die kurzwelligen Röntgenstrahlen, ferner eine gute Kontrastwirkung und Dichtigkeit, Eigenschaften, die jedoch keineswegs die feine Durchzeichnung in den voll belichteten Partien der Negative beeinträchtigen dürfen. Zu diesem Zweck hält man die Emulsionen äußerst silberreich und gelatinearm, und trägt die gleiche Emulsion meist beiderseitig relativ dick auf den Schichtträger auf. Eine Ausnahme bilden Zahnfilme, die vielfach nur einseitig emul-

1) Von neueren u. a. D. R. P. 391 473 (1923) und D. R. P. 459 814 (1924) der Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, U. S. P. 1 557 085 (1923) für F. Piller, D. R. P. 413 804 (1924) für H. J. J. van Boogaardt, die D. R. Patente 416 179 (1923), 412 005 (1924) und 451 229 (1924) für Otto Perutz, Trockenplattenfabrik, Brit. P. 242 256 (1924) für Pathé Cinéma, Brit. P. 265 535 (1926) für Joseph Schulz und Brit. P. 278 681 (1926) der Gevaert Photo-Producten Naameloose Vennootschap. — Einen panchromatischen Filmpack brachte die Imperial Dry Plate Co. Ltd. in den Handel, s. Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 155.

2) Phot. Ind. 1928. **26.** 980.

3) s. hierzu die Ausführungen S. 329 ff., besonders auch S. 334.

sioniert, dafür aber in einer Packung zweifach aufeinanderliegend verwendet werden. Durch doppelten Auftrag verschiedenartiger Emulsionen[1]) und selbst mehrfachen Auftrag[2]), durch besondere Verpackungen und bestimmte Aufnahmemethoden[3]) sucht man die angestrebte Wirkung noch zu erhöhen, während man von Zusätzen zur Emulsion zum gleichen Zwecke, wie beispielsweise von Thoriumhydroxysol, kolloidaler Wolframsäure[4]), oder gewisser organischer Salze[5]) im allgemeinen wieder abgekommen zu sein scheint, da diese leicht eine Verschleierung herbeiführen, und die Haltbarkeit der Filme beeinträchtigen. Wohl in dieser Erwägung hat man derartige Substanzen, z. B. Kalzium- und Bariumwolframat auch zwischen Schichtträger und Emulsion anzubringen oder dem Schichtträger direkt einzuverleiben versucht[6]).

Verschiedene Patente bezwecken noch die Empfindlichkeit des Bromsilbers gegen gewöhnliches Licht durch Zusatz von das aktinische Licht absorbierenden Farbstoffen[7]) oder von Desensibilisatoren[8]) zur Emulsion herabzusetzen, ohne die Empfindlichkeit derselben gegen die Röntgenstrahlen erheblich zu beeinträchtigen oder durch eine rückseitige Präparation mit einer ein Alkalisulfat in fein-

---

1) D. R. P. 402 766 (1924) für Pleikart Stumpf, Verschieden sensibilisierte Emulsionen werden vor dem Guß gemischt, oder jede derselben wird auf eine andere Seite des Schichtträgers aufgetragen.

2) D. R. P. 398 956 (1923) der Akt.-Ges. f. Anilinfabrikation: Durch die Übereinanderlagerung mehrerer Schichten soll bei verkürzter Exposition eine Mehrzahl von unterexponierten Bildern erhalten werden, die nach Fertigstellung zur Deckung gebracht, in der Durchsicht ein normales Bild ergeben.

3) s. P. Knoche, Die Röntgenphotographie, Berlin 1925.

4) D. R. P. 290 872 (1914) für Hans Arnold, und Max Lewy-Dorn, und D. R. P. 292 193 (1916) der gleichen Erfinder.

5) D. R. P. 356 378 (1920) der Dr. C. Schleußner A.-G. — Als Beispiel eines Zusatzes wird in dieser Patentschrift das Strontiumsalz des Tetrabromfluoresceins angegeben. Fabrikate dieser Art kamen zeitweilig unter den Bezeichnungen „Neo-Röntgenplatte" und „Doneo-Röntgenfilm" in den Handel, letzterer, doppelseitig, trug nach dem G. M. 913 257 eine beiderseitig gegen die Lichtstrahlen schützende nach dem Fixieren entfernbare Schicht, so daß er auch für Aufnahmen bei Tageslicht verwendbar ist.

6) Brit. P. 181 087 (1921) und Brit. P. 184 519 (1921) für N. E. Luboshey.— Das gleiche Verfahren behandeln die Franz. P. 591 629 (1925) und 591 680 (1925) für P. Specklin.

7) D. R. P. 230 964 (1909) für G. Bucky.

8) D. R. P. 348 661 (1920) für Kranzeder & Co. und Lüppo-Cramer.

verteilter Form enthaltende Gelatineschicht dem Einrollen zu begegnen und die Betrachtung des fertigen Negatives zu erleichtern[1]).

Den Einfluß der Temperatur auf Röntgenemulsionen studierte, wie in diesem Zusammenhange vermerkt sei, A. Zimmern[2]), und die Empfindlichkeit der Bromsilbergelatine gegen X-Strahlen verschiedener Wellenlänge N. C. B. Allen und T. H. Laby[3]) sowie J. Hrdličzka[4]), ohne daß innerhalb der Versuchsgrenzen ein Einfluß festgestellt werden konnte.

Verpackung der Röntgenfilme: Verpackt werden Röntgenfilme teils in Einzelpackungen, die häufig aus ineinanderschiebbaren schwarzen Papiertaschen — auch wohl aus Kaliko — bestehen, teils zu mehreren (1 Dzd., 6 Dzd. usw. Packungen) mit Papierzwischenlagen oder Umschlägen in einem gemeinsamen Schutzkarton. In jedem Falle muß das verwendete Papier den bekannten Anforderungen durchaus entsprechen, soll nicht eine vorzeitige Zersetzung der Filme eintreten (s. hierzu S. 236).

Eine Reihe von Sonderpackungen bezwecken die schon angedeutete wünschenswerte Verstärkung der Röntgenstrahlenwirkung, aber auch die bequeme Anpassung an die zu durchleuchtenden Körperteile, wie es z. B. die Siemens & Halske A.-G. durch ein mit einer Anschlußöffnung für einen Druckluftkompressor versehene Gummiluftkissen erreicht, das sich zwischen einer angelenkten Bedeckung und der den Film und eine Verstärkerfolie enthaltenden schwarzen Papierhülle befindet[5]).

Für zahnärztliche Zwecke wurden biegsame Packungen verschiedener Ausführungsart hergestellt. So befinden sich die Filme bei einer Packung der „Agfa“ in der Falte eines lichtdichten Papierdoppelblattes, und mit diesem in der Vertiefung eines Papptellers, in dessen äußere Nut ein Bleirähmchen eingelegt ist. Teller und Rahmen sind hinten und vorne von je einem gegen Licht und Feuchtigkeit schützenden, an den Rändern umklebten Papierblatt überdeckt[6]). Auf den Emulsionsschichten des Eastman Kodak Zahnfilmes liegt schwarzes Papier, und auf der der Röntgenröhre

1) U. S. P. 1479 939 (1922) für A. F. Sulzer, (Eastman Kodak Co.)
2) Compt. rend. de l'Academie des Sciences 1922. **174.** 453—455.
3) Nature, 1919. **103.** 177; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/1920. 239.
4) Publikation d. phil. Fac. der Karls-Univ. Prag.
5) Brit. P. 236 164 (1924).
6) D. R. P. 395 618 (1923) der Akt.-Ges. für Anilinfabrikation, ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 1100.

abgewandten Seite eine aus einer Legierung von Blei, Zinn und Aluminium bestehende Metallfolie, während das Ganze von einer lichtabhaltenden schwarzroten Papierhülle umgeben ist. Um Sekundärwirkungen zu verhindern, ist das Innenpapier mit Salzen wie Bleikarbonat, Kalziumwolframat u. a. getränkt[1]). Bei der Packung der Victor-X-Ray Corporation in Chicago ist ein doppelter mit einer Bleifolie hinterlegter Film vom Formate $1^1/_4 \times 1^5/_8$ inches zusammen mit dem Papier-Schutzmaterial durch einen einseitig geschlossenen Rahmen zusammengehalten, der aus weichem Kautschuk besteht, also biegsam ist, und daher bequem jeder beliebigen Fläche angepaßt werden kann, außerdem den Vorteil bietet unter den Bedingungen seiner Verwendung gegen Eindringen von Feuchtigkeit vortrefflich gesichert zu sein[2]). Kautschuk kommt auch bei der Packung von Pathé-Cinéma in Anwendung[3]) u. a. m.

Erwähnt sei noch ein für Röntgenstrahlen undurchlässiges Verpackungsmaterial[4]).

Haltbarkeit und Lagerung der Filme.

Haltbarkeit der Filme: Seit langem ist erwiesen, daß die Haltbarkeit der Filme durch die Natur ihrer Unterlage erheblich beeinträchtigt sein kann, da sowohl im Falle technisch nicht völlig einwandfreien Zelluloids wie Azetats im Laufe der Zeit eine Säureabspaltung stattfindet und sich offenbar auch chemische Vorgänge zwischen dem Zelluloseester und den Zusätzen abspielen, außerdem sind natürlich die gleichen Faktoren maßgebend, die bereits bei Besprechung der Haltbarkeit der Trockenplatten angeführt wurden.

Während den Filmen noch bis vor einer verhältnismäßig kurzen Zeit eine Lebensdauer von nur etwa einem Jahr zugestanden werden konnte, garantieren die führenden Firmen heute zwei volle Jahre für die Brauchbarkeit ihrer Fabrikate, ein besonders vom kommerziellen Standpunkt äußerst wertvoller Umstand, der sich aus der

1) U. S. P. 1357 391 (1920) und 1536 341 (1920) für M. B. Hodgson. (Eastman Kodak Co.) — Wolfram, Molybdän und Vanadium enthaltende Stoffe von hochfluoreszierenden Eigenschaften bei Erregung durch Röntgenstrahlen wurden, wie hier erwähnt sei, durch die U. S. Patente. 1602 593 und 1602 594 für S. E. Sheppard (Eastman Kodak Co.) geschützt.

2) U. S. P. 1537 925 (1922) für L. M. Bolin.

3) Franz. P. 592 218 (1924) und D. R. P. 423 370 (1924).

4) D. R. P. 476 114 (1927) für die I. G. Farbenindustrie A. G.

Erfahrung ergeben hat, daß auch die unscheinbarsten Vorgänge chemischer oder physikalischer Natur in jedem Stadium der Fabrikation der sorgfältigsten Überwachung bedürfen.

Müssen viele Einzelheiten dieser Bedingungen, die sich im allgemeinen auf die analytische Prüfung aller Rohmaterialien nach bestimmten Gesichtspunkten, auf die Verwendung eines geeigneten Zelluloids (Azetates), die Wahl einer stabilen Emulsion und ihre Anpassung an die Filmunterlage (Vorpräparation), eine praktisch vollkommene Trocknung des fertigen Films und nicht zuletzt auf seine zweckmäßige Verpackung beziehen, hier übergangen werden, so sei doch folgendes ausgeführt:

Soweit das Zelluloid selbst in Frage kommt, wurde von K. Atsuki[1]) die Wirkung der verschiedenen Fabrikationsphasen auf seine Stabilität studiert. Dabei ergab sich, daß Kneten der alkoholischen Nitrozellulose-Mischung auf die Stabilität keinen nachteiligen Einfluß ausübt, während eine rollende Beanspruchung die Stabilität nur bei einer höheren Temperatur als 60° nachteilig beeinflußt. Heißer Druck setzt die Stabilität bei über 80° merklich herab, eine Temperatur, die kritisch zu sein scheint. Handelt es sich darum das Zelluloid zu formen, kann die Temperatur mit zunehmendem Druck herabgesetzt werden. Die für die Filmfabrikation sehr wichtigen Trocknungsversuche führten zu dem Resultat, daß die Trocknung zunächst nicht beschleunigt werden darf um zu verhindern, daß die Oberfläche gehärtet wird, während eine gegen das Innere zunehmende Porosität bestehen bleibt. Trocknen im heißen Luftstrom erzeugt im Zelluloid stets Porosität, wodurch seine Stabilität etwas herabgesetzt zu werden scheint. Auch Polieren beeinflußt die Stabilität ungünstig, sobald es bei hoher Temperatur ausgeführt wird.

Untersuchungen über die Beständigkeit der Filme, insbesondere der Kinofilme, stellte M. Rikli[2]) durch Einleitung einer künstlichen chemischen Alterung an, wobei er die seitherigen zur Prüfung des als Unterlage dienenden Materials herangezogenen der Technik der Schießbaumwolle entnommenen Teste (die Gewichtsabnahme beim Erhitzen, die Verpuffungstemperatur im Probiergläschen, die Gasabspaltung beim Erhitzen, den Gehalt an freier Säure und die Reiß- und Knickfestigkeit des fertigen Produkts) einer Kritik unterzog und darauf hinwies, daß diese Methoden großenteils mit Fehlern

1) J. Fac. eng. Tokyo Imp. Univ. 1924/25. **15.** 55—116, 281—316. **16.** 135—156 nach Chem. Abstr. 1925. **19.** 727, 728, 1626, 2411.

2) Dissertation, Dresden, 1923; s. a. Phot. Ind. 1925. **23.** 1237—1238.

prinzipieller Natur behaftet sind, da die Zersetzungsprodukte von dem Zelluloid durch Lösung, Adsorption und chemische Reaktion zurückgehalten werden, wodurch die Zersetzung verschleiert wird. Ein neuer für die Praxis bedeutungsvoller Test wurde in der Bestimmung der Viskosität des in Azeton gelösten Films angegeben, wobei der alte Film, gelöst in Azeton im Viskosimeter eine geringere Ausflußzeit benötigt als der frische Film; diese Prüfungsmethode erwies sich auch für natürlich gealterte Filme als verwendbar. Bezüglich der Reißfestigkeit wurde festgestellt, daß sie mit dem Alter zunächst etwas zunimmt, um dann rasch zu fallen. Die Dehnung und die Knickfestigkeit nehmen ab, in Verbindung mit der Gelatineschicht nimmt die Knickfestigkeit bedeutend rascher ab, als wenn das Zelluloidband allein auf Knickung beansprucht wird. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurde der Zersetzungsprozeß des Zelluloids als autokatalytischer Vorgang, und zwar vorwiegend chemischer Natur festgestellt und daraus gefolgert, daß die Art der Packung und auch die Art und Weise des künstlichen Alterns einen großen Einfluß auf die innere Zersetzung und Stabilität des Zelluloids haben muß. Ist der Film ganz lose gelagert, so verlassen ihn die reaktionsbeschleunigenden Produkte, die Reaktionswärme wird abgeführt und die Beschleunigung der Zersetzung wird nicht in so hohem Maße vor sich gehen wie dies beim fest aufgerollten Filmband der Fall ist, wobei sich die Reaktion der Wärme infolge der schlechten Wärmeleitung des Zelluloids steigert und die auf die Reaktion beschleunigend wirkenden Zersetzungsprodukte zurückgehalten werden. Hinsichtlich der Absorption und Lösung von Gasen durch die Filmunterlage stellte Rikli fest, daß Kohlensäure und Stickstoffmonoxyd in größeren, Sauerstoff, Stickstoff und Luft dagegen nicht in meßbaren Mengen aufgenommen werden, und daß die Adsorptionsgleichgewichte einen engen Zusammenhang mit den kritischen Daten des betreffenden Gases erkennen lassen. Stickstoffdioxyd nimmt eine Sonderstellung ein, seine Aufnahme durch das Zelluloid ist teilweise irreversibel, das Gas wird zum Teil adsorbiert, zum Teil wird es gelöst oder tritt mit dem Zelluloid in chemische Reaktion. Schließlich wurde noch die Abhängigkeit der Entflammbarkeit photographischer Zelluloidfilme vom chemischen Alter untersucht, wobei sich zeigte, daß die Schwärzung der Filme (Dichte) einen großen Einfluß auf die Entflammbarkeit hat, weshalb alle Versuche mit Filmen derselben optischen Dichte ausgeführt werden mußten. Die in der Praxis vertretene Ansicht wurde be-

stätigt, daß der Zelluloidfilm im Kinovorführungsapparat durch Bestrahlung mittels einer Bogenlampe mit zunehmendem Alter nicht leichter entflammbar wird. Durch die bei der Alterung eintretende Verhornung der Oberfläche werden die entzündlichen Gase am Austritt verhindert, auch sind bei der Alterung die letzten Reste entzündlicher Lösungsmittel verdampft, so daß die Entflammung später eintritt, die Unterschiede sind aber nicht von irgendwie praktischer Bedeutung. Bei geringerer Schwärzung und der dadurch länger resultierenden Bestrahlungszeit ist es aber sehr wohl möglich, daß der gealterte Film, welcher die für die katalytische Zersetzung nötigen Produkte schon enthält, doch feuergefährlicher ist. Für den natürlich gealterten Film kommt für die Charakterisierung seines Alters die Viskositätsmessung in Azeton, sowie die Bestimmung der physikalischen Eigenschaften praktisch in Frage.

Kieser[1]) wies darauf hin, daß die Haltbarkeit der lichtempfindlichen Schicht von der Haltbarkeit des fertig entwickelten Bildes und der Haltbarkeit des Bildträgers selbst zu unterscheiden sei; besitzt die Unterlage keine Haltbarkeit, so schaltet auch die Schicht, bzw. das Bild aus.

Die Annahme, daß mangelnde Haltbarkeit, Sprödewerden und auch schlechte Haltbarkeit der lichtempfindlichen Schicht auf eine Selbstzersetzung der Nitrozellulose des Zelluloids zurückzuführen sei, trifft für das Filmzelluloid, das schon aus Gründen der Festigkeit sehr gut sein muß, nicht zu. Filmzelluloid wird vor seiner Verwendung nach sehr strengen Methoden auf Stabilität geprüft, die unter normalen Aufbewahrungsbedingungen sicher eine jahrzehntelange Haltbarkeit gewährleisten. Auch Azetylzellulose, welche richtig bereitet wurde, garantiert eine sehr lange Haltbarkeit, unbeschadet der Tatsache, daß unrichtig bearbeitete in der Tat dem baldigen Zerfall ausgesetzt ist. Wenn trotzdem viele ältere Filme spröde und brüchig erscheinen, so ist dies nicht durch Verdunsten von Lösungsmittelresten verursacht, sondern durch Austrocknen der Gelatinebildschicht und durch Gefügeänderungen der Unterlage bei der meist starken mechanischen Beanspruchung.

Die nur etwa 0,02 mm dicke Gelatineschicht des Bildes trocknet sehr leicht aus und wird dadurch spröde, was durch starke Alaun- oder Formalinhärtung nach dem Entwickeln oder Fixieren noch begünstigt wird. Sie haftet dabei so fest auf der Unterlage, daß sie beim Zerbrechen diese, welche an sich nichts von ihrer Ge-

1) Phot. Ind. 1922. **20.** 333—334.

schmeidigkeit eingebüßt hat, mit zerbricht. Um dieser Wirkung zu begegnen, hat man dafür zu sorgen, daß der Film in normal feuchter Luft aufbewahrt wird, nicht aber statt dessen etwa in überhitzten Räumen oder lose aufgewickelt längere Zeit lagert, was schon aus Gründen der Feuersicherheit niemals geschehen soll. Zweckmäßig ist daher die ständige Aufbewahrung in Blechbehältern.

Die zweite angegebene Ursache mangelhafter Haltbarkeit, von der am meisten der Kinopositivfilm betroffen wird, liegt in seiner vielfältigen mechanischen Beanspruchung in den Vorführungsapparaten, die schließlich eine Dauerschädigung der Festigkeit des Materials herbeiführen, so daß ein Film also schonend behandelt werden muß, wenn man von ihm eine längere Haltbarkeit fordert. Besonders Azetylzellulosefilme zeigen das Sprödewerden durch mechanische Überbeanspruchung sehr charakteristisch, und diese Eigenschaft hat ihnen den Ruf ungenügender Haltbarkeit eingebracht.

Sachgemäß entwickelte, fixierte und gewaschene Bilder auf Negativ- oder Positivfilmen haben die gleiche Haltbarkeit wie Glas, sie verderben aber frühzeitig, wenn sie schlecht ausgewaschen sind. So geben Reste zurückgebliebenen Fixierbades an der Luft beim Lagern freie Schwefelsäure und diese schädigt in schon geringen Mengen auch das Zelluloid der Unterlage, ähnliches gilt von den Verstärkungen, Viragen und Tonungen.

Die Wirkung der Lichtstrahlen auf die Widerstandsfähigkeit und Elastizität der Kinofilme studierten Sheppard und Sweet[1]), während A. Bréguet den Abbau des Zelluloids, bzw. der Nitrozellulose-Kollodien bei Einwirkung von Wärme und Licht auf die Filme nach dem von Duclaux und Wollmann beschriebenen fraktionierten Fällungsverfahren eingehend untersuchten[2]).

Lagerung der Filme (Sicherheitsvorkehrungen): Über die Lagerung der Filme bestehen gewisse von den örtlichen Gewerbe- und Feuerpolizei-Behörden aufgestellte Grundsätze, die sich auf Lage und Bauart der Gebäude und Räume, auf deren Einrichtung, Beleuchtung und Heizung, auf Löscheinrichtungen und schließlich auch auf Betriebsvorschriften beziehen.

Daß in den Rohfilmfabriken alle neuzeitlichen Einrichtungen vorhanden und alle nur erdenklichen Vorkehrungen getroffen sein

1) Trans. Mot. Pict. Eng. 1924. **8.** 102—109.

2) Rev. gén. Colloides, 1925. **3.** 200—206, 230—235; ref. J. Soc. Chem. Ind. 1925. **44.** B 984—985.

müssen um Brände zu verhüten, etwa entstandene Brände auf einen begrenzten Raum einzuschränken und die Sicherheit des Personals weitgehend zu gewährleisten, versteht sich von selbst.

Zum Unterschied von andern brennenden Körpern, die durch Abschneiden der Luft gelöscht werden können, trifft dies beim Zelluloid, das beträchtliche Mengen Sauerstoff gebunden enthält, bekanntlich nicht zu, die einmal eingeleitete Zersetzung schreitet auch bei Luftabschluß unter Entwicklung außerordentlich giftiger Gase (Kohlenoxyd, Stickstoffoxyde und Blausäure) fort, und alle Löschversuche sind daher zwecklos. Immerhin kann es bei größeren Beständen von Wert sein und zum Erfolg führen, wenn brennende Partikel und bedrohte Filmstapel schnell entfernt und kleine Brandherde dadurch isoliert werden. Die Anwendung von Wasser kann dabei zufolge seiner abkühlenden Wirkung zunächst nützlich sein, bei einem vorgeschrittenen Filmbrand jedoch Explosionen herbeiführen, die sich aus seiner durch die enorme Hitze herbeigeführten Zerlegung in seine Elemente erklären.

Aus diesen Gründen verlangt man — um nur einige Punkte anzuführen[1]) — massive Bauten mit genügend breiten Verkehrsgängen, doppelten Ausgängen, mit rauch- und feuersicheren Treppen, mit Türen, die nach außen aufschlagen und sich selbsttätig schließen, mit einer vorzüglichen Ventilation, mit Schutz der gesamten elektrischen Anlage durch gepanzerte Rohre, Überglocken der Lampen usw. Dampf- oder Heißwasserrohre u. dgl. sollen in Filmaufbewahrungsräumen entweder gar nicht vorhanden oder entsprechend geschützt sein. Für den Fall eines Brandes müssen Feuerlöscher und selbsttätig wirkende Brauseeinrichtungen (Sprinkler-System) sowie Wasseranschlüsse mit Schlauch für je 50 qm Bodenfläche vorgesehen sein; die großen Werke verfügen außerdem über eigene Feuerwehren. Besondere Bestimmungen rein baulicher Art bestehen für die Lagerung von sehr großen Filmmengen.

Nach den Betriebsvorschriften ist Rauchen, sowie freies Feuer und Licht in allen Betriebs- und Lagerräumen unbedingt verboten und selbst das Mitführen von Zündhölzern nicht erlaubt. Weitere Vorschriften regeln das Löten von Blecheinsätzen der Versandkisten. Besonders wichtig ist ferner, daß alle Verkehrswege im Innern der Betriebe niemals durch Materialien ganz oder auch nur teilweise versperrt sind und daß in den Arbeitsräumen höchstens ein

1) s. J. Grassmann, Kinotechn. Umschau 1926. **24.** 345—351.

solches Zelluloid-(Film-)quantum vorrätig gehalten wird als im Laufe eines Tages verarbeitet werden kann. Alle Filmrollen werden, sowie sie von den Gießmaschinen kommen, in Blechkästen aufbewahrt und diesen nur zur Weiterverarbeitung entnommen. In Räumen, in denen Filme verarbeitet oder gelagert werden, dürfen keine andern Arbeiten vorgenommen werden.

Gefahren bestehen vor allem bei lose gelagerten Bändern und bei Filmstaub[1]); ist solcher entstanden, ist er feucht zu binden und naß aufzubewahren. Auch jeder Hitze- und Druckstauung ist vorzubeugen, daher sollen die Filme nicht in Gefäßen gelagert werden, die einen hohen Innendruck vertragen und entwickelten Gasen ist Abzug zu verschaffen. Am besten werden Filmlager, sowohl in senkrechter wie horizontaler Richtung durch isolierende Trennungswände weitgehend geteilt, um den Übergang eines Zersetzungsprozesses auf Nachbarbestände zu verhüten. Außerdem ist für ein hochwirksames Ventilationssystem (Entlüftungsschächte eines Querschnittes von mindestens 4% der Bodenfläche der gefährdeten Räume) Sorge zu tragen um bei einer spontanen Zersetzung den gasförmigen giftigen Zersetzungsprodukten sofort Abzug zu verschaffen.

Die günstigsten physikalischen Bedingungen, unter denen Filme gelagert werden, sind eine Temperatur von etwa 15 bis 20° C und eine relative Feuchtigkeit der umgebenden Luft von möglichst nicht über 60%; starke Temperaturschwankungen sind möglichst zu vermeiden.

Aufarbeitung der Filmabfälle.

Aufarbeitung der Filmabfälle: Die Aufarbeitung des nicht zu vermeidenden Fabrikations-Abfalles und auch Ausschusses geschieht entweder in der Richtung, daß man die Filmunterlage, also das Zelluloid oder das Azetat, für die Herstellung von Lacken nutzbar macht, oder aber von neuem als Schichtträger, indem man die von der Emulsion befreite Unterlage direkt wieder beschichtet, wobei natürlich ihre gute Erhaltung vorausgesetzt ist. In beiden Fällen wird das Silber aus der Emulsionsschicht wiedergewonnen (s. S. 156).

Wird der erste Weg beschritten, so werden die abgewickelten Filme in mit Dampfzuführung versehenen Bottichen unter Zusatz

1) Siehe A. Lodemann, Zur Frage der Explosionsfähigkeit der Filme und Über die Giftwirkung der bei Zersetzung von Filmen entstehenden Gase. Zentralbl. f. Gewerbe-Hygiene 1921. **9.** 276—278 u. 279—280.

von Säure etwa $^1/_2$ Stunde erhitzt, wodurch die Gelatine zerstört wird. Das Bromsilber, bzw. auch Chlorsilber läßt man absetzen, während die bei diesem Verfahren trübe gewordenen und zusammengeschrumpften Filmunterlagen je nach ihrer Zusammensetzung (Zelluloid oder Azetat) sortiert und zu Lacken oder als Zusatz bei der Herstellung der Zelluloid- bzw. Azetatmasse verarbeitet werden.

Nach Deschiens verfährt man auch so, daß man den alten Zelluloseesterfilm zerkleinert und ihn durch Rühren und Kneten in einem Gemisch von 50—60% Handelschloraethan und 40 bis 50% Methylazeton (mit 50—60% Azeton) in Lösung bringt Die viskose Lösung wird alsdann durch Papier, Asbest oder eine Filterpresse filtriert, der Rückstand mit dem Lösungsmittel gewaschen, abermals filtriert, das Silber aus der Asche gewonnen und in Silbernitrat umgewandelt. Die Lösung der Zellulose-Ester anderseits wird entweder unter teilweisem Vacuum zum Wiedergebrauch destilliert, oder aber man fällt das Zellulosenitrat, bzw. -azetat durch Wasser, wäscht und trocknet. Nachteilig ist bei diesem Verfahren der Verbrauch verhältnismäßig großer Mengen teurer Lösungsmittel und deren teilweiser Verlust beim Lösen, Filtrieren und der Destillation[1]. D. B. MacDonald läßt die Filme eine Natriumsulfat-, darauf eine Kupferchloridlösung passieren um das Silber zu chlorieren, es wird dann in Thiosulfat gelöst und durch Elektrolyse oder Fällung wiedergewonnen[2].

Soll der Schichtträger in seiner ursprünglichen Beschaffenheit erhalten bleiben, um auf besonderen Schmalstreifenmaschinen erneut mit Emulsion überzogen zu werden, so kann dies zwar durch ein sehr vorsichtiges Entfernen der Emulsion in einem mäßig temperierten Bade ohne Säurezusatz mit nachfolgender mechanischer Spülung, eventuell unter Zuhilfenahme rotierender Bürsten, geschehen, doch bietet sich in dem Fermentprozeß der Röhm & Haas, A.-G., Darmstadt, eine weit bessere und auch verhältnismäßig billige Methode[3]. Man nimmt auf 1 l Wasser 5 g des käuflichen „Degomma". Das zum Ansetzen verwendete Wasser muß kühl, höchstens lauwarm sein und darf keinesfalls 40° übersteigen, da sonst die wirksamen Bestandteile der Degomma-Lösung zerstört werden. Die Filme (gleicherweise ist das Verfahren auf Trockenplatten anwendbar), deren Schichten entfernt werden sollen, bringt man

1) Revue des Produits Chimiques, Bd. 23. S. 591.
2) Franz. P. 191 091 (1921) und 553 612 (1922), U. S. P. 1 582 847 (1922).
3) s. F. Limmer, Phot. Ind. 1924. **22.** 1192.

unter Vermeidung des Aneinanderklebens in die Lösung bis sich die Schicht, bzw. die Reste der Schicht ohne mechanische Hilfsmittel leicht abspülen lassen. Dies ist nach etwa 3—4 Stunden der Fall, während der Prozeß bei normaler Zimmertemperatur oder darunter bis zu 24 Stunden und mehr benötigt. Die Schichtträger werden dabei in keiner Weise angegriffen, ebensowenig die Gefäße. Der verbleibende Rückstand enthält das ganze in den Schichten enthalten gewesene Silber, man läßt ihn sich absetzen, trocknet und verschmilzt ihn.

Ähnlich, doch in seiner Wirkung nicht so vollkommen ist das Verfahren von H. Danzer, nach welchem der vollständig belichtete und in altem Entwickler bis zur vollständigen Reduktion des gesamten Silbersalzes durchentwickelte Film ausgewaschen und in eine Pepsinlösung getaucht wird, die die Gelatine verflüssigen und verdauen soll, so daß die blanke unversehrte Unterlage neben dem ganzen Silber wiedergewonnen wird[1]).

1) D. R. P. 221 678 (1921).

VIERTES KAPITEL.

HANDELSÜBLICHE SORTEN DER FILME.

Je nach dem Verwendungszweck unterscheidet man Kinofilme von Roll- und Planfilmen. Kinofilme werden wieder als Negativ-Kinofilme und Positiv-Kinofilme unterschieden, und solange sie nicht verarbeitet sind, auch als Rohfilme bezeichnet. Eine Sonderform des Kino-Positivfilmes ist der Sicherheitsfilm, eine Sonderstellung nimmt auch der zur Aufnahme in natürlichen Farben bestimmte Rasterfilm ein, außerdem werden Kinofilme für eine Reihe anderer Verfahren mit Bichromatgelatine beschichtet. Zu den Planfilmen gehören die Porträtfilme, die Reproduktionsfilme, Diapositivfilme und Röntgenfilme.

Kino-Negativfilme.

Engl.: negative film. Franz. pellicule négative.

Je nach dem Verwendungszweck wird ein in seinen photographischen Eigenschaften sehr verschiedenes Negativmaterial hergestellt, und zwar kann man im allgemeinen folgende Sorten unterscheiden.

1. Negativfilme von mäßiger Empfindlichkeit (14—16° Sch. = ca. 250—350 H. u. D. oder 78—82° E. H.) und großer Klarheit für Außen- und Innenaufnahmen aller Art, an die keine besondere auf einen bestimmten Zweck gerichtete Anforderungen gestellt werden. Der relativ geringen Empfindlichkeit entspricht eine lange, oft mehrjährige Haltbarkeit.

2. Negativfilme von höherer Empfindlichkeit (etwa 19° Sch. = ca. 600 H. u. D. oder 88° E. H.) mit langer Tonskala im Gebiet der Unterexposition, also in den Bildtiefen, bei kräftigen Mitteltönen, so daß der Aufbau des Bildes auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen, die häufig noch mit starken Lichtkontrasten verbunden sind, ein sehr ausgeglichener ist. Kinofilme dieser Art besitzen eine beschränktere Haltbarkeit und werden daher in geringerem Maße fabriziert als die erstgenannten.

3. Orthochromatische Negativfilme mit für Gelb und Grün gesteigerter Empfindlichkeit, die daher zur tonrichtigen Wiedergabe dieser Farben sowohl in der Natur wie auch für die Porträtkinematographie bestimmt sind, und unter Vorschaltung von Gelbfiltern belichtet werden. Ihre Allgemeinempfindlichkeit beträgt etwa 17—18° Sch. (= ca. 450 H. u. D. oder 84—86° E. H.), und ihre Haltbarkeit beläuft sich auf annähernd 1 Jahr, ohne daß sich eine störende Verschleierung bemerkbar macht. Infolge ihrer vielseitigen Anwendungsmöglichkeit ist der Verbrauch dieser Filme ein sehr hoher.

4. Orthochromatische Negativfilme für Zwecke der Fern- und Fliegerphotographie mit kräftiger Farbenempfindlichkeit, vermöge deren die Einflüsse einer dunstigen Atmosphäre auch ohne Gelbfilter überwunden werden, und mit steiler Gradation, so daß die Bilder auch von ungünstig beleuchteten sehr wenig Kontraste zeigenden Objekten eine große Brillanz aufweisen, wie sie mit anderen Filmarten nicht erreichbar ist. Hinzu kommt ein vorzügliches Auflösungsvermögen, durch welches schwer unterscheidbare Aufnahmeobjekte deutlich wiedergegeben werden. Ein Film dieser Art wird von der „Agfa" unter dem Namen „Aerochrom-Film" erzeugt.

5. Panchromatische Negativfilme[1]) mit einer Empfindlichkeit für alle Farben des Spektrums, hoher Allgemeinempfindlichkeit (etwa 17° Sch. = ca. 400 H. u. D. oder 84° E. H.) und weicher Gradation werden für solche Zwecke hergestellt und verwendet, bei denen eine tonrichtige Wiedergabe einschließlich des Rot gewünscht wird, wie bei vielen wissenschaftlichen und industriellen Aufnahmen. Sie finden aber auch eine immer zunehmende Verwendung für viele gewöhnliche Aufnahmen. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist das der Mehrfarbenaufnahme nach den verschiedensten Systemen. In allen Fällen ist der Gebrauch von Gelbfiltern empfehlenswert, bzw.

---

1) Über die photographischen Eigenschaften des panchromatischen Kino-Negativfilmes, seine Vorzüge und seine Behandlung s. u. a. die ausführliche Arbeit von L. A. Jones und J. I. Crabtree, Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927. **10.** 134—178. — Über Hypersensibilisierung und die tonrichtige Wiedergabe bei Anwendung panchromatischer Filme, ferner K. Jacobsohn, Kinotechnik 1928. **10.** 175—183. — Handelsmarken beschrieb C. Emmermann, Filmtechnik 1927. **3.** 243—247. (Agfa-Superpan-Film), 1928. **4.** 39—41 (Panchrom. Film der Zeiß Ikon A.-G.), 1928. **4.** 57—61. (Agfa-Pankine); s. a. K. Jacobsohn, Phot. Ind. 1928. **26.** 374—375. **24.** 360 (Panchrom. Film der Eastman Kodak Co.).

erforderlich. Die Haltbarkeit der panchromatischen Filme ist eine nur begrenzte, und erstreckt sich auf etwa 5—6 Monate.

6. Tropen-Negativfilme sind lediglich in ihrer Emulsion stärker gehärtet, so daß diese erst bei einer Temperatur von etwa 52° C abschmilzt. Sie werden angewandt, wenn die Entwicklung unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen und Verarbeitungsbedingungen durchgeführt werden soll.

Aufbau der Kino-Negativfilme: Die Aufnahmefilme besitzen eine Zelluloidstärke von 0,13 mm und eine Emulsionsschicht von etwa 0,02—0,03 mm Dicke, zwischen beiden befindet sich die äußerst dünne, die Haftung vermittelnde Vorpräparation. Eine Rückschicht ist nicht vorhanden. Dem Gewichte nach stellt sich das Verhältnis von Zelluloid zu Emulsion wie etwa 71 % : 29 %. Die Breite der Kino-Negativfilme liegt in den Grenzen von 34,8 und 35,1 mm, und ihre Perforation hat den dafür aufgestellten Normen zu entsprechen (s. S. 344).

Die Emulsionen, in der Regel Mischungen von Teilemulsionen verschiedenen Charakters, sollen sich mit Rücksicht auf die starke Vergrößerung bei der späteren Projektion des Positivs durch ein gutes Auflösungsvermögen, ferner durch einen weiten Belichtungsspielraum auszeichnen. Ihren Hauptbestandteil bilden Kristalle vom 1. und 2. Typus (s. S. 110/111), doch sind auch solche vom 3. Typus in beträchtlicher Menge vorhanden. Nach der Korngröße stellt sich die Zusammensetzung für ein bekanntes Handelsfabrikat von 15° Scheiner Empfindlichkeit beispielsweise:
Maximalgröße: 1,5—2,5 μ Anteil am Aufbau der Emulsion ca. 17 %,
Minimalgröße: 0,25—0,50 μ Anteil am Aufbau der Emulsion ca. 11 %,
Durchschnittsgröße: 1,0—1,5 μ Anteil am Aufbau der Emulsion ca. 72 %.

Die Dichtekurve eines normalen Negetav-Kinofilms ist aus Abb. 132 S. 372 ersichtlich. Hohe Lichter geben eine Dichte von etwa 1,45, während die Schattendichten zwischen 0,18 und 0,06 liegen und die Schleierdichte eines Durchschnittsnegativs 0,21 beträgt[1]).

Werden die Negativfilme farbenempfindlich gemacht, so bedient man sich hierzu der gleichen Farbstoffe und Verfahren wie bei Herstellung ortho-, bzw. panchromatischer Trockenplatten. Ihre Reaktion ist infolge des nachhaltigen Einflusses der Vorpräparation gegen Methylorange fast stets eine schwach saure.

---

1) s. hierzu Kodak Abstr. Bull. 1922. 8. 376. Report Nr. 1492.

Schmalfilme[1]): Neben dem „Normalfilm“ werden für die Amateur-Kinematographie noch Schmalfilme — meist als Sicherheitsfilme (s. S. 271) hergestellt, und zwar fast ausschließlich in folgenden Abmessungen[2]):

Filmbreite in mm	Perforation:	Bildgröße in mm (angenähert)	Bildzahl pro m
9,5	einreihig (in der Bandmitte)	7,2 × 9,1	131
16,0	beiderseitig	7,5 × 10,5	131
17,5	einseitig (normal)	8 × 11	105
vergleichsweise sind die Abmessungen des Normalfilms:			
34,9	beiderseitig	18 × 24	52

Die Filme der Breite von 9,5 und 17,5 mm sind als „Pathé-Baby[3])“ und „Pathé-Rural[4])“ Sonderfabrikate der jetzigen Soc. Ame. Kodak-Pathé (s. S. 266), von denen der letztere sich dadurch auszeichnet, daß er die genau halbe Breite des Normalfilms besitzt, so daß aus einem solchen unter Verwendung aller vorhandenen Einrichtungen, also mit verringerten Herstellungskosten zwei identische Filme dieser Art geschnitten werden können. Auf den laufenden Meter enthält dieser Film 105 Bilder, die trotz annähernd gleicher Breite wie der 16 mm Film mit je 126 qmm Fläche doch um 60% größer sind. Eine Rolle von 150 m Länge wiegt ohne Verpackung 500 g und entspricht genau 300 m Normalfilm. Da seine Spannung bei gleicher Projektionsgeschwindigkeit nur $^1/_4$ derjenigen des Normalfilms beträgt, ist auch sein aus Zelluloseazetat bestehender Schichtträger nur 0,12 mm dick gehalten, während die Gesamtstärke des Filmes 0,14 mm beträgt.

Der 16 mm Schmalfilm ist das heute von fast allen Filmfabriken erhältliche Material, das sich am meisten einzuführen scheint; in der Regel orthochromatisch, gleicht er in seinen photographischen Eigenschaften vollkommen dem Normalfilm.

---

1) Allgemeines über Schmalfilme s. u. a. L. Busch, Kinotechn. Umschau 1926. **24.** 1163—1166; 1927. **25.** 689—692.

2) Über die früheren vielfältigen Formate der Schmalfilme s. Phot. Ind. 1924. **22.** 262; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30.** 490.

3) Kinotechn. Umschau 1927. **25.** 1141.

4) Science et Ind. Phot. 1926. **6.** Nr. 3; ref. Kinotechn. Umschau 1926. **24.** 477 1926. **24.** 477—478.

Wie aus den oben angegebenen Bildzahlen hervorgeht, läßt sich mit 1 m dieses Filmes die gleiche Handlung aufnehmen wie mit rund 2,5 m Normalfilm; bei normalem Bildwechsel im Vorführungsapparat von 16 Bildern in jeder Sekunde verlängert sich die Vorführungsdauer von 100 m Schmalfilm auf 12,5 Minuten gegenüber 5 Minuten beim Normalfilm.

Umkehrfilme: Um die Amateur-Kinematographie so ökonomisch und bequem als möglich zu gestalten und dadurch ihre Verbreitung zu erleichtern werden Schmalfilme auch als Umkehrfilme in den Handel gebracht, wobei die Fertigstellung des Positivfilms bemerkenswerterweise in den Verkaufspreis eingeschlossen ist, diese also von den Fabriken nach Einsendung der lediglich belichteten Filme vorgenommen wird. Durch ein dem Zweck angepaßtes Entwicklungsverfahren wird dabei ein sehr feinkörniges Positiv erzeugt, so daß auch diese kleinen Bilder durch Projektion erheblich vergrößert werden können.

Umkehrfilme werden orthochromatisch gehalten, besitzen eine Empfindlichkeit von etwa 17° Scheiner (= 84—86° E.-H.) und einen ausreichenden Belichtungsspielraum, so daß sie auch bei nur angenähert richtiger Belichtung und sachgemäßer Verarbeitung stets ein brauchbares Umkehrpositiv ergeben[1]).

Doppelungsfilme[2]): Um Duplikatnegative herzustellen, die dem ursprünglichen Negativ an Schärfe, Körnung und Tonabstufung so vollkommen als möglich gleichen, verwendet man ein Filmmaterial, das in seiner eigens dafür gewählten feinkörnigen Emulsion einen gelben Farbstoff in Verbindung mit passenden Sensibilisatoren enthält. Hierdurch werden die photographischen Eigenschaften derart verändert, daß eine Überstrahlung und Zerstreuung vermieden und damit das Auflösungsvermögen erhöht wird[3]); gleichzeitig wird der Belichtungsspielraum erweitert und der Kontrast gesenkt. Die sehr geringe Empfindlichkeit dieser Filme, die nur etwa $^1/_8$ derjenigen

1) Eine ausführliche Besprechung der Eigenschaften des Agfa-Umkehrfilmes brachten C. Emmermann und K. Brandt, Filmtechnik 1928. **4.** 463 bis 466.

2) Allgemeines über Doppelungsfilme s. u. a. L. Busch, Kinotechnik, 1928. **10.** 233—237, über Negativdoppelung: C. E. Ives und E. Huse, Abr. Scient. Publ. Eastman Kodak Research Lab. 1928. **12.** 220—225; s. a. Filmtechnik 1928. **4.** 322—324.

3) s. hierzu K. Tchibissof und V. T. Tcheltsof, Science et Ind. Phot. Mém., 1926. **6.** 60—64; ferner: E. Lehmann, Kinotechnik 1926. **7.** 290 bis 292.

eines Positivfilmes beträgt, muß durch eine entsprechende Beleuchtung im Kopierapparat ausgeglichen werden, durch Anordnung geeigneter Filter ist man außerdem in der Lage die Kontraste innerhalb gewisser Grenzen derart zu beeinflussen, daß man das Duplikat dem Original-Negativ gegenüber in manchen Fällen noch verbessern kann. Die bekanntesten Handelsfilme dieser Art sind der „Agfa Dup-Film" (seit 1924)[1]) und der „Eastman Duplicating Film"[2]).

Verpackung der Kino-Negativfilm, s. S. 347.

Kino-Positivfilm.

Engl.: positive film. Franz.: pellicule positive.

Aufbau des Kino-Positivfilmes: Mit Rücksicht auf die außerordentliche mechanische Beanspruchung des Positivfilmes im Projektionsapparat ist das Zelluloid stärker gehalten als beim Negativfilm. Die Dicke des Schichtträgers beträgt durchschnittlich 0,13 mm und höchstens 0,17 mm, da eine noch stärkere Folie nicht genügend geschmeidig wäre, und sowohl die Verarbeitung wie den Durchlauf durch die Apparate unnötig erschweren bzw. unmöglich machen würde. Einschließlich der Emulsion beläuft sich die Stärke des Positivfilmes auf durchschnittlich 0,15 mm, während seine in den Grenzen von 34,9 bis 35 mm liegende Breite und auch die Perforation den vorgeschriebenen Normen entsprechen (s. S. 344 ff.). Den Verlauf der Dehnungskurve eines guten Positivfilmes zeigt die Abb. 131. Nach von K. Kieser vorgenommenen Messungen[3]) besaß dieser Film eine mittlere Reißfestigkeit von 19,3 kg und die sehr hohe Reißdehnung von 24 %. Bei 10 kg Belastung war die

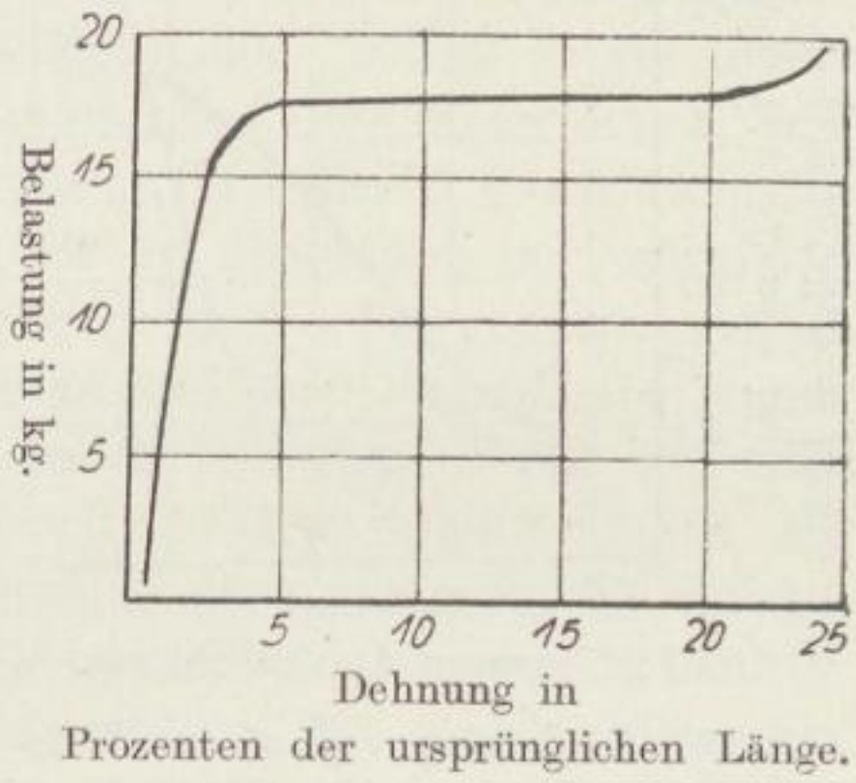


Abb. 131. Dehnungskurve eines Positiv-Filmstreifens von 15 mm Breite und 180 mm Länge.

1) s. H. Dehio, Kinotechnik 1928. **10.** 237—238 und K. Jacobsohn, Phot. Ind. 1928. **26.** 931—932.

2) J. G. Capstaff u. M. W. Seymour, Abr. Scient. Publ. Eastman Kodak Research Lab. 1927. **11.** 86—88; s. a. Kinotechnik 1926. **8.** 617; ferner K. Jacobsohn, Phot. Ind. 1928. **26.** 932—933.

3) s. P. Krais, Werkstoffe, Leipzig, 1921, Bd. 2, S. 657.

Dehnung des 0,15 mm dicken Streifens 1,55 %. Die große unelastische Dehnung fand erst kurz vor dem Reißen statt, die Dehnungskurve verlief dabei fast parallel zur Abszissenachse, während sie bei 10 kg fast senkrecht, bis 17 kg wenig geneigt war. Der Film hielt 28 Doppelfalzungen aus. S. a. S. 381.

Nicht minder wichtig ist für den Positivfilm eine gute Transparenz sowohl des Zelluloids wie der Emulsionsschicht.

Als Emulsion besitzt der Kino-Positivfilm eine wenig gereifte feinkörnige Bromsilbergelatine, die in denkbar bester Weise die Wiedergabe aller Einzelheiten des Negativs ermöglichen soll. Der Silbergehalt beträgt auf den laufenden Meter x 3,45 cm etwa 0,17 g Ag. Die Kristallgröße des Bromsilbers liegt in den Grenzen von 0,25 μ und 0,7 μ bei einem Durchschnittsmaß von 0,5 μ, auf welches ein Anteil von je nach dem Fabrikat etwa 60—80 % des gesamten Bromsilber entfällt, das vorzugsweise dem Kristalltypus 2 angehört (s. S. 109 ff.), daneben aber auch Kristalle vom Typus 3 und 4 enthält.

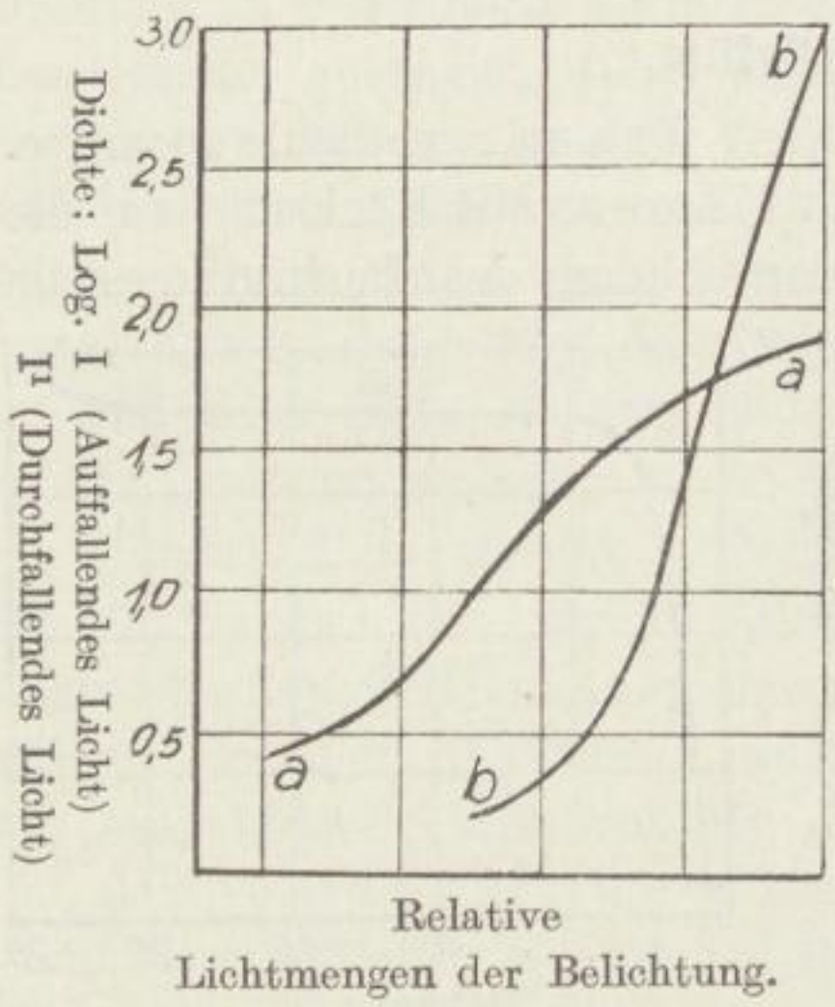


Abb. 132. Dichtekurven. a) eines Kino-Negativfilms. b) eines Kino-Positivfilms.

Die Schwärzungskurve entspricht den genannten Forderungen, zeigt also ein sehr steil ansteigendes Stück, das sich bis über die Dichte 3 hinaus fortsetzt, während die des Negativfilms (a der Abb. 132) nur eine mittlere Neigung zur Abszissenachse hat und nur ein verhältnismäßig kurzes Stück gerade zeigt. Die Durchschnitts-Schattendichte beträgt 1,90 und die Minimaldichte, die erforderlich ist um ein Bild genügend kontrastreich erscheinen zu lassen 1,40[1]. Die Empfindlichkeit des Kino-Positivfilmes beträgt mit 2—3° Sch. (= 12—15° H. u. D. oder 46—48 E. H.) nur etwa den zehnten Teil derjenigen des Negativfilmes. Seine Haltbarkeit ist beträchtlich größer als die jenes und erstreckt sich auf mehrere Jahre, die des bebilderten Filmes bei sorgfältiger Aufbewahrung auf Jahrzehnte.

1) s. hierzu Kodak Abstr. Bull. 1922. 8. 376. Report Nr. 1492.

Die Verpackung des Kino-Positivfilmes gleicht vollkommen derjenige des Negativfilmes (s. S. 347).

Sicherheitsfilm.

Engl.: safety film. Franz.: pellicule non-flam oder film de sécurité.

Dieser auf der Verwendung von Azetylzellulose beruhende Film (s. S. 269) findet gegenüber dem Zelluloidfilm eine beschränkte Anwendung als ebenfalls Kino-Positivfilm bei Herstellung von Lehr- und Reklamefilmen, in zunehmendem Maße auch bei der sich in den letzten Jahren außerordentlich verbreitenden Amateur-Kinematographie[1]), und zwar im Normalformat wie in Schmalformaten (s. S. 369). In Frankreich wird er statt des Zelluloidfilms zurzeit allgemein eingeführt[2]).

Äußerlich unterscheidet er sich in keiner Weise vom Zelluloidfilm, auch seine Emulsion ist die gleiche, doch besitzt er vor jenem den Vorteil einer schweren Entflammbarkeit, und wenn einmal entzündet, brennt er nur langsam weiter und erlischt meist bald. In Form einer aufgewickelten Rolle ist er überhaupt nur schwierig zur Entzündung zu bringen, und wird er im Vorführungsapparat bei Stillstand desselben dem Lichtbogenkegel der Bogenlampe ungefiltert ausgesetzt, so schmilzt die davon betroffene Stelle nur aus, ohne daß eine Flammenbildung eintritt. Als nachteilig ist die geringere Lebensdauer des Sicherheitsfilms zu bezeichnen, die infolge seiner geringeren mechanischen Widerstandsfähigkeit bei fortlaufender Beanspruchung nur etwa $^2/_3$ derjenigen des Zelluloidfilms beträgt; auch seine geringere Wasserbeständigkeit, infolge deren er gelegentlich eine seine Weiterverarbeitung störende Längenausdehnung erfährt, und ein leichter bisweilen unangenehmer Geruch, sind ihm anhaftende Mängel. Seiner allgemeinen Verwendung steht schließlich auch ein höherer Preis entgegen.

Rollfilme.

Engl.: roll film. Franz.: pellicule en bobine.

Allgemeines: Diese schon aus der Frühzeit der Photographie mit Bromsilbergelatine stammende Form des Aufnahmematerials (s. S. 257) ist in Amateurkreisen die beliebteste, da sie bei geringstem Gewicht — 9 Dutzend Rollfilmspulen der Größe 9×12 entsprechen dem Gewicht von nur einem Dutzend Trockenplatten gleichen For-

1) s. hierzu: Agfa, Handbuch für Kinematographie. Berlin 1926. S. 30; ferner Pathé-Cinéma, Le Film Vierge Pathé. Paris 1926. S. 145.

2) s. hierzu Filmtechnik, 1927. 3. 56. 75. 116.

mates — einen schnellen Wechsel von Aufnahme zu Aufnahme, und gleichzeitig einen unbehinderten Austausch belichteter Spulen gegen unbelichtete bei vollem Tageslicht gestatten. Demgegenüber steht der erhebliche Nachteil, daß die meisten Rollfilme bei voller Ausnutzung die Entwicklung erst nach Belichtung sämtlicher Teilstücke erlauben, und daß ein Ausgleich unrichtiger Belichtungen, der nur durch Zerschneiden des Filmbandes während der Entwicklung und gesonderte Nachbehandlung der einzelnen Teilbilder ermöglicht wird, dadurch immerhin erschwert ist. Hinzu kommt der Fortfall der Bildeinstellung auf der Mattscheibe und die größere Zahl möglicher Fehlerquellen, die teils im Film selbst und seiner komplizierteren Fabrikation begründet sind, teils in der gegenüber der Trockenplatte schwierigeren Handhabung bei seiner Verarbeitung.

Die Ausführungsform der Rollfilme ist im wesentlichen bei allen Fabrikaten die gleiche. Lange, in der Regel für 6 oder 12 Aufnahmen bestimmte Streifen von emulsioniertem Zelluloid sind mit einer Schmalseite an einem gleichbreiten aber beiderseitig längeren Schutzpapier angeheftet, und mit diesem auf eine Holz- oder Metallspule, die oben und unten zur Verhinderung des Eindringens von Licht mit Metallscheiben versehen ist, aufgespult. Ihre Verarbeitung geschieht bekanntlich in der Weise, daß die Spule zunächst bei Tageslicht in die Aufnahmekamera eingesetzt und durch eine Sperrvorrichtung gesichert wird. Der Anfang des die lichtempfindliche Folie sichernden Papierbandes wird darauf einer zweiten Leerspule zugeführt, die von außen durch einen Drehgriff betätigt werden kann. Zwischen beiden Spulen läuft zunächst das Schutzpapier, bzw. nach Schließen der Kamerarückwand das lichtempfindliche Filmband durch die Bildebene, und nachdem der ganze Film belichtet und auf der zweiten Spule aufgewickelt ist, wird er mit dieser dem Apparat wieder bei Tageslicht entnommen.

Aufbau der Rollfilme: Von dem Aufbau der Rollfilme geben nachfolgende Zahlen eine Anschauung, welche die ungefähren Werte bekannter Handelsmarken darstellen.

	Dicke in mm.
Gesamtfilm	0,130
Zelluloidschicht	0,085
Emulsionsschicht.	0,020
Rückseitige Gelatineschicht	0,025

Hinzu kommen noch die äußerst dünnen der Haftung der Emulsions- und Rückschicht dienenden Vorpräparationen des Zelluloids.

Schmelzpunkt der Emulsionsschicht . . . . . ca. 36—38° C.

Das Bromsilberkorn der Rollfilme gehört dem Typus 1 und 2 (s. S. 110/111) und vorzugsweise der Größenordnung 0,75—1,50 μ an. Je nach dem Fabrikat ist ihre Empfindlichkeit verschieden, liegt im allgemeinen aber bei etwa 14—16° Sch. (= 250—350 H. μ. D., oder 78—82° E. H.) Ihr Gamma beträgt etwa 75 bis 85°, der Schleier frischen Films soll die Dichte von 0,06 nicht überschreiten.

Verpackung der Rollfilme: s. S. 348—351.

Planfilme.

Allgemeines: Planfilme sind mehr oder weniger steife lichtempfindliche Folien, die als Plattenersatz dienen, und genau wie diese gehandhabt und verarbeitet werden. Zum Gebrauch in den üblichen Kassetten unterlegt man sie zur Versteifung mit Glas, Pappe oder dgl., doch kommen sie in den kleineren Formaten vorzugsweise in der Form von 12 einzelne Filmblätter enthaltenden „Filmpacks" in den Handel, die in verschiedenen meist geschützten Ausführungen mit Hilfe einer besonderen an den Aufnahmeapparat angepaßten Filmpackkassette einen leichten Wechsel der Filme bei Tageslicht und die unabhängige Entwicklung jeder einzelnen Aufnahme gestatten. Ihr größter Vorzug vor den Trockenplatten besteht in ihrem geringen Gewicht und Volumen, der sie besonders für Außenaufnahmen und Reisezwecke als ideales Aufnahmematerial empfehlenswert macht — es entspricht beispielsweise das Gewicht von 3 Dutzend Trockenplatten einem Gewicht von 10 Dutzend Packfilmen gleichen Formates — doch haben sie sich auch in beschränktem Umfange in den Ateliers der Fachphotographen eingeführt. Ein weiterer Vorteil der Planfilme ist ihre praktisch ausreichende Lichthoffreiheit.

Aufbau der Planfilme: Üblicherweise besitzen Planfilme eine Stärke von 0,25 bis 1,54 mm, zum Gebrauch in Filmpacks werden sie bis zur Größe 10×15 cm hergestellt, für Porträtzwecke bis 18×24 cm, für Röntgenaufnahmen und technische Zwecke bis zum Format 30×40 cm.

Die verschiedenen Arten der Planfilme: Porträtfilme — Reproduktionsfilme — Diapositivfilme unterscheiden sich im wesentlichen nur durch den verschiedenen, dem Zweck angepaßten Charakter ihrer Emulsion. So tragen also die erstgenannten eine sehr hochempfindliche Emulsion, Reproduktionsfilme, die zur Herstellung von Strichnegativen nach Strichvorlagen und von Raster-

negativen nach Halbtonvorlagen (Autotypie) dienen, eine photomechanische Emulsion, Diapositivfilme endlich eine Chlorbromsilberemulsion zur Anfertigung transparenter Bilder für z. B. Projektionszwecke. Dem besonderen Zweck entsprechend wird auch die Farbenempfindlichkeit verschieden gehalten. So findet man beispielsweise zur Reproduktion farbiger Pläne und Zeichnungen neben orthochromatischen auch panchromatische Filme mit durchsichtigem Zelluloid und zur Erleichterung einer Retusche solche mit mattierter Rückschicht. Diapositivfilme sind auch auf weißer Zelluloidunterlage im Handel, so daß die Bilder sowohl in der Aufsicht wie auch in der Durchsicht gleich gut sichtbar sind.

Verpackung der Planfilme: s. S. 354.

Röntgenfilme kommen als eine besondere Anwendungsform der Planfilme sowohl als Zelluloidfilme, in neuerer Zeit vorwiegend aber als „Sicherheitsfilm" in den Handel[1]), und fanden wegen ihrer mannigfachen Vorzüge vor den gleichartigen Platten, wie den ihrer Biegsamkeit, der Möglichkeit sie auf jedes gewünschte Kleinformat zuschneiden zu können, und ihrer bequemen Aufbewahrung eine immer zunehmende Anwendung für diagnostische Zwecke.

Aufbau der Röntgenfilme: Die Röntgenfilme bestehen aus dem Schichtträger (Zelluloid, bzw. Zelluloseazetat, oder auch einer Kombination beider Körper), der äußerst dünnen Vorpräparationsschicht, und der meist beiderseitigen Emulsionsschicht, die gewöhnlich noch mit einer dünnen Gelatineschicht zum Schutz gegen mechanische Verletzungen durch Reibung überzogen ist (Non-Abrasion Film). Die Gesamtstärke eines doppelschichtigen Röntgenfilms beträgt beispielsweise etwa 0,28 mm, die des Schichtträgers allein 0,23 mm.

Die üblichen Formate für Röntgenfilme sind:

kontinentale: in cm	bzw.	engl. und amerikanische: in inches
13 × 18		5 × 7
18 × 24		$6^1/_2 \times 8^1/_2$

1) Um den Gefahren der Aufbewahrung größerer Mengen von Nitrofilmen in bewohnten Räumen zu begegnen, und auch um die Beschaffung teurer Aufbewahrungseinrichtungen, wie sie die Feuerpolizei für solche verlangt, durch die Abnehmer zu vermeiden, beschlossen die deutschen Rohfilmfabriken einschließlich der deutschen Verkaufszentrale der Eastman Kodak Company für Röntgenzwecke nur noch den Sicherheitsfilm zu liefern. Phot. Ind. 1926. **24**. 431.

kontinentale: in cm	bzw.	engl. und amerikanische: in inches
24 × 30		8 × 10
30 × 40		10 × 12
		11 × 14
		14 × 17
für zahnärztliche Zwecke:		
3 × 4		$1^1/_4 \times 1^5/_8$
4 × 5		

Verpackung der Röntgenfilme s. S. 356.

FÜNFTES KAPITEL.

PRÜFUNG DER FILME.

Die Prüfung der Filme bezieht sich einerseits auf die Unterlage, anderseits auf die lichtempfindliche Schicht.

Für die Unterlage sind die mechanischen Eigenschaften von besonderer Bedeutung, weniger zwar bei den Negativfilmen, aber um so erheblicher bei den Positivfilmen, da diese annähernd 1000 mal durch den Kinoprojektionsapparat laufen müssen, ohne allzusehr durch Kratzer oder Einreißen beschädigt zu werden. Man verlangt von ihnen also eine hervorragende Festigkeit und gute Elastizität, ferner sollen sie während der Gebrauchsdauer nicht nennenswert einlaufen, da ja durch eintretende Abweichungen von der Norm beim Durchlaufen durch den Apparat ebenfalls die Haltbarkeit beeinträchtigt werden würde, die Wasserbeständigkeit oder richtiger die Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse der photographischen Bäder hat der üblichen Verarbeitungsweise zu genügen, und auch die Transparenz soll eine gute sein.

Je nachdem Zelluloid- oder Azetylzellulosefilme vorliegen, wird deren verschiedene Zusammensetzung auch unterschiedliche Prüfungsergebnisse zur Folge haben. Nach Untersuchungen von L. Clément und C. Rivière[1]) ist der Zelluloidfilm weniger elastisch, weniger brüchig und besitzt eine etwas höhere Dehnungsfestigkeit, der Azetatfilm schrumpft aber beim Aufbewahren an der Luft weniger zusammen. Beim Behandeln in den photographischen Bädern konnten keine Unterschiede im Verhalten beider festgestellt werden.

Die Ursache für die Überlegenheit der mechanischen Eigenschaften des Zelluloidfilmes ist offenbar in der verschiedenartigen Kolloidstruktur beider Zelluloseester begründet, denn wie Krüger[2]) durch Diffusionsversuche ermittelte, kommen der Teilchengröße von

---

1) Bull. de la Soc. Franç. de Phot., 1921. **8.** 343—347; ferner über die Wirkung der Lichtstrahlen auf die Widerstandsfähigkeit und Elastizität der Kinofilme: S. E. Sheppard und S. S. Sweet, Trans. Mot. Pict. Eng. 1924. **17.** 102—109.

2) Phot. Ind. 1928. **26.** 690—692; 1929. **27.** 373—375 u. 398—399.

gelöstem Zellulosetriazetat, das unter vollkommener Erhaltung der Faserstruktur der Zellulose gewonnen worden war, erheblich geringere Werte zu als der Teilchengröße von unter schonenden Bedingungen nitrierter Zellulose. Auch bei vorsichtiger Azetylierung scheint die Teilchenverkleinerung der Zellulose weiterzugehen als bei (schonender) Nitrierung.

Die Prüfung auf Zugfestigkeit bis zum Zerreißen und die dabei erfolgte Ausdehnung wird mit dem Schopperschen Festigkeitsprüfer (s. Abb. 133), dem Scottschen Serigraph oder einem ähnlich konstruierten Apparat vorgenommen, der zweckmäßig mit einer selbsttätig wirkenden Vorrichtung zum Aufzeichnen der Abhängigkeitslinie für Belastung und Dehnung ausgestattet ist, und dessen Dehnungsskala bis zu 30% gehen muß. Dabei ist es zu beachten, daß die mit solchen Apparaten erhaltenen Werte in hohem Maße von der Geschwindigkeit abhängen, mit der man sie ablaufen läßt, weil die Zellulose-Esterfilme, wie S. E. Sheppard, E. K. Carver und S. S. Sweet feststellten[2]), nur unvollkommen elastisch sind und eine Veränderung schon bei sehr geringen Belastungen zeigen.

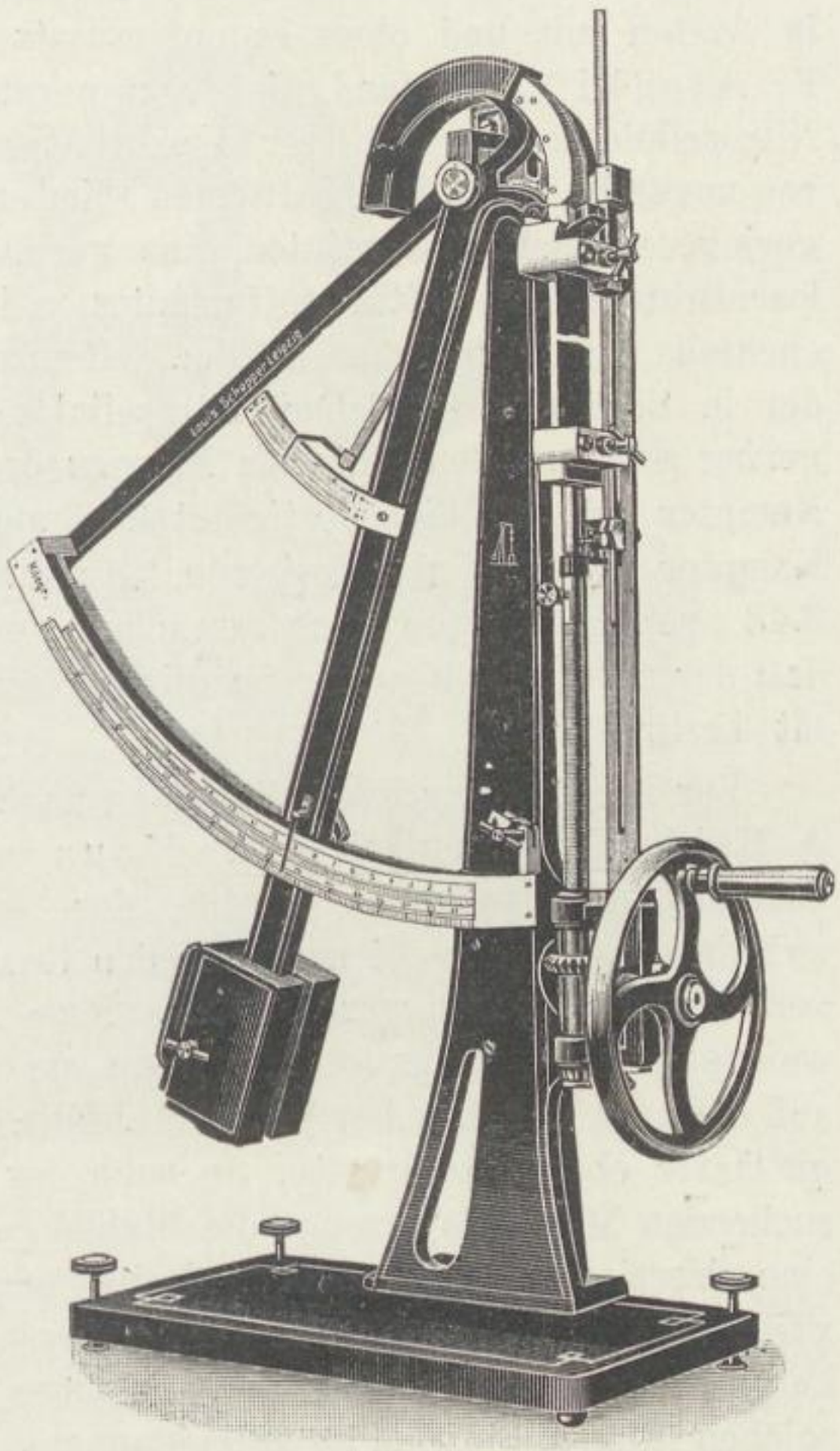


Abb. 133.
Festigkeitsprüfer von Louis Schopper, Leipzig.

1) Abr. Scient. Publ. Eastman Kodak Research Lab. 1925. 9. 203. No. 247.

Der Fortbewegungsmechanismus beansprucht den Film besonders auch auf Einreißfestigkeit. Bei langsamer Belastung verursachte ein Greifer mit 600 g das Einreißen der Perforation; um einen Riß weiterzuführen, genügten jedoch schon 50 g.

Filme, die durch Verdampfung verschiedener Zellulosenitrate in Azeton mit und ohne Kampferzusatz hergestellt waren, prüfte K. Atsuki[1]) und fand, daß aus normaler Zellulose hergestellte Nitrozellulosen von mäßiger Viskosität und einem Stickstoffgehalt von ungefähr 11 % den kräftigsten Film ergaben. Oxyzellulosenitrate geringerer Viskosität zeigten eine geringere Festigkeit und Zellulosenitrate höheren Stickstoffgehaltes und höherer Viskosität gaben ebenfalls einen schwächeren Film. Offenbar darf der Dispersionsgrad der in Lösung befindlichen Nitrozellulose weder zu hoch noch zu gering sein, um den festesten Film zu ergeben. Durch Zugabe von Kampfer wächst die Festigkeit bedeutend; Zugabe von 16,6 % Kampfer zu einem der festesten Nitratfilme läßt die Dehnung von 3,43 auf 8,56 kg pro qmm anwachsen, und Stabilitätsteste zeigten, daß der festeste Nitratfilm im allgemeinen auch die größte Stabilität besitzt.

Zur Prüfung der Elastizität kann auch der von R. O. Herzog, A. Hildesheimer und F. Medicus angegebene Schlagapparat[2]) vorteilhaft herangezogen werden, der im wesentlichen aus einem zwischen zwei Gleitschienen fallenden Gewicht mit einer Stahlkugel von 4 mm Durchmesser besteht. Man beobachtet die Wirkung, welche die Kugel hervorruft, wenn sie aus verschiedenen Höhen auf den unterzusetzenden Film herabfällt. Als Unterlage dient eine glasharte ebene Stahlplatte. Je nach der Elastizität des zu untersuchenden Materials erzeugt die Stahlkugel beim Fall auf den Film eine Vertiefung, ein Loch, einen mehr oder weniger großen x förmigen Riß oder aber der Film zerspringt gänzlich. Die Wirkung ist sehr charakteristisch. Sprünge und Risse entstehen bei solchen Filmen, die sich im Zerreißapparat noch als leidlich elastisch erwiesen haben; manche Filme zerspringen dagegen im Schlagapparat wie Glas.

Nur erwähnt sei, daß eine sehr genaue Methode zum Studium des Einflusses der Feuchtigkeit auf die Elastizität des Zelluloids

---

1) J. Fac. eng. Tokyo Imp. Univ. 1924/25. **15.** 55—116, 281—316, **16.** 135—156 nach Chem. Abs. 1925. **19.** 727, 728, 1626, 2411.

2) Zeitschr. f. angew. Chemie 1921. **34.** 57—60.

von A. Pazziani angegeben wurde[1]) und daß M. Briefer eingehende Studien über die Zusammenhänge der physikalischen Eigenschaften der Kinofilme unter Berücksichtigung von Temperatur, der Film-Dicke und Länge sowie der Emulsionsschicht im Hinblick auf die praktischen Erfordernisse bei der Projektion anstellte[2]).

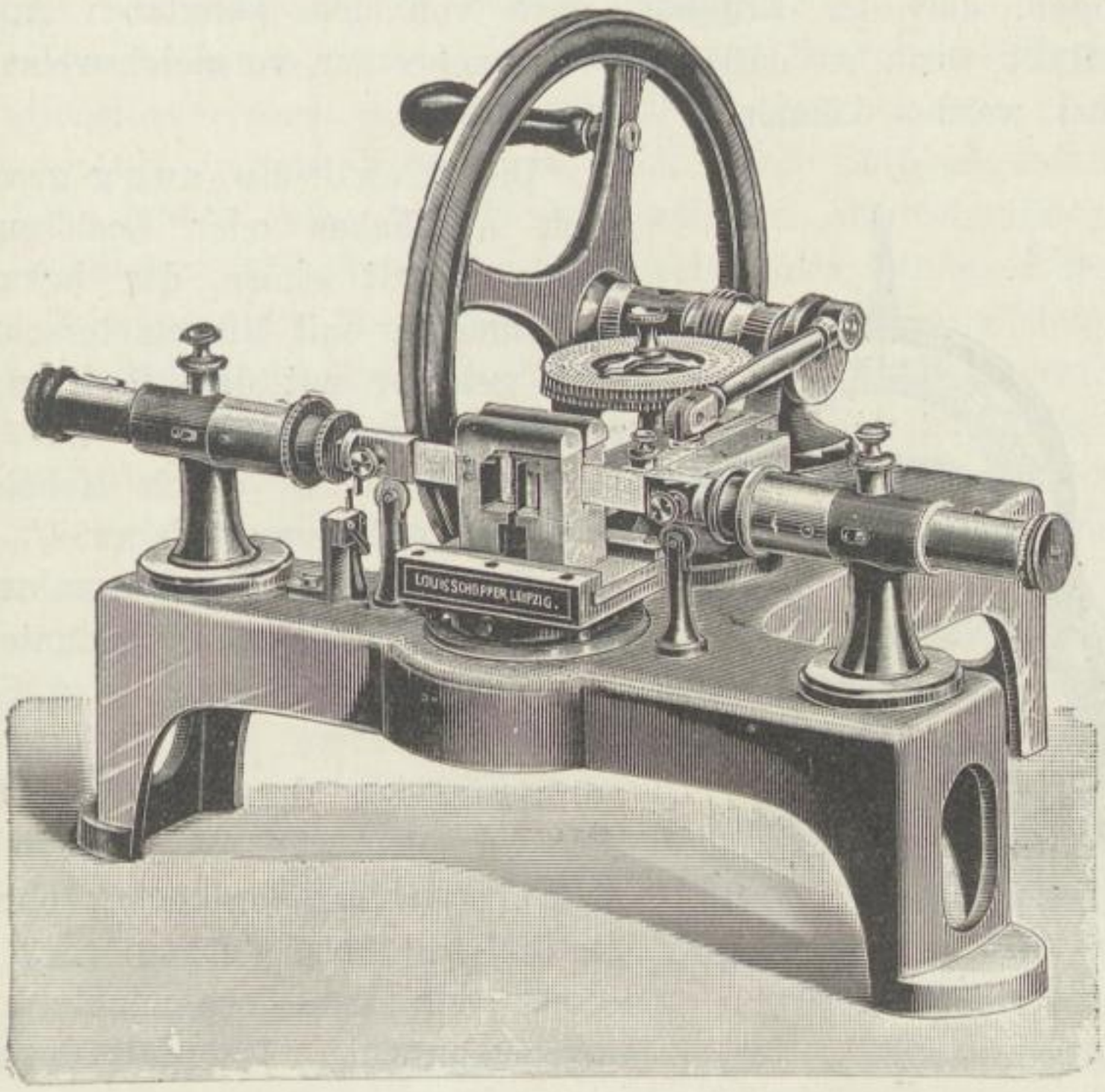


Abb. 134. Falzapparat von Louis Schopper, Leipzig.

Die Prüfung des Falzwiderstandes, d. h. die Zahl der wiederholten Brüche an gleicher Stelle bis zum Zerbrechen des Filmes geschieht von Hand oder besser mit Hilfe des Schopperschen Falzapparates, bei dem ein 15 mm breiter Streifen in ein geschlitztes hin und her zu bewegendes Blech gelegt und an beiden Enden festgeklemmt wird (s. Abb. 134). Man ermittelt die Zahl der Doppelfalzungen, die der Streifen bei bestimmter Zugspannung bis zum Bruch aushält. Sie betrug bei dem unter 1 erwähnten Film 28.

Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit beim

1) Science & Ind. Photogr. Mem. 1926, **6**, 2—3.
2) Trans. Mot. Pict. Eng. 1924. **8**. 177—205.

Durchlaufen durch den Projektionsapparat bis zum Zerreißen ist von größtem praktischen Wert. Man bedient sich dazu eines sorgfältig mit den Enden zusammengeklebten 2 m langen Streifens und verlangt, daß dieser Film 700—900 mal durch den Apparat läuft ohne zu zerreißen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Ergebnis auch von dem benutzten Apparat beeinflußt wird, so daß diese Versuche nur vergleichsweise ausgeführt werden können.

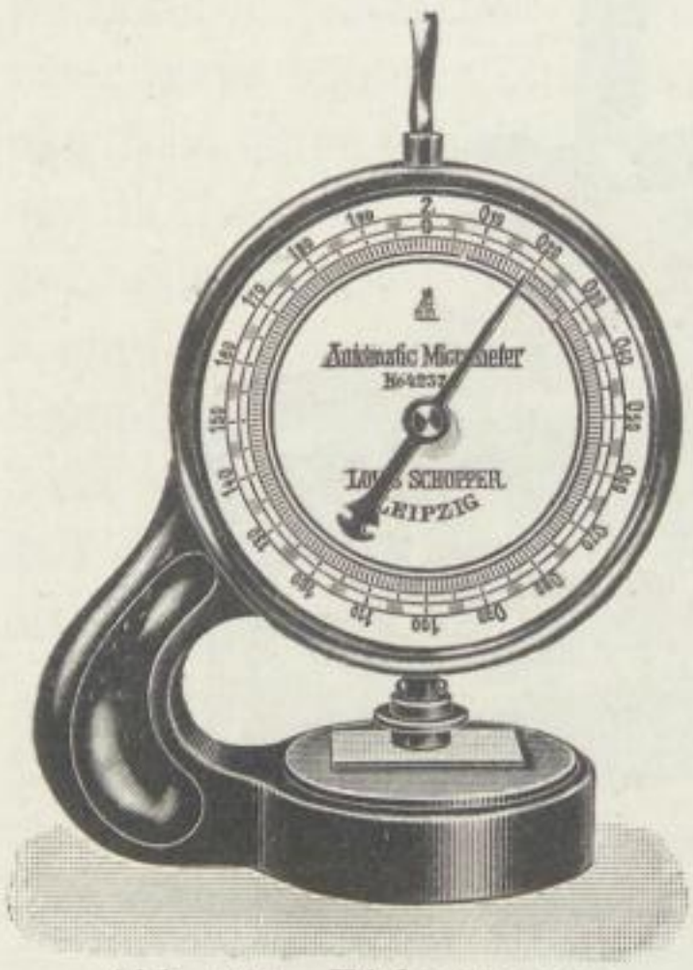


Abb. 135. Dickenmesser von Louis Schopper, Leipzig.

Die Dickenmessung geschieht nach Abschaben oder Loslösen der Emulsion mit einem der bekannten Dickenmesser mit Mikrometerschraube oder genauer mit dem Schopperschen Dickenmesser, der auf einer Skala mit Nonius durch Hebeldruck eine direkte Ablesung bis auf $^1/_{1000}$ mm gestattet (s. Abb. 135). Normalerweise beträgt die Dicke der Zelluloidunterlage eines Kinofilmes 0,13 mm (s. a. S. 368 und 371).

Prüfung der Perforation: Eine einwandfreie Perforation soll glatte, scharfkantige Löcher ohne irgendwelche Absplitterung oder Loslösung der Emulsionsschicht zeigen, wovon man sich nötigenfalls durch Betrachten mit der Lupe überzeugen kann.

Die Prüfung der Filme auf Richtigkeit und Genauigkeit ihrer Perforation erfolgt entweder mit eigens für Negativ-, für Positiv- und auch für bebilderten Film hergestellten Meßkämmen, über deren Zähne sich der betreffende Filmstreifen ohne großen Widerstand streifen lassen muß, oder durch Anlegen genauer Maßstäbe mit Noniuseinteilung, so daß man die Abstände auf $^1/_{10}$ Millimeter ablesen kann. Um die Genauigkeit der Ablesung zu erhöhen, liest man einen Abstand von 11 Löchern oder besser von 41 Löchern ab, und mißt die Entfernung von der Anfangskante des ersten Loches bis zur Anfangskante des 11. bzw. 41. Loches. Für unbelichteten Negativfilm müssen diese Strecken 47,7 bzw. 190,8 mm, für lichtempfindlichen Positivfilm aber 47,6 bzw. 190,4 mm betragen, der Schritt des Films wird dann im allgemeinen über die ganze Rolle

der gleiche sein, werden Abweichungen vermutet, muß die Messung an verschiedenen Stellen in gleicher Weise durchgeführt werden[1]). Abweichungen von 1 % sind im allgemeinen zulässig, da sie weder bei der Aufnahme noch beim Kopieren stören.

Eine in sich unregelmäßige Perforation wird durch genaues derartiges Übereinanderlegen zweier Filmstücke erkannt, daß sich die Kanten desselben decken, und daß zwei übereinanderliegende Perforationslöcher einen schmalen Spalt gemeinsam haben. Ist die Perforation eine regelmäßige, so ist auch dieser Luftspalt bei allen folgenden Löchern genau gleich weit, während Abweichungen derselben entweder unregelmäßige oder periodische Fehler erkennen lassen. Bei dieser Prüfung zeigt sich auch, ob korrespondierende Perforationslöcher genau senkrecht auf den Filmkanten stehen. Ist dies nicht der Fall, so ist der Luftspalt an sich schon keilförmig und seine Größe ist an beiden Seiten eine mehr oder minder unterschiedliche, was naturgemäß eine einseitige Beanspruchung und schnelle Abnutzung des Filmbandes zur Folge hat.

Über die Messung der Perforation, insbesondere mit dem von der Agfa herausgebrachten Perforations-Meßstab, siehe auch die bereits auf S. 344 gemachten Ausführungen.

Eine Prüfung der Filme auf Einlaufen, das infolge des allmählichen Entweichens von Lösungsmittelresten mit der Zeit vor sich gehen kann, wird in beschleunigter Weise dadurch vorgenommen, daß man den zuvor gemessenen Film mehrtägig einer Temperatur von 60° aussetzt und ihn dann zum wiederholten Male mißt, wobei angenommen wird, daß diese zeitweise Temperaturerhöhung einer längeren Aufbewahrung bei gewöhnlicher Temperatur gleichzusetzen ist.

Die normale Schrumpfung eines Kinofilmes beträgt bei einer Durchschnittstemperatur von 60° und 70% durchschnittlicher relativer Feuchtigkeit in 720 Stunden erfahrungsgemäß 1,5%. Weitere Aufschlüsse über den Betrag und die Gleichförmigkeit gewaschener und getrockneter Filme geben die Arbeiten von H. L. Curtius[2]) und H. Lummerzheim[3]).

---

1) s. hierzu K. Kieser in F. Paul Liesegang, Wissenschaftliche Kinematographie, Leipzig 1920, S. 223 und 224, H. Joachim, Kinotechnik 1926. **8.** 537—540, ferner über die Fehler der „Verperforierung" und die Perforationsversetzung in der Längsrichtung A. Székely, Filmtechnik 1927. **3.** 379—381.

2) Journ. Opt. Soc. Amer. 1923. **7.** 275.

3) Kinotechnik 1928. **10.** 352—356.

48 Stunden im Exsiccator über Schwefelsäure getrocknet, verliert ein Kino-Rohfilm rund 6% seiner Länge, die er aber wiedererlangt, wenn er nur etwa 10 Minuten bis zum Klebrigwerden der Schicht über Wasser von 50—60° gelegt wird.

Zur Prüfung auf Wasserbeständigkeit werden die Filme 24 Stunden in Wasser von Zimmertemperatur gelegt. Dabei dürfen sie sich nicht in übermäßiger Weise ausdehnen, sollen sich nicht trüben oder gar weiß werden, und dürfen auch ihre nach den schon genannten anderen Prüfungsmethoden festgelegten Eigenschaften nicht verlieren.

Im engen Zusammenhange mit der Wasserbeständigkeit stehen die Einflüsse der photographischen Bäder, die von F. E. Roß eingehend untersucht wurden[1]). Aus den Ergebnissen dieser Arbeit ist hervorzuheben, daß die Schrumpfung in der Längsausdehnung im allgemeinen um etwa $^1/_5$ größer ist als in der Filmbreite, falls wässrige Lösungen wie Entwickler in Frage kommen. Dabei ist der Einfluß der Gelatine ein sehr bedeutender, denn während ein reines Zelluloidband von 0,8 mm Dicke um etwa 0,32% zusammenschrumpft, zieht sich ein gelatinierter Film von 0,12 mm Dicke um 0,47% zusammen. Auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, das Alter der Filme und die Länge der Streifen verlangen berücksichtigt zu werden. Alkohol wirkt durch seine Fähigkeit, Zelluloid teilweise zu lösen und stark zu quellen, sehr schädlich, es ergeben sich Unterschiede bis zu 10 %.

Die aus Zelluloid bestehende Filmunterlage enthält nach J. I. Crabtree[2]), wie hier bemerkt sei, 1 bis zu 2% Feuchtigkeit, der Gelatineüberzug 10—12%, wenn er sich im Gleichgewicht mit einer Atmosphäre von 60—70% rel. Feuchtigkeit befindet. Trockne Gelatine absorbiert die Feuchtigkeit verhältnismäßig rasch, wenn sie einer feuchten Atmosphäre ausgesetzt wird, die ausgetrocknete Zelluloidunterlage dagegen bedeutend langsamer. Selbst wenn diese vollständig in Wasser eingetaucht wird, vergehen doch 20 bis 30 Stunden bis sie das Maximum an Wasser absorbiert hat.

Um Verzerrungen auf kleinen Filmstücken festzustellen, bedient man sich nach Roß eines Linienrasters mit 50 Linien auf 1 mm. Gefunden wurden von ihm Verzerrungen von ca. 0,003 mm bei 1 cm Länge des untersuchten Filmstückes.

---

1) Phot. Journ. 1924. **64.** 37—45; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 81—83.
2) Trans. Mot. Pict. Eng. 1927. **11.** 292.

Prüfung auf Kältebeständigkeit kann in manchen Fällen angezeigt sein. Sie wird vorgenommen, indem man die Filme in einem durch eine Kältemischung abgekühlten Kasten einige Zeit lagert und nach dem Herausnehmen sehr schnell, bevor sie wieder die Temperatur ihrer Umgebung angenommen haben, knittert, wobei der Film nicht brechen darf[1]).

Messungen der Lichtdurchlässigkeit der Filme werden in der Praxis kaum ausgeführt werden. Gelegentlich gefundene Zahlenwerte haben immerhin ein erhebliches Interesse. Nach Untersuchungen von Rehländer[2]) beläuft sich der Lichtverlust bei belichteten Filmen auf ca. 9 %, bei verschleierten unbelichteten Filmen auf 4 %, während er bei schichtlosen Zelluloidbändern nur 1 % ausmacht.

Eine Prüfung der Entflammbarkeit wird am einfachsten im Projektionsapparat ausgeführt, indem man den Film nach Entfernung der Wasserkühlküvette zum Stillstand bringt.

Die Prüfung der photographischen Eigenschaften der Filme geschieht nach den gleichen Gesichtspunkten und Methoden wie sie für Trockenplatten Geltung haben (s. Bd. III, 5.).

Erwähnt sei hier nur ein Spezialschwärzungsmesser zur Ausmessung der kleinen Bildelemente bei Kinofilmen, der von J. G. Capstaff und N. B. Green angegeben wurde[3]).

Hinzu kommt für Kinofilme eine Beobachtung in der Projektion, durch welche Verunreinigungen aller Art leicht erkennbar sind, die durch eine anschließende mikrokospische und mikrochemische Untersuchung identifiziert werden können. Für fortlaufende Prüfungen dieser Art wurde ein besonders zweckdienlicher Apparat von V. D. Kelley beschrieben[4]).

Prüfung auf Haltbarkeit (s. hierzu a. S. 357—361). Diese sowohl für den Fabrikanten wie für den Abnehmer sehr wichtige Feststellung, wie weit die Emulsion der Filme äußeren Einflüssen bzw. den Einwirkungen des Duplexpapieres und der Packung widersteht, geschieht zweckmäßig so, daß man Proben der unter normalen Aufbewahrungsbedingungen belassenen Filme in Abständen von 1, 2, 3, 6 und 12 Monaten abgestuft kurz belichtet und entwickelt, wobei

1) Zeitschr. f. angew. Chemie 1921, **34.** 57—60.

2) Ber. d. Deutsch. Kinotechn. Ges.; ref. Phot. Ind. 1924. **22.** 405.

3) Abr. Scient. Publ. Eastman Kodak Research Lab. 1924. **8.** 30; ref. Phot. Ind. 1925. **23.** 724—725.

4) Trans. Mot. Pict. Eng. 1927. **11.** 224—226.

etwaige Zersetzungserscheinungen in der Durchsicht leicht erkennbar sind. Daneben wird in Fabriken vielfach der sogenannte „Inkubationstest“ angestellt[1]), der darin besteht, daß man die in ihrer normalen Verpackung befindlichen Filme unter bestimmten, Zeitdauer, Temperatur und Feuchtigkeit umfassenden Bedingungen in einem Thermostaten beläßt und sie dann ebenfalls abgestuft kurz belichtet und entwickelt. Der lichtdicht gehaltene, zweckmäßig elektrisch beheizte Thermostat wird mit einer Wasser enthaltenden Schale beschickt und in der Regel auf 50° C eingestellt, doch wird man in Sonderfällen auch mit Temperaturen von 40 oder 45° auskommen. In dieser Weise künstlich herbeigeführte ungünstige klimatische Verhältnisse (Tropenklima) läßt man auf die zu prüfenden Filme einwirken, und gewinnt bei, je nach Umständen täglich, mehrtägig oder wöchentlich vorzunehmenden Stichproben schon nach sehr kurzer Zeit — meist schon innerhalb von 2—14 Tagen — ein Urteil, wie weit diese derartigen Einflüssen widerstehen.

1) s. hierzu K. Kieser, Phot. Ind. 1926. **24.** 303—304 und C. Emmermann, Phot. Ind. 1926. **24.** 384—386.

Dritter Abschnitt.

Fabrikation der Entwicklungspapiere.

ERSTES KAPITEL.

GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER BROMSILBER- UND GASLICHTPAPIERFABRIKATION.

Entwicklung der Bromsilberpapierfabrikation.

Erste Ausführung eines Bromsilberdruckes und beginnende Fabrikation: Die Bromsilbergelatine wurde auch für den Positivprozeß nutzbar gemacht, der Bromsilberdruck zuerst von P. Mawsdley 1873[1]) erwähnt, und zuerst von Swan in London 1880[2]), und etwas später von Lamy in Paris um 1880 aufgenommen, und Bromsilberpapier fabrikatorisch in Courbevoie (Seine) hergestellt.

Aufstellung der ersten Gießmaschine: Als dann die Eastman-Kodak-Company nach Aufstellung der ersten Gießmaschine (1884) mit der Fabrikation im großen Maßstabe vorangegangen war, und sich dieses Papier einzuführen begann, folgten ihr hierin um 1900 sowohl in England wie in Deutschland und Frankreich eine ganze Reihe zum großen Teil noch heute existierender wohlbekannter Firmen, und es entstand nicht nur eine neue Industrie der Entwicklungspapiere selbst, sondern auch eine solche, die sich mit deren Verarbeitung auf maschinellem Wege befaßte: der photographische Rotationsdruck.

Industrielle Entwicklung der Bromsilberpapier-Fabrikation: In Amerika: Von kleineren Unternehmungen oder solchen, die nur vorübergehenden Bestand hatten abgesehen, gelangten in Amerika im Laufe der Zeit noch zur Geltung die Ansco-Company in Binghamton, N. Y., The Haloid Company in Rochester, N. Y., und die Defender Photo Supply Company, Inc., ebenfalls in Rochester, N. Y.

In England: Zu den ältesten englischen Firmen, die sich auf die Fabrikation von Entwicklungspapieren legten, gehören Morgan und Kidd in Richmond, London, Marion, Edwards, die

1) Yearbook of Photography 1874, **24.** 116.
2) Phot. News 1880, **24.** 318.

Britannia-Works in London, Wellington & Ward, Ltd. in Elstree, Herts, und Thomas Illingworth & Co., Ltd., Park Royal, Willesden Junction, N. W. 10.

In Oesterreich: In Oesterreich war Dr. E. Just in Wien der erste, der sich mit dem neuen Verfahren befaßte, und es hier durch Aufnahme der Fabrikation bodenständig machte[1]). Von späteren Unternehmungen wurden allgemeiner bekannt Ferdinand Hrdličzka in Wien und die Neobrom G. m. b. H. in Brünn (1913).

In Deutschland: Hier wurde die Bromsilberpapierfabrikation zuerst von Dr. Stolze in Berlin[2]), der Gust. Schaeuffelenschen Papierfabrik in Heilbronn am Neckar (1892)[3]), der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin (1898)[4]), von Dr. Riebensahm & Posseldt, Berlin („Riepos-Brom extra" 1899)[5]), der Photochemischen Fabrik Liesegang in Düsseldorf („Leukobromid-Papier", 1899)[6]), und besonders von der Neuen Phot. Gesellschaft, A.-G., Berlin-Steglitz (1899 gegründet, doch als G. m. b. H. schon ab 1894 bestehend) aufgenommen, die lange Zeit eine führende Rolle einnahm, und ihrer Fabrikation nicht nur eine eigene Verarbeitungsabteilung größten Maßstabes[7]) (Photogr. Rotationsdruck, s. S. 555) und einen Bildverlag angliederte, sondern auch gleichartige ausländische Unternehmungen: die Société Industrielle de Photographie in Rueil bei Paris, The Rotary Photographic Ltd. in West-Dayton bei London, und die Compagnia Rotografica in Mailand als Tochtergesellschaften unterhielt. Während dieses seinerzeit sehr bedeutende Unternehmen später aber den Rotationsbetrieb aufgab, und mit seiner Fabrikation in der Mimosa A.-G.-Dresden aufging, besteht noch heute die im Jahre 1900 in Berlin als G. m. b. H. gegründete Rotophot A.-G.[8]), die als Rotationsdruckanstalt das von ihr verarbeitete Papier selbst herstellt, und in deren Betrieb ebenfalls eine Reihe von Arbeitsmethoden geschaffen wurden, die heute allgemein eingeführt sind.

---

1) E. Just, Der Positivprozeß auf Gelatine-Emulsionspapier, Wien 1885.
2) s. 5. Aufl. dieses Bandes 1903, S. 617.
3) ebenda.
4) ebenda.
5) Eders Jahrb. f. Phot. 1900, **14.** 580, 1901, **15.** 640.
6) Eders Jahrb. f. Phot. 1900, **14.** 580.
7) Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 512.
8) Eders Jahrb. f. Phot. 1900, **14.** 581.

Auch die heute größte deutsche Fabrik für Entwicklungspapiere, die Mimosa A.-G. in Dresden, kann ihren Ursprung auf jene Zeit zurückführen, da sie aus der seit 1899 bestehenden Rheinischen Emulsionspapierfabrik Heinrich Stolle, G.m.b.H. hervorging, die ihrerseits aus einer schon 1893 oder 1894 in Köln-Ehrenfeld von Wandrowsky und Antonetty gegründeten kleinen Fabrik und einer Umgründung derselben in die Emulsions Albuminpapier-Fabrik, A.-G. in Köln entstanden war, nachdem die Versuche ihrer Vorgänger brauchbare photographische Papiere herzustellen, fehlgeschlagen waren. Mit der um 1900 aufgenommenen Fabrikation von Bromsilberpapier stieg zwar der Absatz, doch war die Rentabilität der neuen Gesellschaft eine noch ungenügende. 1904 ging die Firma mit der in München ansässigen Zelloidinpapierfabrik Dr. Opitz & Co. eine Verschmelzung ein, und es entstand die Rheinische Emulsionspapierfabrik A.-G. in Köln, die sich mit der Fabrikation fast aller damals bekannten Papiersorten befaßte. Aber erst mit der Verlegung des Unternehmens im Jahre 1904 nach Dresden, dem Sitz der deutschen Photoindustrie, setzte der Aufschwung der Gesellschaft ein, deren Name 1911 in „Mimosa A.-G." umgewandelt wurde. 1919 beteiligte sich die Mimosa an der Gründung der Trapp & Münch, A.-G. in Friedberg (Hessen), 1920 übernahm sie durch Fusion die Neue Photogr. Gesellschaft, A.G. in Berlin-Steglitz, und 1926 erwarb sie schließlich den größten Teil des Aktienkapitales der Unger & Hoffmann, A.-G. in Dresden. Ihrem ursprünglichen Arbeitsgebiet gliederte sie 1924 noch einen Emulsionsbetrieb für Filme, und 1926 einen solchen für Trockenplatten an[1]).

Eine ganze Reihe weiterer Unternehmungen, darunter besonders solche, die vordem Auskopierpapiere hergestellt hatten, legten sich im Laufe der Jahrzehnte mit mehr oder weniger Erfolg auf die Fabrikation von Bromsilber- und Gaslichtpapieren, so von bekannteren die Ver. Fabriken Photogr. Papiere in Dresden, Kraft & Steudel, G.m.b.H., Dresden, Arndt & Löwengard (heutige Leonar-Werke) in Wandsbek, und die Farbenfabriken, vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen, deren Erzeugnisse nach der Verschmelzung dieser Werke mit der I. G. Farbenindustrie A.-G. unter dem Namen „Agfa" auf den Markt kamen.

In Frankreich und Belgien: Von bedeutenden französischen Firmen sind zu nennen: A. Lumière & ses fils in Lyon, heute

1) Phot. Ind. 1927. **25.** 473.

Lumière & Jougla, ferner Grieshaber, frères & Co., Saint-Maure (Seine), La Société Industrielle de Photographie, S. A., Rueil (S. u. O.) und R. Guilleminot, Boespflug & Cie., Paris, von belgischen L. Gevaert & Co., Soc. Ame. in Oude-God bei Antwerpen.

Auch in verschiedenen anderen Staaten wurde die Fabrikation von Entwicklungspapieren bodenständig, so in Italien (Società Anonima Tensi in Mailand), in Spanien (Industria Fotoquímica A. Garriga, jetzige Industria Fotoquímica Nacional, S. A. in Barcelona), in der Tschecho-Slowakei (Neobrom, G. m. b. H. in Brünn und Aktinofot A.-G. in Prag), usw.

Einführung verschiedener Sorten von Bromsilbergelatinepapier.

Bromsilber-Strukturpapiere: Auf die Herstellung von mit Strukturen versehenen Bromsilberpapieren legte sich besonders die Gust. Schaeuffelensche Papierfabrik in Heilbronn a. N. Sie brachte im Jahre 1900 ihr in weiten Kreisen bekannt gewordenes Pyramidenkornpapier unter dem Namen „Pyramiden-Platino-Brom" heraus[1]), während zur etwa gleichen Zeit Collemant in Paris ein solches mit künstlicher Seidenstruktur erzeugte[2]).

Auch dadurch, daß man die Oberfläche sowohl mehr oder weniger glänzend, als auch matt und narbig, weiß und gelblich getönt hielt, suchte man dem Papier einen verschiedenartigen Charakter zu geben.

Glänzende Bromsilberpapiere: Glänzendes Bromsilberpapier für positive Kopien brachte zuerst Lumière in Lyon in den Handel[3]), dann als „Bromaryt" in weißer und rosa Farbe die Neue Photogr. Gesellschaft m. b. H., Berlin-Steglitz[4]).

Matte Bromsilberpapiere: Mattes Bromsilberpapier vertrieb zuerst 1894 die Zweigniederlassung der Eastman-Kodak-Company in London als „Platinobromid-Paper"[5]), eine Bezeichnung, die bald auch von andern Firmen in England angenommen wurde, wie von Elliott & Sons, Ltd. in Barnet (Herts), von den Bri-

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 640.
2) Moniteur de la Phot. 1901, S. 15; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 640.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1898, **12.** 408.
4) Eders Jahrb. f. Phot. 1896. **10.** 478.
5) The Amateur Photography 1894, S. 98.

tannia Works Ltd., London (Ilford), von Wellington & Ward, Ltd. Elstree (Herts), von Marion, Edwards u. A., um damit auf den echten Platinbildern ähnlichen Charakter ihrer neu erzeugten Papiere hinzuweisen [1]). Die Firma A. Lumière & ses Fils bezeichnete es als „Porcellaine-Papier“ [2]).

Derartige Mattpapiere kamen sowohl mit glatter wie rauher Oberfläche in den Handel, letztere seit 1898 auch in Chamoistönung durch Morgan & Kidd in Richmond, London-S. W. unter der Bezeichnung „Cream-Crayon-Bromide Paper“ [3]), und von anderer Seite als sogen. „Royal-Bromid-Paper“.

Das Mattieren soll bei Lumière zuerst durch Zusatz von Kieselguhr zur Emulsion erfolgt sein [4]), allgemein führte sich jedoch ein Stärkezusatz ein, ein Verfahren, das trotz seiner älteren Bekanntgabe durch Ferran und Pauli (1879) zu einer Patenterteilung an G. J. Junk und zu einem Patentstreit zwischen diesem und der Eastman-Kodak-Company führte [5]), und trotz der älteren Ferranschen Publikation vom deutschen Patentamt zugunsten Junks entschieden wurde [6]). Mit Arrowroot mattierte Bromsilberpapiere brachte die Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin, in den Handel [7]), und ein Patent auf ein Verfahren, nach dem der photographischen Emulsion tierische oder pflanzliche Fette (z. B. Milch oder Rizinusöl) in feinster Verteilung zugefügt werden, wurde der Neuen Photogr. Gesellschaft m. b. H., Berlin-Steglitz, erteilt [8]).

Röntgen-Bromsilber-Papier: erzeugte die gleiche Gesellschaft ab 1906 [9]).

Metallglänzende Bromsilberpapiere: Bromsilbergelatine wurde von E. Bühler in Schrießheim auch auf metallglän-

---

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 512.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 640.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 512.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 640.

5) D. R. P. 83 049/1893 für Georg Jacob Junk; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1896, **10.** 482.

6) Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 514, 1900, **14.** 580 mit Hinweis auf einen den gleichen Gegenstand behandelnden Artikel von Beckett Lloyd im Brit. Journ. of. Phot., 1882. **29.** 180—181.

7) Eders Jahrb. f. Phot. 1898. **12.** 437.

8) D. R. P. 96 003/1896 der Neuen Photogr. Ges. m. b. H.; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 513, 1900 **14.** 579, 1901 **15.** 638.

9) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, **20.** 494.

zendes Papier aufgetragen, und als „Metallotyp-Papier“ verkauft[1]).

Bromsilberemulsion auf Stoffen: In gleicher Weise wie Papier wurden auch Stoffe, insbesondere Leinen („Photoleinen“) und Seide mit Bromsilberemulsion überzogen und in den Handel gebracht, so von M. Boy (1900)[2]), von J. Jougla, Soc. An., von G. J. Junk (1892)[3]), von R. Talbot (1892)[4]), von der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering[5]), von Dr. Adolf Hesekiel[6]), und von der Neuen Photogr. Gesellschaft, A.-G.[7]).

Ein Bromsilberpapier, dessen Rohstoff durch maschinelles Zusammenarbeiten von Papierbrei und Gewebe gefertigt, das daher die Haltbarkeit der Leinewand mit dem geschlossenen Aussehen des Papieres verband, stellte die Elberfelder Papierfabrik in Zehlendorf-Berlin unter dem Namen „Epag“ her[8]).

Negativpapier: Die Verwendung des Papiers als Unterlage für das Negativverfahren war bereits in den ersten Anfängen der Photographie versucht worden. Im Gelatine-Emulsionsverfahren kam man seit Anfang der 1880er Jahre in England auf die Herstellung von Papiernegativen zurück, wobei man darauf bedacht war ein möglichst kornloses Papier von gleichmäßiger Struktur als Unterlage zu wählen, damit das Korn beim Kopieren nicht störend wirke.

Zu den ersten Erzeugern gehörten Morgan & Kidd[9]) und M. L. Warnerke[10]) in London, dann F. Wilde in Görlitz, und besonders Eastman, Walker & Co. in Rochester, N. Y., die sich nach Aufstellung einer Gießmaschine zur Verarbeitung laufender

---

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 73 (Originalbeitrag); s. a. Phot. Chronik 1900, **7.** 530.

2) Franz. P. 305 156/1900; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1902, **16.** 522.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1896, **10.** 482.

4) s. 5. Aufl. dieses Bandes 1903. S. 619.

5) ebenda.

6) Eders Jahrb. f. Phot. 1897, **11.** 408, 1898 **12.** 408; s. a. Phot. Korresp. 1897, **34.** 119.

7) s. 5. Aufl. dieses Bandes 1903. S. 619.

8) Phot. Wochenbl. 1907, **33.** 31; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1908, **22.** 495.

9) Brit. P. 2781/1882. Nach demselben wurde feines Papier zur Entfernung von Mineralstoffen mit einer Säure behandelt, ausgewaschen, dann mit einer Lösung von Gelatine, Gummi und Alaun, in der Asbest, Talk oder Kaolin suspendiert ist, bestrichen, zwischen polierten Platten gepreßt, bestrichen wie vorher, mit Wachs geglättet, und schließlich mit Bromsilbergelatine überzogen. Ber. d. D. Chem. Ges. 1883, S. 451.

10) Warnerke ließ sich ein doppelseitig emulsioniertes Negativpapier patentieren, wodurch ein einseitiges Einrollen verhindert werden sollte.

Papierbahnen [1]) — 1884 — auf diese Fabrikation eingestellt hatten, bevor sie die Zelluloidfilm-Fabrikation aufnahm. Von O. Moh in Görlitz wurde die Fabrikation von Negativpapier 1898 wieder aufgegriffen, danach auch von andern Firmen, so von der Wellington & Ward Ltd. in Elstree, Herts (England), von Lumière in Lyon, der Société Industrielle de Photographie in Paris, der Gust. Schaeuffelenschen Papierfabrik in Heilbronn a. N. (1901), der Neuen Photogr. Gesellschaft, A.-G., Steglitz (1901) u. a. Meist wurden die Papiere in zwei verschiedenen Empfindlichkeiten (10° und 24° Warnerke) und auch zwei verschiedenen Stärken angeboten. Zum Gebrauch in Rollfilmkameras für Tageslichtwechslung brachte es die „N. P. G." z. B. in Spulenform als Negativfilm „Nega", außerdem in ihrer „Hemera"-Packung in flacher Form in den Handel[2]).

Abziehbares Negativpapier: Da das Papierkorn in Papiernegativen doch stets mehr oder weniger störend hervortritt, war man gleichzeitig immer bestrebt, Negativpapiere mit abziehbaren Schichten zu erzeugen, die man auf Glas übertrug[3]).

Die ersten Versuche in dieser Richtung machte Milmson[4]) bereits im Jahre 1877, ferner Ferran und Pauli[5]) 1880, später besonders Lumière und Eastman. Thiébaut in Paris (1886), F. Wilde[6]) in Görlitz (1887) und die Buntpapierfabrik von Goldbach i. Sa.[7]) brachten Kartons mit abziehbaren Emulsionsschichten auf den Markt.

Allgemeinere Verbreitung erlangte das abziehbare Rollenpapier von Eastman, Walker & Co. unter dem Namen der „Stripping-Films". Diese Papierfilme wurden 1884 patentiert und im ersten „Kodak", einer Kastenkamera mit zwei Spulen, die 1888 herausgebracht wurde, angewandt; der Film reichte für je 100 Aufnahmen, und mußte bemerkenswerterweise der Gesellschaft mitsamt der Kamera zum Entladen, Entwickeln und Drucken der Bilder sowie zur

1) Die Patentbeschreibung dieser ersten Gießmaschine für laufende Papierbahnen findet sich in Phot. News 1887, **31.** 683.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, **20.** 310 u. 495.

3) J. Gaedicke in Berlin suchte das störende Papierkorn durch Verwendung eines dünnen gefirnißten Pauspapieres zu vermindern. Eders Jahrb. f. Phot. 1889, **3.** 172.

4) Phot. Korresp. 1877, **14.** 225.

5) Phot. News 1880, **24.** 365.

6) Eders Jahrb. f. Phot. 1889, **3.** 172 u. 178.

7) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 641.

Neubeschickung eingesandt werden [1]). Daneben erzeugte die Gesellschaft ab 1888 auch „Transferrotyppapier", ein abziehbares Positiv-Bromsilberpapier für Kontaktdrucke und Vergrößerungen [2]).

Nach den ältesten Verfahren zur Herstellung derartiger abziehbarer Negativpapiere wurde die Gelatineemulsion auf gewachstes Papier [3]), oder Papier mit Zwischenschichten von leicht löslicher Gelatine [4]), Kollodium [5]), von Harz [6]), fettsauren Salzen [7]) oder Kautschuk [8]) aufgetragen. Das Abziehen der Bildschicht erfolgte dann entweder auf nassem Wege, wie z. B. bei den „Cardinal-Naßfilms" der Cardinal A.-G., Dresden und Köln — seit 1897 — [9]). oder wie es bei den „Seccofilmen" (1888) der Seccofilm-Ges.

---

1) s. hierzu F. Wentzel: „George Eastman und sein Lebenswerk", Phot. Korresp. 1927, **63.** 161—167.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1889, **3.** 383; s. a. M. Glashan, Phot. News 1888, **32.** 315; ref. Phot. Wochenbl. 1888, **14.** 198.

3) Phot. Korresp. 1877, **14.** 225.

4) In dieser Weise waren Eastmans abziehbare Papiere hergestellt. Das Papier trug zunächst eine leicht lösliche Gelatineschicht, dann die schwer lösliche Gelatineemulsion. Um ein belichtetes und entwickeltes Bild abzuziehen, reinigte man eine Glasplatte, überzog sie mit Gummilösung, trocknete, kollodionierte, legte nach dem Erstarren des Kollodiums in Wasser, quetschte das Papiernegativ an, und konnte das Papier nach etwa $^1/_4$stündigem Liegenlassen in warmem Wasser abheben, vgl. M. Glashan, Eders Jahrb. f. Phot. 1889, **3.** 383.

5) Eine Harz-Zwischenschicht soll schon Thiébaut 1886 benutzt haben. — Ein D. R. P. auf eine Harz-Zwischenpräparation nahm J. Booker. Phot. Mitt. 1897, **12.** 71; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1898, **12.** 409. — Ähnlich verfuhr Marandy unter Benutzung einer Benzin-Dammarharzlösung. Bull. Soc. Franc. de Phot. 1901, **47.** 392. — Hierher gehört auch das D. R. P. 91 518; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1900, **14.** 433.

6) Thornton und Rothwell präparierten Papier mit einer Lösung von fettsaurem Aluminium oder entsprechenden Zinksalzen in Benzol, trugen dann Chromalaungelatine auf, darauf die Emulsion. Brit. P. 17 164/1899; Photography 1900, **15.** 850; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1901, **15.** 642.

7) C. Harbers überzog Barytpapier mit Kollodium, dann mit Gelatineemulsion; derartige Filme kamen im Jahre 1901 unter der Bezeichnung „Victoriafilms" in den Handel.

8) Mit Kautschuk als Zwischenschicht präparierte Papiere brachte Balagny in den Handel. Bull. Soc. Franç. de Phot. 1897, **43.** 575; ref. Eders Jahrb. d. Phot. 1898, **12.** 409. Trotz dieser Publikation erhielt H. Spörl auf den gleichen Gegenstand das D. R. P. 124 849 (1900.).

9) s. hierzu Albert Hofmann, „Die Cardinal-Films", Eders Jahrb. f. Phot. 1900, **14.** 431 (Originalbeitrag) u. 579 — Das darauf erteilte D. R. P. 105 867 (1899) wurde 1901 für nichtig erklärt.

Dr. Hesekiel, Moh & Co.[1]) und auch bei den späteren Cardinalfilmen der Fall war, trocken. Auf trockenem Wege wurden auch die unter dem Namen „Glasolin-flat-Films" in Formaten hergestellten Filme abgezogen, die von der Thornton-Film Co. in Altrincham (England) auf lackierten Papieren durch Überziehen mit glyzerinhaltigen Gelatineemulsionen erzeugt wurden[2]). Die Übertragung geschah zur Herstellung von Diapositiven auf Glas, Porzellan und ähnlichen Flächen, aber z. B. zur Ausübung des Holzschnittes auch auf Holz oder für andere Zwecke auf Metall, und um ein Haften der Bildschicht auf diesen Materialien zu sichern, mußten die Flächen zuvor mit einer Chromalaun-Gelatinelösung vorpräpariert werden.

Alle diese abziehbaren Papierfilme wurden wieder verlassen und erst in der Nachkriegszeit kam man infolge von Materialmangel vorübergehend auf dieselben zurück. So erzeugte die Mimosa A.-G. um 1920 einen Negativfilm[3]) als Flach-Roll- und Packfilm, dem 1923 ein „Dia-Papier" als billiges Diapositivmaterial, dann auch ein photomechanischer Abziehfilm folgten. Die Farbenfabriken Friedr. Bayer & Co. stellten den Abziehfilm „Plattenfort" her[4]], die Leonar-Werke ein abziehbares „Foliotyp-Papier" für Bibliothekszwecke usw.[5]); vgl. hierzu auch Geschichte der Filmfabrikation S. 252 und 253.

Beiderseitig entwickelbare Papiere: Auf ein durchscheinendes auf beiden Seiten mit Emulsionen verschiedenen Charakters präpariertes Papier hatte schon A. Schwarz ein Patent erhalten[6]), die beiden auf diese Art zustande kommenden Bilder „sollten in der Durchsicht ein Bild „mit angenehmer Mischung aller Töne" geben. Spätere Patente bezweckten die Herstellung von beiderseitig kopierbaren Papieren ohne daß doch die Emulsionsschicht der andern Seite beeinflußt wird, was dadurch erreicht werden sollte, daß entweder das Papier selbst oder die Emulsion mit einer den Durchtritt

---

1) D. R. P. 117 310 (1898); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 511 u. 1900, **14.** 136; ferner Phot. Korresp. 1898 u. 1899.

2) Phot. Wochenbl. 1901, **27.** 406.

3) D. R. P. 354 294 (1920); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30.** 958.

4) D. R. P. 315 904 (1920); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30.** 958.

5) s. die Referate über die diesbezüglichen Verfahren und Patente in Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30.** 958—962.

6) D. R. P. 110 358 (1899); ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1901. **15.** 640.

aktinischer Strahlen verhindernden Substanz gefärbt wird [1]). Schließlich suchte man Rohpapier (Japanpapier) mit Emulsion zu durchtränken [2]).

Von praktisch erheblicher Bedeutung ist heute das in den Vereinigten Staaten erzeugte beiderseitig mit Emulsion überzogene Dokumentenpapier zur Herstellung ganzer Buchwerke (s. S. 499).

Selbstentwickelndes Bromsilber- (oder Gaslicht-) Papier durch Bestreichen der Rückseite mit einer z. B. Gummi arabicum als Bindemittel enthaltenden Entwicklermischung hergestellt, wurde in England patentiert, obwohl dem Verfahren jeder praktische Wert abzusprechen ist [3]).

Entwicklung der Gaslichtpapier-Fabrikation.

Erfindung der Chlorsilber- und Chlorbromsilberpapiere: Schon im Jahre 1881 hatten J. M. Eder und Pizzighelli gefunden, daß sich auch reine Chlorsilbergelatine mit nachfolgender Entwicklung ganz ausgezeichnet zur Bildherstellung eignet. Sie beschrieben die Ergebnisse ihrer Untersuchungen [4]) und führten deren praktische Ergebnisse (eine Reihe von Diapositiven usw.) in der Photographischen Ausstellung in Wien im gleichen Jahre vor.

Stolze schlug später (1887) vor, die Bilder nach erfolgtem Entwickeln und Wässern noch einem Tonungsprozeß unter Anwendung eines Goldchlorid und Rhodanammonium enthaltenden Tonfixierbades zu unterwerfen [5]), ein Verfahren, dessen Gelingen jedoch weitgehend von der Eigenfarbe, Größe und Struktur des Bildkorns abhängt [6]).

---

1) D. R. P. 269 683 (1913) für W. Renfrow und Franz. P. 454 229 (1913) für G. Wilcox.

2) D. R. P. 350 075 (1922) für A. E. Jacobson und Franz. P. 545 646 (1922) für F. W. Hochstetter.

3) Phot. Wochenbl. 1908. **34.** 295; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 381/382.

4) J. M. Eder und G. Pizzighelli, Beiträge zur Photochemie des Chlorsilbers. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. in Wien, vorgelegt am 13. Jan. 1881, Bd. 83, Abtlg. II, S. 144. — Nach W. De W. Abney wurden Brom-Chlorsilber-Gelatineemulsionen in befriedigender Weise zuerst von H. B. Berkeley hergestellt, dann auch von ihm selbst. Gleich anderen versuchte er schon etwa zwei Jahre früher, auch reine Chlorsilber-Gelatineemulsion herzustellen und erhielt mit solcher auf Platten bei Entwicklung mit Eisenoxalat brauchbare Bilder, doch schien die leichte Reduktionsfähigkeit der Chlorsilbergelatine einer praktischen Verwertung damals entgegenzustehen. Brit. Journ. of Phot. 1879. **26.** 614.

5) Phot. Wochenbl. 1887. **13.** 54.

6) s. hierzu F. Formstecher, Phot. Ind. 1929. **27.** 903.

Erste fabrikatorische Versuche (in Österreich und England): Versuche, derartige Papiere herzustellen, waren allerdings schon 1883 von Dr. E. Just in Wien, von Edwards und von Warnerke in England angestellt worden; letzterer erkannte und bezeichnete es mit anderen als das „Kopierverfahren der Zukunft"; 1889 kamen dann die Britannia-Works, Ltd. in London (Ilford) mit ihrem „Alpha-Papier" heraus[1]), 1901 Wellington mit dem „Slow-Contact-Paper".

Amerikanische Fabrikate: In Amerika war es das von L. H. Baekeland 1899 ausgearbeitete „Velox-Papier", das zuerst von der Nepera Chemical Co. in New York, später von der Eastman-Kodak Company erzeugt und vertrieben wurde, und eine ganz außerordentliche Verbreitung erlangte[2]). Neben dem „Cyko-Papier" der Ansco-Company (1910)[3]) steht es unter den amerikanischen Erzeugnissen noch heute an erster Stelle.

Erste deutsche und französische Fabrikate: Von ersten deutschen Fabrikaten dieser Art sind die von Raph. Ed. Liesegang ausgearbeiteten Papiere zu nennen, die unter den Bezeichnungen „Pan-, Tula- und St. Lukaspapiere" nur kurze Zeit im Handel waren, da ihre Herstellung durch die bekannte Trustbildung der damals alleinigen Rohstoffabrikanten Blanchet frères & Kleber in Rives und Steinbach & Co., Soc. Ame. in Malmedy unterbunden wurde[4]), bis andere Fabriken sich der Erzeugung photographischen Rohpapieres zuwandten und die damaligen Elberfelder Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. die Liesegangsche Papierfabrikation im Jahre 1904 ihrem eigenen photochemischen Betriebe eingliederten. Von den genannten Papieren wurde das „Panpapier", ein reines Chlorsilberpapier, am bekanntesten, da man mit seiner Hilfe zum ersten Male durch Änderung der Belichtungszeit und der Konzentration des Entwicklers die verschiedenen diesen Papieren eigenen Töne zu erreichen suchte[5]), worauf nicht nur die Fabrikanten hinwiesen[6]), sondern wofür auch aus Ver-

1) s. Brit. Journ. of Phot. 1888. **35.** 70—72, ferner Eders Jahrb. f. Phot. 1888. **2.** 476.

2) Phot. Korresp. 1927, **63.** 165.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1911, **25.** 510.

4) s. dieses Handb., Bd. IV, 1, 1928, S. 112.

5) s. hierzu: dieses Handb. Bd. II 1, 3. Aufl. 1927. S. 402.

6) L. H. Liesegang, Chlorsilber-Schnelldruckpapier, Düsseldorf 1901; s. a. Eders Jahrb. 1901, **15.** 667 1902 **16.** 572; Phot. Rundsch. 1901, **38.** 241.

Verbraucherkreisen eingehende Vorschriften veröffentlicht wurden[1]).

Sensibilisiertes Chlorsilberpapier fand kurze Zeit technische Anwendung und kam unter dem Namen „Ultrapan" um etwa 1905 in den Handel[2]). Durch die Sensibilisierung war die Empfindlichkeit dieses Papiers gegen elektrisches Glühlicht bis auf das fünfzigfache des ursprünglichen Wertes erhöht worden, so daß es einigermaßen möglich war dasselbe in den für Bromsilberpapier eingerichteten Rotationsmaschinen zu verarbeiten. Leider war seine Haltbarkeit eine nur wenig befriedigende.

Ein dem Panpapier ähnliches Papier, das „Ixi-Papier" der Soc. Ame. Utocolor in La Garenne-Colombes bei Paris, erlangte um 1913 in Frankreich eine gewisse Bedeutung[3]).

Die direkte Herstellung verschiedenfarbiger Bilder auf Entwicklungspapieren wurde bei dem „Chromalpapier" der Neuen Photogr. Ges. A.-G. durch Einverleiben von Kuppelungskörpern in die Emulsion erreicht, die beim Entwickeln mit den Oxydationsprodukten des Entwicklers Farbstoffe bilden[4]).

Die Neue Photogr. Gesellschaft kam 1902 mit dem „Lentapapier" heraus[5]), die Gust. Schaeuffelensche Papierfabrik in Heilbronn a. N. 1903 mit dem „Pala-Papier"[6]), das ab 1906 auch extrahart arbeitend[7]), und ab 1910 als Pyramidenkornpapier[8]) zu haben war, und aus der gleichen Zeit — um 1902 — datiert das „Imperial-Blitz" der Dresdner Photochemischen Werke Fritz Weber — um 1900 als Ernemann Photochemische Werke gegründet[9]) —, das Schwerter „Chlorobrom-Papier" der Ver. Fabriken Photogr. Papiere in Dresden[10]) und das Satrap-Gaslichtpapier der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin (1903)[11]).

---

1) Phot. Chronik 1901, **8.** 394; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1902, **16.** 575.
2) Mitteilung von Dr. K. Kieser an den Bearbeiter.
3) Phot. Korresp. 1913, **50.** 268; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1914, **28.** 347.
4) Fischer und Sigrist, Phot. Korresp. 1914. **51.** 181.
5) Eders Jahrb. f. Phot. 1902, **16.** 576.
6) Eders Jahrb. f. Phot. 1904, **18.** 493; Phot. Ind. 1904, **2.** 324.
7) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, **20.** 516.
8) Phot. Chronik 1909, **16.** 266 u. 490; ref. Eders Jahrb. 1910, **24.** 508.
9) Der Photograph 1926, **36.** 131.
10) Nachrichten der Ver. Fabr. Photogr. Papiere, Dresden 1907. **1.** 19.
11) Festschrift: Fünfzig Jahre Chemische Fabrik auf Actien, vorm. E. Schering, 1871/1921. S. 21.

Industrielle Weiterentwicklung: In der Folgezeit wandten sich fast alle bereits erwähnten in- und ausländischen Fabriken, die Bromsilberpapiere herstellten, auch der Erzeugung von Gaslichtpapieren zu und es entstanden auch eine Reihe von neuen Unternehmungen.

Einführung verschiedener Sorten von Gaslichtpapieren.

Da die ersten Gaslichtpapiere eine harte Tonabstufung zeigten, kamen sie mehr den Bedürfnissen der Amateure entgegen, die Fachphotographen verhielten sich daher zunächst ablehnend, und befreundeten sich mit den neuen Papieren erst, als es den Fabrikanten infolge fortschreitender Verbesserungen gelang, Emulsionen verschiedenen Charakters herzustellen, mit denen es bei deren richtiger dem Negativ angepaßter Auswahl möglich war, in allen Fällen befriedigende Abdrücke zu erhalten, die sich in den entweder durch direkte Entwicklung oder durch nachträgliche Behandlung erreichbaren Tönen den bis dahin allgemein bevorzugten Zelloidinbildern näherten. Aber auch der außerordentliche Vorteil, unabhängig vom Tageslicht in kurzer Zeit eine große Anzahl von Drucken herstellen zu können, erwarb den Gaslichtpapieren immer neue Anhänger und hatte deren fortlaufende Vervollkommnung zur Folge.

Porträt-Gaslichtpapiere: So tauchten im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte eine große Zahl neuer mit wenigen Ausnahmen auch heute noch erhältlicher Marken auf, unter denen die für den Atelierbedarf bestimmten Porträtpapiere (durchweg Chlorbromsilberpapiere) die begehrtesten sind. Zu den bekanntesten derselben gehören: das „Artos-Papier“ von L. Gevaert & Co, Soc. Ame. (1914), das „Artura-Papier“ der Eastman-Kodak-Company (1909), das „Cyko-Papier“ der Ansco-Company (1910), das „Palabrom-Papier“ der Gust. Schaeuffelenschen Papierfabrik (1912), das „Rano-Papier“ der Leonar-Werke (1911), das „Satrap-Fogas-Papier“ der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, und das „Velotyp-Papier“ der Mimosa-A.-G.

Amateur-Gaslichtpapiere: Die Weiterentwicklung ging dahin, daß man bestrebt war, den Verbrauchern mehrere Sorten verschiedenen Emulsionscharakters zur Auswahl an Hand zu geben, um es denselben zu ermöglichen, von nahezu jedem beliebigen Negativ doch einen befriedigenden Abzug zu erhalten. Das „Velox“-, „Lenta“-, „Fogas-Papier“ der schon genannten Firmen, das „Ridax-Papier“ von

L. Gevaert & Co., Soc. Ame., das „Sunotyp-Papier“ der Mimosa A.-G., und als neuestes das „Agfa-Lupex-Papier“ (1927) sind unter vielen anderen Beispiele dieser Klasse.

Auf diese Anpassung der Gaslichtpapiere an die Bedürfnisse der Fachphotographen und Amateure blieb aber ihre Vervollkommnung keineswegs beschränkt, sondern die Fabrikanten wurden bald vor die Aufgabe gestellt, diese Papiere auch besonderen Zwecken dienstbar zu machen.

Gaslichtpapiere für Fliegeraufnahmen: Zuerst betraf dies die Ausarbeitung von Papieren für Zwecke der Fliegeraufnahmen im Weltkriege, bei denen es darauf ankam, die feinsten in den meist sehr flauen Negativen kaum sichtbaren Gelände-Einzelheiten im Positiv mit aller Deutlichkeit wiederzugeben. Das geeignetste Papier dieser Art war in Europa zunächst die hart arbeitende Sorte des „Ridax-Papieres“ der Gevaert-Werke bei Antwerpen, dessen Fabrikation daher auch unter deutscher Kontrolle in den Kriegsjahren 1915—1918 durchgeführt wurde, während der Entente die gleichwertigen amerikanischen Papiere zur Verfügung standen. In Deutschland wurden diese Spezialpapiere erst während des Krieges zur Vollkommenheit ausgearbeitet.

Dokumentenpapier: Ein anderes Anwendungsgebiet eröffnete sich den Gaslichtpapieren in den letzten Jahren mit dem Aufkommen besonderer Vervielfältigungsapparate für Schriftstücke, Zeichnungen usw. zum Gebrauch in Banken, Werkstätten, Büros usw. Unter Bezeichnungen, die diese Verwendung des Papieres andeuten oder auf die dafür benutzten Apparate hinweisen, werden sie u. a. von der Mimosa-A.-G. und von den Byk-Guldenwerken als „Dokumenten-Papier“, von der Wellington & Ward Ltd. als „Recorda-Papier“, von der Photostat-Co. als „Photostat-Papier“ in den Handel gebracht (s. a. S. 444).

Metallglänzende Gaslichtpapiere: Auf eine Papierunterlage mit metallglänzender Schicht ist eine durch gewisse Farbstoffe sensibilisierte Gaslichtemulsion bei dem „Satrap-Metallon“-Papier aufgetragen, dessen Anwendung z. B. zur Reproduktion von Skulpturen (Bronzen) empfohlen wird[1]).

1) Trotz des der Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin (R. Fischer und K. Sommer) hierauf erteilten D. R. P. 396 914 (1923) ist der Grundgedanke der Erfindung keineswegs neu, da metallglänzende Bromsilberpapiere bereits im Jahre 1900 von E. Bühler in Schrießheim hergestellt wurden, s. S. 393/394.

ZWEITES KAPITEL.

DIE PAPIERUNTERLAGE UND DIE PAPIER-EMULSIONEN.

Der Papierstoff, seine Vorpräparation durch die Barytage, und die Eigenschaften des Barytpapiers wurden eingehend in Band IV, Teil 1 dieses Handbuches, 3. Auflage 1928 behandelt, worauf an dieser Stelle verwiesen sei.

Die Technik der Emulsionsbereitung für Entwicklungspapiere ist die gleiche wie für Trockenplatten und Filme, und wurde bereits S. 88 ff. dieses Bandes eingehend erörtert[1]).

Emulsionsvorschriften für Entwicklungspapiere.

Allgemeines: Da Entwicklungspapiere zur Erzeugung von Aufsichtsbildern bestimmt sind, genügen für ihre Herstellung Emulsionen von bedeutend geringerem Gelatine- und Silbergehalt als wie sie für Durchsichtsbilder (Negative) benötigt werden. Bekannte Handelsmarken enthalten nur etwa 8 bis 12 g Gelatine pro Quadratmeter, besonders matte Papiere sogar noch weniger und ihr Silbergehalt schwankt auf Silbernitrat umgerechnet zwischen 1,5 und 3,5 g/qm. Hartarbeitende Emulsionen für Gaslichtpapiere erhalten — abgesehen von ihrer besonderen Mischungsweise — häufig gewisse Zusätze (Hydroxylamin, Kupferchlorid u. a.), wofür H. J. Mallabar Vorschriften angab[2]). Die Dicke der Emulsionsschichten liegt zwischen etwa 8 und 15 μ und die Stärke des die Emulsionen gegen Friktionsschleier schützenden Gelatineüberzuges beträgt ca. 0,25—0,50 μ.

Aus der Fülle der im Laufe der Zeit bekanntgegebenen Vorschriften sind nachstehend einige wiedergegeben, die zum Nacharbeiten im Laboratorium geeignet erscheinen, anschließend folgt — in schematischer Wiedergabe — je eine Fabrikationsvorschrift der drei Haupttypen von Entwicklungspapieren.

1) Nach dem D. R. P. 138 365 (1902) und D. R. P. 189 596 (1906) für York Schwartz sind Entwicklungspapiere (für physikalische Entwicklung) statt mit Silberhaloiden auch mit Silberphosphat herstellbar. Ein derartiges Gelatinepapier kam unter der Bezeichnung „Ensyma" im Jahre 1908 in England in den Handel. Weiteres hierzu s. Eders Jahrb. f. Phot. 1909. **23.** 374—376.

2) Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 29—30.

Bromsilber-Emulsionen.

Vorschriften für Versuchszwecke: Nach A. Cobenzl[1]) setzt man eine Bromsilberemulsion an, indem man 30 g harte Gelatine unter Zusatz von 12 g Kaliumbromid, 0,2 g Kaliumjodid und 1 g Ammoniumchlorid in 250 ccm Wasser erst quellen läßt und dann bei 45° löst. Anderseits löst man 9 g Silbernitrat in Ammoniak derart, daß der erst entstandene braune Niederschlag eben wieder verschwindet und verdünnt mit 20 ccm Wasser. Wie titrimetrisch leicht feststellbar, sind zum Fällen und Wiederlösen von Silbernitrat genau 2 Mol. Ammoniak nötig, d. h. 170 g würden sich in genau 340 ccm 10%igem Ammoniak klar lösen. Hierbei tritt starke Erwärmung ein. Einerseits muß das Silbernitrat vollständig ohne schwarzen Rückstand gelöst sein, andererseits bewirkt Überschuß von Ammoniak leicht Schleiern der Emulsion. Ferner wird noch eine Lösung von 9 g Silbernitrat in 30 ccm Wasser vorbereitet. Bei rotem Licht wird unter Schütteln erst tropfenweise, dann rascher zunächst die ammoniakalische, darauf die wässerige Silbernitratlösung in die Gelatinehalogensalzlösung eingetragen und die Emulsion 30 bis 40 Min. auf 40—45° gehalten, wobei sich das Halogensilberkorn vergröbert, die Emulsion reift und empfindlicher wird. Nach dem Erstarren, Zerkleinern und Waschen schmilzt man die Emulsion bei 35—40° wieder auf, versieht sie mit Zusätzen von 9 g gequollener harter Gelatine, 0,1 g Kaliumbromid, 0,1 g Natriumkarbonat, 50 ccm Alkohol, bringt sie auf 600 ccm, filtriert, und trägt sie auf das Papier auf.

Eine klar und kraftvoll arbeitende Emulsion ohne Ammoniak erhält man nach dem gleichen Autor durch Quellenlassen und Lösen von 50 g harter Gelatine in 600 ccm Wasser unter Zugabe von 20 g Zinkbromid und je 1 g Kadmiumchlorid bzw. -jodid bei 40 bis 50°. Nach Zusatz von 250 ccm Alkohol unter Rühren wird auf 70° erwärmt, eine Lösung von 22,5 g Silbernitrat in 90 ccm Wasser, welcher vorher 50 ccm Alkohol zugefügt wurden, wird langsam eingetragen und die Emulsion bei leicht verschlossenem Gefäße 1½ Stunden auf 80—85° erhitzt. Unter lebhaftem Rühren wird die Emulsion darauf stark abgekühlt, bis sich bei etwa 13—14° die Bromsilbergelatine als feinkörniges Pulver abscheidet, welches auf einem Filter gesammelt und gewaschen werden kann. Die gewaschene Emulsion wird unter Zusatz von 30 g gequollener harter Gelatine, je 0,1 g Natriumkarbonat und Kaliumbromid sowie von 50 ccm Alkohol auf 1 l gebracht und so vergossen.

1) Phot. Ind. 1914, 12. 37.

Fabrikationsvorschrift einer Bromsilber-Gelatine-emulsion für Kontaktdrucke und Vergrößerungen (nach F. Wentzel).

1 Ansatz = ca. 16 kg gußfertige Emulsion.

I. 4,000 l Wasser, dest.
250 g Emulsionsgelatine
200 g Kaliumbromid
2 g Kaliumjodid

II. 2,000 l Wasser, dest.
250 g Silbernitrat

III. 2,000 l Wasser, dest.
350 g Emulsionsgelatine.

Mischung von I und II: in 5 Min. mit ca. 59—60° C.

Digestion: 60 Minuten bei ca. 60° C.

Zusatz von III: nach 45 Min. Digestion mit ca. 60° C.

Ausgießen und Erstarren.

Wässern: ca. 2 Stunden in fließendem Wasser von ca. 8 bis 12° C bei ständigem Rühren.

Gewicht nach dem Wässern: ca. 10—10,5 kg (Wasseraufnahme ca. 0,5 kg).

Nachdigerieren: nach beendetem Einschmelzen 60 Minuten bei ca. 55° C.

Zubereitung zum Guß: 10,5 kg gewaschene Emulsion,
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt m. 0,25 l 96%igem, mit Phenol denaturiertem Alkohol,
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt m. 25 ccm Formalin,
+ 3,— l Wasser, dest., in dem für halbmatte Papiere ca. 75 bis 100 g, für matte ca. 200—250 g Stärke verrührt werden.

= ca. 16,— kg gußfertige Emulsion.

(Je nach der Wasseraufnahme beim Wässern wird der Wasserzusatz entsprechend vermindert oder erhöht, um stets das gleiche gußfertige Emulsionsquantum zu erhalten.)

Maschinenguß: erfolgt nach ca. 1stündigem Stehen der gußfertigen Emulsion mit ca. 36—38° C.

Maschinengeschwindigkeit: ca. 6—7,5 m in der Minute, je nach Viskosität der Emulsion.

Trocknung: soll ca. 1 Stunde nicht überschreiten.

Ausbeute: ca. 160 laufende m bei 66 cm Breite = 105,6 qm.

Silbernitratverbrauch: 1 laufender m × 66 cm erfordert 1,56 g 1 qm 2,36 g.

Chlorsilber-Emulsionen.

Vorschrift für Versuchszwecke:

Für das einfachste Verfahren der Herstellung einer Gaslichtemulsion gab K. Kieser[1]) die allgemein verbreitete Formel an: Man übergießt 17 Teile einer Emulsionsgelatine mit 185 Teilen Wasser und gibt 1 Teil Natriumchlorid hinzu. Nach einigem Stehen löst man durch Erwärmen im Wasserbad. In die warme Lösung tropft oder gießt man eine warme Lösung von 2,5 Teilen Silbernitrat in 20 Teilen Wasser, wobei man gut umschüttelt. Man erhält sofort die gußfertige Emulsion, es wird weder erstarren gelassen, noch wird die Emulsion genudelt und gewaschen. Die Reifungstemperaturen können für die angegebene Emulsion innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken, nur dürfen sie etwa 65° kaum längere Zeit überschreiten, da sonst Schleier eintritt. Bei niedrigerer Reifungstemperatur ist natürlich die Reifungszeit zu verlängern, um den gleichen Effekt zu erreichen.

Fabrikationsvorschrift einer Chlorsilber-Gelatineemulsion für Gaslichtpapiere (nach Schaeuffelen).

1 Ansatz = 16,5 kg gußfertige Emulsion.

I.	5,000 l	Wasser, dest.
	300 g	Emulsionsgelatine
	90 g	Natriumchlorid
II.	1,000 l	Wasser, dest.
	170 g	Silbernitrat
III.	2,000 l	Wasser, dest.
	500 g	Emulsionsgelatine.

Mischung von I und II: in 5 Min. mit ca. 54—55° C.

Digestion: 45 Minuten bei ca. 55° C.

1) Phot. Ind. 1925. **23.** 186—187.

Zusatz von III: nach 30 Min. Digestion mit ca. 55° C.

Ausgießen und Erstarren.

Wässern: ca. 1 Stunde in fließendem Wasser von ca. 8 bis 10° C bei ständigem Rühren.

Gewicht nach dem Wässern: ca. 9,5—10,5 kg (Wasseraufnahme ca. 0,5 kg).

Zubereitung zum Guß: 10,— kg gewaschene Emulsion,
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt m. 0,5— l 96%igem, mit Phenol denaturiertem Alkohol,
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt m. 25 ccm Formalin,
+ 4,— l Wasser, dest., in dem für halbmatte Papiere ca. 75 bis 100 g, für matte ca. 200—250 g Stärke verrührt werden.

= ca. 16,5 kg gußfertige Emulsion.
(Je nach der Wasseraufnahme beim Wässern wird der Wasserzusatz entsprechend vermindert oder erhöht, um stets das gleiche gußfertige Emulsionsquantum zu erhalten.)

Maschinenguß: erfolgt nach ca. 1stündigem Stehen der gußfertigen Emulsion mit ca. 36—38° C.

Maschinengeschwindigkeit: ca. 6—7,5 m in der Minute, je nach der Viskosität der Emulsion.

Trocknung: soll ca. 1 Stunde nicht überschreiten.

Ausbeute: ca. 160 laufende m bei 66 cm Breite = 105,6 qm.

Silbernitratverbrauch: 1 laufender m×66 cm erfordert 1,06 g, 1 qm 1,58 g.

Chlorbromsilber-Emulsionen.

Vorschriften für Versuchszwecke:

	(nach Wratten)	(nach Wellington)
I. Wasser, dest.	856 ccm	1000 ccm
Emulsionsgelatine	200 g	140 g
Kaliumbromid	— —	40 g
Ammoniumbromid	55 g	— —
Natriumchlorid	15 g	20 g
Salzsäure (10%ig)	5 ccm	— —
Zitronensäure	— —	100 g

	(nach Wratten)	(nach Wellington)
II. Wasser dest.	220 ccm	1000 ccm
Silbernitrat	100 g	100 g
III. Emulsionsgelatine (aufgequollen)	87 g	— —

Mischung: II wird mit Raumtemperatur in feinem Strahl und unter Rühren in die ca. 65° warme Lösung von I eingetragen.

Digestion: 10 Minuten bei 65°.

Zusatz von III nach beendeter Digestion.

Weitere Behandlung: wie üblich.

Fabrikationsvorschrift einer Chlor-Bromsilber-Gelatineemulsion für Porträtpapier (nach F. Wentzel).

1 Ansatz = ca. 16 kg gußfertige Emulsion.

I. 4,000 l Wasser, dest.
250 g Emulsionsgelatine
160 g Kaliumbromid
30 g Natriumchlorid

II. 2,000 l Wasser, dest.
250 g Silbernitrat

III. 2,000 g Wasser, dest.
550 g Emulsionsgelatine

Mischung von I und I: in 5 Min. mit ca. 55—57° C.

Digestion: 45 Minuten bei ca. 58° C.

Zusatz von III: nach 30 Min. Digestion mit ca. 58° C.

Ausgießen und Erstarren:

Wässern: ca. 2 Stunden in fließendem Wasser von ca. 8 bis 10° C bei ständigem Rühren.

Gewicht nach dem Wässern: ca. 9,5 bis 10 kg (Wasseraufnahme ca. 0,5 kg).

Zubereitung zum Guß:

10,— kg gewaschene Emulsion
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt mit
+ 0,25 l 96%igem, mit Phenol denaturiertem Alkohol.
+ 1,— l Wasser, dest., vermischt mit 25 ccm Formalin
+ 4,— l Wasser, dest., in denen für halbmatte Papiere ca. 75 bis 100 g, für matte ca. 200 bis 250 g Stärke verrührt werden.

= ca. 16,— kg. gußfertige Emulsion.

(Je nach der Wasseraufnahme beim Wässern wird der Wasserzusatz entsprechend vermindert oder erhöht, um stets das gleiche gußfertige Emulsionsquantum zu erhalten.)

Maschinenguß: erfolgt nach ca. 1stündigem Stehen der gußfertigen Emulsion mit ca. 36—38° C.

Maschinengeschwindigkeit: ca. 6—7,5 m in der Minute, je nach der Viskosität der Emulsion.

Trocknung: soll ca. 1 Stunde nicht überschreiten.

Ausbeute: ca. 160 laufende m bei 66 cm Breite = 105,6 qm.

Silbernitratverbrauch: 1 laufender m × 66 cm erfordert 1,56 g. 1 qm erfordert 2,36 g.

Besondere Mattierungsarten.

Mattieren durch Schellack: Neben der üblichen Mattierung durch Zusatz von Stärke zur Emulsion wie es in den Vorschriften auf S. 405—408 angegeben ist, wird für die Herstellung von Entwicklungspapieren mit ganz stumpfen, „sammetmatten" Oberflächen auch Schellack benutzt, während andere Harze wie z. B. Kolophonium für diesen Zweck nicht verwendbar sind, da mit derartigem Papier hergestellte Bilder nach einigen Wochen am Lichte gelb werden.

Man verwendet durch Chlor gebleichten Schellack, der durch Lösen von Schellack in Sodalösung mit unterchlorigsaurem Natrium und Wiederausfällen mit Säure, Auswaschen, Erweichen in siedendem Wasser und Drehen in Zöpfen dargestellt wird. Seine Aufbewahrung muß unter Wasser geschehen, da er andernfalls seine Löslichkeit in Alkohol verliert, die zunächst noch durch Anquellen mit Äther oder Äther-Azeton wiederherbeigeführt werden kann.

Bezugsquellen sind u. a. Hamburger Schellack Import-Ges. m. b. H., Hamburg 1.

Prüfung: Die Löslichkeit des Schellacks in Soda- und Boraxlösung gibt einen ersten Anhalt, zu genauerer Bewertung ist eine weitere Löslichkeitsbestimmung (namentlich in Petroläther) vorzunehmen, ferner sind die Säure- und Verseifungszahl, sowie auch die Jodzahl zu ermitteln. Die Bestimmung seines Wassergehaltes, der bei gebleichtem Schellack normalerweise 15 bis 25% beträgt, darf nur bei langsam gesteigerter Temperatur vorgenommen werden, da sonst Schmelzen und Wassereinschluß erfolgt. Verfälschung durch Kolophonium wird durch Behandeln mit Essigsäureanhydrid und Zugabe eines Tropfens Schwefelsäure (1,7—1,8) zum Filtrat nachgewiesen, wobei sich ein Kolophoniumgehalt durch eine vergängliche Violettfärbung zu erkennen gibt.

Zum Gebrauch wird der Schellack zermahlen, von ihm eine 10%ige alkoholische Vorratslösung hergestellt und von dieser vor Zugabe aller andern Zusätze je nach dem gewünschten Mattierungsgrade etwa $^1/_2$ bis 1 l langsam und unter stetem Umrühren in 16 l der aufgegeschmolzenen Emulsion eingetragen, wobei sich der Schellack in kollodialer Form innerhalb der Emulsion ausscheidet und nach deren Auftrag dem getrockneten Papier das erwünschte stumpfe Aussehen verleiht. Auf die Zugabe des Schellacks folgt oft noch die einer wäßrigen Stärkesuspension, dann das Härtungsmittel, Saponin, usw.

Mattieren durch Latexgelatine: Wie Raph. Ed. Liesegang bekanntgab[1]), kann zur Herstellung matter und halbmatter Gelatine-Emulsionspapiere auch ein Latex-Gelatineüberzug dienen. Da trockne Gelatine und Kautschuck, der zu etwa 30% in Latex enthalten ist, den gleichen Brechungsexponent besitzen, sind in der Durchsicht keine Tropfen des Letzteren erkennbar, nur die Oberfläche der Gelatine ist ungemein fein und regelmäßig gerunzelt. Während eine Gelatine-Stärkeschicht mit Milchglas vergleichbar ist, entspricht Latex-Gelatine dem Mattglas der Einstellscheiben, und der gleiche Unterschied, der zwischen beiden Glasarten erkennbar ist, wenn man sie auf ein Silberbild legt, wobei dasselbe durch das Milchglas sehr viel mehr abgeschwächt wird, besteht auch zwischen Stärke- und Latexzusatz.

Da es nötig ist den Ammoniakgehalt des handelsüblichen Latex vor seiner Verwendung zu beseitigen, wird derselbe mit der gleichen Menge einer (z. B. 12%igen) Gelatinelösung gemischt, die Masse gelatinieren gelassen, in Nudeln zerteilt und ausgewaschen. Wiedergeschmolzen ist der jetzt ammoniakfreie Latex haltbar, sofern seine Erwärmung über 45° vermieden wird. Je nach der beabsichtigten Mattierung werden der Emulsion von dieser Mischung entsprechende Mengen zugesetzt und man kann auf diese Weise glanzlose Oberflächen selbst auf hochglänzenden Barytpapieren erzeugen. Wendet man einen nachträglichen Gelatineüberzug an, erübrigt es sich eine Mattierung schon in der Emulsionsschicht vorzunehmen.

In ähnlicher Weise wird nach einem Verfahren der Eastman Kodak Co.[2]) Papier auch mit einer Mischung von Latex und Baryt oder dgl. überzogen und dadurch gegen chemische und atmosphärische Einflüsse widerstandsfähig gemacht.

---

1) Phot. Ind. 1926, **24**, 504—504; D. R. P. 402 767 (1923) für Rotopulsor A.-G. und Raph. Ed. Liesegang.

2) Brit. P. 241 769 (1925) für Eastman Kodak Co. und W. G. Bent.

Tropenfeste Entwicklungspapiere.

Härten der Emulsionen zur Herstellung tropenfester Papiere geschieht in üblicher Weise durch Zusatz von Chromalaun oder von Formalin, deren Mengen natürlich der angewandten Gelatine anzupassen sind [1]).

Durch Chromalaun: Im allgemeinen wird eine Emulsion von 7% Gelatinegehalt durch Zusatz von 25—30 ccm einer 10%igen Chromalaunlösung schon ziemlich stark gehärtet sein. Will man weiter gehen, so muß man bei Gegenwart kleiner Mengen von Zitronensäure, Weinsäure oder Oxalsäure arbeiten. Besonders ungewaschene Emulsionen lassen sich auf diese Weise stark härten, wobei die Härtung beim Lagern rasch zunimmt, so daß man den Grad der erreichten Härtung erst etwa eine Woche nach dem Guß beurteilen kann. Richtig angewandt führt die Chromalaunhärtung niemals zu Schleier. Noch widerstandsfähigere Schichten erhält man, wenn man den handelsüblichen freie Schwefelsäure enthaltenden Chromalaun durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zu einer kochendheißen Chromalaunlösung und Abfiltrieren der nach dem Abkühlen bleibenden geringen Trübung neutralisiert, vgl. S. 146.

Durch Formalin: Bevorzugt man zur Härtung das intensiver wirksame Formalin, so bedient man sich dazu der auf den 25. Teil verdünnten Handelslösung und gibt diese unter gutem Umrühren zur Emulsion. Auch hierbei kann die eingetretene Härtung erst einige Zeit nach dem Guß beurteilt werden, vgl. S. 148.

Ein Beispiel eines Tropen-Entwicklungs-Papiers ist das frühere Bayer-Trigonal-Papier, das jetzt unter dem Namen Agfa erscheint. Erwähnt sei ferner, daß in England und in den Ver. Staaten auch zur Hochglanzerzeugung durch Aufquetschen auf Ferrotype-Platten besonders gehärtete Papiere im Handel sind.

---

1) s. hierzu Phot. Ind. 1925, **23**, 677—678.

DRITTES KAPITEL.

PRÄPARATIONSTECHNIK, FERTIGSTELLUNG, AUFBEWAHRUNG UND HALTBARKEIT DER ENTWICKLUNGSPAPIERE.

Überziehen der Papiere mit der Emulsion.

Emulsionsauftrag mit der Hand: Handguß ist bei Gelatinepapieren nicht üblich, auch nicht zur schnellen Herstellung von Proben, da es kaum gelingt einen gleichmäßigen Überzug des Papiers mit Emulsion zu erhalten und derart gegossene Bogen keine einwandfreie Beurteilung erlauben. Im Falle solcher Versuche biegt man die Kanten des Papiers zu einem Rande um, verteilt die aufgegossene Emulsion durch entsprechendes Neigen und unter Zuhilfenahme eines Pinsels und läßt den Überschuß aus einer Ecke abfließen.

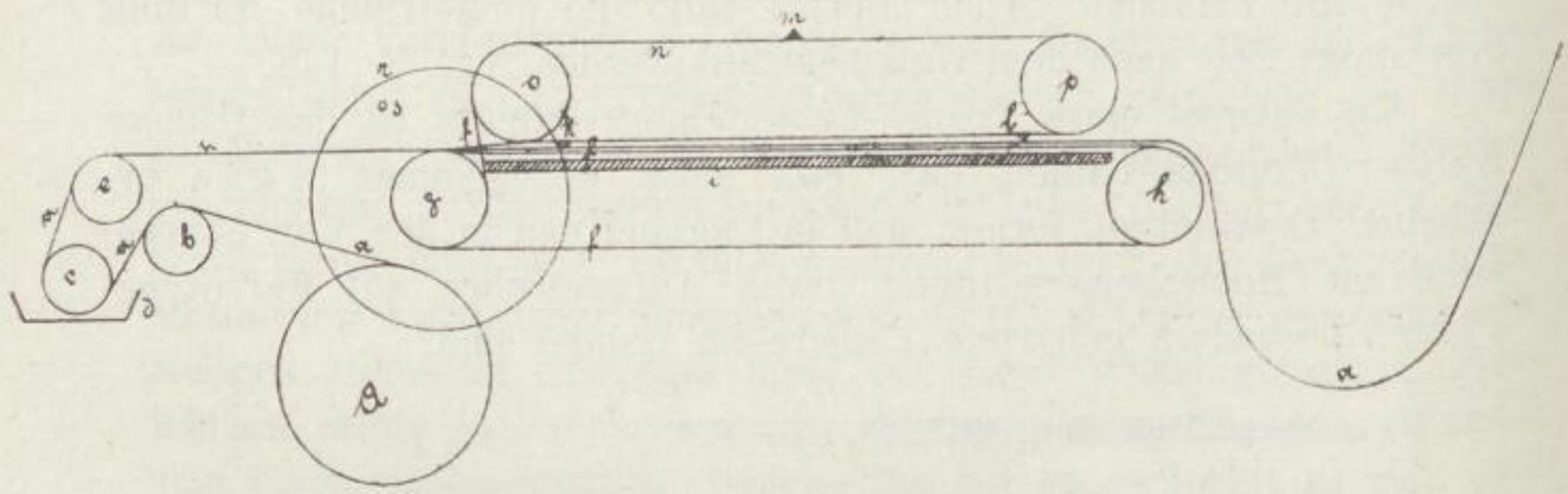


Abb. 136. Emulsions-Begießvorrichtung für Entwicklungspapiere mit Handbetrieb nach T. Bentzen.

Versuchsmaschine für Handbetrieb: Zur Herstellung von Bahnen bis zu etwa 100 m Länge, die allerdings nur bogenweise verwendbar sind, konstruierte T. Bentzen eine praktische Vorrichtung[1]). Sie besteht (s. Abb. 136) aus einem festen Tische, über dessen Platte das von einer Rolle *A* ablaufende Barytpapier *a* gezogen

1) Phot. Ind. 1907, 5. 441.

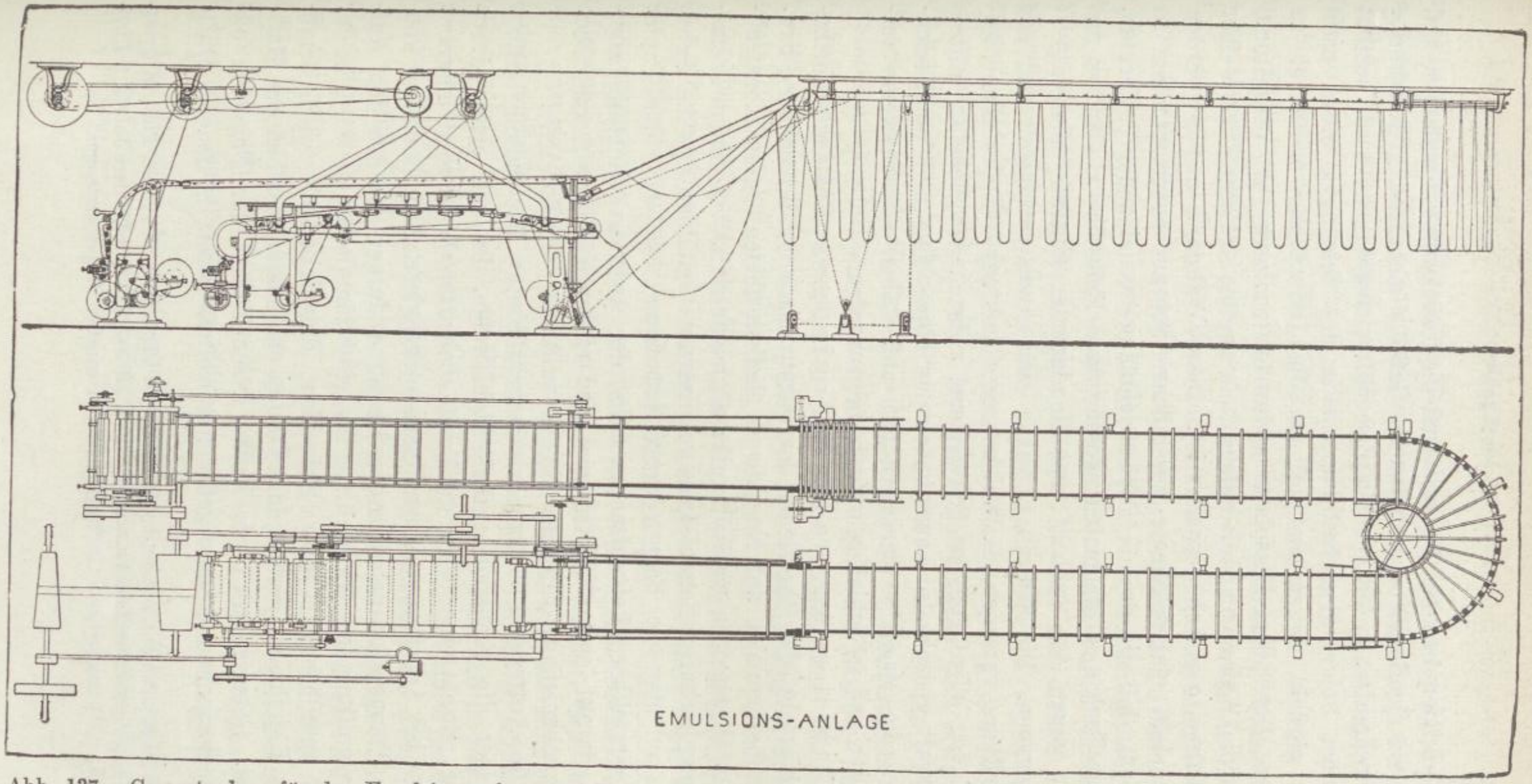


Abb. 137. Gesamtanlage für den Emulsionsauftrag auf Papier, einschließlich einer Hängetrocknung und des Rollers in schematischer Darstellung.

wird, nachdem es eine Walze *b* und die Tauchwalze *c* umlaufen hat, die in ein die Emulsion enthaltendes Gefäß *d* eintaucht. Eine Strecke der Tischplatte, unter der ein Eisbehälter angebracht wird, besteht aus einer Spiegelglasscheibe *i*, die in der Zeichnung etwas nach unten gerückt angegeben ist, um die Darstellung deutlicher zu machen. Über diese Glasplatte gleitet ein endloses Tuch (Segeltuch) *f* über die Walzen *g* und *h* während ein zweites endloses Tuch *n* über die Walzen *o* und *p* gespannt ist. Diese Walzen *o* und *p* werden durch nicht eingezeichnete verstellbare Schraubenvorrichtungen so reguliert, daß die drei in Papierbogenlänge voneinander entfernten, auf das Tuch *n* aufgeleimten dachförmigen Holzstäbe *k*, *l* und *m* das Papier gegen das Tuch *f* und die darunter liegende Glasplatte *i* festklemmen. Die Walzen *g* und *o* sind etwas verlängert und mit einer Rinne versehen, in welcher eine gekreuzte Lederschnur gespannt ist. Wird nun das Schwungrad *r* durch den Hebel *s* mittels Handkraft gedreht, so bewegt sich das Papier fort und kann, nachdem es die Maschine verlassen hat, auf Stäben streckenweise aufgefangen und in Schleifen aufgehangen werden.

Emulsionsauftrag mit Begießmaschinen: Fabrikatorisch erfolgt das Überziehen der Barytpapiere mit Bromsilber-, bzw. Chlorsilberemulsion auf besonderen Gießmaschinen, deren Konstruktion im allgemeinen wohl überall die gleiche ist[1]). Von einem brems- und regulierbaren Lager eines gußeisernen Gestühles, das die Achse trägt, auf der die Barytpapierrolle befestigt ist, wird das Papier über verstellbare Leitwalzen zunächst der Auftragvorrichtung zugeführt, darauf einer Kühltrommel und einem Kühlkanal, schließlich der Trockenanlage mit anschließendem Roller (s. Abb. 137).

Die Auftragvorrichtung als wesentlichster Bestandteil besteht aus einer die Emulsion enthaltenden Mulde, die von einem durch Dampf mittels einer Kupferschlange beheizten Wasserbad umgeben ist, das bei Anbringung eines Temperaturreglers auf genaue und konstante Temperatur gehalten werden kann, ferner aus den den Auftrag vermittelnden Walzen. Als Material für die Mulde wird in der Regel versilbertes Kupfer, Reinsilber, Reinnickel oder auch emailliertes Eisenblech gewählt, die Walzen anderseits bestehen aus Hartgummi. Gespeist wird die Mulde durch Zufluß der Emulsion aus einem erwärmten Steingutgefäß mit Abflußstutzen, in den ein Hart-

1) Ältere von Woodbury (Yearbook of Phot. 1888, S. 77; ref. Phot. Korresp. 1888, **25.** 117) und von Thilmany (D. R. P. 99 343/1897; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1899, **13.** 510) angegebene Gießvorrichtungen wurden längst verlassen.

gummihahn mit anschließendem Gummischlauch eingesetzt wird. Um die Emulsion tunlichst gleichmäßig erwärmt zu erhalten, ist der Behälter mit einem Mantelgefäß — zweckmäßig aus Kupfer — umgeben, das mit warmem Wasser gefüllt wird.

Man unterscheidet die einfache Tauchwalze, um welche das Papier läuft, während die Walze, wie ihre Bezeichnung besagt, in die Emulsion eintaucht, von dem im allgemeinen bevorzugten Zweiwalzenauftrag, bei dem die Emulsion von einer eintauchenden Walze an eine zweite Walze angespült wird, die ihrerseits erst die Emulsion an das vorbeilaufende Papier abgibt, während eine rückseitige Gegenwalze, die zur Vermeidung einer Verschmutzung der Papierrückseite kürzer gehalten ist, den Druck auffängt. Da sich bei dieser Auftragsweise zwischen den beiden Walzen ein leichter Wulst von Emulsion bildet, wird hierdurch eine ununterbrochene gleichmäßige Emulsionsabgabe an das Papier gesichert, gelegentlich sich bildende Luftblasen können leicht entfernt werden, bevor sie auf das Papier gelangen, und durch eine genaue Einstellung der Walzen zueinander ist unter Berücksichtigung der Laufgeschwindigkeit der Maschine auch die Auftragsstärke[1]) genau zu regeln. Eine vorgesehene Moment-An- und Abstellvorrichtung erlaubt den Emulsionsauftrag erforderlichenfalls sofort zu unterbrechen.

Ist das Papier mit Emulsion überzogen, gelangt es in schrägem oder auch vertikalem Anstieg, der bei einigen Maschinen nach Belieben verändert werden kann und dadurch eine Verkürzung oder Verlängerung des Weges gestattet, zu einer Kühltrommel aus Kupfer oder emailliertem Eisen, die von kaltem Wasser, bzw. Eiswasser durchströmt wird und eine schnelle Erstarrung der Emulsion auf dem umlaufenden Papier herbeiführen soll. Da diese Kühlung bei dem relativ kleinen Trommeldurchmesser von etwa 0,5 m jedoch nicht genügt, um das Erstarren der Emulsion in solchem Maße herbeizuführen, daß keine Wiederverflüssigung und womöglich ein Ablaufen in der anschließenden Trockenanlage eintritt, besitzen diese Gießmaschinen (s. Abb. 138) stets noch einen horizontal angeordneten Kühlkanal von etwa 6—8 m Länge, der entgegen der Laufrichtung des Papieres von Kaltluft durchströmt wird, oft aber auch für gleichzeitige Verwendung von Luftkühlung und Oberkühlung durch aufgesetzte mit Eis oder kaltem Wasser füllbare Zinkblechkästen eingerichtet.

1) Eine verstellbare Abstreichvorrichtung behandelt das Brit. P. 182 945 (1921) für J. W. Davies, und eine Verteilung der Emulsion durch Aufblasen von Luft das U. S. P. 1590 417 (1925) für H. J. Brunk, Assr. C. F. Pease Co.

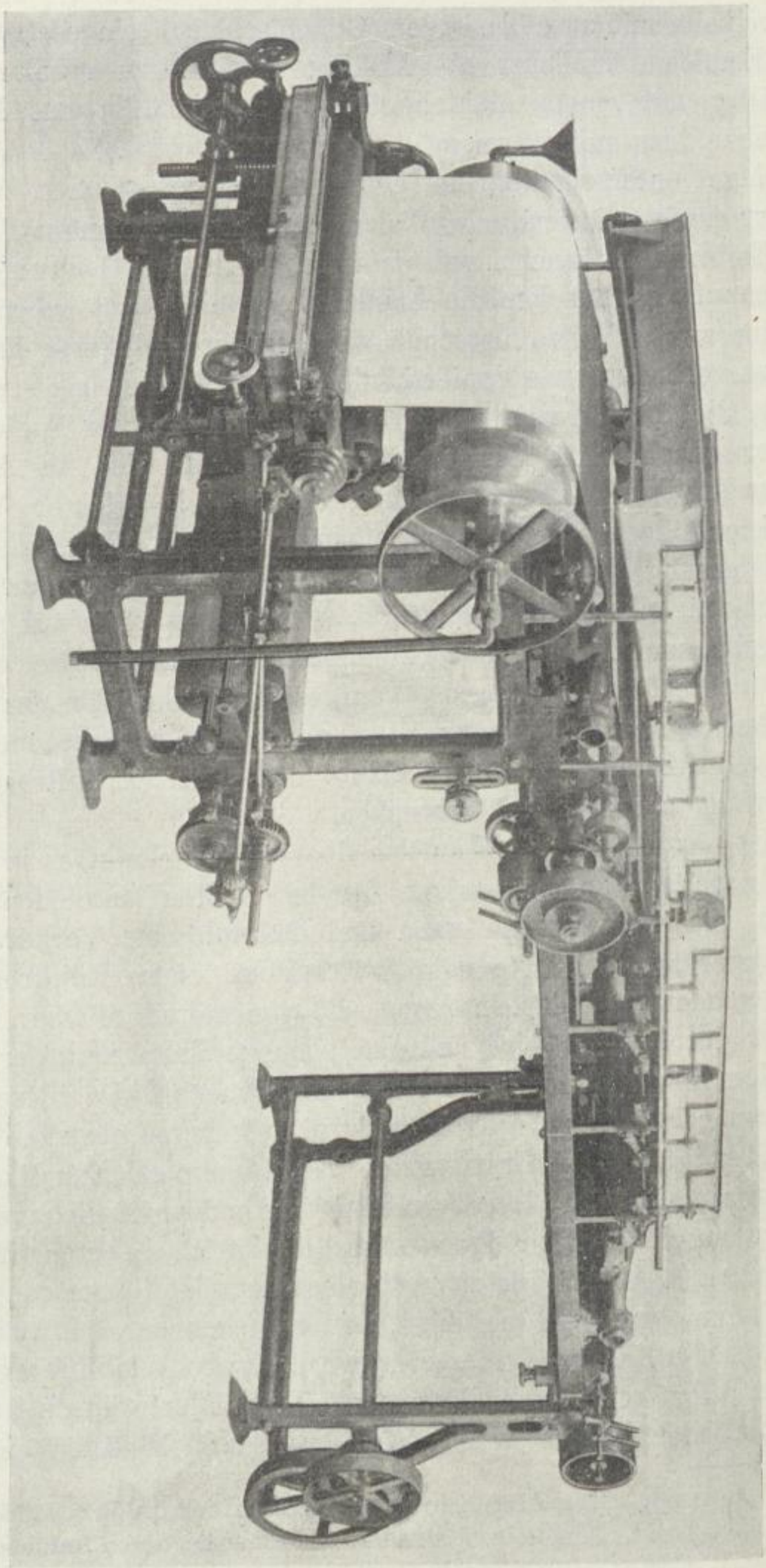


Abb. 138. Emulsions-Begießmaschine für Entwicklungspapiere, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik, August Koebig, G. m. b. H.

ist. In diesem Falle muß die Bauart des Kanals eine tunlichst große Kühlfläche gewähren, gleichzeitig muß dafür gesorgt sein, daß das durchlaufende Papier nicht durch abtropfendes Kondenswasser gefährdet wird.

Da die beschriebene Anordnung der Kühlung in warmen Klimaten keineswegs genügen würde, führt man das Papier in solchen extremen Fällen unmittelbar nach dem Passieren der Auftragsvorrichtung in einen Kanal mit eingebauten Kühlschlangen, der erst etwa 2 m vertikal, dann horizontal oder auch bogenförmig verläuft, und in dem außerdem unter Verzicht auf eine Kühltrommel kalte Luft gegen die Papierrückseite geblasen wird.

Die Fortbewegung der Papierbahn erfolgt durch einen oder mehrere pneumatische Zugtische mit ausreichend großer Saugfläche, die meist am Anfang und Ende des Kühlkanals eingebaut sind; der erstere hat das Papier durch die Auftragvorrichtung zu ziehen, während dem anderen die Weiterbeförderung zur Trockenanlage zufällt. Im Falle der Kanaltrocknung (s. weiter unten) genügt aber auch der Antrieb eines Systems von Führungswalzen in Verbindung mit der vom Roller ausgeübten kräftigen Zugwirkung. Angetrieben werden die Gießmaschinen durch Motoren und ein- und ausrückbare Riemenscheiben, die von ihrer Vorderseite aus leicht bedient werden können. Der Kraftbedarf einer Begießmaschine beziffert sich einschließlich der das Papier zum Roller führenden Transportanlage auf etwa 5 PS, ihre Geschwindigkeit, die durch Konusvorgelege veränderlich ist, bewegt sich in den Grenzen von etwa 4—8 m in der Minute, wozu gleich bemerkt sei, daß ein schnellerer Maschinengang einen stärkeren Auftrag ergibt als ein langsamer.

Begießanlage für doppelten Auftrag: In besonderer Weise muß die Gießanlage ausgeführt werden, wenn die Emulsionsschicht im gleichen Arbeitsgange noch mit einem dünnen Gelatineüberzug versehen werden soll, um hierdurch dem so unangenehmen Fehler des Friktionsschleiers (s. S. 432) zu begegnen. Zu diesem Zweck hat man versucht, die Gießmaschine normaler Bauart zu verlängern und eine zweite Auftragsvorrichtung für die Gelatinelösung anzubauen. Da jedoch die Emulsion in diesem Stadium bereits so gut erstarrt und widerstandsfähig sein muß, daß keine Wiederverflüssigung eintritt, ist es zweckmäßiger, die Papierbahn nach Verlassen der Gießmaschine einer in dem darunterliegenden Geschoß aufgestellten zweiten Auftragsvorrichtung zuzuführen, von wo aus das Papier dann wieder nach oben um die Gießmaschine herum der Trockenanlage

zugeführt wird. Auf diese Weise wird die Entfernung zwischen beiden Auftragsvorrichtungen bedeutend verlängert und durch entsprechende Kühlung eine bessere Erstarrung der Emulsionsschicht ermöglicht. Wo die örtliche Situation eine derartige Anlage verbietet, überzieht man das emulsionierte Papier am besten erst nach dem Trocknen und Rollen mit der seine Oberfläche schützenden Gelatine.

Trockenanlage (Allgemeines): Um Wechselwirkungen zwischen den Bestandteilen des durch den Emulsionsauftrag feucht gewordenen Barytpapieres und der Emulsion zu verhüten und damit Fehlern aller Art vorzubeugen, die meist erst bei der Verarbeitung der Papiere hervortreten und auch eine mangelhafte Haltbarkeit desselben zur Folge haben, muß die Trocknung der emulsionierten Papiere tunlichst schnell durchgeführt werden und in höchstens 1 Stunde beendet sein.

Kanaltrocknung: Am besten wird dieses Ziel durch eine Kanaltrocknung erreicht, die allerdings nur als Gradgang durchführbar ist und daher die immerhin erhebliche Raumlänge von etwa 75—90 m beansprucht. Vorteilhafte Anwendung findet sie daher nur in Großbetrieben. Ein besonderer Vorzug dieses Systems liegt darin, daß die Trocknung in schon etwa 15—20 Minuten beendet ist, daß das Papier also sofort gerollt werden kann, und ferner, daß der gesamte Raum unterhalb des Kanals, bzw. der Kanäle bei Aufstellung mehrerer Maschinen für andere Zwecke, z. B. als Lagerraum für Barytpapiere zur Verfügung steht. Der Transport des Papiers durch den Kanal erfolgt durch eine endlose Kette mit Querleisten in Abständen von etwa 60 cm, auf denen das Papier aufliegt, die Ventilation durch Zuführung angewärmter Luft im entgegengesetzten Sinne.

Hängentrocknung: In kleinen und mittleren Fabriken wird die Trocknung des Papieres auf dem üblichen Hängeapparat, der mit einer oder mehreren Umkehren auch bei beschränkteren Raumverhältnissen eingebaut werden kann, allgemein bevorzugt. Die Papierbahn wird hierbei gleich nach Verlassen der Gießmaschine selbsttätig in Hängen über Stäbe gelegt, die auf Ketten liegen, und durch diese fortbewegt; der beschickte Hängeapparat füllt demnach den gesamten Trockenraum aus. Um der Neigung aller Gelatinepapiere zum Einrollen tunlichst zu begegnen, läßt man die Länge der Hängen von Stab zu Stab 4—6 m nicht überschreiten, ihr Abstand beträgt meist etwa 35 cm, doch wird zum Beginn der Trocknung

bisweilen auch ein weit größerer Abstand bevorzugt, um ein besseres Einblasen der Trockenluft auf das Papier zu ermöglichen.

Der Trockensaal wird in verschiedene Lüftungszonen eingeteilt, deren jede eine besondere Aufgabe zu erfüllen hat, da die Trocknung des Papieres nur allmählich erfolgen darf. Unmittelbar an die Gießmaschine schließt sich in einer Länge von etwa 20 m zum Zwecke einer Nachkühlung noch eine Zone kalter Ventilation an, dann wird ein zunehmend wärmerer Luftstrom in die Hängen eingeblasen, schließlich folgt vor dem Roller wieder eine kühlere Zone.

Heizung und Lüftung: Die Kaltluft wird häufig durch einen Ventilator der Außenluft entnommen und darauf durch eine Filteranlage und erforderlichenfalls anschließend eine mit Wasserstrahldüsen ausgestattete Kammer gedrückt, in der sie durch das sprühende Wasser auf eine möglichst niedrige Temperatur gebracht wird. In gleicher Weise wird auch die eigentliche Trockenluft der Außenatmosphäre entnommen, jedoch nach Passieren der Filter in einer Heizkammer unter Berücksichtigung der auf ihrem weiteren Wege eintretenden Wärmeverluste auf etwa 40—45° C erwärmt und dann dem Trockenraum durch entsprechend weite mit der Saallänge sich verjüngende Blechkanäle zugeführt, die seitlich oder über der Papierbahn angelegt und mit regulierbaren Austrittöffnungen versehen sind. Am Boden oder den Seitenwänden sind Abzugskanäle angeordnet, die in einen Exhaustor münden. Sind in den Hängeapparat bei beschränktem Raum Umkehren eingebaut, so muß durch sinngemäße Anlage leichter Zwischenwände eine gegenseitige Beeinflussung der verschieden ventilierten Zonen verhindert werden, eine Anordnung, die schließlich zu einer vollständigen Aufteilung der Erstarrungszone und Trockenanlage in einzelne Kammern von entsprechend zunehmender Temperatur führen kann[1]) Aber auch beim Gradgang wird die warme Haupttrockenzone zweckmäßig stets sowohl gegen die Gießmaschine wie gegen den Roller abgetrennt und es werden nur Öffnungen zum Durchgang des Papieres belassen.

Um die eigentliche der Papiertrocknung dienende Lüftungsanlage in den Wintermonaten zu entlasten, wird zweckmäßig außer dieser eine allgemeine Heizung zur leichten Erwärmung der Räume durch etwa Radiatoren vorgesehen, die bei Raummangel vertikal angeordnet und in Kleinanlagen natürlich auch zur Papiertrocknung selbst herangezogen werden können[2]).

1) U. S. P. 1403 779 (1922) für F. W. Hochstetter.
2) Brit. P. 181 460 (1921) für B. J. Hall.

In Großbetrieben macht man sich von den wechselnden Einflüssen der Außenluft dadurch vollkommen unabhängig, daß man die Luft durch Kühlkammern saugt, in denen ihr der größte Teil der Feuchtigkeit entzogen wird, dann durch Kammern, in denen Wasser durch Streudüsen zur Vernebelung kommt. Hierdurch wird die Luft vollständiger gewaschen und gefiltert, als es durch mechanische Filter möglich wäre [1]), doch finden sich in der Technik auch andere Anordnungen.

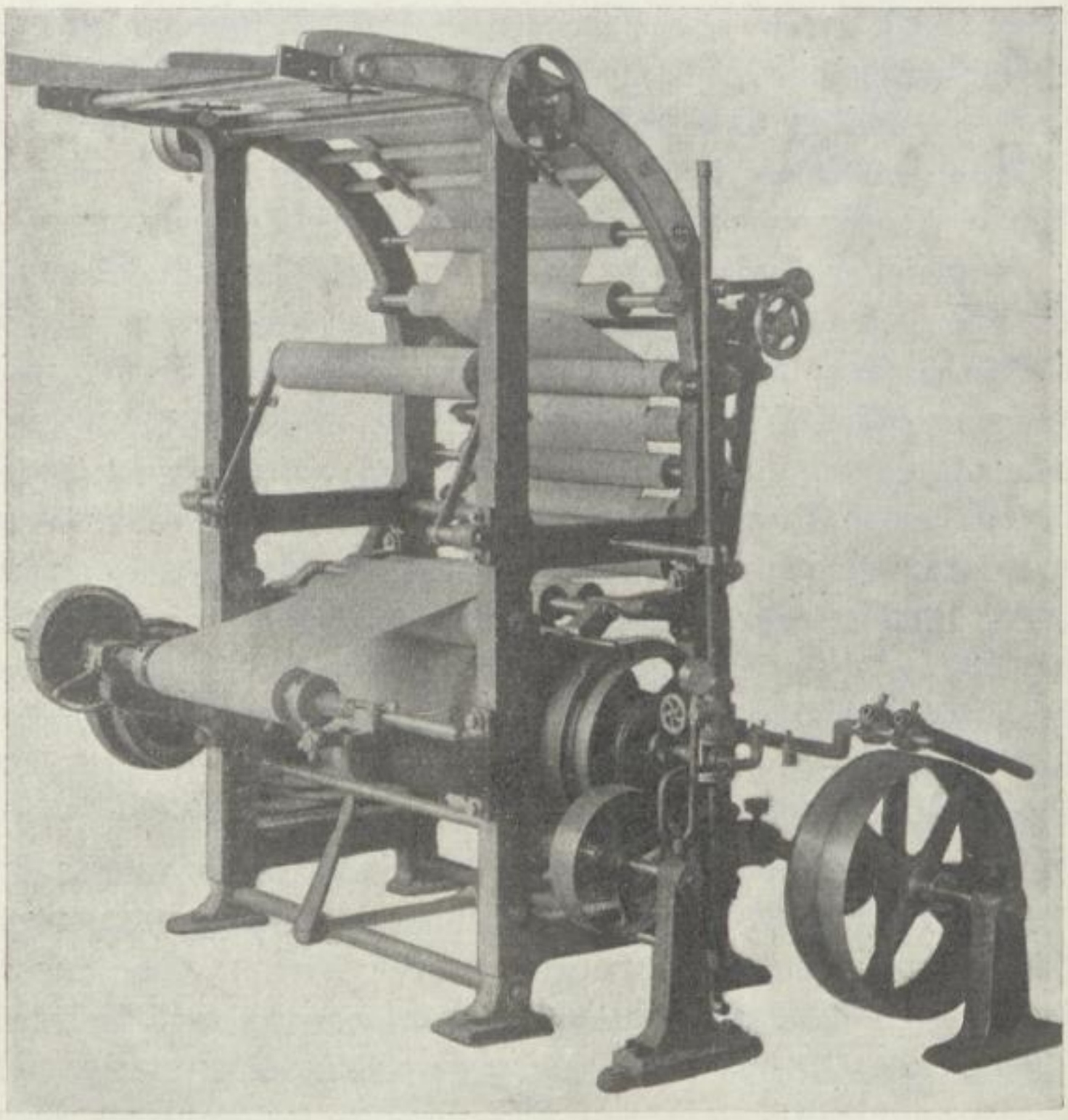


Abb. 139. Roller für Entwicklungspapiere, Modell der Radebeuler Maschinenfabrik, August Koebig, G. m. b. H.

Daß die Luftfeuchtigkeit der Trockensäle im Großbetrieb zwecks erleichterter fortlaufender Kontrolle durch elektrische Feuchtigkeits-Fernmeßanlagen selbsttätig aufgezeichnet wird, sei nur erwähnt. Die Meßstellen einer derartigen Anlage befinden sich an den wichtigten

1) Derartige Anlagen entsprechen denen in der Trockenplatten- und Filmfabrikation angewandten. s. S. 223—225 u. 332—333.

Punkten der Trockenanlage, ihre Ablesestelle kann in jedem beliebigen Raum außerhalb der eigentlichen Fabrikationsräume angeordnet sein.

Rollen der Papiere: Um Papierrollen mit möglichst glatten Stirnflächen zu erhalten, werden die Bahnen dem Roller durch die „Rollerbrücke" zugeführt, durch deren der Papierbreite anpaßbare verstellbare Leitschienen seitliche Abweichungen verhindert werden. Der Roller (s. Abb. 139) selbst dient dazu, die getrockneten Papiere zu gleichmäßig fest gespannten Rollen aufzurollen: die feste Spannung glättet die Papierfläche, die durch das Trocknen stets mehr oder minder eingerollt wird und oft auch Verwerfungen zeigt. Seine Konstruktion ist im wesentlichen die gleiche, wie sie auch in der Barytpapierfabrikation üblich ist, er besteht aus den Spannwalzen, einer Zugtrommel und einer Friktion (s. Bd. IV, 1, S. 166). Um die Papierbahn erforderlichenfalls seitlich beschneiden zu können, ist er außerdem mit genau justierbaren Tellermesserpaaren ausgestattet, bisweilen schließt sich auch unmittelbar eine Querschneidevorrichtung an, so daß die Rollen sofort auf Bogen geschnitten werden können.

Die Ausführung des Rollens erfordert eine gewisse Vorsicht und Übung um Scheuerstellen und Ausschuß durch Umkrempeln oder Einreißen scharf getrockneten Papieres, das mit Rücksicht auf die wünschenswerte Haltbarkeit niemals gefeuchtet werden darf, zu vermeiden. Sind seitliche Risse eingetreten, werden solche mit einer Rundschere herausgeschnitten, um ein weiteres Einreißen zu verhindern, und bereitet das Rollen eines Papieres besondere Schwierigkeiten, wendet man die bewährte Methode des Klammerns der Gehänge an.

Messen der Papierrollen: Zum Messen der aufgerollten Papierbahnen dient ein Zählwerk, das entweder durch eine von dem Papier umspannte Walze genauen Umfangs direkt angetrieben wird, oder dadurch, daß es mit einem Gummilaufrad von 1 m Umfang in Verbindung steht, das frei in Hebeln schwingend auf dem durchlaufenden Papier aufliegt.

Kennzeichnung der Papierrückseite: Da es besonders bei mattierten Emulsionspapieren bisweilen schwierig ist, die Schichtseite von der Rückseite zu unterscheiden, kann letztere beispielsweise durch Farbaufschriften kenntlich gemacht werden[1]). Zu diesem

1) Es geschieht dies z. B. beim Veloxpapier der Eastman Kodak Co., siehe auch D. R. P. 298 377/1915 von K. Kieser.

Zwecke werden zwischen Stabgang und Roller mehrere auf einer Welle sitzende Farbrädchen angebracht, die die Rückseite der Papierbahn berühren und sich dabei mit gleicher Geschwindigkeit wie diese bewegen. Zu gleicher Zeit tauchen die Rädchen in eine Metallrinne ein, welche eine Lösung von Säuregrün extra 1 : 5000 nebst 1% Gummiarabikum enthält. Der dünne Auftrag trocknet schnell auf, ist im weißen Licht hellgrün, im roten dagegen dunkelgrau und verschwindet in den photographischen Bädern vollkommen. In ähnlicher Weise kann eine rückseitige Markierung auch durch Bindemittel wie Eiweiß, Gelatine, Harze usw. mit oder ohne Zusätze von mattierenden Substanzen erfolgen [1]).

Markierungen auf der Schichtseite: Werden auf das Barytpapier vor dem Emulsionsauftrag Zeichnungen irgendwelcher Art durch desensibilisierende Substanzen, z. B. organische Säuren, Farbstoffe wie Phenosafranin u. a. mit einem Bindemittel (Gummiarabikum, Stärke u. dgl.) aufgedruckt, so wird die Entwicklung des latenten Bildes an diesen Stellen verhindert, bzw. herabgesetzt und die Zeichnung, beispielsweise eine Quadrateinteilung wird im Bilde sichtbar [2]).

Fertigstellung der emulsionierten Papiere.

Schneiden der Rollen auf Bogen und Formate: Durch die bekannten Papierschneidemaschinen, die in ihren verschiedenen in der photographisch-chemischen Industrie gebräuchlichen Sonderausführungen in diesem Handbuch, Bd. IV, 1, S. 284 ff. beschrieben wurden, werden die Rollen in der dort geschilderten Weise je nach Erfordernis zerschnitten. Im Gegensatz zu Auskopierpapieren, deren Aufarbeitung in Bogen-, bzw. Formatware sofort erfolgen muß, um sie vor Zersetzung zu bewahren, läßt man die Entwicklungspapiere vorteilhaft einige Tage oder auch Wochen auf der Rolle. Die Verarbeitung ist danach eine erleichterte und mechanische Beschädigungen wie Falteneindrücke, Knicke usw. treten weniger in die Erscheinung, so daß durch solche hervorgerufener Ausschuß vermindert wird.

Der Verschnitt entspricht den Formaten des Negativmaterials

---

1) D. R. P. 296 509/1916 der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.

2) Brit. P. 250 770 (1925) für Kodak Ltd., W. G. Bent und R. E. Crowther.

und wird durch folgende tabellarische Übersicht der üblichen Formate wiedergegeben:

1 Bogen = 19 cm × 65 cm = 1 Blatt 19 cm × 52 cm + 1 Blatt 13 × 18 cm;
1 „ = 30 cm × 65 cm = 12 „ 10 cm × 15 cm
1 „ = 36 cm × 65 cm = 10 „ 13 cm × 18 cm
1 „ = 36 cm × 65 cm = 2 „ 18 cm × 24 cm + 6 „ 13 × 18 cm
1 „ = 36 cm × 65 cm = 12 „ 9 cm × 12 cm + 4 „ 13 × 18 cm
1 „ = 36 cm × 65 cm = 12 „ 12 cm × 16 cm
1 „ = 56 cm × 65 cm = 28 „ 9 cm × 14 cm (Postkarten).

für 100 cm breite Rollen gilt:

1 Bogen = 30 cm × 100 cm = 4 Blatt 24 cm × 30 cm
1 „ = 36 cm × 100 cm = 8 „ 18 cm × 24 cm
1 „ = 36 cm × 100 cm = 6 „ 18 cm × 24 cm + 4 Blatt 13 × 18 cm
1 „ = 40 cm × 100 cm = 3 „ 30 cm × 40 cm + 3 „ 9 × 12 cm
1 „ = 40 cm × 100 cm = 2 „ 40 cm × 50 cm
1 „ = 56 cm × 100 cm = 44 „ 9 cm × 14 cm (Postkarten).

Die Anzahl Blatt verschiedener Formate, welche aus 1 qm, bzw. 1 Buch oder aus 1000 laufenden Metern × 65 cm geschnitten werden können, sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Format in cm	1 qm	1 Bogen = 49 × 63(62) cm	1 Buch = 24 Bogen	1000 lfd. m = 2041 Bogen	1000 Blatt = lfd. m
6 × 9	184 Blatt	56 Blatt	1344 Blatt	114 296 Bl.	5,5 lfd. m
9 × 12	92 „	28 „	672 „	57 148 „	11,— „
10 × 15	66 „	20 „	480 „	40 820 „	15,— „
12 × 16	50 „	15 „	360 „	30 615 „	20,— „
13 × 18	42 „	12 „	288 „	24 492 „	24,— „
18 × 24	23 „	6 „	144 „	12 246 „	43,5 „
24 × 30	13 „	4 „	96 „	8 164 „	77,— „
30 × 40	8 „	2 „	48 „	4 082 „	125,— „

Postkarten:
9 × 14 : 1 lfd. m = 50 Stück; 50 000 Stück = 1000 lfd. m.

Sortieren der Papiere: Eine Beseitigung fehlerhaften Papieres geschieht in der Regel schon bei Durchsicht der Bogen in reflektiertem roten Licht durch darin besonders geübte Arbeiterinnen, außerdem beim Sortieren und Abzählen der Formatware. Um jede unnötige Belichtung der Papiere dabei zu vermeiden und um auch störendes Nebenlicht fernzuhalten, erfolgt die Prüfung des Papiers vielfach bei kojenartiger Anordnung der Sortiertische, so

daß sich die Papierstapel stets außerhalb der Seitenwände im Dunkeln befinden.

Verpacken der Rollen: Für maschinelle Verarbeitung kommen Entwicklungspapiere in Rollen in den Handel, deren Länge je nach der Papierstärke 500—1000 m bei 65 und 110 cm Breite beträgt, für den Kleinbedarf aber auch in Längen von nur 1, 5, 10, 100 usw. m.

Im Falle größerer Rollen erfolgt die Verpackung zunächst durch mehrfaches Einwickeln in schwarzes Papier — (die an das Verpackungsmaterial für Entwicklungspapiere zu stellenden Anforderungen sind die gleichen wie für Trockenplatten und Filme, s. S. 236—239) —, darauf in Packpapier und Kisten in gleicher Weise, wie Photorohstoff und Barytpapier verpackt wird (s. dieses Handb. Bd. IV, 1, 3. Aufl. 1928, S. 183). Kurze Rollen werden nach Einwickeln in schwarzes Papier in runde Papphülsen mit gut übergreifendem Deckel gesteckt, dessen Anschlußteile gegen unbefugtes oder ungewolltes Öffnen durch Überkleben mit einem Schutzstreifen gesichert ist.

Verpacken der Bogen und Formate: Da sich die Bogen, bzw. die daraus geschnittenen Blätter nicht einrollen dürfen, werden sie vor weiterem Verschnitt erst einige Tage oder besser einige Wochen Schicht auf Schicht liegend in Stößen zwischen starken Pappen und unter Beschwerung in besonderen Räumen aufbewahrt.

Verpackt wird die Formatware ebenfalls Schicht auf Schicht liegend, was besonders für adreßseitig bedruckte Karten wichtig ist, um eine Einwirkung der Druckfarbe auf die lichtempfindliche Schicht zu verhindern. In der Regel werden 10, 12, 50 oder 100 Blatt zwischen Pappblätter gelegt, die einen wirksamen Schutz gegen Feuchtigkeitseinflüsse und Krümmung bilden, und dann zweifach in schwarzes nicht zu knapp bemessenes Papier, das straff anschließen soll. Die äußere Hülle bilden verschiedenfarbige Kuverts mit entweder direktem Firmen-, Sorten- usw. Aufdruck, oder Etiketten, und für dickere Stapel wie z. B. Postkarten oft auch Pappkartons verschiedener Form, unter denen solche mit übergreifendem Deckel den Vorzug verdienen, da sie dem Verbraucher die Wiederverpackung unverbrauchter Pakete sehr erleichtern.

Die Verwendung von Strohpapier, das als Einlage zwischen den Emulsionsschichten ähnlich wie bei den Auskopierpapieren einen sehr wirksamen Schutz gegen Feuchtigkeitseinflüsse bieten würde,

wurde wiederholt angeregt, so von A. Weiß[1]) und K. Kieser[2]), führte sich jedoch seither nicht ein.

Überseeverpackung: Für den Überseeversand werden die in üblicher Weise eingepackten Papiere noch in Zink- oder besser Weißblechhüllen eingelegt, die mit gut übergreifendem durch Leukoplaststreifen gesicherten Deckel verschlossen werden; hierdurch wird eine durch den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit sonst herbeigeführte Zersetzung verhindert.

Aufbewahrung und Haltbarkeit der Entwicklungspapiere.

Aufbewahrung: Entwicklungspapiere sollen niemals in den Arbeitsräumen der Fabriken aufbewahrt werden, in denen sie Ausdünstungen aller Art und einem ständigen Wechsel der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, eine Regel, die schon auf die noch ungeschnittene und unverpackte Ware anzuwenden ist. Die Lagerung soll vielmehr in besonderen gut durchlüfteten und gleichmäßig nicht zu warm temperierten Räumen einer relativen Feuchtigkeit von nicht über 60 % geschehen.

Haltbarkeit: Die Haltbarkeit der Entwicklungspapiere wird durch ihre Herstellungsweise, ihre Verpackung und Aufbewahrung beeinflußt, und erstreckt sich in günstigen Fällen auf viele Jahre. Chlorbromsilberpapiere halten sich im allgemeinen länger als reine Bromsilberpapiere, Chlorsilberpapiere zeigen jedoch oft schon nach Monaten Spuren eintretender Zersetzung, besonders wenn die Emulsionen durch Waschen von überschüssigem Chlorsalz befreit wurden, so daß sie trotz ihrer sonstigen Vorzüge nicht allzu oft im Handel anzutreffen sind.

Neben dem Charakter der Emulsion ist für die Haltbarkeit der Entwicklungspapiere die Beschaffenheit des Rohpapieres und die der Barytschicht von erheblichem Einfluß, und zwar sowohl hinsichtlich ihrer Reinheit und Verarbeitungsweise als auch ihres Oberflächencharakters: ein unreines Rohpapier oder ein unsauberer, bzw. ungleichmäßiger Barytstrich leitet in der Regel auch eine vorzeitige Zersetzung der Emulsionsschicht ein, und rauhe Papiere sind infolge der ihnen eigenen größeren Angriffsfläche äußeren Einflüssen leichter zugänglich als glatte. Strukturpapiere neigen daher leichter zu vorzeitiger Zersetzung, was noch dadurch begünstigt wird, daß deren Barytage durch den für eine gute Prägung notwendigen starken

1) D. R. P. 294 664 (1914) für A. Weiß, ref. Phot. Korresp. 1916, **53**, 415.
2) Phot. Ind. 1916, **14**. 573.

Kalanderdruck oft mehr oder minder leicht verletzt, und die Papierfaser — besonders in den Tiefen der Körnung — dann freigelegt ist, so daß in ihr enthaltene Unreinheiten direkt auf die Emulsionsschicht einwirken können, ein Übelstand, dem man dadurch zu begegnen sucht, daß man gekörntes Barytpapier vor dem Emulsionsauftrag noch mit einer dünnen Gelatineschicht überzieht [1]).

1) s. dieses Handbuch Bd. IV, 1. 3. Aufl., 1928, S. 177/178.

VIERTES KAPITEL.

FABRIKATIONSFEHLER DER ENTWICKLUNGSPAPIERE [1].

Allgemeines: In jedem geordneten Fabrikbetriebe werden zwecks rechtzeitiger Erkennung von Mängeln und zur Vermeidung von Betriebsstörungen alle Barytpapiere mit derjenigen Emulsion probeweise überzogen, für welche dieselben bestimmt sind; bei Verwendung des gleichen Rohstoffes für mehrere Emulsionsarten muß die Prüfung also mit jeder einzelnen derselben wiederholt werden (vgl. hierzu dieses Handb. Bd. IV, 1, 3. Aufl. 1928, S. 181). Man verfährt dabei zweckmäßig so, daß man etwa 3—5 m des zu prüfenden Barytpapieres einer normalen Fabrikation anhängt, so daß die Probe verhältnismäßig ungünstige Bedingungen bei der Trocknung vorfindet. Während des Auftrages ist auf eine gleichmäßige Annahme der Emulsion durch das Barytpapier zu achten; es sollen sich weder „Kometen" oder „Mulden" zeigen, noch soll das Papier nach seiner Durchfeuchtung durch die Emulsion wellig werden. In gleicher Weise sind ungewöhnliche Erscheinungen im normalen Trockengang festzustellen, wie starkes seitliches Einrollen, das Auftreten von Falten und Knicken u. a. Bei der folgenden photographischen Prüfung zeigt sich dann am Auftreten heller oder dunkler Flecken, ob eine Aktivierung von Verunreinigungen des Rohpapieres oder der Barytschicht — auch Bestandteile der Barytschicht können bisweilen aktivierend wirken — stattfindet, wodurch der weitere Weg, den vorliegenden Fehler durch eine entsprechende Anpassung der Emulsion wirksam zu bekämpfen, gegeben ist, so daß größere Schäden stets vermieden werden können.

---

1) Eine Zusammenstellung der häufigsten Fabrikationsfehler der Entwicklungspapiere gab unter Anführung der darauf bezüglichen älteren Veröffentlichungen F. Wentzel bereits in der Phot. Ind. 1914, **12.** 872—873 u. 899—901; s. a. E. Valenta: Prüfung fehlerhafter Bromsilberpapiere, Phot. Korresp. 1909, **46.** 29; Phot. Ind. 1909, **7.** 346 u. Atelier d. Photogr. 1909, **16.** 3.

Da vielfach Umstände rein örtlicher Natur Ursache von Störungen sind, wird eine Erörterung der Fehler niemals Anspruch auf Vollständigkeit machen können, sondern sich auf deren häufigste beschränken müssen.

Auftragsfehler[1]): Die hierher gehörenden oft recht lästigen Erscheinungen, daß gewisse Stellen eines Barytpapieres die Emulsion nicht annehmen, und dadurch entweder einen randfreien Guß, Streifen oder kometenförmige kleinere und größere emulsionsfreie Stellen verursachen, erklären sich kapillarphysikalisch daraus, daß die Oberflächenspannung der Emulsion der Unterlage in solchen Fällen nicht genügend angepaßt ist. Man beseitigt diese Fehler durch Zusätze zur Emulsion wie von Alkohol, Saponin oder Alborit (siehe S. 149 ff.).

Streifenbildung wird aber auch leicht durch Störungen beim Einlauf der Emulsion in die Gießmulde hervorgerufen. So z. B. durch ungleichmäßige Strömungen bei einseitigem oder ungeeignetem Zulauf, durch Temperatur- oder Viskositätsunterschiede innerhalb der Emulsion u. a. m. Über den Vorteil einer ständigen mechanischen Bewegung der Emulsion in der Mulde während des Gießens gehen die Ansichten auseinander, und es scheint, daß man in beiden Fällen sowohl streifigen Auftrag erhalten wie vermeiden kann.

Einrollen, Faltenbildung und Knicke: Die Neigung mancher emulsionierter Papierbahnen, beim Trocknen seitlich einzurollen, Falten und Knicke zu bilden, kann außerordentlich lästig werden und erheblichen Ausschuß herbeiführen. Der Verlauf der Trocknung ist ja derart, daß das Papier nach erfolgtem Emulsionsauftrag infolge seiner Durchfeuchtung zuerst eine Dehnung erfährt, um sich darauf bei der folgenden Erwärmung allmählich nach der Schichtseite zu krümmen, indem es den einseitig wirkenden Kräften der eintrocknenden Gelatine nachgibt. Naturgemäß wird diese Tendenz zum Einrollen der Kanten sowohl von der Dicke des Papieres, d. h. seinem Quadratmetergewicht, seiner Stoffzusammensetzung, bzw. Verarbeitung abhängen, als auch von der Auftragsstärke und Härtung von Baryt- und Emulsionsschicht, endlich nicht unerheblich von der Art und Weise der Durchführung des Trockenprozesses. Wegen ihrer größeren Steifheit neigen kartonstarke Sorten weniger zum Einrollen als dünne Papiere, und wegen ihrer kleineren Angriffsfläche schmale Rollen weniger als breite. Weicher Rohstoff, wie z. B. nur aus

1) s. hierzu Phot. Ind. 1911, **9.** 1673, 1704 u. 1745; 1912, **10.** 1248; 1913, **11.** 986.

Hadern gefertigter verhält sich in gleicher Hinsicht sowohl beim Barytieren als Emulsionieren besser als ein zellstoffhaltiger hartgriffiger. Dick gegossene oder mattierte Emulsionsschichten befördern das Einrollen, aber auch andere Ursachen kommen in Frage. Zeigt sich die Erscheinung bereits unmittelbar nach dem Auftrag, noch bevor die Emulsion erstarrt ist, so ist sie meist auf mangelhafte oder ungleichmäßige Spannung des Papiers zurückzuführen. Eine solche kann z. B. dadurch zustandekommen, daß das Papier einen Kalander mit durch den Gebrauch ausgearbeiteten Walzen durchlief, so daß seine Ränder eine stärkere Pressung erfuhren als die Mittelbahn. Während sich an den unteren Abschnitten der Hängen leicht Knicke ausbilden, markieren sich oben die Stabstellen, sofern nicht Stabwender in den Hängeapparat eingebaut sind, die bewirken, daß sich die Stäbe von Zeit zu Zeit etwas um ihre Achse drehen, so daß jedesmal eine andere Stelle des Papiers mit dem Holz des Stockes in Berührung kommt. Infolge seiner Eigenschwere erfährt das Papier an den Stabstellen Dehnungen nach entgegengesetzten Richtungen, und die Trocknung geht hier ungleichmäßiger vor sich als an den freihängenden allseitig luftzugänglichen Partien, weshalb dünne Papiere hier leicht faltig, kräftigere dagegen oft so steif werden, daß sie sich nicht mehr an die Stäbe anschmiegen und von denselben nicht mehr mitgenommen werden. Kürzere Hängen verhalten sich im allgemeinen günstiger als lange.

Aus Vorstehendem ergeben sich die Vorbeugungsmaßnahmen. Ist das Papier infolge zu scharfer Trocknung oder aus anderen Gründen auf den Hängen erheblich eingerollt, und zeigt es Beschädigungen durch Falten, Knicke oder gar seitliche Einrisse, kann es oft nur mit großem Ausschuß gerollt werden, da die vielfach vorgenommene Gegenmaßnahme der Befeuchtung der Luft des Trockenraumes und damit des Papiers durchaus unangebracht ist, weil sie die große Gefahr einer mangelhaften Haltbarkeit des Fertigfabrikates in sich birgt. Da sich alle stärkeren Falten oder Knicke nach der Entwicklung deutlich in den Bildern zeigen, müssen meist viele Bogen beim Verarbeiten einer derartigen Rolle aussortiert und auf kleinere Formate geschnitten werden. Zur Verminderung des damit verbundenen Ausschusses ist es immer angebracht, die frisch emulsionierten Rollen einige Tage oder besser Wochen — zur Vermeidung der Bildung von Druckstellen freihängend — ablagern zu lassen, bevor man sie auf Bogen zerschneidet. Leichte mechanische Eindrücke verschwinden dabei, die Tendenz zum Einrollen der Ränder

vermindert sich, und das Papier läßt sich danach bedeutend besser handhaben; durch Benutzung von Hülsen größeren Durchmessers (ca. 40 cm) wird diese Wirkung noch erhöht. Wird das Papier anderseits zu frisch verarbeitet, so macht sich das Einrollen auch bei den Bogen oder kleineren Formaten beim Drucken der Adreßseiten von Postkarten, beim Sortieren, Abzählen und Verpacken unangenehm geltend. Vorteilhaft läßt man daher auch die aus einer Rolle zunächst geschnittenen Bogen in einem Stapel unter einer Säulenpresse einige Zeit liegen, wodurch dieselben flach werden. In gleicher Absicht rollt man die Rollen vielfach derart, daß deren Schichtseite nach außen zu liegen kommt.

Blasenbildung: Je nachdem sich die Emulsionsschicht allein oder aber mit der Barytschicht und endlich mit der Barytschicht und noch einem Teil der Papierunterlage abhebt, kann man mit K. Kieser drei typische Formen der Blasenbildung unterscheiden[1]). Ihre Erklärung finden sie nach R. Ed. Liesegang entweder in Ausdehnungsverschiedenheiten der einzelnen Schichten[2]), welche Spannungsdifferenzen und damit eine gegenseitige Lockerung zur Folge haben, die durch schroffen Temperaturwechsel oder Behandlungsfehler noch begünstigt werden kann, oder aber wie Liesegang in einer späteren Arbeit auf Grund der Prüfung eines umfangreichen Versuchsmaterials darlegte, in osmotischen Wirkungen[3]).

Gelatinelösungen lassen reines Wasser leichter hindurchtreten als Salzlösungen. Die Geschwindigkeit des Salzes (Natriumthiosulfat nach dem Fixieren) aus dem Papier nach außen ist daher kleiner als die von außen nach innen vor sich gehende Bewegung des Wassers, das sich in Schicht und Papier um so mehr anzureichern sucht, je stärker die darin enthaltene Salzlösung ist. Beide Ströme bewegen sich also einander entgegen und erzeugen im Innern des Papiers einen „osmotischen Druck". Zur Entstehung der Blasen muß jedoch noch eine Bewegung in senkrechter Richtung zu den genannten hinzukommen. Unter dem Einfluß des Druckes kann nur ein Teil des im Papier und der lichtempfindlichen Schicht angehäuften Überschusses auch in verstärktem Maße herausgepreßt werden, und die gepreßte Lösung wird sich dann naturgemäß an Orten des geringsten Widerstandes wie z. B. an Knicken im Papier oder etwa an

1) Phot. Ind. 1909, **7.** 214.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1911, **25.** 491 nach Phot. Chronik 1910, **17.** 95 u. 583; Chem. Ztg. 1910, Repert. **18.** 640.

3) Phot. Ind. 1920, **34.** 115—118.

Stellen, an denen ein Blatt beim Einlegen in den Entwickler ein wenig an ein anderes angeklebt war, zunächst ansammeln. Aber auch ohne solche nachträgliche Schäden oder Zufälligkeiten wird die Widerstandsfähigkeit gegen eine Aufblähung nicht überall gleich groß sein, und hat eine Auflockerung erst an irgendeiner Stelle stattgefunden, schreitet solche auch leicht weiter. Fast immer sitzen diese Stellen im Papier selbst in einer gewissen Entfernung von der Emulsionsschicht, so daß den Blasen dann etwas Papier anhaftet. Ist etwa noch Luft im Papier enthalten, wird die Tendenz zur Blasenbildung noch erhöht, da diese in den Bädern unter dem Einfluß des sich entwickelnden osmotischen Druckes seitwärts getrieben wird und sich an einzelnen Stellen ansammelt; in gleicher Weise kann auch Kohlensäure von erheblichem Einfluß sein, die sich bei der Verarbeitung sauer gearbeiteter Papiere aus der Säure und dem Alkali des Entwicklers bildet, oder auch in Waschwasser gelöster Sauerstoff, der durch den Salzgehalt des Papieres ausgetrieben wird[1]). (R. Ed. Liesegang.)

Glatte, satinierte Papiere zeigen den Fehler am ehesten, nur maschinenglatte von schwach rauher Oberfläche dagegen seltener, weil die Berührungsfläche zwischen Emulsion und Schichtträger und damit die Adhäsion der Emulsion bei diesen eine sehr viel größere ist. Ebenso wird die Haftintensität sehr stark gehärteter Barytschichten eine geringere sein als solcher, die ein besseres Eindringen der Emulsion in die Oberflächenschicht gestatten, und gleicherweise werden dicke Emulsionsschichten stärker zur Blasenbildung neigen als dünn präparierte. Von der Bildung vereinzelter kleiner pockenartiger Erhebungen, die nach dem Auftrocknen oft wieder gänzlich verschwinden, bis zu einem vollständigen Loslösen und Abschwimmen der Schichten kann blasenbildendes Papier alle Zwischenformen annehmen und ein sehr verschiedenes Aussehen haben. Die am seltensten auftretende Form ist die durch Spaltung des Rohpapiers gekennzeichnete, die bei langfaserig hergestellten Papieren, wie sie z. B. für Registrierpapiere verwendet werden, vorkommt, bei denen sich die Anordnung der Fasern vorzugsweise in der Laufrichtung der Papiermaschine vollzieht, die Verfilzung also eine weniger vollkommene ist.

1) Mikroskopisch leicht nachweisbar ist ein Gasgehalt des Papiers durch Behandlung mit schwach angesäuertem oder alkalisch gemachtem Wasser, das man von der Seite des Deckglases hinzutreten und auf das Papier einwirken läßt. Die Blasenentwicklung wird dann direkt sichtbar.

In der Beibehaltung bewährter Vorschriften und Vermeidung aller erheblichen Änderungen wird während der Fabrikation zunächst die beste Vorbeugungsmaßregel gegen Blasenbildung bestehen. Damit der Papierkörper Zeit findet, hinsichtlich seiner physikalischen Beschaffenheit durch und durch möglichst gleichmäßig zu werden, wird man weiter die Barytpapiere in jedem Fabrikationsstadium, besonders aber vor dem Emulsionieren in einem gleichmäßig temperierten Raum von ca. 65% rel. Feuchtigkeit ablagern lassen. Die Rollen sind dabei freihängend oder hochstehend anzuordnen, da das Papier beim Aufeinanderliegen mehrerer Rollen einen einseitigen Druck erleidet, ungleich feucht und leicht wellig wird. Das Trocknen der Papiere nach dem Emulsionsauftrag sei nicht zu scharf, und auch das fertige Papier soll erst etwas ablagern, bevor es zur Verarbeitung gelangt. Eine schonende Behandlung der Papiere, namentlich Vermeidung von Knicken versteht sich in der Fabrikation von selbst und ist natürlich auch bei ihrer späteren Verarbeitung neben den bekannten, die Blasenbildung begünstigenden anderen Umständen, wie allzu schroffer Temperaturwechsel oder erhebliche Konzentrationsunterschiede der Bäder, zu beachten [1].

Friktionsschleier: Hierunter versteht man die sich erst bei der Entwicklung des Papiers zeigende Erscheinung, daß seine Oberfläche unregelmäßig, oft aber auch in parallel-strichartiger Anordnung mehr oder weniger schmutzartig grau überlegt ist. Diese „Oberflächenmarken“ sind auf eine mechanische Einwirkung auf die an der Emulsionsoberfläche befindlichen Silberhaloidkörner zurückzuführen, wie sie leicht beim Rollen, Schneiden und Verpacken der Papiere durch Reibung oder Druck zustande kommen kann, und lassen sich in leichten Fällen bekanntlich z. B. durch Abreiben der Bilder mit Alkohol, mit verdünnter Cyankaliumlösung oder durch Zusatz von 2—3 Tropfen Jodkalium- oder Cyankaliumlösung 1:10 zum Entwickler, vermeiden [2]. Papiere mit verschiedenen Oberflächen verhalten sich gegenüber dem Friktionsschleier keineswegs gleich; anscheinend tritt er auf glänzenden Papieren leichter auf als auf matten, doch kam R. Garriga [3] auf Grund eingehender Versuche

---

1) s. hierzu: Phot. Ind. 1907, **5.** 598, 754, 1270; 1909, **7.** 214; 1910, **8.** 1600; 1913, **11.** 906; 1924, **22.** 860.

2) s. hierzu u. a. Baekeland, Zeitschr. f. wiss. Phot. 1905, **3.** 214; Stolze, Phot. Chronik 1908, **15.** 630; Lüppo-Cramer, Phot. Korresp. 1914, **51.** 361—362.

3) Bull. Soc. Franc. Phot. 1924, 11, 70—72; ref. Phot. Ind. 1924, **22.** 341 und 702—705.

mit handelsüblichen Bromsilber- und Gaslichtpapieren, deren Gelatine- und Silbergehalt ihm genau bekannt war, zu dem Ergebnis, daß das Verhältnis von Gelatine zu Silbernitrat und die Anzahl der an der Emulsionsoberfläche befindlichen Silberhaloidkörnchen den Grad des bei einem Papier auftretenden Friktionsschleiers beeinflußt. Hieraus erklärt sich, weshalb gewisse stark mattierte Vergrößerungspapiere mit herabgesetztem Gelatinegehalt eine große Tendenz zu diesem Fehler zeigen, während er in billigen Papieren mit geringem Silbergehalt weniger in die Erscheinung tritt. Erreicht der Faktor Gelatine: Silbernitrat einen höheren Wert als 3,5, so soll eine solche Emulsion genügend gegen das Auftreten von Scheuermarken geschützt sein, unterhalb dieses Wertes sind dagegen die größten Vorsichtsmaßregeln bei der Verarbeitung des emulsionierten und getrockneten Papiers zu beobachten.

In der Fabrikation ist das Rollen der Papiere mit größter Vorsicht vorzunehmen. Um den Fehler mit Sicherheit zu vermeiden, haben sich viele Fabrikanten aber auch darauf eingestellt, die Emulsionsschicht entweder in einem nachträglichen oder aber im gleichen Arbeitsgang noch mit einer dünnen Gelatineschicht zu überziehen, ein Verfahren, dem verschiedene ältere Patente zu Grunde liegen [1]), und das praktisch für Entwicklungspapiere zuerst in England Boden gewann [2]). Seine technische Durchführung wurde bereits S. 417 erörtert.

Helle Flecke: Dieser sich in früheren Jahren häufig zeigende Fehler darf heute als praktisch überwunden gelten. Während die Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering noch im Jahre 1913 bzw. 1915 Patente auf Verfahren zur Beseitigung heller Flecken durch Überziehen des Barytpapieres vor dem Emulsionsauftrag mit Eiweiß oder Zusatz von Eiweiß zur Barytmasse nahm [3]), setzt man heute den Emulsionen fast überall Resensibilisatoren zu,

1) Nach dem D. R. P. 85 359/1895 von Dr. Rudolph Krügener in Bockenheim wurden Kollodiumpapiere mit einem Überzug von Gelatine als Schutzschicht versehen, während die Chem. Fabrik auf Aktien, vorm. E. Schering, Berlin, sich durch das D. R. P. 149 211/1902 einen indifferenten lichtdurchlässigen und in den Entwicklungsbädern löslichen Überzug aus z. B. Dextrose patentieren ließ.

2) Der heute allgemein übliche Gelatineüberzug wurde im Jahre 1906 von der Criterion Ltd., Stechford, Warwickshire erstmalig ausgeführt („Non Stress Cards"). Mitteilung der Firma an den Bearbeiter.

3) D. R. P. 295 502/1913 u. D. R. P. 303 144/1915; ref. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/1920, **29.** 396.

um die die Flecken verursachende Wirkung gewisser im Papierkörper enthaltender Verunreinigungen wie basischer Kupfersalze aufzuheben. Als gute Resensibilisatoren wurden saure Tartrat- und Zitratlösungen und saures Chininsulfat erkannt[1]), deren Wirkung eine einfach lösende ist.

Der Nachweis von die Flecken verursachenden, aus dem Papier-Rohstoff oder von der Barytage herrührenden Kupferspuren geschieht nach der von R. Luther und M. Harnisch angegebenen Methode[2]), die auf der katalytischen Wirkung von C.. + Fe... (oder + Fe..) bei der Reaktion zwischen Persulfat und Natriumthiosulfat in Gegenwart von Jodjonen beruht. Diese gekuppelte Wirkung wurde von N. Schilow untersucht, der für ihren Verlauf eine kinetische Erklärung gab. Mit Hilfe vergleichender Versuche ist es auf diesem Wege möglich, Konzentrationen von der Ordnung 5×10^{-10} Mol. pro Liter mit einer Genauigkeit von ungefähr 10% bei Verwendung von 1 ccm Lösung zu schätzen.

Eine ähnlich einfache und noch verbesserte Methode zur Auffindung von Kupferspuren in Papieren gab E. Weiß[3]) an, der die verschiedenen Verfahren zum Nachweis inselhaft verteilter Kupfermengen (Ammoniak, Ferrozyankalium, Diphenylkarbazid, o-Nitrosophenol, Formaldoxim) miteinander verglich und feststellte, daß die Verfahren mit Diphenylkarbazid und o-Nitrosophenol die technisch wertvollsten sind.

Ursache ungewöhnlicher Zersetzungserscheinungen ist gelegentlich aber auch eine ungleichmäßige Verteilung der zur Härtung des Barytstriches und der Emulsion dienenden Chrom- oder Tonerdesalze[4]).

Dunkle Flecke: Dieser in der modernen Fabrikation gleichfalls äußerst selten auftretende Fehler erklärt sich aus reduzierend wirkenden Verunreinigungen (z. B. Eisen- oder Kohleteilchen), die entweder in die Emulsion selbst oder auf das Barytpapier vor dem Emulsionsauftrag gelangten, und beim Entwickeln je nach Umständen kleinere oder größere dunkle Flecken mit oder ohne Kern verursachen.

Ungleichmäßige Beschaffenheit eines Papiers bei seiner Verarbeitung weist auf einen mangelhaften Trockenprozeß hin, denn je nach der Schnelligkeit des Trocknens zeigt die

---

1) s. hierzu H. Ostermaier, Dissertation, Dresden 1924.
2) Transactions of the Faraday Society 1923, Part 2. Okt.
3) Dissertation, Dresden 1924.
4) s. hierzu A. Cobenzl, Phot. Ind. 1921, 19. 360/361.

gleiche Emulsion unterschiedliche Empfindlichkeit und Kontrastwirkung, und zwar derart, daß langsam trocknende Schichten weichere Abdrücke von geringerer Kraft geben als vergleichsweise rasch getrocknete, wie schon von L. H. Baekeland[1]) beobachtet wurde. Bei Entwicklungspapieren fällt dieser Umstand um so mehr ins Gewicht, als häufig größere Bildauflagen auf Grund einer einzigen Belichtungsvorprobe gedruckt werden. Hinzu kommt, daß der Papierkörper nach dem Trocknen stets noch etwas Feuchtigkeit enthält, und daß auch das an die Gelatine gebundene Wasser der Emulsion nie vollständig entweicht, sondern zu einem gewissen Bruchteil in der Schicht verbleibt. Wie E. H. Farmer bei Trockenplatten feststellte[2]), beeinflussen aber schon sehr geringe Unterschiede in der Menge dieses Wassergehaltes die Entwicklung und damit die Gradation. So erklärt es sich, daß in Fällen, in denen das emulsionierte feuchte Papier mehr oder minder sich selbst überlassen bleibt, innerhalb der gleichen Rolle beträchtliche Unterschiede in der Empfindlichkeit und Gradation festzustellen sind, besonders zwischen den auf den Stäben gelegenen stets schneller trocknenden Abschnitten und den Schleifen, weniger deutlich und praktisch belanglos zwischen den schneller trocknenden Randpartien und der Mitte der Papierbahn. Es ergibt sich also, daß einer schnell und gleichmäßig durchgeführten Trocknung die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

Allgemeine Unruhe der Emulsions-(Bild-)Schicht: Dieser Fehler, der vielfach während der Kriegszeit auftrat, als den Photopapierfabriken eine nur beschränkte Auswahl von Rohmaterialien zur Verfügung stand, ist auf unzweckmäßige Zusammensetzung des Rohstoffes zurückzuführen, so daß er sich beim Durchfeuchten während des Barytierens verzieht und wellig wird. Wird das Papier durch das nachfolgende Kalandern auch wieder geglättet, so daß der Fehler vor dem Emulsionsauftrag nicht zu erkennen ist, tritt er doch nach demselben wieder hervor und verleiht schließlich auch den fertigen Bildern einen unruhigen Untergrund. Durch ausschließliche Verwendung von Glanzbaryt — auch für matte Schichten — und mehrfaches Kalandern unter starkem Druck, wodurch glattere Oberflächen erhalten werden, kann der Erscheinung bei solchem Rohstoff bis zu einem gewissen Grade begegnet werden. Eine weitere Ursache unruhigen Bilduntergrundes, auf die Li-

1) Zeitschr. f. wiss. Phot. 1905, **3.** 209.
2) Brit. Journ. of Phot. 1900. **47.** 457; s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1901. **15.** 647.

lienfeld[1]) und Lainer[2]) bereits hinwiesen, kann in einer mangelhaften Härtung der Barytleimschicht liegen. Teile einer leicht löslichen Barytschicht können in ungünstigen Fällen in die Emulsion bei deren Auftrag eindringen und dadurch unreine Halbtöne und Schwärzen erzeugen, woraus sich ergibt, daß die Barytschicht außerordentlich sorgfältig gehärtet werden muß.

Gelbschleier kann bisweilen bereits den Entwicklungspapieren anhaften, wenn von der normalen Verarbeitungsweise abgewichen wird. R. Garriga befaßte sich mit seiner Erklärung[3]) und führte ihn auf die Beschaffenheit der Gelatine zurück, deren jede einer Emulsion ein bestimmtes charakteristisches Verhalten hinsichtlich ihrer Neigung zur Gelbschleierbildung verleiht. Um festzustellen, ob ein Papier auch unter ungünstigen Bedingungen keinen Gelbschleier gibt, empfahl Garriga seine Prüfung durch 2 Minuten lange Entwicklung in einem 23° warmen Entwickler der Zusammensetzung: Metol 1,25 g, Natriumsulfit krist. 25 g, Hydrochinon 2,5 g, Natriumkarbonat (wasserfrei) 15 g, Bromkalium 1 g, Natriumthiosulfat 10 g, Wasser auffüllen bis 1000 ccm. Fixieren und Wässern folgt wie üblich. Bei dieser Behandlung muß das Papier reine Weißen liefern; verfärbt es sich ein wenig, wird man es zwar noch laufend verarbeiten können, hat aber im Sommer allzugünstige Bedingungen zu vermeiden, und stellt sich endlich bei dieser Behandlung starker Gelbschleier ein, darf es nur in vollständig normalerweise verarbeitet werden, also in einem angepaßten Entwicklungsbade von 18 bis 20° C und nur während der üblichen Zeitdauer.

---

1) Phot- Korresp. 1898. **35.** 530.

2) Phot. Korresp. 1898, **35.** 534.

3) R. Garriga, Mitt. Int. Kongr. f. Phot., Paris 1925; ref. Phot, Ind. 1925, **23.** 808—810.

FÜNFTES KAPITEL.

EINTEILUNG, EIGENSCHAFTEN UND VERWENDUNGSZWECK DER VERSCHIEDENEN ENTWICKLUNGSPAPIERE.

Allgemeines: Unter Entwicklungspapieren versteht man halogensilberhaltige silbernitratfreie Gelatine-Emulsionspapiere, deren Schichten nach kurzer Belichtung unter einem Negativ ein latentes Bild enthalten, das erst durch nachfolgende chemische Entwicklung sichtbar wird. Um dasselbe beständig zu machen, wird das überschüssige, nicht zum Bildaufbau verbrauchte Halogensilber in einem Natriumthiosulfatbade in Lösung gebracht, schließlich auch dieses durch Wässern entfernt.

Einteilung nach der Gradation: Mit K. Kieser[1]) kann man die Entwicklungspapiere zweckmäßig in vier allerdings nicht scharf voneinander getrennte Klassen einreihen und weich arbeitende, normal arbeitende, hart arbeitende und extrahart arbeitende unterscheiden. Zu den weich arbeitenden zählt man alle die Papiere, bei denen das Hauptstück der Schwärzungskurve mit der Abszisse einen kleineren Winkel als 50° bildet, für die normalen Papiere liegt dieser Winkel zwischen 50 und 60°, Papiere mit einem Winkel zwischen 60 und 70° kann man als hart arbeitend nennen, und steigt der Winkel über 70°, ist die Bezeichnung extrahart gerechtfertigt. Wichtig für die Gradationsbewertung ist der Verlauf der Schwärzungskurve auch im Gebiet der Unter- und Überbelichtung.

Eine Einteilung nach 6 von einem Testnegativ angefertigten in ihrer Kontrastwirkung verschiedenen Standard-Drucken, nach denen alle weiteren Papiere durch einfachen Vergleich zu klassifizieren seien, schlug B. T. J. Glover vor[2]), während C. Emmermann die Definition der Papiere nach Goldbergs Vorschlägen vorzunehmen empfahl[3]).

---

1) Chem. Ztg. 1921, **45.** 547 und Z. f. angew. Chemie 1921, **34.** 228.
2) Phot. Journ. 1922, **62,** 132—141.
3) Phot. Ind. 1929. **27.** 1026—1031.

Einteilung in handelsüblicher Weise: Man unterscheidet Bromsilberpapiere von Gaslichtpapieren[1]), die bisweilen auch als Kunstlichtpapiere bezeichnet werden, und versteht unter letzteren sowohl Chlorbromsilberpapiere als auch reine Chlorsilberpapiere. Beide Klassen unterscheiden sich, abgesehen von ihrem chemischen Aufbau, photographisch durch eine unterschiedliche Empfindlichkeit zugunsten der Bromsilberpapiere, obwohl heute bereits gewisse Sorten von Gaslichtpapieren den Bromsilberpapieren diesbezüglich kaum nachstehen, außerdem durch die den Gaslichtpapieren eigentümliche Eigenschaft in verdünnten Entwicklern farbige Silberniederschläge (Bilder) zu ergeben.

Eine Auswahl von Kurven der Haupttypen von Entwicklungspapieren zeigt nach K. Kieser[2]) Abb. 140.

Nr. 1. Ein bekanntes Porträtgaslichtpapier mit glänzender Oberfläche, mit gut durchgearbeiteten Tiefen und ziemlich zarten hellen Halbtönen. Die höchste Schwärzung ist die höchste bei Entwicklungspapieren überhaupt beobachtete, da der Wert 1,5 überschritten wird. Das heißt nur 3% der auffallenden Lichtmenge wird reflektiert, während vergleichsweise gegen ein tunlichst rein weißes, schwach gekörntes Papier gemessener schwarzer Sammet nur 1,8% des vom weißen Vergleichspapier zurückgestrahlten Lichtes diffus reflektierte. Sammetschwarze Tiefen werden also auch von den besten Entwicklungspapieren entgegen den Behauptungen vieler Fabrikanten noch lange nicht erreicht.

Nr. 2. Ein ziemlich hochempfindliches Bromsilberpapier mit glänzender Oberfläche und verhältnismäßig sehr guter Kraft, wie es in großer Menge für die Rotationsphotographie Verwendung findet. Die hellsten Halbtöne sind gut graduiert, die dunkleren Halbtöne kräftig wiedergegeben, und auch die Schatten noch befriedigend durchgearbeitet.

Nr. 3. Die hellsten Halbtöne sind bei diesem sehr hoch empfindlichen und sehr weich, ja sogar fast unbrauchbar flau arbeitendem, ebenfalls glänzenden Bromsilberpapier weicher graduiert als bei jedem anderen der gemessenen. Sie geben, ein bei Entwicklungspapieren sehr seltener Fall, helle Details weicher wieder, als sie das Negativ selbst zeigt. Die Neigung des Hauptteils der Kurve, verglichen mit der Neigung der Kurve, erhalten aus den Logarithmen der Lichtmengen, zeigt, daß sie fast parallel dieser läuft. Der Wert der größten Schwärzung ist so hoch wie bei Nr. 2, dennoch werden im Bilde selbst mit einem solchen Papier niemals die Tiefen erreicht, wie mit

---

1) Die Bezeichnung „Gaslichtpapiere" rührt aus der Zeit ihres Aufkommens her, als man diese relativ unempfindlichen Papiere meist bei Gaslicht belichtete und auch beim gleichen Licht — unter Vermeidung direkter Bestrahlung — entwickelte. Obwohl die Bezeichnung heute nicht mehr angebracht ist, hat man sie doch allgemein beibehalten, und Versuche diese Papiere als „Kunstlichtpapiere" zu benennen drangen seither nicht durch; die wünschenswerte Unterscheidung zwischen Bromsilber- und Gaslichtpapieren würde hieraus auch nicht erkenntlich sein. s. hierzu: E. Stenger, Die Kopierverfahren, Berlin 1925, S. 16, mit Hinweis auf Phot. Ind. 1925, **23.** 82, 131, 201, 202.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1913, **27.** 105—108.

einem Bromsilberpapier normaler, d. h. in Wirklichkeit verhältnismäßig harter Gradation der Halbtöne.

Nr. 4. Die gleiche Emulsion wie für Nr. 2, in üblicher Weise mit Mattierungszusatz versehen. Die Kurve zeigt deutlich den schlechten Einfluß der Mattierung auf eine sonst tadellos graduierte Emulsion. Die hellsten Töne haben viel von ihrer Weichheit eingebüßt, während die dunkleren Halbtöne, und noch mehr die Schatten, an Kraft sehr verloren haben. Die größte Schwärzung erreicht kaum den Wert „1", d. h. 10% des Lichtes wird von den tiefen Stellen immer noch zurückgegeben. Eine gewöhnliche Sorte schwarzes Packpapier zeigt ungefähr die gleiche Schwärze.

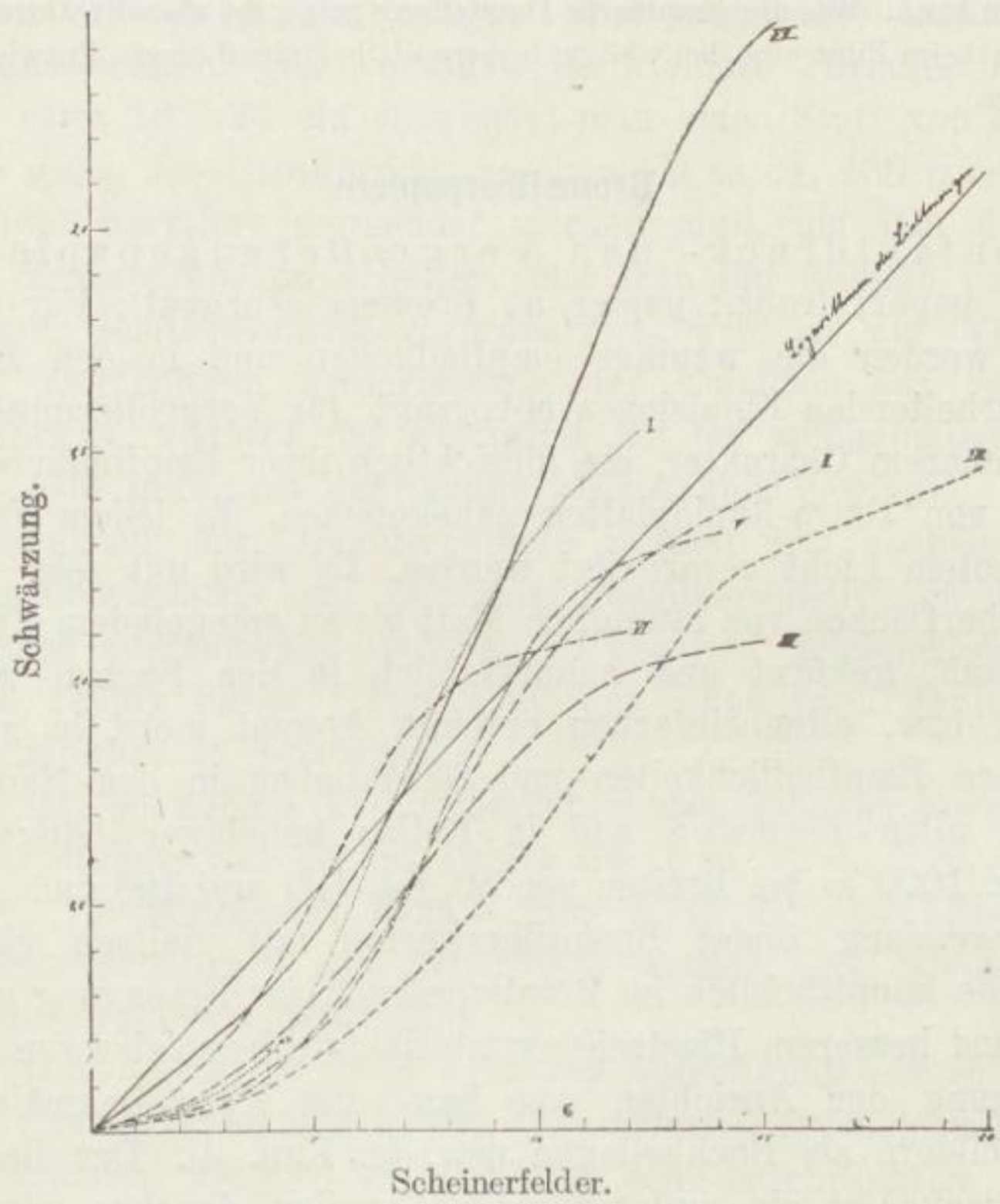


Abb. 140. Haupttypen der Entwicklungspapiere in graphischer Darstellung.

Nr. 5. Ist ein sehr brillantes halbglänzendes Gaslichtpapier, das viel zum Kopieren mangelhafter Negative benutzt wird. Die hellsten Halbtöne sind gut, die dunkleren und mittleren hart, die tiefste Schwärzung ist eine mittlere zwischen der glänzender und matter Papiere.

Nr. 6. Ist ein extrem hartarbeitendes mattes Gaslichtpapier, das auch noch von recht flauen Negativen kräftige Abzüge gibt; auch eine ziemlich erhebliche Verschleierung derselben wird noch ausgeglichen. Dementsprechend zeigt auch die Kurve schon in den hellsten Tönen einen steilen Anstieg, der mittlere Teil ist sehr kurz. Die

größte Schwärzung ist verhältnismäßig niedrig, deshalb macht auch die Mehrzahl der mit solchem Papier hergestellten Bilder einen kreidigen mangelhaften Eindruck.

Nr. 7. Ist eine in der Art der Herstellung und im Reifungsgrade der Nr. 2 tunlichst ähnliche Emulsion, die aber nicht auf Papier, sondern als Diapositivemulsion auf Zellitfilmunterlage gegossen wurde, und deren Belichtung im gleichen Sensitometer geschah, wie die der Papiere. Gemessen wurde die Schwärzung in der Durchsicht. Die Emulsion ist der Typ einer guten Positiv-Kinofilm-Emulsion. Die hellsten Halbtöne sind verhältnismäßig hart, aber der große Reichtum an Tönen bis in die größte erreichbare Tiefe hinein, gibt die prächtige Modulation, die man an vielen Filmen bewundern kann. Wie die graphische Darstellung zeigt, ist also die Durcharbeitung der Tiefen beim Film eine bei weitem bessere als bei irgend einem Entwicklungsbild auf Papier.

Bromsilberpapiere.

Kontaktdruck- und Vergrößerungspapier (engl.: bromide paper; franz.: papier au bromure d'argent): Für Kontaktdrucke werden die weniger empfindlichen und in den Halbtönen härter arbeitenden Emulsionen bevorzugt, für Vergrößerungen solche von weicherem Charakter, die hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit denjenigen von Extra-Rapidplatten nahekommen. In jedem Falle muß es bei rotem Licht verarbeitet werden. Es wird mit sehr verschiedenen Oberflächen von stumpfem Matt bis zu spiegelndem Hochglanz, glatt, rauh, gekörnt und hauptsächlich in den Farben weiß und chamois, bzw. elfenbeinfarben erzeugt, kommt meist in zwei verschiedenen Empfindlichkeiten und Gradationen in den Handel, und zwar in allen Formaten und in Rollen beliebiger Länge bis zu 500 bzw. 1000 m bei Breiten von 50, 64, 100 und 150 cm.

Verwendung findet Bromsilberkarton mit vielfach glänzender Oberfläche hauptsächlich im Rotationsdruck zur Erzeugung von Postkarten und besserem Illustrationsmaterial wie beispielsweise zur Vervielfältigung der Ansichten von Bau- und Kunstdenkmälern, von Röntgenbildern als Buchbeilagen usw. (s. Kap. 4). Der Bedarf für diese Zwecke ist ein außerordentlich großer, daneben wird Bromsilberpapier, dünn und kartonstark, aber auch für kleinere Bildauflagen von Fachphotographen und Photohändlern verarbeitet.

Negativpapier (engl.: negative paper; franz.: papier négatif): Seine Vorzüge gegenüber Trockenplatten bestehen in der Unzerbrechlichkeit des Materials, in der Raumersparnis bei Aufbewahrung und Transport, in einer praktisch befriedigenden Lichthoffreiheit, einer leichten beiderseitig vorzunehmenden Retusche, in der bequemen Handhabung großer Formate und im geringeren Preise. Trotzdem hat es, abgesehen in der Zeit vor Erfindung des Zelluloidfilms, nie-

mals eine besondere Bedeutung erlangt, und wird auch heute gegenüber den Trockenplatten nur in sehr beschränktem Umfange hergestellt, weil das sich stets bemerkbar machende Papierkorn auch in seinen besten Sorten einer allgemeineren Verwendung entgegensteht.

Der zur Herstellung von Negativpapier gewählte Rohstoff muß glatt und von besonders feiner und gleichmäßiger Struktur sein, daneben soll er sich durch Festigkeit und möglichste Lichtdurchlässigkeit auszeichnen. Für vorzugsweise kleinere Formate bis zur Größe von etwa 18×24 cm verwendet man einen Stoff von ca. 80 oder 90/95 g/qm, für Großformate solchen bis zu ca. 130 g/qm. Da derselbe nicht barytiert verwendet werden muß, um ihm die erforderliche Transparenz zu erhalten, und man ihn deshalb nur mit einer dünnen Gelatineschicht vorpräpariert, wird er zur Vermeidung einer ungünstigen Beeinflussung der Emulsion aus reinsten Hadern gefertigt, wodurch das Fertigfabrikat bei sachgemäßer Aufbewahrung eine gute, oft jahrelange Haltbarkeit gewinnt.

Die Emulsion der Negativpapiere besteht aus hochempfindlicher Bromsilbergelatine mit geringem Jodsilbergehalt; um in den Negativen eine ausreichende Deckung zu erhalten, zeichnet sie sich durch einen relativ hohen Silbergehalt aus, ohne doch denjenigen von Trockenplatten zu erreichen.

In den Handel kommt Negativpapier in den üblichen Formaten, außerdem in Rollen von 66 cm Breite bei 1 m, 3 m, 5 m, 10 m usw. Länge, vorübergehend konnte man auch farbenempfindliche Negativpapiere erhalten [1]), und neuerdings werden auch wieder abziehbare Negativpapiere hergestellt.

Negativpapier dient in erster Linie zur Anfertigung vergrößerter Negative für den Pigmentdruck, den Gummidruck, Bromöldruck und ähnliche Verfahren, daneben in allerdings sehr beschränktem Maße gelegentlich auch für direkte Aufnahmen in der Kamera. Seine Verarbeitung ist die gleiche wie die aller Bromsilberpapiere, muß also bei geprüftem roten Licht geschehen. Da die fertigen trockenen Negative weniger lichtdurchlässig als Glasnegative sind, wodurch ihre Kopierdauer erheblich verlängert wird, werden sie meist durch Einreiben mit beispielsweise einer Mischung von 1 Teil Rizi-

1) Für die Selbstsensibilisierung panchromatischen Negativpapieres empfahl R. Namias eine Pinazyanollösung 1 : 5000, die mit 1000 Teilen Wasser verdünnt wird; vor seiner Entwicklung wird das so belichtete Papier mit Safranin 1 : 10 000 desensibilisiert. Journ. Prog. Fot. 1922, S. 108, Bd. 29.

nusöl mit 2—3 Teilen Alkohol, mit Vaselin oder dgl. durchscheinender gemacht.

Bromöldruckpapier[1]): Zur Ausübung des Bromöldruckes wie auch für den Bromölumdruck (das sogen. Handpressendruckverfahren) ist ein Papier erforderlich, dessen Eigenschaften in verschiedener Weise von denen der sonst gebräuchlichen Entwicklungspapiere abweichen.

So wird zunächst der Rohstoff möglichst dick (kartonstark) und fest gewählt, damit die spätere Bildschicht während der Einfärbung längere Zeit feucht bleibt, nicht wellig auftrocknet, und die Einfärbung mit der Walze verträgt. Neben glatten Sorten bevorzugt man Papiere verschiedener Körnungen in weißer und gelblicher Tönung.

Von der Emulsionsschicht wird verlangt, daß sie ebenfalls tunlichst dick sei und besonders quellfähig, dabei in feuchtem Zustande doch genügend widerstandsfähig, um eine Pinselbearbeitung zu vertragen. Auch gegen selbst sehr schroffen Temperaturwechsel der in Anwendung kommenden Wasserbäder muß die Schicht unempfindlich sein, darf nicht zur Blasenbildung neigen und soll eine Oberfläche besitzen, die eine leichte Farbannahme, ein gutes Trocknen der Farben, sowie deren genügendes Haften gewährleistet, damit die Farbe bei der vielfach vorgenommenen nachträglichen Entfettung nicht ganz oder teilweise abschwimmt. Erreicht wird dies in der Fabrikation durch Wahl einer geeigneten Gelatine, durch deren angemessene Härtung und einen den gegebenen Bedingungen entsprechenden Auftrag. Die Emulsion selbst besitzt einen hohen Silbergehalt, ist von mittlerer Empfindlichkeit, und zeigt eine sanft abfallende Gradation, durch die eine gute Durchzeichnung der Lichter bei kräftigen Tiefen vermittelt wird.

Röntgenpapier: Dasselbe ist ein hochempfindliches kartonstarkes glänzendes Bromsilberpapier mit gegen Schrammen (Friktionsschleier) schützendem dünnen Gelatineüberzug und dient für direkte negative Röntgenaufnahmen („Raygraphs") als billiger Ersatz für Trockenplatten und Filme, ohne diese doch in allen Fällen ersetzen zu können, da die Aufnahme nur in der Aufsicht betrachtet werden

1) s. hierzu die von den Leonar-Werken in Wandsbek herausgegebene, von Wurm-Reithmayer verfaßte Broschüre: „Bromöldruckpapier" —. Eine vergleichende Prüfung verschiedener deutscher Bromöldruckpapiere unternahm E. Guttmann, Phot. Rundsch. u. Mitt. 1925, **62.** Nr. 5; ref. Phot. Ind. 1925 **23.** 326 bis 328.

kann. Für Halbtonreproduktionen sind Aufnahmen auf Röntgenpapier jedoch geeigneter als solche auf Platten und Filmen. Seit Einführung der doppelschichtigen Filme wird es nur noch in sehr beschränktem Maße (in Amerika überhaupt nicht mehr) fabriziert, und ist in Einzelpackungen der Größen 18×24, 24×30, 30×40 und 50×60 cm oder auch in 10 Blattpackungen und in Rollenform zu haben.

Registrierpapier: Da dieses Papier beim Durchlaufen der Apparate, in denen es zu Registrierzwecken dient, häufig großen Spannungen ausgesetzt ist, die es ohne Schaden zu nehmen oder gar zu zerreißen überwinden muß, wird es aus extrazähem Hadernstoff gefertigt, der ihm eine große mechanische Widerstandsfähigkeit verleiht und ihm daher auch im Falle unmittelbar anschließender automatischer Entwicklung zu statten kommt.

Seine Empfindlichkeit steht derjenigen hochempfindlicher Trockenplatten nicht sehr nach, so daß auch kürzeste Lichteindrücke und geringste Lichtschwankungen wiedergegeben werden; seine Kontrastwirkung ist eine mittlere. Unter Berücksichtigung seiner Hochempfindlichkeit ist die Verarbeitung des Registrierpapieres die für Bromsilberpapiere allgemein übliche.

In den Handel kommt Registrierpapier üblicherweise in Rollen von 12 cm × 75 m, 6 cm × 75 m, 6 cm × 60 m, 6 cm × 30 m, und in Streifen vom Formate 6 cm × 0,5 m, aber auch in sehr schmalen Streifen von nur 0,5 cm Breite und in beliebiger Länge.

Verwendung findet es für viele wissenschaftliche Zwecke in Fällen besonders feiner Registrierung, wenn den Zeigern der betreffenden Instrumente keine mechanische Arbeitsleistung zugemutet werden darf, wie es beispielsweise bei Aufzeichnung meteorologischer, magnetischer und seismographischer Vorgänge der Fall ist oder etwa in der Heilkunde bei Darstellung krankhafter Zustände der Herztätigkeit.

Gaslichtpapiere.

Porträtgaslichtpapier: Die unter dieser Bezeichnung erhältlichen Papiere besitzen ausnahmslos Chlorbromsilber-Emulsionsschichten, und ihre Empfindlichkeit ist daher eine bei weitem höhere als die reiner Chlorsilberpapiere. Sie dienen in erster Linie der Berufsphotographie, werden vorteilhaft aber auch für viele andere Arbeiten herangezogen, und gelten heute als die wichtigste Klasse aller Entwicklungspapiere einschließlich der Bromsilberpapiere, da sie häufig auch zur Massenherstellung von Bildern im

Rotationsdruckverfahren Verwendung finden. Mit ihrer relativ hohen Empfindlichkeit verbinden sie ein feines Bildkorn, eine vorzügliche Abstufung der Tonskala, und einen der heutigen Geschmacksrichtung zusagenden warmen Farbton, der durch Nachbehandlung noch in verschiedendster Weise modifiziert werden kann.

Der bevorzugten und vielseitigen Anwendung entsprechen die zahlreichen Sorten, in denen Porträtgaslichtpapiere in den Handel kommen. Innerhalb gewisser Grenzen erhält man sie nicht nur in verschiedenen Empfindlichkeitsgraden, härter und weicher arbeitend, sondern auch in weiß, rosa, elfenbein- und chamois-Tönung, glatt und gekörnt, mit halbmatter und mit tiefmatter Oberfläche, die den fertigen Bildern das Ansehen von Mattalbumindrucken verleiht.

Normal- und hartarbeitende Gaslichtpapiere: Diese Papiere tragen teils Chlorbromsilber-, teils reine Chlorsilbergelatineschichten, entwickeln sich bei normaler Behandlung meist in bläulichschwarzen bis rein schwarzen Tönen, und bilden das für die Hausarbeit der Händler und Amateure beliebteste Arbeitsmaterial. Ihre Empfindlichkeit ist meist erheblich geringer als die der Porträtpapiere, so daß sie bei sehr hellem roten Licht verarbeitet werden können, und ihre Tonabstufung ist in den normalen Sorten härter als die jener, so daß sie sich besonders zum Drucken flauer Negative eignen. Die den Verbrauchern zur Verfügung stehende Auswahl an Sorten ist sehr groß; nicht nur, daß die erzeugenden Firmen drei, oft vier verschieden weich, bzw. hart arbeitende Emulsionstypen unterscheiden, sind diese Papiere ebenfalls mit allen möglichen Oberflächen, in weißer Farbe und in gelblicher Tönung erhältlich.

Dokumentenpapier: ist ein verhältnismäßig recht empfindliches extrahart arbeitendes Gaslichtpapier, das zur direkten Aufnahme und zur Vervielfältigung von Schriftstücken, Drucksachen, Strichzeichnungen usw. mit Hilfe besonderer Apparate und Einrichtungen (siehe Kap. 4) dient. Da den so hergestellten Kopien vielfach ein dokumentarischer Wert zukommt, verlangt man von dem Papier insbesondere auch, daß es nach seiner Verarbeitung äußerst beständig ist.

Als Rohstoff wählt man daher meist ein fast nur aus Hadern, oft aus reinem Leinen gefertigtes gut geleimtes Papier, das nicht vergilbt; seine Schwere ist für einseitigen Emulsionsauftrag üblicherweise 100 g/qm, für beiderseitige Präparation 125 g/qm, und um dem Verbraucher einerseits eine Gewähr für die Güte des Papiers, andererseits einen gewissen Schutz vor unbefugter Nachahmung der Abzüge zu bieten, werden wenigstens amerikanische Papiere vielfach

mit fortlaufenden Wasserzeichen verschiedener Art hergestellt. Für geringere Ansprüche begnügt man sich jedoch mit einem weniger wertvollen Aufnahmematerial.

Statt mit einer Barytschicht wird die Oberfläche des weißen Rohpapieres mit einem Gelatineunterguß versehen, auf den dann die etwa 80% Chlorsilber und ca. 20% Bromsilber enthaltende Emulsion aufgetragen wird. Diese ermöglicht zwar bis zu einem gewissen Grade die Wiedergabe halbtonreicher Vorlagen, arbeitet aber im wesentlichen kontrastreich, so daß Gegensätze zwischen schwarz und weiß wie bei Schriftzeichen besonders gut wiedergegeben werden. Außerdem besitzt die Emulsion eine solche Farbenempfindlichkeit, daß sie in Verbindung mit Filtern die tonrichtige Wiedergabe verschiedenfarbiger Tinten, Stempel, Siegel und farbiger Einzeichnungen ohne nennenswerte Beeinträchtigung der Allgemeinempfindlichkeit ermöglicht.

In den Handel kommt das Papier unter Bezeichnungen wie Aktographen-Papier, Kontophot-Papier, Photostat-Papier und ähnlichen anderen[1]) in Rollen von meist ca. 75 und 100 m Länge bei verschiedenen Breiten; seine Oberfläche ist entweder halbmatt oder glänzend, und sollen die Kopien zu originalgetreuen Büchern gebunden werden, ist das Papier beiderseitig lichtempfindlich präpariert.

Die Verarbeitung des Papiers ist die allgemein übliche. Die Belichtungszeit hängt von der Art der Vorlage, der Lichtquelle, dem angewandten Filter und der Abblendung ab, ist durch eine Vorprobe schnell ermittelt, und beträgt bei gewöhnlichen Schwarz-Weiß-Aufnahmen nur wenige Sekunden. Eine Überbelichtung soll vermieden werden. Die Entwicklung der Drucke erfordert bei richtiger Belichtung etwa 20 bis 45 Sekunden und soll stets unter Verwendung nicht zu stark ausgenutzten Entwicklers geschehen. Fixieren diese

---

1) Ein Sonderfabrikat ist das „Photomechanische Papier" der Mimosa A.-G. Dresden, mit dessen Hilfe sofort von einem Positiv ein Positiv erhalten werden kann, Es besitzt zu diesem Zwecke zwei Schichten, deren obere hochempfindlich und ungegerbt, und deren untere wenig empfindlich und gegerbt ist. Nach einer ersten kurzen Belichtung, durch welche die untere Schicht unbeeinflußt bleibt, erhält man durch Entwicklung zunächst ein Negativ, das die untere Schicht überlagert. Ohne zu fixieren, belichtet man jetzt von neuem, und zwar entsprechend der großen Unempfindlichkeit der unteren Schicht reichlich. Die obere das Negativ enthaltende Schicht wird nun in einem warmen Wasserbade abgelöst, worauf durch eine zweite Entwicklung das auf die zweite Schicht kopierte Positiv herausgeholt wird. Franz. P. 466 996(1919) für A. Balconi, ref. Phot. Ind. 1919, **12**, 1091, s. a. F. Limmer, Phot. Ind. 1927, **25**, 521—523.

Papiere auch außerordentlich schnell um ein in vielen Fällen erwünschtes rasches Arbeiten zu erlauben, so ist doch ein sorgfältiges mindestens 15 Minuten und womöglich in zwei aufeinanderfolgenden Bädern durchgeführtes Fixieren dann Erfordernis, wenn es auf die Dauerhaltigkeit der Drucke ankommt. Ähnlich sorgfältig muß das Wässern erfolgen um alle Reste von Fixiernatron aus der Schicht zu entfernen (Kaliumpermanganatprobe).

SECHSTES KAPITEL.

PRÜFUNG DER ENTWICKLUNGSPAPIERE.

Allgemeines: Die Prüfung der Entwicklungspapiere erstreckt sich auf die Feststellung ihrer Empfindlichkeit und Gradation, außerdem auf das Vorhandensein etwaiger Auftrags- oder Fleckenfehler, die seine Verwendbarkeit unter Umständen in Frage stellen könnten.

Prüfung durch Vergleich: Um sich ein Urteil über die Arbeitsweise eines Entwicklungspapieres zu verschaffen, beschränkt man sich in den Werkstätten der Verarbeiter meist auf einen Vergleich desselben mit anderen Papieren genau bekannter Eigenschaften. Probe und Gegenprobe belichtet man zu diesem Zweck gleichlange unter einem passend gewählten Negativ, oft auch unter einem Papierskalenphotometer[1]), entwickelt beide gemeinsam in einem Standardentwickler unter Innehaltung der üblichen Arbeitsbedingungen und vergleicht nach Trocknung der Abzüge die unterschiedliche Bildwirkung, bzw. die abweichend voneinander verlaufende Abstufung der Skala. Dem geübten Auge fällt es dabei nicht schwer, selbst sehr feine Unterschiede festzustellen und auf diese einfache Weise die Brauchbarkeit des zu prüfenden Papieres für einen bestimmten Zweck zu ermitteln.

Sensitometrische Prüfung: Zu einer ziffernmäßigen Festlegung aller Daten eines Papiers, wie sie in der Technik zur Durchführung einer gleichmäßigen Fabrikation erforderlich ist, führt indessen nur eine sorgfältig ausgeführte sensitometrische Prüfung mit anschließender Aufzeichnung und Auswertung der Schwärzungskurve.

Üblicherweise benutzt man hierzu entweder das auf der Verwendung des Goldberg Graukeils beruhende Eder-Hechtsche

---

1) Nach F. Formstecher soll die Anzahl der Papierlagen bei ca. ½ cm Abstand voneinander nicht über 18 betragen, da der Schwellenwert bei langen Expositionen unter einer größeren Anzahl von Papierlagen infolge seitlicher Diffusion des Lichtes eher sichtbar wird als der Theorie entspricht. Phot. Korresp. 1919, **56.** 203—205.

J. M. Eder, Ein neues Graukeilphotometer für Sensitometrie, für photogr. Kopierverfahren und wissenschaftliche Lichtmessungen, Halle 1920.

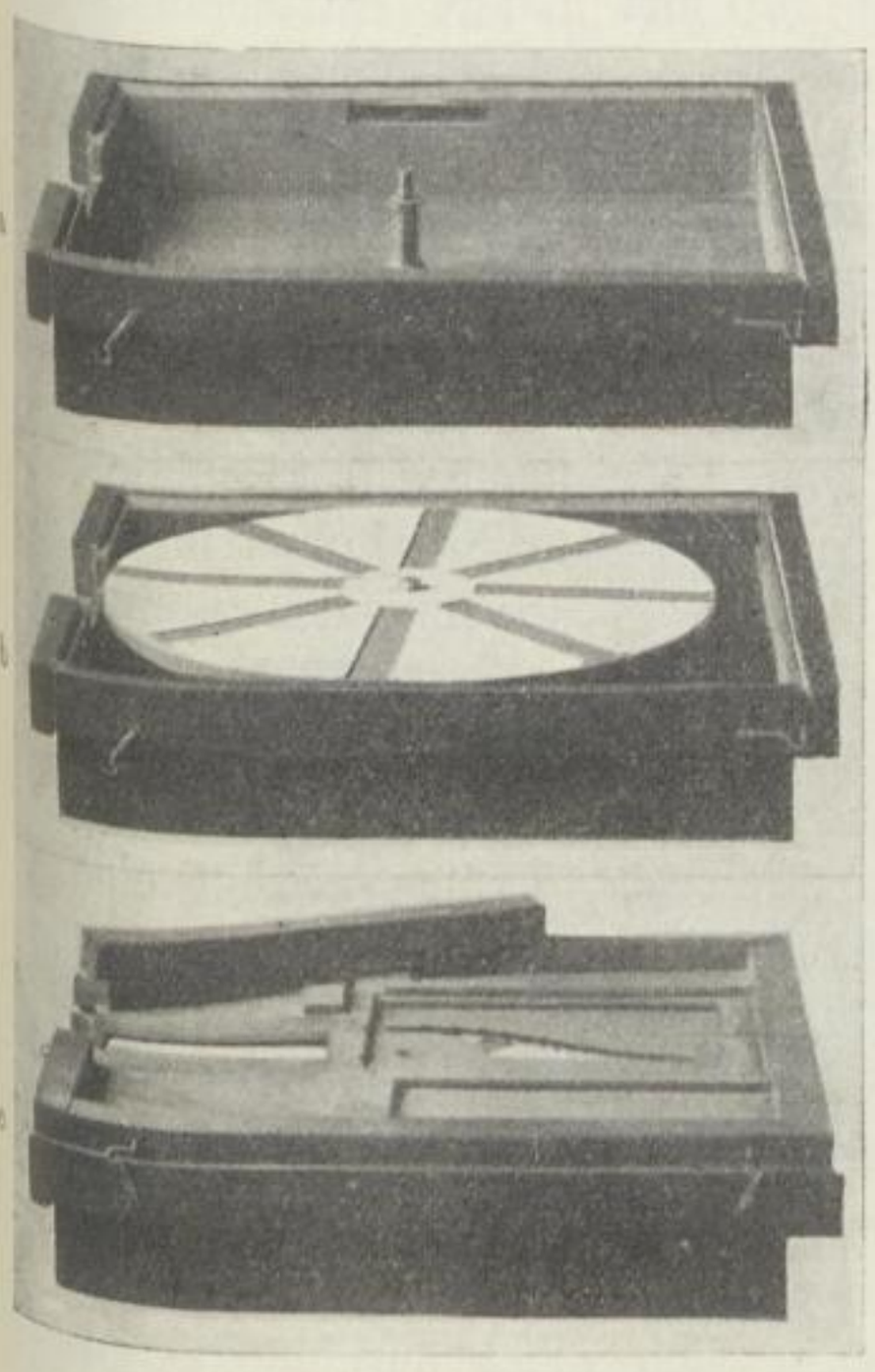
Photometer in seiner besonderen hierfür erhältlichen Form, oder, sobald es sich um umfangreiche, sich immer wiederholende Betriebsprüfungen und Vergleiche verschiedener Fabrikate untereinander handelt, zweckmäßiger das für die gleichzeitige Untersuchung mehrerer Proben bewährte Mehrfach-Sensitometer von Kieser[1]. Da dieses Instrument ein rasches und genaues Arbeiten gestattet, und, was besonders wichtig ist, auch jederzeit genau reproduzierbar ist, hat es in vielen Photopapierfabriken Anwendung gefunden, und sei daher im folgenden näher beschrieben.

Wie das Scheiner-Sensitometer, beruht auch das Mehrfach-Sensitometer auf der Verwendung des rotierenden Sektors, von dem erst kürzlich wieder gezeigt wurde, daß der Fehler durch die intermittierende Beleuchtung bei passender Umdrehungszahl — von nicht mehr als 100 Umdrehungen in der Minute — vernachlässigt werden kann. Auf alle Fälle sind die Fehler der Sektor-Sensitometer wesentlich kleiner als die unvermeidlichen Fehler der technischen Absorptions-Sensitometer, also insbesondere auch der üblichen Keilsensitometer. Für praktische Zwecke ist es aber auch von erheblicher Bedeutung, daß sich zwischen der Lichtquelle und dem lichtempfindlichen Material keine feste absorbierende Schicht — wenigstens nicht unmittelbar vor dem lichtempfindlichen Material befindet, da die Erfahrung lehrt, daß sich eine solche nie so unverletzt und sauber halten läßt, als es die Beurteilung der Homogenität der lichtempfindlichen Schicht erfordert.

Um die Belichtung mehrerer Proben gleichzeitig zu ermöglichen, ist der rotierende Sektor festgelegt, und die lichtempfindlichen Proben rotieren unter ihm weg, und um durch diese Abänderung nicht zu einer komplizierten Form der Ausschnitte des Sektors zu kommen, wurde die Lichtquelle in der Verlängerung der Achse der rotierenden, die Proben tragenden Scheibe angeordnet. Die Entfernung der Lichtquelle kann an und für sich eine beliebige sein, ist aber aus praktischen Gründen klein gewählt, und beträgt bei dem normalen Instrument nur 50 cm; es ist aber notwendig, wie in der ersten Veröffentlichung ausführlich beschrieben wurde, die Gradwerte der Ausschnitte für jeden Lichtabstand zu berechnen, wobei der Gradient für das Ansteigen der Winkelwerte der Ausschnitte an sich beliebig sein kann. Scheiner wählte seinerzeit

1) Phot. Korresp. 1916, **35.** 149—155. — Das Instrument ist nicht im Handel zu haben und der Bau desselben jedem Interessenten freigestellt.

einen solchen Wert, daß jeder nächstfolgende Ausschnitt im Verhältnis 1,27:1 zum vorhergehenden größer war. Diese Folge ist nicht besonders zweckmäßig, hat sich aber so eingebürgert, daß sie auch für das vorbeschriebene Instrument normalerweise angewendet wird. Richtiger wäre das Verhältnis 1,258:1, bei welchem die logarithmische Kurve der Lichtstärken eine unter 45 Grad ansteigende Gerade wird, während sie bei dem für das Scheiner-Sensitometer gewählten Wert unter 46,5 Grad ansteigt.



d

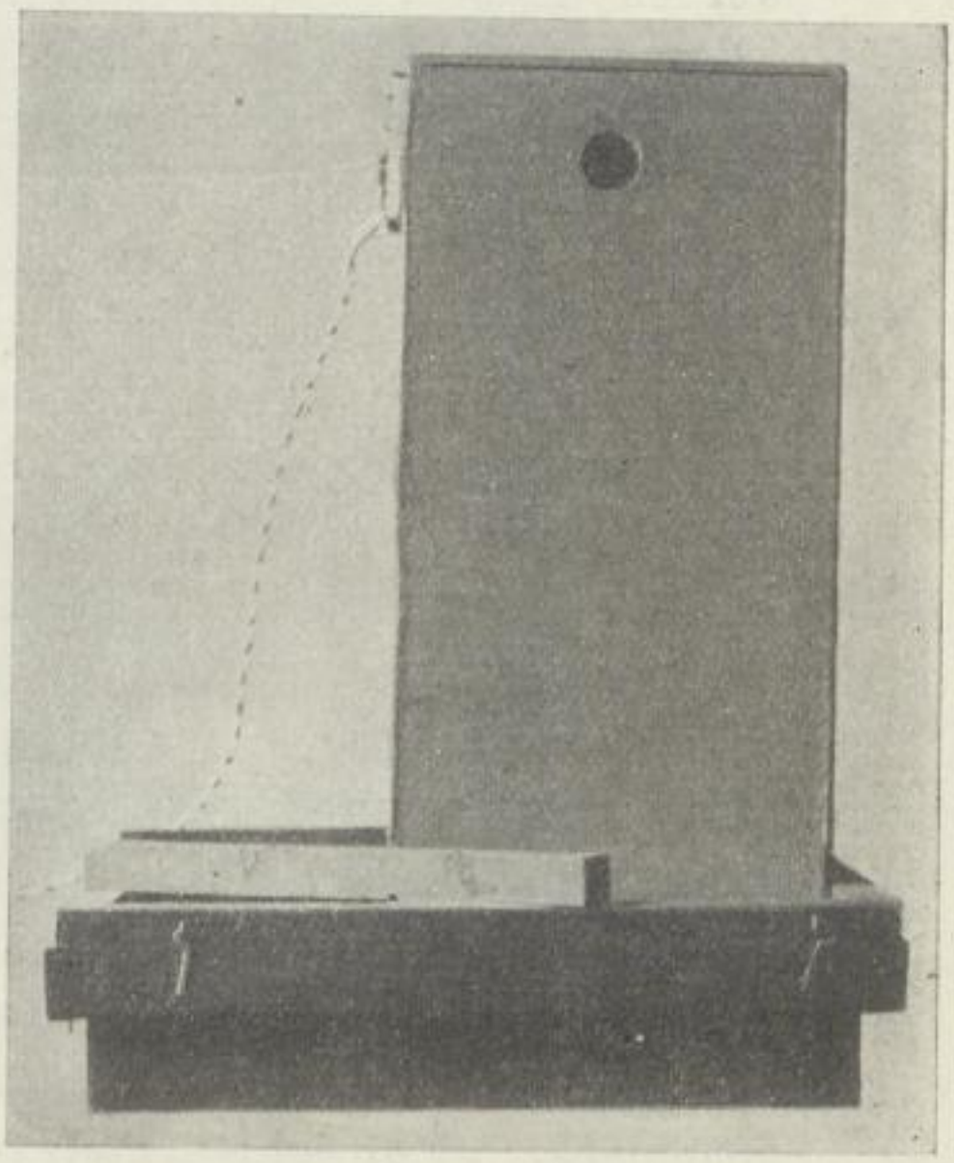


Abb. 141 a—d. Mehrfach-Sensitometer nach K. Kieser.

Die Abbildungen sind Wiedergaben des ersten Modelles mit den Verbesserungen oder Änderungen, die sich beim Gebrauche, hauptsächlich für die Sensitometrie der Entwicklungspapiere, aber auch von Positivfilmen, als zulässig oder praktisch erwiesen haben.

Abb. a zeigt ein auf zwei Leisten stehendes Grundbrett, auf dem sich ein niedriger, offener quadratischer Kasten befindet. In der Mitte des Grundbrettes ist ein Bronzelager angebracht, in dem sich eine stählerne Achse mittels einer unter dem Grundbrett befindlichen Kurbel und der teilweise sichtbaren Pleuelstange bequem

von Hand drehen läßt, eine Ausführungsform, die gewählt wurde, weil sich in der Tat gezeigt hat, daß die Bewegung von Hand des Experimentators hier die zweckmäßigste ist, und die mittels Motors praktisch übertrifft. Wie Abb. b zeigt, ist auf die stählerne Achse eine Scheibe von 45 cm Durchmesser aufgesetzt, die mit dem Pleuel leicht in einer genügend gleichmäßigen Rotation von etwa 75 Umdrehungen in der Minute gehalten werden kann. Auf diese Scheibe sind Sektoren aus Blech so aufgeschraubt, daß acht radiale Aussparungen von 36 mm Breite und 170 mm Länge entstehen, in die die Probestreifen von 35 mm Breite (Kinofilmbreite) und 165 mm Länge mühelos und schnell von der Seite eingeschoben werden können. Da sie sich infolge ihrer natürlichen Krümmung federnd gegen die oberen Blechsektoren anlegen, die zwischen sich einen Raum von 28 mm Breite für die Belichtung der Probe freilassen, bedürfen sie keiner weiteren Befestigung.

Soll das Instrument auch für die Verwendung großflächiger Lichtquellen, also insbesondere für Tageslicht zur Sensitometrie von Auskopierpapieren brauchbar sein, darf sich der mit den Belichtungsausschnitten versehene Sektor in höchstens 1 mm Abstand von der rotierenden mit den Proben beschickten Scheibe befinden, wofür eine geeignete Konstruktion ursprünglich angegeben wurde. Bei der Verwendung fast punktförmiger Lichtquellen erfolgt eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Sensitometerfelder aber auch dann noch, wenn dieser Abstand 5 mm nicht überschreitet. Man setzt dann einfach die mit den berechneten Ausschnitten versehene rechteckige Sektorscheibe in gehörig zentrierter Lage unten an den Deckel des flachen Kastens wie es Abb. c deutlich zeigt. Zur Erleichterung der Reinhaltung des Instruments ist dieser Deckel abnehmbar eingerichtet und damit er sich nicht durchbiegt, gehörig versteift. Um das Wesentliche der Konstruktion nicht zu verdecken, ist eine der Versteifungsleisten fortgelassen, man sieht daher deutlich die Lage der Sektorscheibe und auch die seitliche und obere Öffnung am Kasten, von der aus die Streifen eingeschoben werden können. Durch einen mit Sammet überzogenen Deckel wird die Beschickungsöffnung lichtdicht, aber lose geschlossen. Über der Sektorscheibe steht zuletzt, wie es Abb. d zeigt, ein etwa 60 cm hoher, schwarz ausgeschlagener und mit passenden Blenden versehener, unten offener Kasten, der Lampenträger, der auf seiner Unterlage durch Anschlagleisten festgehalten wird. In diesen Kasten wird die an zwei passend gebogene Messingstreifen gelötete Sen-

sitometerlampe so eingehängt, daß sich ihre kleine Leuchtfläche genau in 50 cm Abstand senkrecht über dem Drehpunkt der rotierenden Scheibe befindet. Eine mit einem roten Glase verschlossene Öffnung in der Höhe der Lampe gestattet ihre Beobachtung.

Als Lichtquelle kommen hauptsächlich Niedervoltlampen in Frage. Nimmt man als Norm eine Belichtungszeit von 1 Minute an, die sich als praktisch erwiesen hat, so braucht man für Entwicklungspapiere (und Positivfilme) Lampen von 5—70 Watt in vier Abstufungen (5, 15, 25 und 70 Watt) um immer eine solche Lichtstärke finden zu können, daß 15—18 Sensitometerfelder abge-

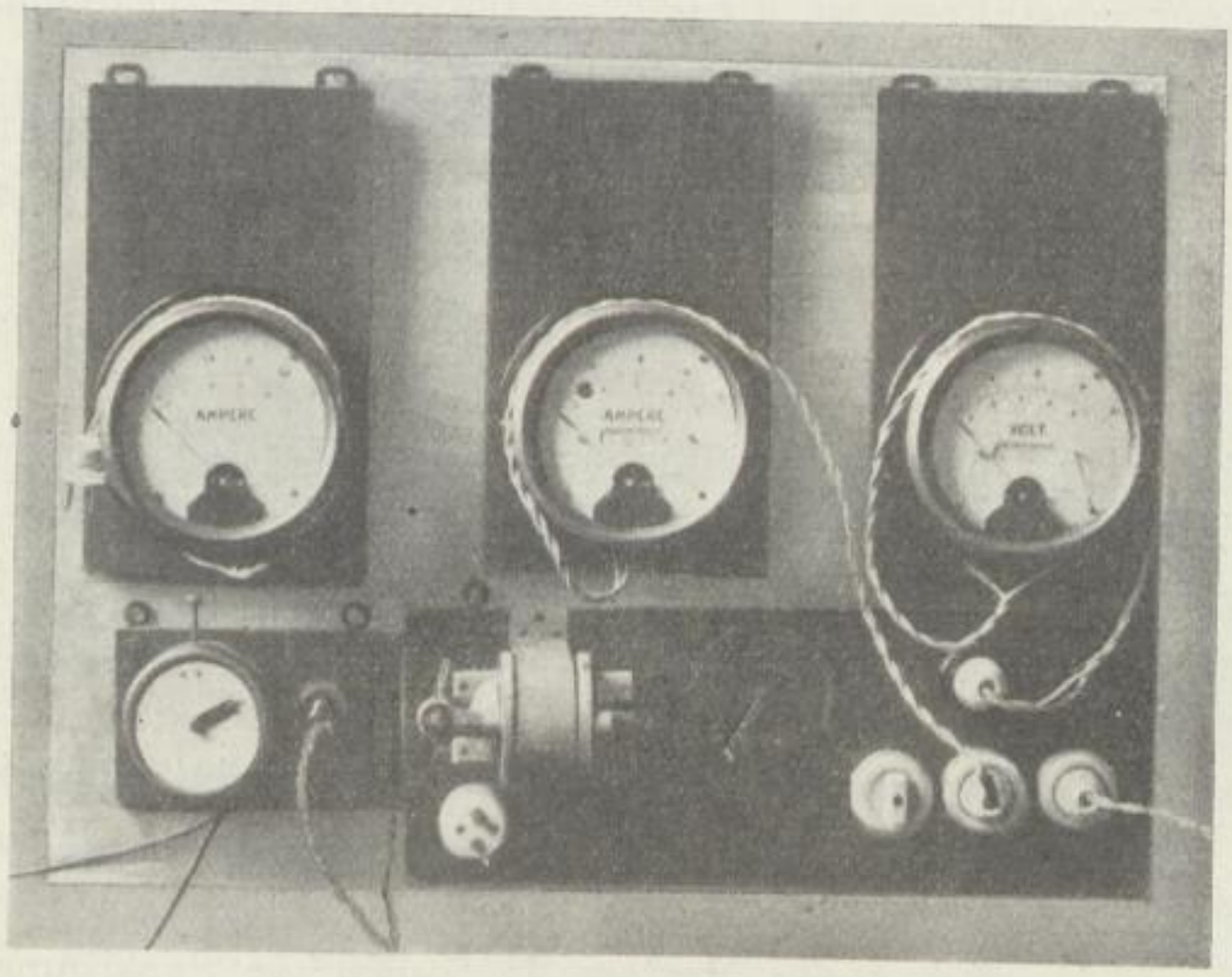


Abb. 142. Schaltbrett zum Mehrfach-Sensitometer nach K. Kieser.

bildet werden. Mit Spannungen von 6—12 Volt sind solche Klarglaslampen (Automobillampen) überall im Handel. Man läßt die Lampen mit nicht ganz der vollen Spannung brennen, und hält sowohl die Spannung und vor allem die Stromstärke während der Belichtung sorgfältig konstant, was keine Schwierigkeiten bietet. Man kann Akkumulatorenstrom oder einfachen Wechselstrom aus der Leitung wählen. Ein praktisches Schaltbrett zeigt Abb. 142. Der Wechselstrom passiert zuerst einen guten Lichtschalter, dann eine der bekannten Kopieruhren, die den Strom nach einer eingestellten Zeit automatisch wieder ausschalten, und durchläuft zuletzt die Primärwicklung eines kleinen Transformators, der sekundär Stromstärken bis zu 10 Ampère bei der gewählten Spannung von 6 bzw.

12 Volt gibt. Die Verbindung mit den Lampen und die Zwischenschaltung von passenden Ampèremetern, bzw. die Parallelschaltung eines Voltmeters zum Lampenkreis, geschieht mittels Steckdosen und Steckern, eine Anschlußform, die für sensitometrische Zwecke sicherer arbeitet als etwa Gleitkontakte. Jede Lampe hat ihr eigenes durch Lötung mit den Stromzuführungsstreifen verbundenes Kabel mit Stecker, und von jeder Lampenart ist ein dreifacher Satz vorhanden: die Gebrauchslampe, die Kontrollampe, die nur zur gelegentlichen Kontrolle der ersteren dient, und eine Reservelampe. So ist man für eine lange Zeit gerüstet um immer völlig gleichmäßige Belichtungen ausführen zu können. Man wählt nur Lampen, deren Glas praktisch optisch homogen ist und vergleicht sie zu Beginn ihrer Verwendung hinsichtlich ihrer photochemischen Wirkung oft mit der Kontrollampe, da sie anfangs ihre Lichtstärke ziemlich rasch ändern, sie müssen also gealtert sein.

Ein Vorzug des Instrumentes ist es, daß man — abgesehen vom Einsetzen und Herausnehmen der Probestreifen — bei weißem Licht arbeiten kann. Die in üblicher Form und Weise entwickelten und fertig gemachten Probestreifen gestatten dem Geübten die Beurteilung der Lichtempfindlichkeit und Gradation fast mit einem Blick und geben auch ein klares Bild über die Schleierfreiheit, die Bildfarbe und Reinheit der Emulsion. Da sich die Lichtstärke des Sensitometerlämpchens so ausgleichen läßt, daß die lichtempfindliche Fläche grade 100mal stärker beleuchtet wird als von einer Normal-Scheinerlampe in 1 m Entfernung, so ist damit auch der Anschluß an das Edersche System der optischen Sensitometrie gegeben. Für die Empfindlichkeitsprüfung von Gaslichtpapieren ist eine Spiraldrahtlampe vorgesehen, die 10mal soviel Beleuchtungsstärke gibt als das für die Prüfung von Bromsilberpapieren bestimmte Lämpchen.

Ausmessung und Auswertung der Schwärzung: Die Ausmessung der Schwärzung kann mit Goldbergs Densograph geschehen, der sich hierfür als sehr praktisch erwiesen hat, und Messungen in einer für die Technik durchaus genügenden Genauigkeit auszuführen erlaubt[1]). Man benutzt die vorgesehene Aufsichtsbeleuchtung und eine mit konstantem Strom gespeiste Glühlampe, deren Empfindlichkeit der zu prüfenden Papiersorte angepaßt ist

---

1) E. Goldberg, Der Aufbau des photographischen Bildes, 2. Aufl., Halle 1925, S. 100.

und deren Leuchtkraft für Bromsilberpapiere etwa 1 Lux, für Gaslichtpapiere etwa 10 bis 100 Lux beträgt.

Für ganz genaue Messungen wird das Martensche Polarisationsphotometer in seiner hierfür von K. Kieser hergerichteten Form bevorzugt[1]), da dieses nur eine einzige Lichtquelle erfordert, und auch die Anwendung des Polarisationsprismas mit seiner gesetzmäßigen Lichtschwächung im Gegensatz zum Graukeil des Densographen einen Vorteil bedeutet[2]).

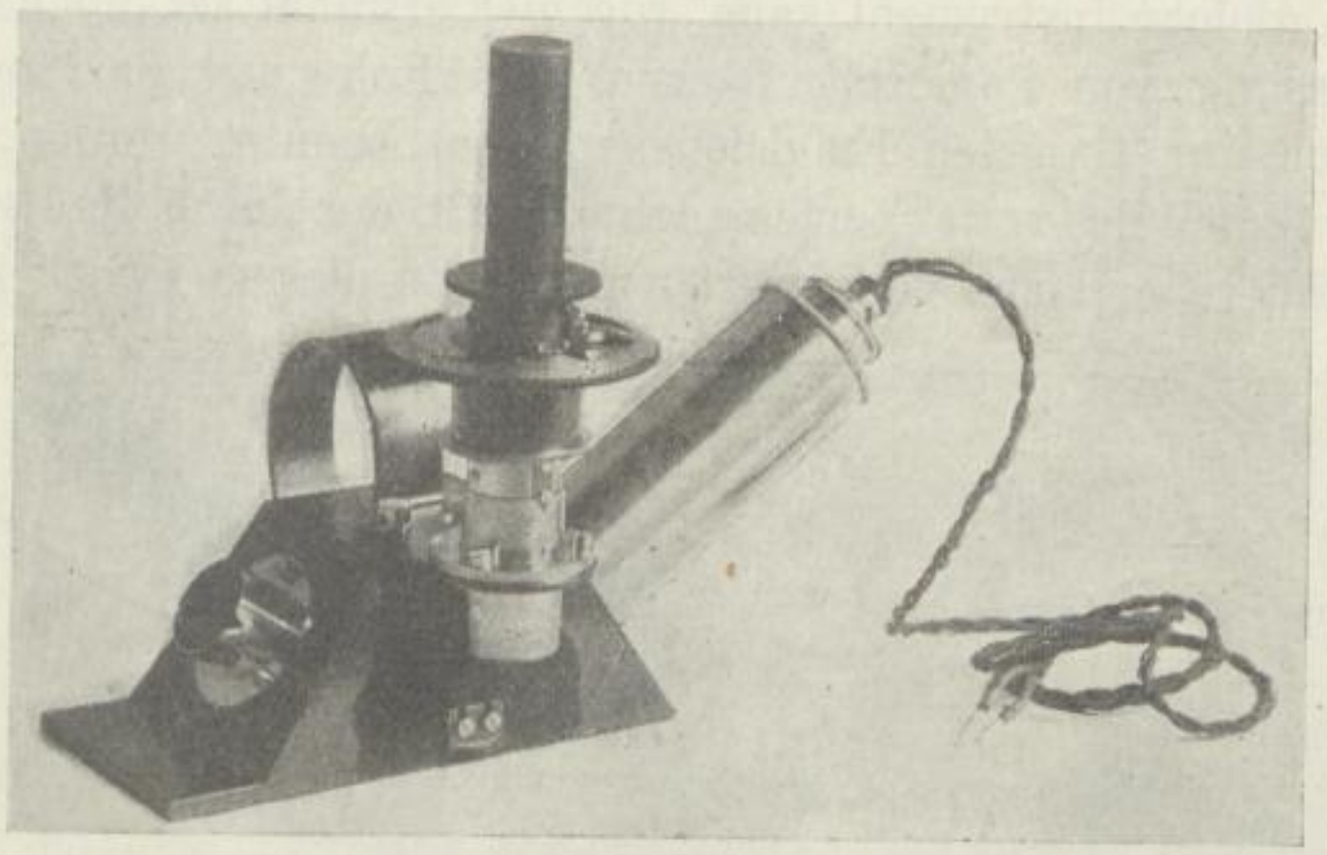


Abb. 143. Schwärzungsmesser für photographische Papiere nach Martens-Kieser.

Die zu messende geschwärzte Papierfläche (Sensitometerskala) vereinigt man mit einer sonst gleichartigen aber ungeschwärzten, indem man einen gleichgroßen Streifen des betreffenden Papieres nur fixiert und wäscht, und beide Streifen mit gummiertem Papier hinterklebt. Damit sie von dem einfallenden Tageslicht (oder hellem künstlichen Licht) gleichmäßig beleuchtet werden, sollen beide Streifen in scharfer gerader Linie zusammenstoßen, gut eben sein, und flach aufliegen. Man setzt das Instrument (s. Abb. 143) nun derartig auf die vereinigten Streifen, das die Spitze des stumpfen Zeigers auf der Trennungslinie der Streifen liegt, stellt auf völlige Gleichheit der beiden Gesichtsfelderhälften ein, und liest an der äußeren Teilung des Instrumentes den, bzw. die Drehungsgrade ab. Für genaue Messungen wiederholt man die Ablesung in allen vier Quadranten der

1) Phot. Korresp. 1920, **57.** 287—289. — Um der Schwierigkeit der Messung bei gefärbten, also nicht neutral grauen Papieren zu begegnen, verwendet man in solchen Fällen ein Gelbfilter, das auf das Okular gesetzt wird.

2) s. hierzu E. Stenger u. G. v. Kujawa, Phot. Ind. 1924, **22.** 953—955.

Teilung, und entnimmt die zu dem Mittel aus den Ablesungen gehörigen Schwärzungen einer dem Instrument beigegebenen Tabelle. Durch Weitersetzen des Instrumentes von Densitometerfeld zu Densitometerfeld wird die Messung fortgesetzt, deren Ergebnisse in bekannter Weise in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingetragen werden. Bei gehöriger Sorgfalt und Übung im Schätzen kleinster Teilungsintervalle erlaubt das Instrument auch die Messung geringer Grade von Verschleierung der Papiere.

Das gleiche Instrument kann, wie hier erwähnt sei, auch für die Glanzmessung von Papieroberflächen (von Roh- und Barytpapieren oder auch nur fixierten Emulsionspapieren) benutzt werden, indem man den Anteil des reflektierten Lichtes mißt, der durch die Reflexion an der Papieroberfläche polarisiert wurde[1]). Zu diesem Zweck braucht

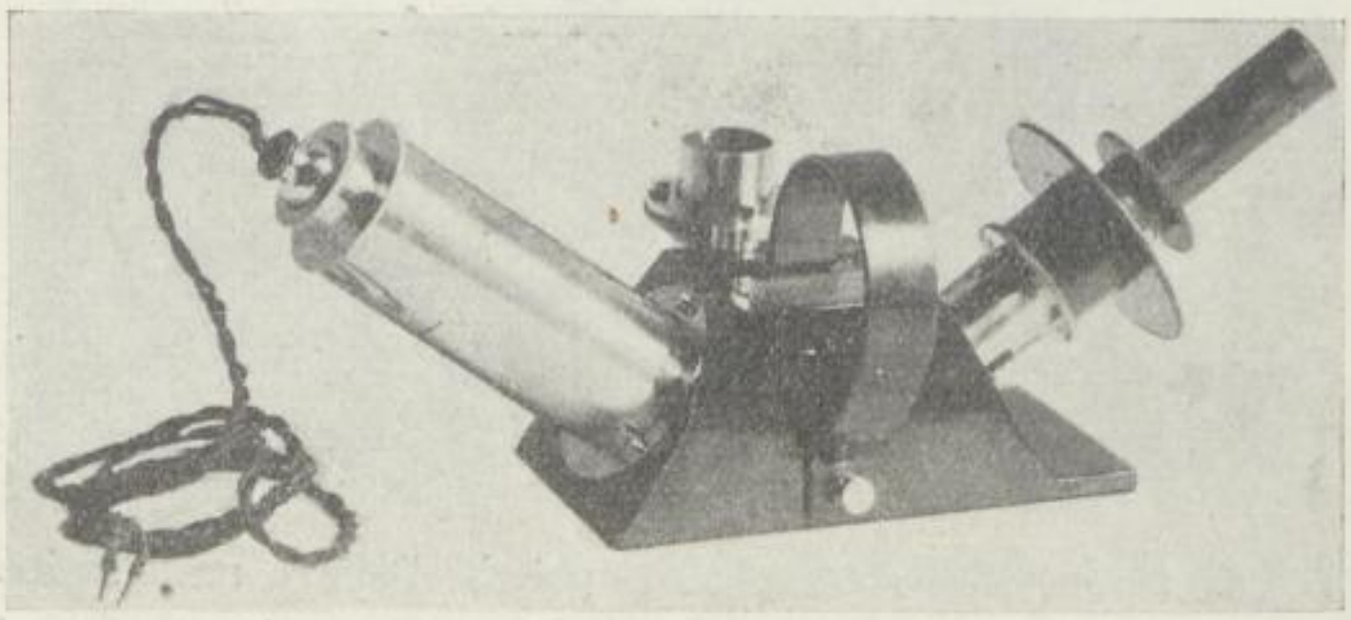


Abb. 144. Glanzmesser nach K. Kieser.

das Polarimeter nur auf eine seitlich angebrachte Hülse des unten offenen auf das zu prüfende Papier aufgesetzten rechtwinkligen Grundkörpers gesteckt zu werden, während gleichzeitig eine auf der entgegengesetzten Seite vorgesehene Beleuchtungsvorrichtung in Tätigkeit tritt, die ein von einer Stromquelle von nicht mehr als etwa 4 Volt Spannung gespeistes Lämpchen umschließt (s. Abb. 144). Ist die Messung auch von der Größe und Gleichmäßigkeit der Lichtquelle unabhängig, ist es doch zweckmäßig, ihre Helligkeit mit Hilfe eines Regulierwiderstandes von einigen Ohm so einzustellen, daß sich für alle Beobachtungen eine für das Auge angenehme Meßhelligkeit ergibt. Die erste sichtbare Zweiteilung des Gesichtsfeldes, das zur Hälfte hell, zur andern Hälfte dunkel erscheint, kann durch

1) Phot. Korresp. 1919, **56.** 273—27; s. a. Eders Jahrb. f. Phot. 1915/20, **29.** 235—236, ferner dieses Handb., Bd. IV, 1, 3. Aufl. 1928, S. 177. — Verfertigerin des Glanzmessers, bzw. Schwärzungsmessers ist Schmidt & Haensch, Berlin S.

Drehen des Okularteiles vollkommen zum Verschwinden gebracht werden; in dieser Lage liest man den „Glanzgrad“ ab, auf den der Index der inneren Teilung des Polarimeters weist, wobei Bruchteile auf halbe Grade abgerundet werden. Unter Zuhilfenahme einer Tabelle können die Glanzgrade nach Kieser mit denen nach Ingersoll verglichen werden[1]).

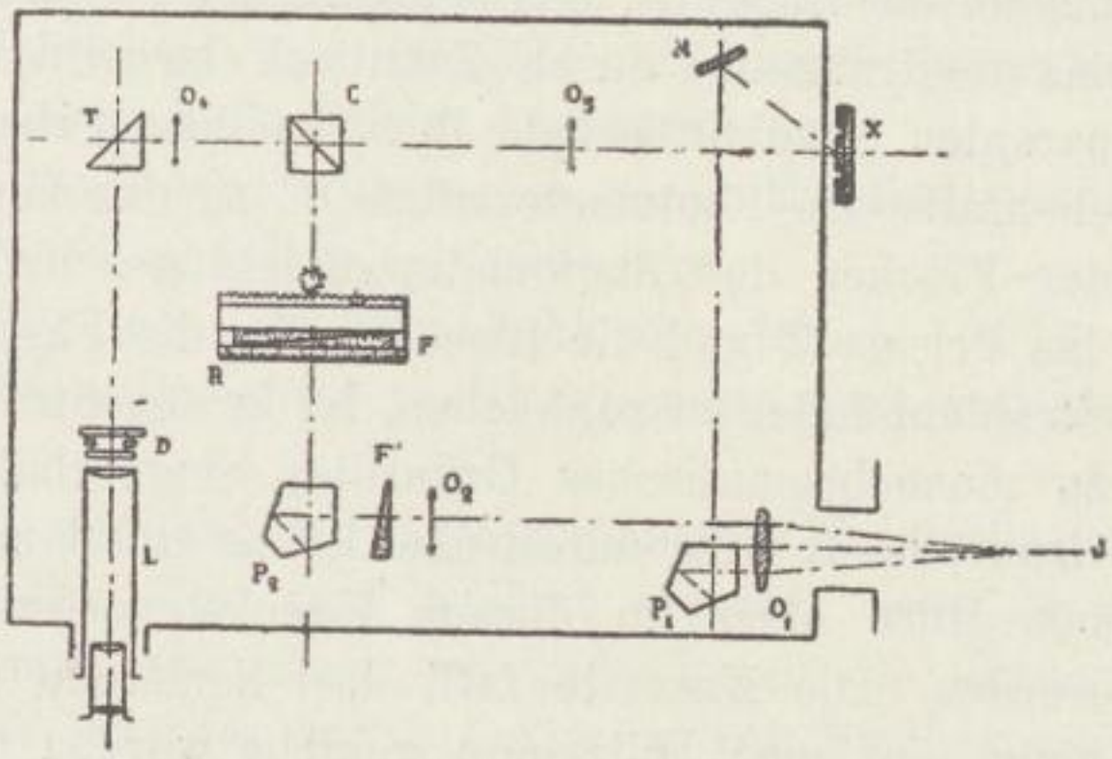


Abb. 145. Schwärzungsmesser nach C. Fabry in schematischer Darstellung.

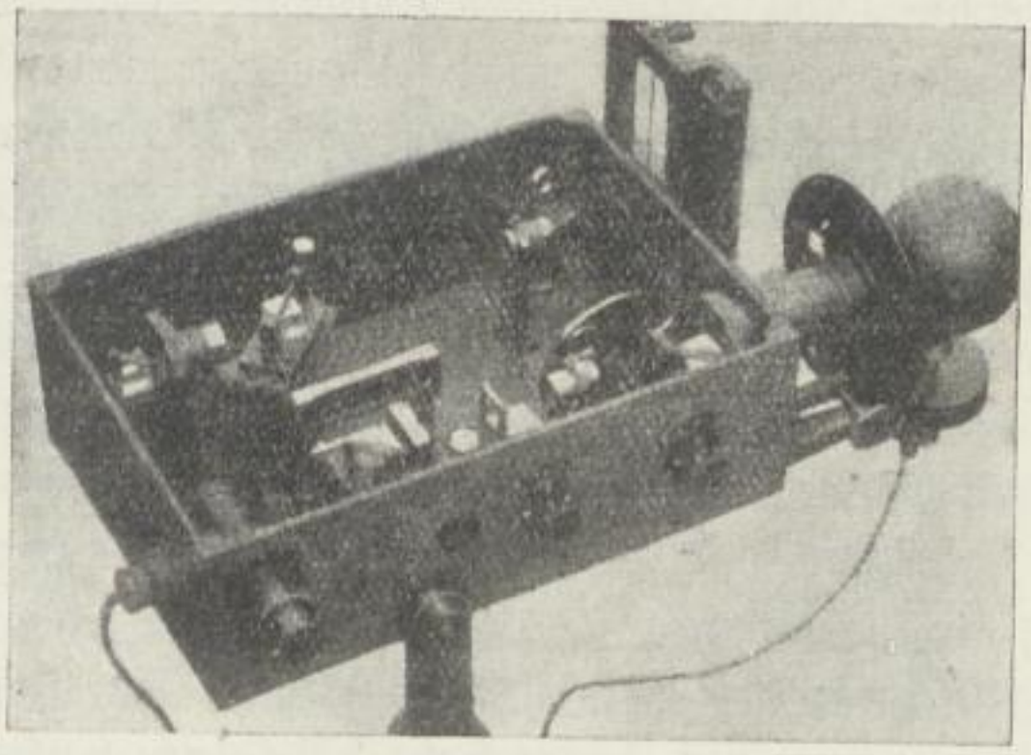


Abb. 146. Schwärzungsmesser nach C. Fabry (Ansicht).

Die zu messenden Papiere dürfen nur weiße Färbung haben, wobei sich der Begriff „weiß“ dem praktischen Gebrauch anschließt, während gefärbte Flächen nur mit solchen gleichartiger Farbe und Farbenintensität verglichen werden können. Die dabei erhaltenen Glanzgrade sind andere und höhere als für weiße Flächen an sich gleichen Glanzes.

Auch das von L. P. Clerc modifizierte Fabrysche Photometer kann zur Schwärzungsmessung photographischer Abzüge dienen[2]). Aus den Abbildungen 145 und 146 ist seine Konstruktion erkenntlich.

Die von der Lichtquelle J (eine in einem Metallgehäuse befindliche Schwachstromlampe) ausgehenden Lichtstrahlen werden durch die Sammellinse O_1 parallel gemacht. Der eine Teil des Strahlenbündels wird durch das Prisma P_1 und den Metallspiegel M auf das photo-

1) vgl. dieses Handb. Bd. IV, 1, 3. Aufl. 1928, S. 177.
2) Science & Industries Photogr. 1925. **5.** 128, ref. Phot. Ind. 1925, **23.** 493.

graphische Bild reflektiert, das sich in der beweglichen Kassette X befindet, wodurch diese unter einem Winkel von 45° beleuchtet wird. Das von dem Bild diffus reflektierte Licht gelangt durch das Objektiv O_3 auf den Photometerwürfel C, während das andere Strahlenbündel die Linse O_2, das neutralgraue Prisma F_1, das Prisma P_2 und das neutralgraue durch Zahntrieb bewegliche und mit der transparenten Graustufenskala R verbundene Prisma F passiert, um dann ebenfalls den Photometerwürfel C zu durchqueren. Das Vergleichen der Flächen des Photometerwürfels geschieht durch die Linse O_4, das Prisma T und die Linse L. Um die Farbunterschiede der beiden Strahlenbündel auszugleichen, ist in den Strahlengang noch ein nahezu monochromatisches Grünfilter eingeschaltet. Die Skala auf der Graureihe R wird durch eine kleine Glühlampe beleuchtet, und kann mit Hilfe einer zu diesem Zwecke vorgesehenen Lupe abgelesen werden. Die Kassette faßt drei Sensitometerstreifen, die nebeneinander auf eine Unterlage geklebt werden und nacheinander in die Ablesestellung gerückt werden können.

Prüfung auf Auftrags- und Fleckenfehler: Aus verschiedenen Abschnitten (Anfang, Mitte und Ende) der emulsionierten Rollen schneidet man möglichst schon während der Fabrikation, also unmittelbar nach erfolgter Trocknung Querstreifen heraus, und fertigt von diesen gleichmäßig abgestufte Graublätter durch entsprechende Belichtung und Entwicklung, um alle Fehlerscheinungen wie Gießstreifen, Flecken u. dgl., die häufig nur bei einer bestimmten Schwärzung des Papieres hervortreten, mit Sicherheit erkennen zu können. Erforderlichenfalls muß diese Prüfung an weiteren Abschnitten der betreffenden Rolle fortgesetzt werden (s. a. S. 457).

Systematische Untersuchungsmethode: Wünscht der Verbraucher seine Beurteilung der Beschaffenheit eines Entwicklungspapieres besonders bei etwa auftretenden Fehlern auf diese auszudehnen, so sei hierfür der von E. Valenta angegebene Weg empfohlen[1]), der für Bromsilberpapiere gedacht, gleicherweise natürlich auf Gaslichtpapiere anwendbar ist.

Man prüft das zu untersuchende Papier zunächst auf Gegenwart von Holzschliff, bzw. ungereinigter, die Holzreaktion zeigender Zellulose dadurch, daß man seine Rückseite mit einer 5%igen wäßrigen Anilinsulfatlösung betupft. Bei Anwesenheit von Holzschliff färbt sich die betupfte Stelle gelb.

---

1) Phot. Korresp. 1909, **46**, 29—32.

Ist das betreffende Papier in Rollen verpackt, so werden aus verschiedenen Stellen derselben (Anfang, Mitte und Ende) mehrere größere Bogen herausgeschnitten und wie folgt verwendet:

1. Je ein derartiges den verschiedenen Teilen der Rolle entstammendes Blatt wird behufs Herstellung von Kontaktkopien unter geeigneten Negativen belichtet und das Bild mit einem passenden Entwickler, z. B. mit Metol-Hydrochinon hervorgerufen.

2. Je ein weiteres Blatt wird stufenweise seiner Empfindlichkeit entsprechend frei belichtet, entwickelt, fixiert usw.

3. Je ein Blatt läßt man am Tageslicht anlaufen.

4. Je ein Blatt wird unbelichtet ausfixiert, gewaschen und getrocknet.

Probe 1 dient zur Beurteilung der photographischen Eigenschaften der Emulsion, ob dieselbe klar und brillant arbeitet, oder flau, schleirig usw., ferner zur Feststellung, ob und wieweit die Brauchbarkeit des betreffenden Papieres durch Auftreten von Flecken oder dgl. in Frage gestellt wird.

Probe 2 dient zur Bestimmung der Gesamtmenge auftretender Flecke, sowie zu einer eventuellen mikroskopischen oder andern Untersuchung derselben.

Probe 3 läßt zuweilen das Entstehen violetter Flecke bemerken, ehe noch ein gleichmäßiges Anlaufen der gesamten Papierfläche eingetreten ist. Derartige Flecke nehmen beim Fixieren des Papieres eine gelbbraune Farbe an und rühren von Stoffen her, welche sensibilisierend auf das Bromsilber wirken und als Staub entweder auf die erstarrende Bromsilbergelatineschicht oder vor dem Auftrag der Emulsion auf die Barytschicht fielen.

Probe 4 dient zur Feststellung des Vorhandenseins von Metallteilchen im Papier oder in der Barytschicht. Zu diesem Zweck wird das ausfixierte und ausgewaschene Bromsilberpapier in einer Schale mit 5—6%iger Essigsäure übergossen, die man einige Minuten einwirken läßt. Das Papier wird dann zum Trocknen aufgehängt, schließlich in einer 3—5%igen Ferrozyankaliumlösung gebadet und abermals getrocknet. Bei dem so behandelten Papier nehmen Eisenteilchen eine blaue Farbe (Berlinerblau), Kupferteilchen eine braune Farbe (Ferrozyankupfer) an, auch läßt sich hierbei feststellen, ob sich die Teilchen im Rohpapier oder in der Barytschicht befinden. Hat man auf diese Weise die Anwesenheit von Metallteilchen nachgewiesen, aber bei der Entwicklung des belichteten Papiers weit mehr Flecke gefunden als nach der obigen Probe Metallteile vorhanden sind, so

empfiehlt es sich, die Flecke am belichteten und entwickelten Papier anzuzeichnen und dann mit demselben die Probe 4 zu wiederholen, wodurch man in die Lage kommt, die durch andere Ursachen bedingten Flecke von jenen, welche von Metallteilchen verursacht wurden, scharf zu trennen. Siehe hierzu auch S. 434, ferner dieses Handbuch Bd. IV, 1., 3. Aufl. 1928, S. 125—132 und S. 175—181.

IV. Abschnitt.

Die maschinelle Verarbeitung der Filme und Entwicklungspapiere.

ERSTES KAPITEL.

DIE VERARBEITUNG DER PLAN- UND ROLLFILME.

Die heutigen maschinellen Entwicklungsanlagen für Plan- und Rollfilme fußen auf der im Kleinbetriebe wie in Photohandlungen, Hospitälern, Röntgeninstituten usw. allgemein eingeführten Tankentwicklung, die daher im voraus kurz gestreift sei.

Tankentwicklung[1]): Man bedient sich hierzu meist der braunglasierten Steinzeugtröge (s. Abb. 147), die gegen die zur Verwendung gelangenden Chemikalien widerstandsfähig sind, benutzt aber auch emaillierte Metalltröge oder solche aus Hartgummi. Ihre am häufigsten verwendete Größe hat eine Höhe von 1 m bei einem Innenmaß von 30×23 cm und faßt 70 l Flüssigkeit, in denen 20 Filmspulen hängend zu gleicher Zeit verarbeitet werden können, daneben sind zahlreiche andere Größen von z. B. 24 l, 35 l und selbst 140 l Inhalt im Handel; besitzen die Tröge einen schräg nach vorn geneigten Boden, so wird hierdurch ihre Reinigung und die Entfernung des sich während des Gebrauches bildenden Satzes erheblich erleichtert. Ihre Aufstellung geschieht erhöht zu je drei oder vier in der Folge der Bäder (Entwickler, Unterbrechungsbad, Fixierbad, Wässerung) innerhalb einer Dunkelkammer, man versieht sie mit einem Holzdeckel und mit einem Abflußhahn aus Holz. Die Befestigung der Rollfilme geschieht durch Hakenklammern verschiedener Ausführung, die über Stäbe greifen, welche ihrerseits über die Trogränder gelegt werden. Durch eine zweite an ihrem unteren Ende angebrachte beschwerte

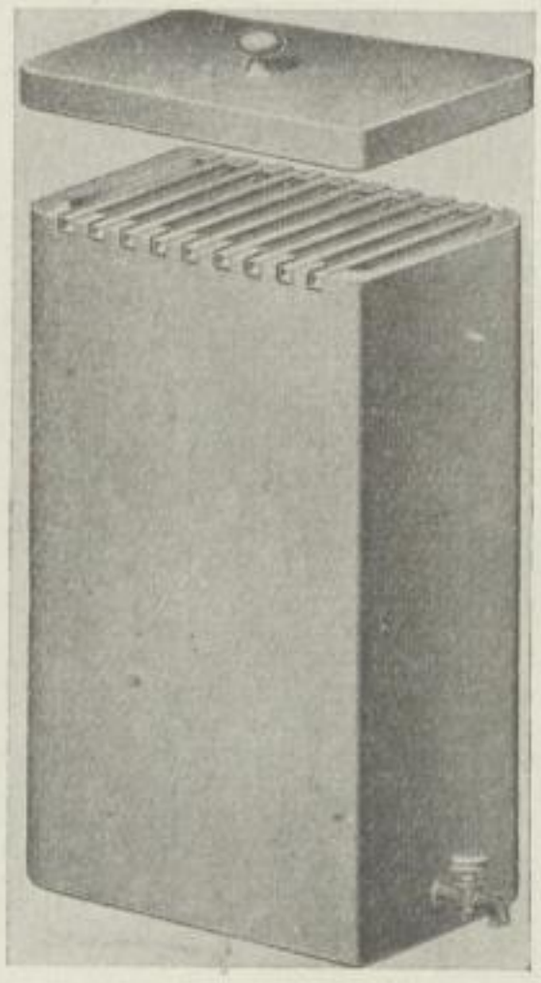


Abb. 147. Entwicklungstrog aus Steinzeug.

1) s. hierzu a. Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30**, 228—233.

Klammer erfolgt die Spannung der Rollfilme (s. Abb. 148). Um ihre Beschädigung auszuschließen, werden auch vernickelte Spannrahmen benutzt, in die z. B. 10 Filmspulen mit den zugehörigen Klammern eingespannt werden können, so daß ein Griff zum Versetzen dieser

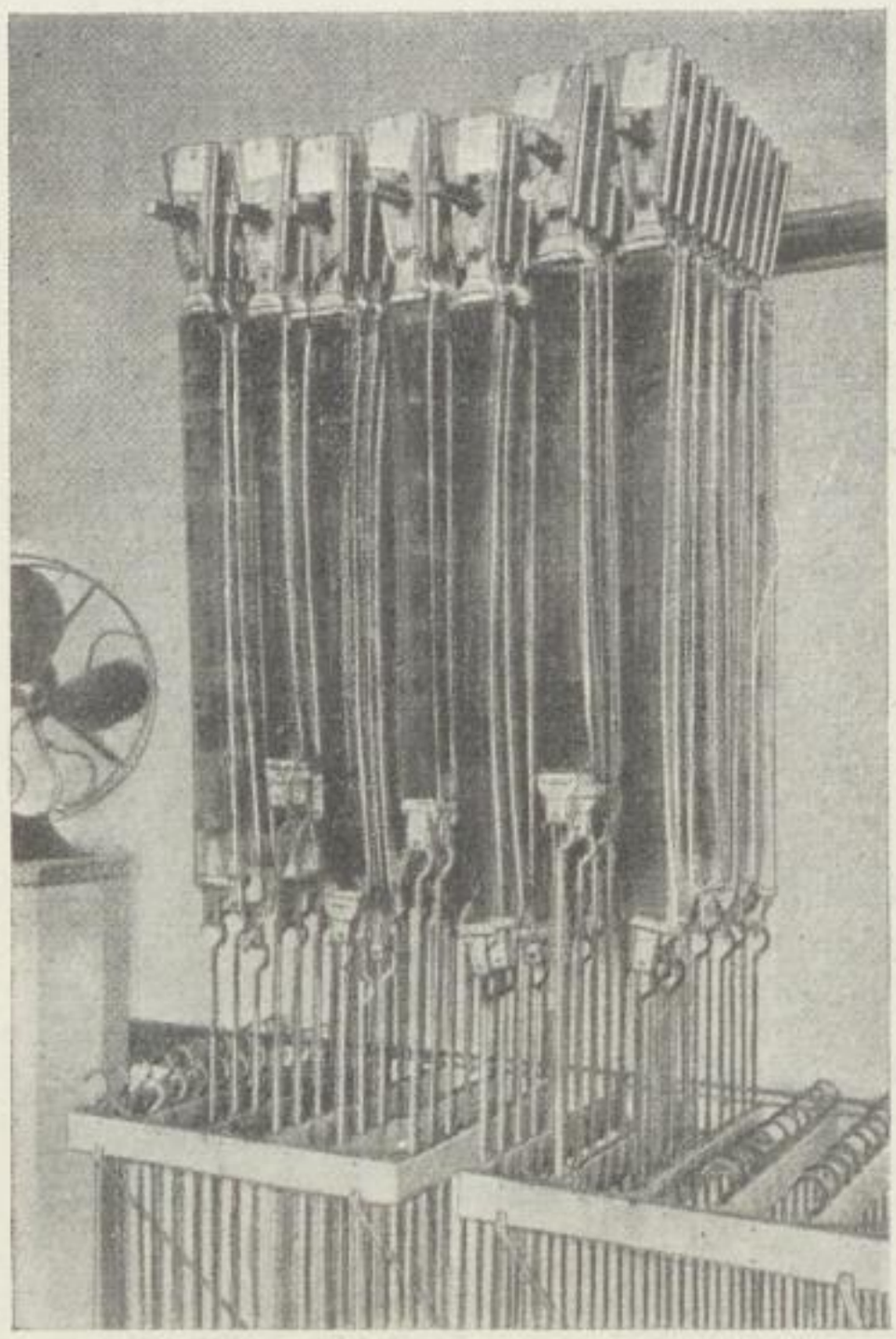


Abb. 148.
Die „Pako"-Aufhängeeinrichtung für Rollfilme.

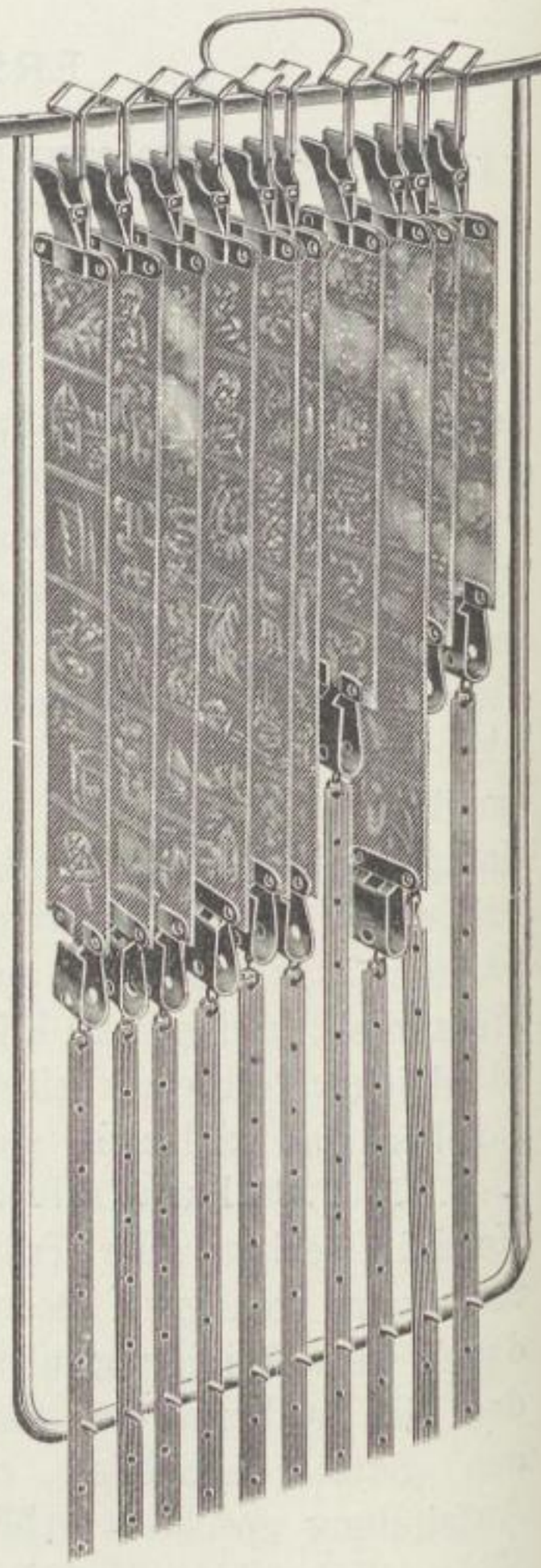


Abb. 149. Spannrahmen für Rollfilme der Kindermann & Co. G. m. b. H., Berlin.

10 Spulen in das folgende Bad genügt. Diese Rahmen sind den verschiedenen Filmlängen entweder direkt oder mitunter bei Verwendung von Gummibändern anpaßbar (s. Abb. 149). Kleine Schild-

chen aus Zelluloid dienen zur Beschriftung oder Halter zur Aufnahme eines Merkblattes, und zahlreiche verschiedenartige Vorrichtungen wie Markierungszangen, Lichtschreiber oder Nummeriermaschinen zur Bezeichnung der zu entwickelnden Filme durch Schriftzeichen oder Zahlen.

Natürlich lassen sich in diesen einfachen Stand-Entwicklungströgen auch Kino-Normal- und Schmalfilme von nicht zu großer Länge entwickeln, wenn dazu entsprechende Rahmen verwendet werden (siehe Abb. 150).

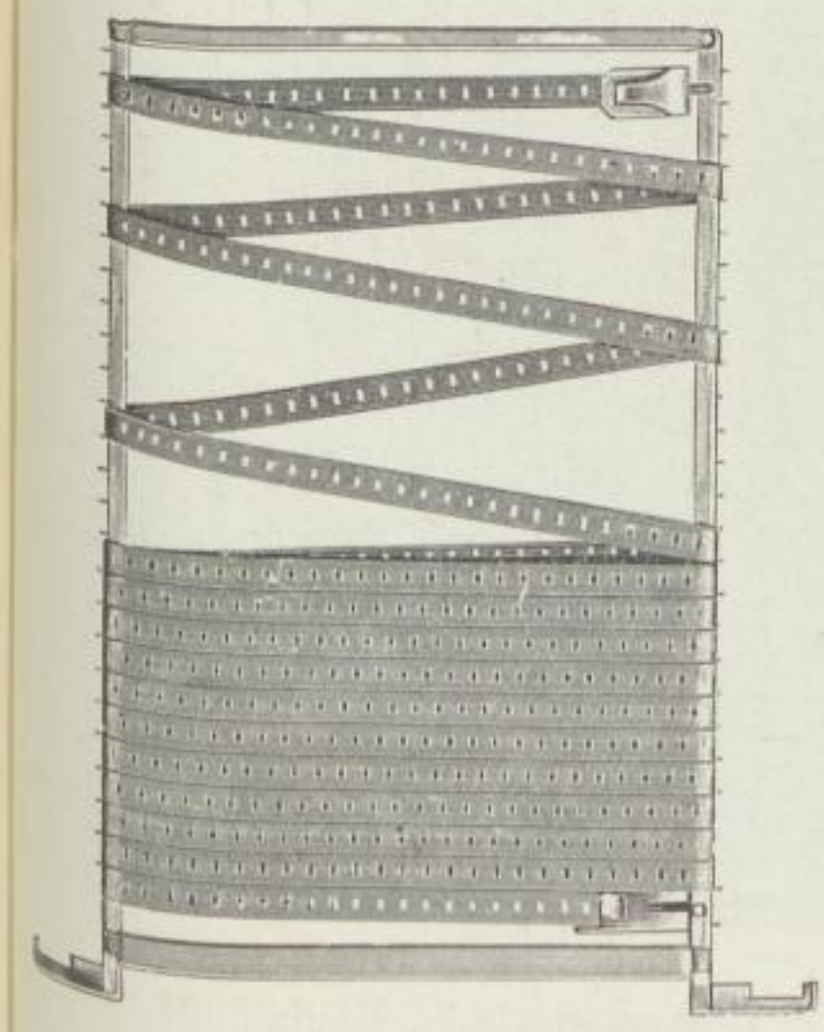


Abb. 150.
Entwicklungsrahmen für Kinofilme.

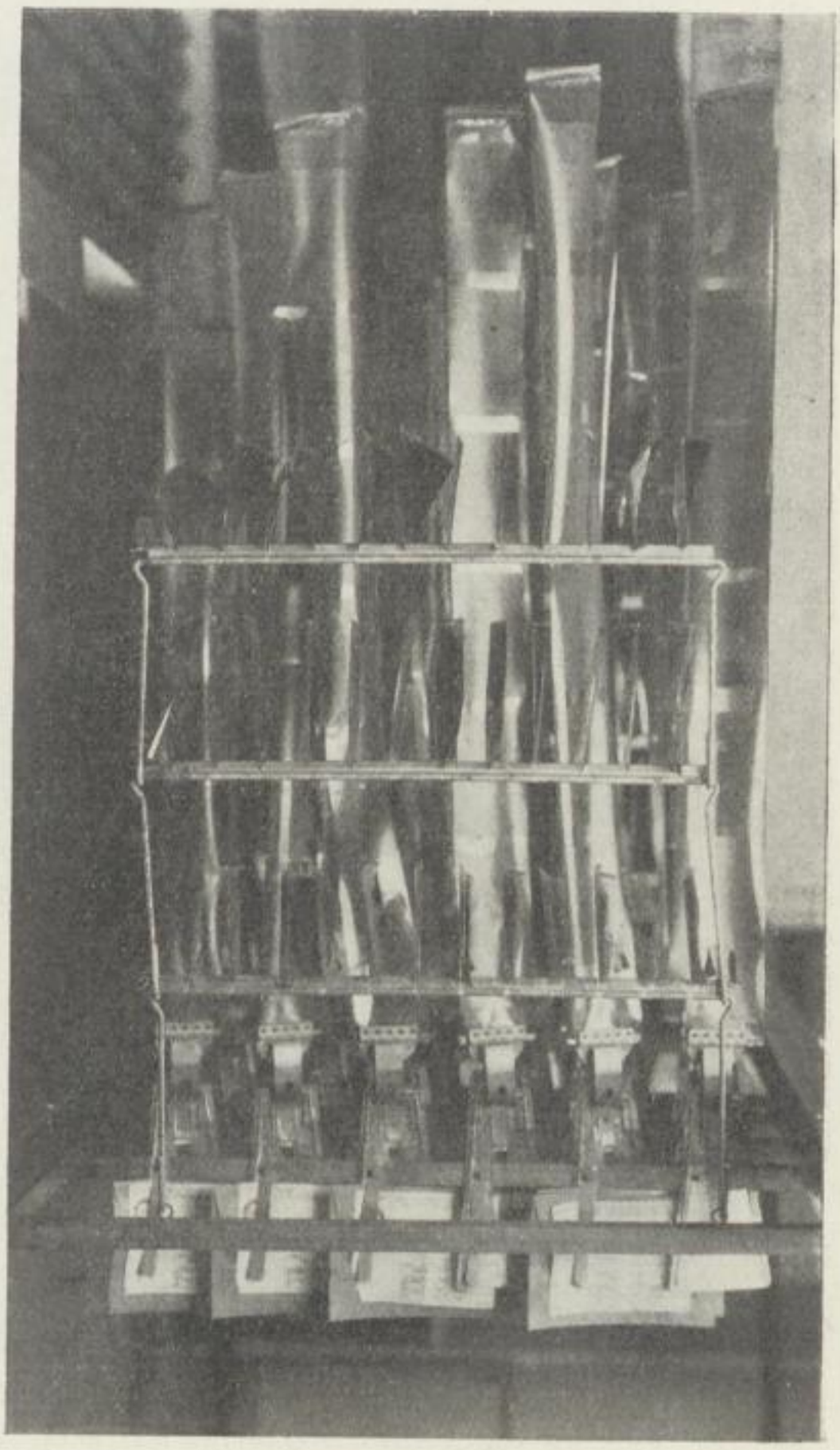


Abb. 151. Befestigungsweise von Roll- und Planfilmen in einer Film-Entwicklungsmaschine.

Von deutschen Firmen, welche die Herstellung der zur Tankentwicklung erforderlichen Vorrichtungen besonders pflegen, seien nur genannt: Kindermann & Co., G. m. b. H., Berlin S 42, und Max Fiedler, Freudenstadt (Württemberg), und bezüglich ihrer

Durchführung sei auf den die Praxis des Entwickelns behandelnden Abschnitt dieses Handbuches verwiesen [1]).

Entwicklungsmaschinen für Filme wurden zuerst in Amerika gebaut [2]). In jüngster Zeit führten sich besonders die Ma-

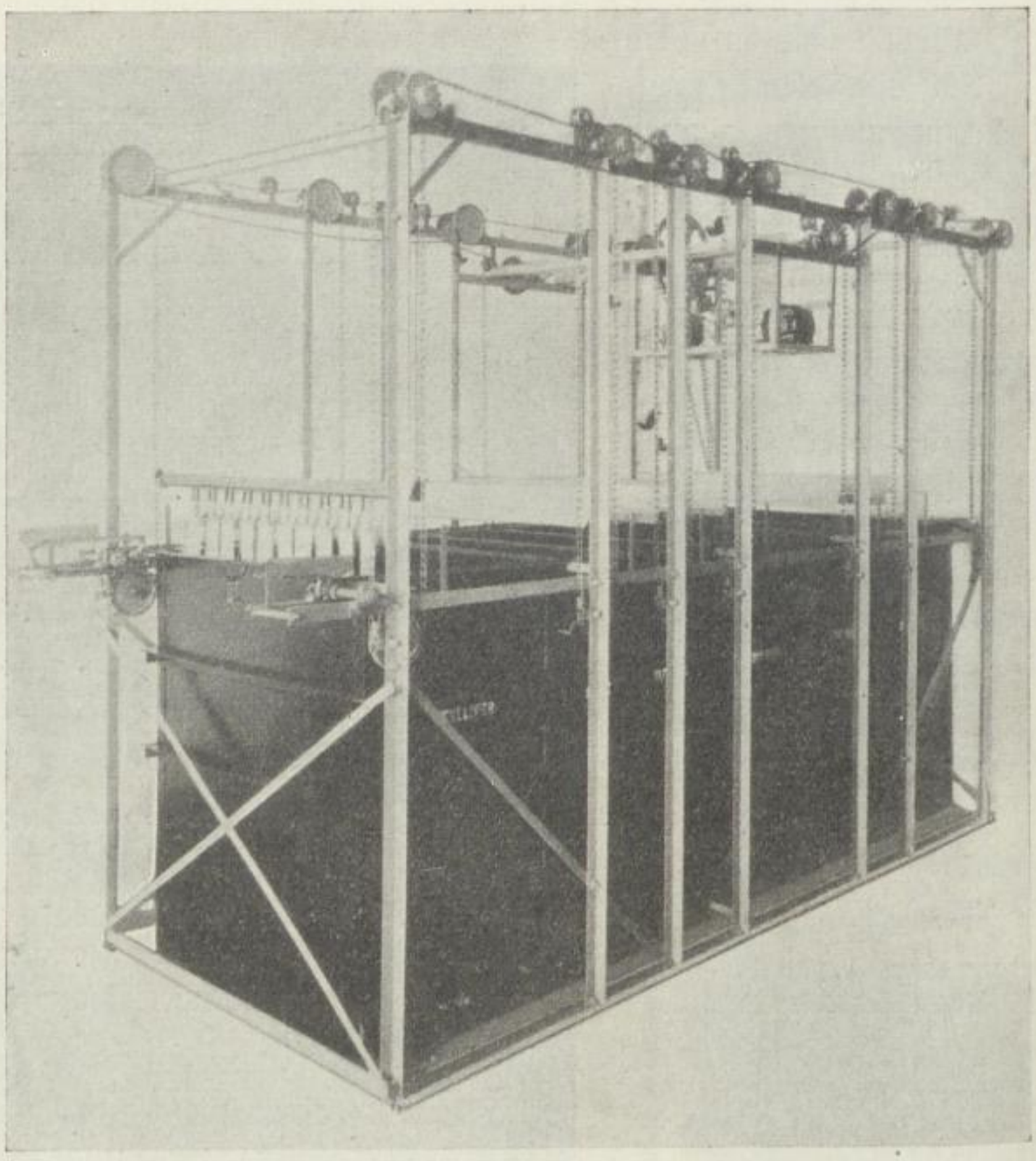


Abb. 152. Entwicklungsmaschine der Robison-Phillips Corp., Detroit, Mich.

1) s. a. unter anderm: W. Triepel, Die Tankentwicklung, Berlin 1929.

2) Die Bemühungen, Rollfilme in großen Mengen auf maschinellem Wege zu entwickeln, gehen in den Ver. Staaten etwa 10 Jahre zurück und fußen auf den sog. Gerhard-Patenten, deren Rechte sich zur Hälfte im Besitz der Master Photo Finisher Association of America befinden. Nach diesen Patenten wurde zuerst eine Maschine von H. E. Wollever gebaut, doch dürfte die erste für größere Filmmengen angewandte Maschine die von Barta & Sellers, Chicago, sein, die seit etwa 7 Jahren im Betrieb ist. The Proceedings of the Master Photo Finishers of America. VI. Annual Convention, Chicago Ill., 1928. S. 48. — Den ersten Versuch, eine größere Zahl von Filmen

schinen der Robison-Phillips Corp., Detroit, Mich., der Pako Corp., Minneapolis, Minn., und der Wollever Comp., Crystal Beach, Canada, ein.

Das mechanische Prinzip, nach dem die beiden erstgenannten Maschinen arbeiten, besteht im wesentlichen in einem über einer

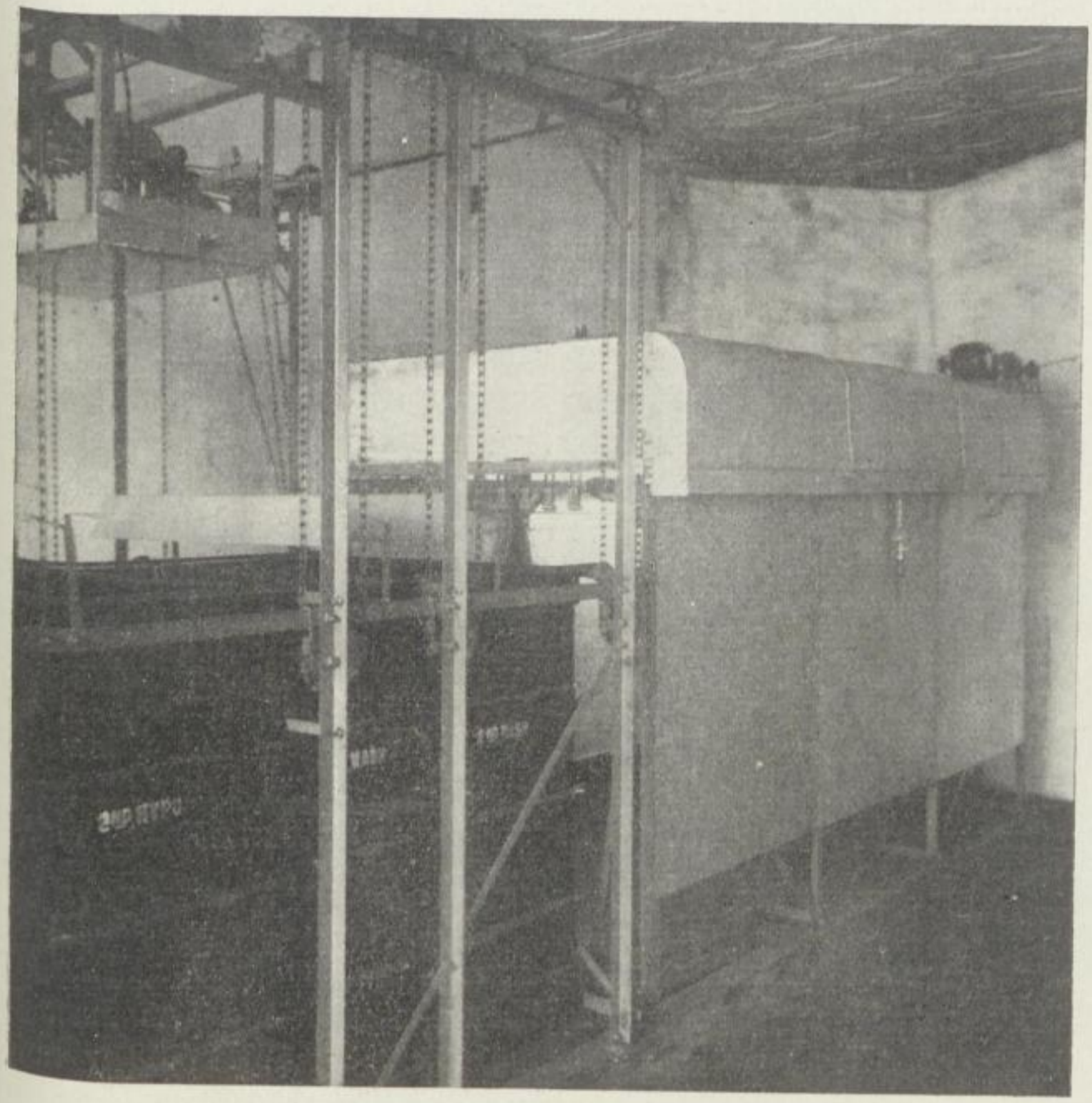


Abb. 153. Film-Trockenanlage (Vorderansicht in Verbindung mit der Filmentwicklungsmaschine der Robison-Phillips Corp., Detroit. Mich.

fortlaufenden Reihe von Tanks angeordneten Kettentransport, der Stangen, an denen die Filme mit besonders dafür ausgebildeten Klammern hängend befestigt sind, vorwärts bewegt, dieselben am Ende eines jeden Tanks hebt und mit ihnen die Filme in das folgende Bad

(70 Stück) gleichzeitig von einem Tank zum andern zu befördern, machte die Paco Corp. bereits 1910, so daß diese Einrichtung als Vorläufer der heutigen Entwicklungsmaschinen zu gelten hat.

wieder einsenkt. An jeder Stange befinden sich in der Regel 10 bzw. 6 Rollfilme mit je 6 Aufnahmen, während längere Filme für 10 und 12 Aufnahmen in zwei Teile zerschnitten oder in Schleifen aufgehängt werden. Zum Befestigen von Planfilmen ist eine besondere Vorrichtung vorgesehen, derart, daß sich solche beliebig zwischen Rollfilmen einschalten lassen (s. Abb. 151). Statt der für die Vertikalbewegung bei der Robison-Maschine (s. Abb. 152 u. 153) vorgesehenen besonderen Kettensätze, die das Gestänge mit Nasen fassen und in genauen der Wirkungsdauer der Bäder entsprechenden Zeitabständen heben und senken, besitzt die Pako-Maschine (s. Abb. 154) nur an ihren Ecken vertikal laufende Ketten, die paarweise bei jeder Umdrehung einen Stab mitnehmen und zwei in der Längsrichtung angebrachten horizontalen Führungsschienen zuleiten.

Die Arbeitsweise der Maschinen ist kurz folgende: Der erste Tank enthält den Entwickler, in ihm verbleiben die Filme unter normalen Verhältnissen 12 Minuten, worauf für 4 Minuten ein Abspültank, dann 2 Fixiertröge folgen, deren erster 4 Minuten, der zweite 12 Minuten wirksam ist. Ein fünfter Tank dient zur Vorwässerung und wirkt für 4 Minuten, daran schließtt sich die eigentliche Wässerung mit 10 Minuten. Durch eine Lichtschleuse gelangen die Filme hierauf aus dem Dunkelraum in einen Trockengang, der in bekannter Weise durch warme filtrierte Trockenluft belüftet wird. Die Zeit, welche die Filme in den einzelnen Bädern bleiben sollen, ist durch die verschiedenen Dimensionen der Tanks in der Laufrichtung bestimmt, kann aber durch Veränderung der Geschwindigkeit des die Maschine antreibenden $^1/_4$ PS-Motors in gewissen Grenzen geregelt werden.

Die verhältnismäßig lange Zeit für das Abspülen der Filme nach ihrer Entwicklung bezweckt soviel als möglich von dem ihnen anhaftenden, bzw. von den Schichten aufgesaugten Entwickler zu beseitigen und so die Gebrauchsdauer der Fixierbäder zu verlängern. Das bewährte Verfahren der Anwendung von zwei aufeinander folgenden Fixierbädern sichert ein vollständiges Fixieren und verlängert ebenfalls die Gebrauchsdauer der Bäder.

Die Gesamtzeit vom Einbringen der Filme in den Entwickler bis zum Verlassen des Trockenganges beläuft sich auf rd. 1 Stunde 30 Minuten. Was die Leistungsfähigkeit der Maschinen anbelangt, so bewältigt eine größere Ausführung der Robison Phillips Corp. bei der normalen Entwicklungsdauer von 12 Minuten in der Stunde 600, ein kleineres Modell 240 Rollfilme, während die Pako-

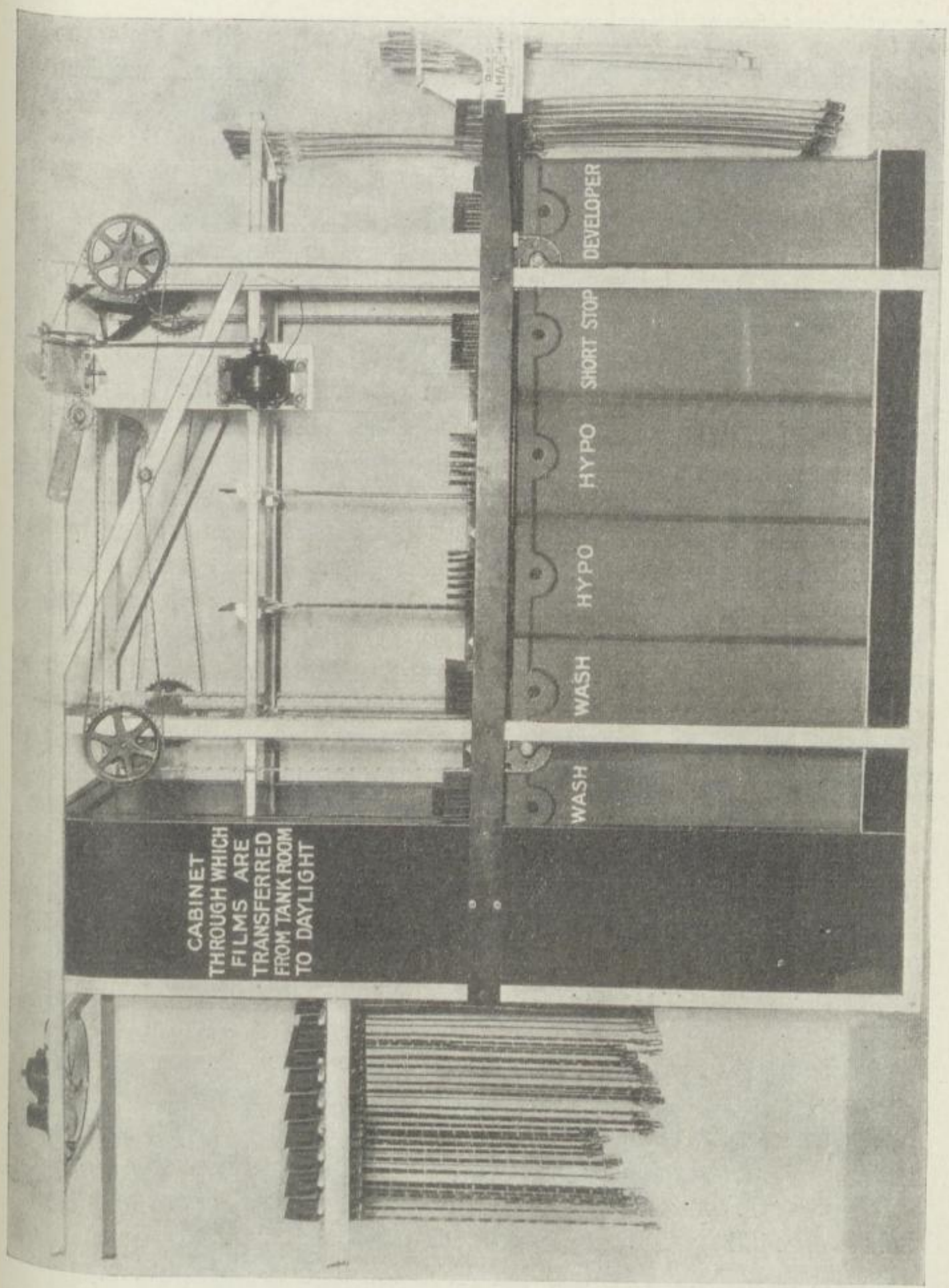


Abb. 154. Film-Entwicklungsmaschine der Pako Corp., Minneapolis, Minn.

Maschine in der gleichen Zeit 300 Filmrollen entwickelt. Erstreckt sich die Verarbeitung der beim Photohändler einkommenden Filme über den ganzen Tag, bzw. ist eine Verteilung der Filmverarbeitung

auf einen längeren Zeitraum möglich, so genügen diese kleineren Maschinen, ist dagegen die ganze angesammelte Arbeit auf einmal zu bewältigen, so verdient die Aufstellung einer größeren Maschine den Vorzug, oder besser die von zwei kleineren, da dann eine derselben während einer ruhigeren Arbeitsperiode wie im Winter stillgelegt werden kann.

Erwähnt sei die Hepworth-Maschine der Walton Photographic Co., Ltd., Staines[1]), die in gleicher Weise arbeitet wie die beschriebenen und die Rollfilm-Entwicklungsmaschine der Automa Appliances Ltd.[2]), London, W. I.

Unterschiedlich von diesen kreisen die Filme bei der Woolever-Entwicklungsmaschine um ein feststehendes Mittelgestell. Auch bei ihr laufen die Filme dabei selbsttätig von Tank zu Tank, müssen aber schließlich von Hand auf das Trockengestell übergeführt werden. Betrieben wird diese Maschine hydraulisch, indem ein kleiner Motor alle 10 Minuten ein Wasserventil öffnet und damit die als Kolben ausgebildete Mittelsäule hebt. Ist die zum Herausheben der Filme aus den Bädern erforderliche Höhe erreicht, schließt sich das Ventil und ein Abfluß öffnet sich, so daß sich der Kolben nun wieder senkt. Hierbei vollführt er jedoch zunächst eine drehende Bewegung derart, daß die die Filme tragenden Rahmen in den folgenden Trog gelangen. Die Aufnahmefähigkeit der Maschine beträgt in der Stunde 300 Rollfilme.

Schließlich werden auch vorzügliche Entwicklungsmaschinen unter Vermeidung eines Kettentransportes von Walter J. Williams in Woodhaven, L. I., U. S. A. und von August Leistenschneider in Düsseldorf 12 gebaut, die sich in vielem gleichen, so daß hier nur die deutsche Maschine beschrieben sei. Platten und Filme werden bei ihr in geringer Zahl (7 Stück vom Format 9×12 cm), Rollfilme sogar nur einzeln quergespannt hintereinander langsam und ruckweise durch flache Tanks befördert, womit bezweckt werden soll, daß nur eine verhältnismäßig geringe Entwicklermenge gebraucht wird, die außerdem durch vollständige Abdeckung der Maschine gegen vorzeitiges Verderben tunlichst geschützt ist.

Der Arbeitsgang ist aus den Abb. 155 und 156 ersichtlich. Die mit Platten oder Filmen beschickten Stangen werden in das erste oder zweite Nutenpaar seitlicher Transportleisten vor den Entwick-

1) Brit. Journ. of Phot. 1927. **74.** 260—261.
2) Brit. P. 26959 (1928).

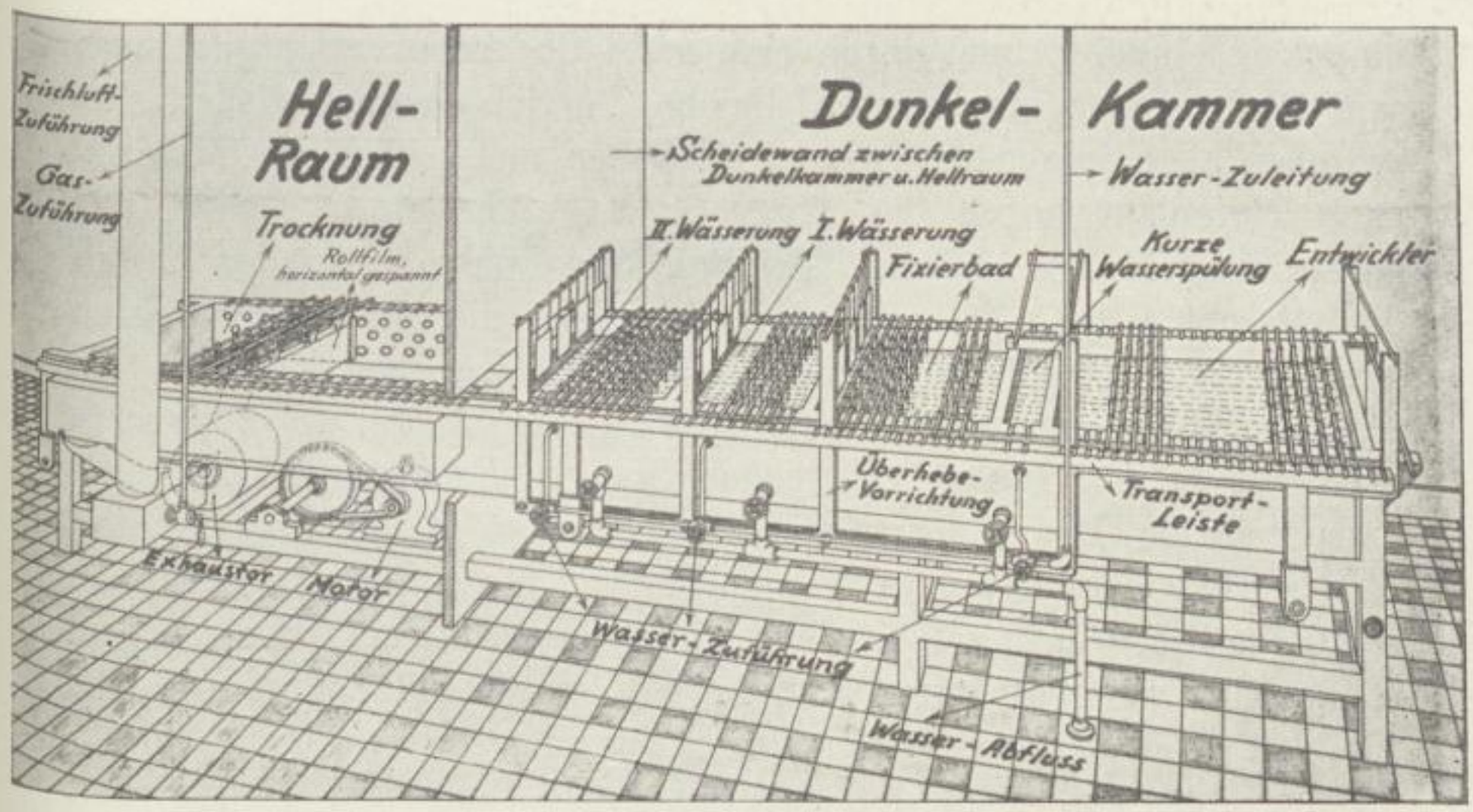


Abb. 155. Platten- und Film-Entwicklungsmaschine von A. Leistenschneider, Düsseldorf, in schematischer Darstellung.

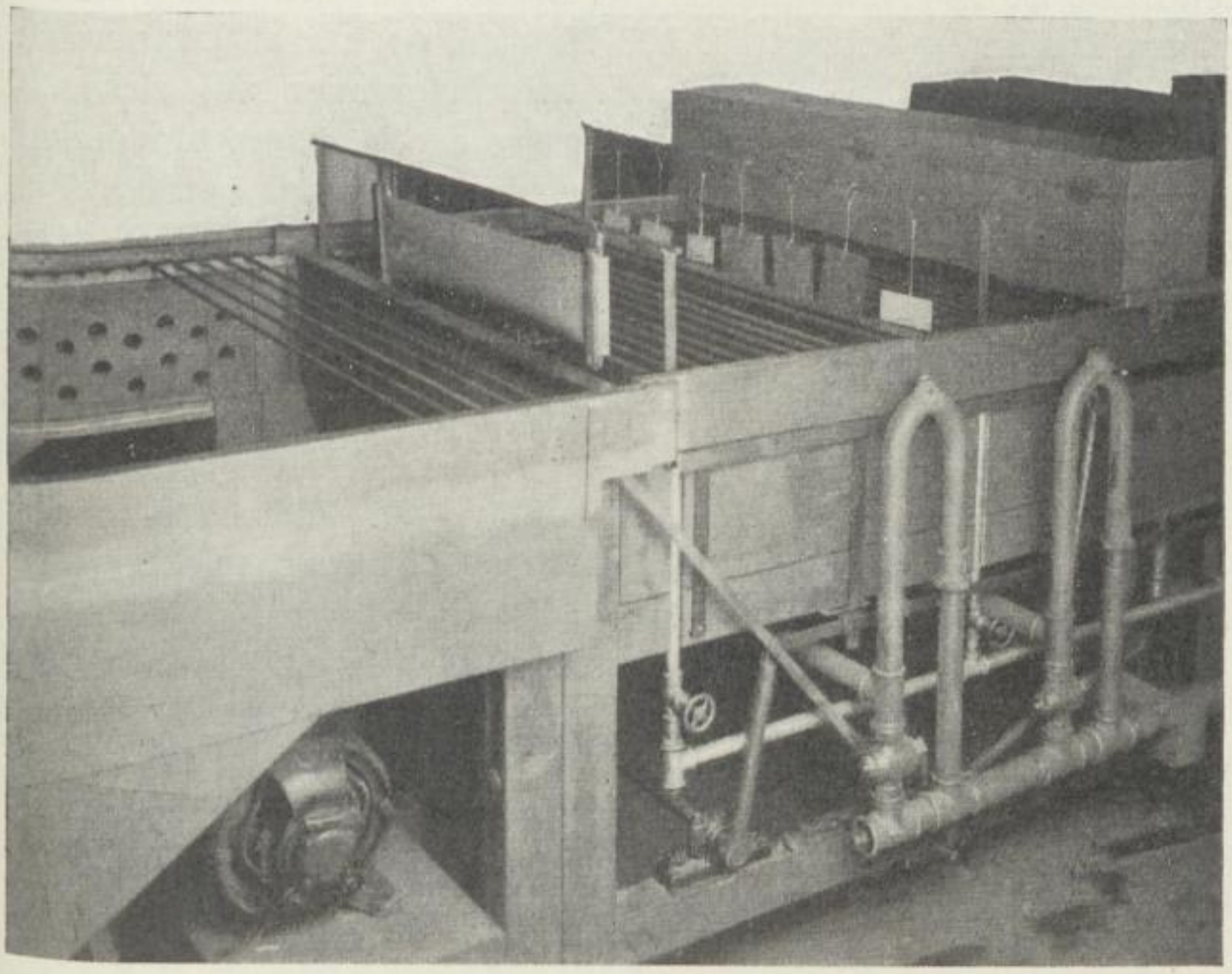


Abb. 156. Teilansicht (Wässerungs- und Trockenanlage) der Platten- und Film-Entwicklungsmaschine von A. Leistenschneider, Düsseldorf.

lungstrog eingelegt und durch eine erste Überhebevorrichtung langsam in denselben eingesenkt. Gleiche Vorrichtungen befinden sich zwischen allen folgenden Trögen, sie heben und senken das Material nach Durchlauf durch die Tröge in ungefähr einer Minute von einem Trog in den andern. Gleichzeitig werden die an den Seiten der Maschine befindlichen Transportleisten, die mit gleich vielen Einkerbungen wie die seitlichen Trogleisten versehen sind, um ein Geringes höher gehoben als die Seitenwände der Tröge, wobei sie auch sämtliche in den Tanks befindlichen Stangen heben und durch eine entsprechende Bewegung zur nächstfolgenden Einkerbung führen, in der sie wieder abgelegt werden. Durch diese Bewegung werden sämtliche Stäbe in ungefähr einer Minute langsam ruckweise um eine Einkerbung weiterbefördert, zugleich werden die Flüssigkeiten in dem für eine gleichmäßige Entwicklung wünschenswerten Maße durchmischt, ohne daß doch der unvermeidliche Bodensatz aufgewirbelt wird.

Die Länge dieser Maschine beträgt 4,30 m, wovon sich nur etwa die Hälfte in einem verdunkelten Raum befinden muß, ihre Breite 1,30 m. Die Arbeitsdauer vom Beginn der Entwicklung bis zur fertigen Trocknung beträgt rd. 100 Minuten, doch kann der normale Einminutenbetrieb, bei dem die Entwicklungsdauer mit zirka 20 Minuten veranschlagt ist, durch Änderung der Motorgeschwindigkeit bis zu $1^1/_2$ Minuten verändert werden, die Gesamtzeit beträgt dann $2^1/_2$ Stunde. Bei Berücksichtigung der für den ersten Durchlauf anzusetzenden Zeit beläuft sich die Leistung der Maschine in 6 Arbeitsstunden auf zirka 1700—2500 Platten, bzw. Packfilme (9×12 cm) oder 250—360 Rollfilme beliebigen Formates.

ZWEITES KAPITEL.

DIE VERARBEITUNG DER KINOFILME.

Entwickeln der Kino-Negativfilme.

Allgemeines: Der Entwicklungsvorgang ist bekanntlich an die genaue Innehaltung gewisser Bedingungen geknüpft, will man bestmögliche Ergebnisse erzielen. Hat man diesen schon bei der einfachen Schalenentwicklung einer Trockenplatte oder eines Planfilmes seine Aufmerksamkeit zu schenken, so gilt dies in weit höherem Maße für einen ununterbrochenen Entwicklungsvorgang, in dessen Verlaufe sich nicht allein die Zusammensetzung des Entwicklers, seine Konzentration und Temperatur ändern, sondern auch Bildabschnitte verschiedenster Belichtung und Tonabstufung zur Verarbeitung kommen. So sehr man sich bemüht hat, diesen Forderungen auf maschinellem Wege nachzukommen, ist es doch bisher nicht gelungen, eine vollkommene Anpassung an die stets wechselnden Erfordernisse der Praxis zu erreichen, so daß man im allgemeinen die selbsttätige Entwicklung auf den Positivfilm beschränkt bei dem ein Ausgleich störender Kontrastwirkungen bereits beim Kopieren vorgenommen wurde, und der daher eine verhältnismäßig gleiche Dichte zeigt, während für den sehr viel wertvolleren Negativfilm das althergebrachte, zuerst wohl in Frankreich erprobte Entwickeln auf Rahmen in schmalen tiefen Trögen beibehalten wurde und z. B. auch in den großen amerikanischen Filmfabriken Anwendung findet. Dieses Verfahren gestattet, den Vorgang des Entwickelns genau zu verfolgen und im geeigneten Augenblick zu unterbrechen; hinzu kommt der Vorteil, daß die Entwicklerflüssigkeit hierbei mit einer weit geringeren Oberfläche mit der Luft in Berührung kommt und daher länger ausnutzbar ist.

Das Entwickeln auf Rahmen (Ausführung und Material der Rahmen und Tröge, Aufstellung der Tröge usw.). Die für die Rahmenentwicklung erforderlichen Hilfsmittel sind sehr einfache[1]). Man wickelt die Filme in Spiralen auf Rahmen

1) Mit der Herstellung sämtlicher zur Filmverarbeitung erforderlichen Gegenstände aus Holz befaßt sich in Deutschland u. a. das Holzbearbeitungswerk von Alfred Geyer, Ilmenau, Thür.

von quadratischer oder rechteckiger Form, deren Querstege mit Stiften versehen sind, damit ein Übereinandergleiten der einzelnen Filmlagen verhindert wird (s. Abb. 157). Üblicherweise sind diese Rahmen 92 cm breit und 102 cm hoch und fassen 60 m Normalfilm; sie bestehen aus Eichen-, Buchen- oder auch Zypressenholz, das mit Paraffin getränkt ist, die Stifte vorzugsweise aus Messing, das sich während des Gebrauches im Fixierbad mit einem schützenden Silberüberzug bedeckt, aber auch aus Reinnickel oder Monelmetall, damit sie größte Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkungen der photographischen Bäder erhalten. Zum Auf- und Abwickeln der Filme dienen Lagerböcke, in welche die Rahmen derart eingesetzt werden, daß sie um ihre horizontale Achse drehbar sind; eine Sperrvorrichtung vervollständigt die Einrichtung.

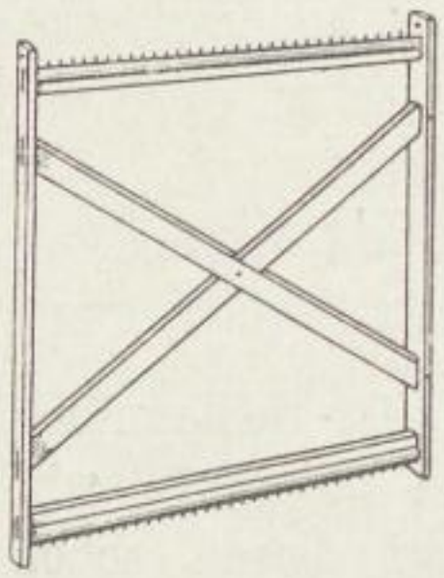


Abb. 157. Entwickelrahmen für Kinofilme, Ausführung von Alfred Geyer, Ilmenau, Thür.

Unter den im einzelnen verschiedenen Ausführungsformen der Rahmen ist eine für beiderseitig beschichteten Film bemerkenswert,

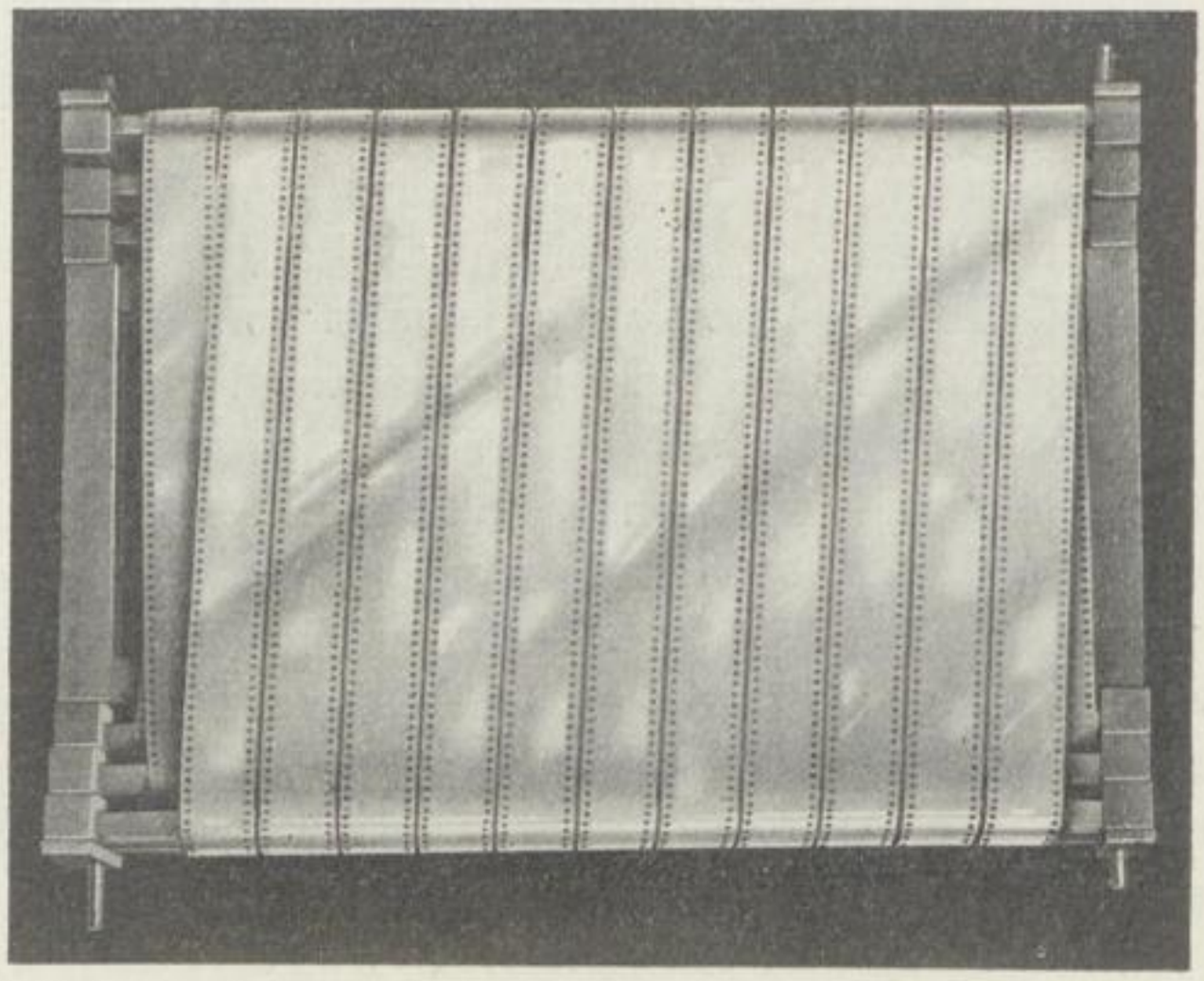


Abb. 158. Vielfach-Rahmen für Kinofilme, zur Entwicklung fertig bewickelt.

bei der das Profil der Auflageflächen derart ausgearbeitet ist, daß der Film diese Holzteile nur mit seinen Kanten berührt, so daß also die Flüssigkeiten auch Zugang zu allen Teilen der Filmrückseite haben.

Ein anderes Gerät besteht aus einer Reihe kleinerer Teilrahmen, die gegeneinander beweglich sind und in einen Hauptrahmen eingesetzt werden. Der Film wird zuerst um den innersten Rahmen gewunden, dieser festgestellt, es folgt der zweite Rahmen und so fort (s. Abb. 158). Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß eine verhältnismäßig große Filmlänge in nur wenig Entwicklerlösung entwickelt werden kann; allerdings ist die Wicklung etwas umständlich und einer gleichmäßigen Entwicklung besonders bei kurzen Entwicklungszeiten nicht gerade förderlich.

Die mit Film beschickten Rahmen gelangen meist zu mehreren nebeneinander in die schon erwähnten Entwicklungströge (s. Abb. 159), die am besten aus Zypressen- oder Pitchpineholz, häufig aber nur aus Kiefernholz mit durchgehend verschraubten Eisenbolzen bestehen, und in denen sie, damit sie nicht schwimmen können, durch seitlich angebrachte Wirbel oder Keile niedergehalten werden. Mitunter sind auch Tröge aus emailliertem Eisen oder aus Steingut im Gebrauch. Das Innenmaß der Tröge entspricht mit 104 cm in der Höhe und 94 cm in der Länge der normalen Rahmengröße, doch werden sie zur Aufnahme mehrerer Rahmen verschieden breit und meist mehrteilig ausgeführt. Ihr Inhalt kann im Bedarfsfall durch warmes oder kaltes Wasser auf gewünschte Temperatur gebracht werden, das man durch bleierne autogen verschweißte Schlangenrohre an ihrem Boden oder durch ein Mantelgefäß fließen läßt. Auch Zwischenbottiche aus Steinzeug, aus lackiertem Eisenblech oder Monel, die zwei nebeneinander stehende Bottiche gleichzeitig erwärmen oder abkühlen, erfüllen, wenn auch weniger wirksam, den gleichen Zweck. Durch Holzrührer wird die Entwicklerflüssigkeit bewegt, damit ihre Temperatur gleichförmig ist. Die Hähne an den Entwicklertrögen und Rohrleitungen durch die der Entwickler zufließt, sollen aus Nickel bestehen, die für das Fixierbad aus Blei-Antimon, während Zinn, Kupfer oder roter Kautschuck von allen Teilen der Entwicklungsgeräte auszuschließen sind, da sie, auch wenn der Entwickler nur kurze Zeit mit ihnen in Berührung kam, Schleier auf den Negativen verursachen [1]).

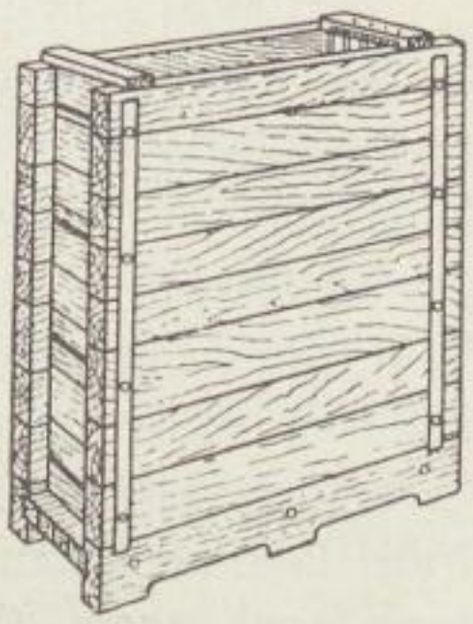


Abb. 159. Entwickeltrog für Kinofilme, Ausführung von Alfred Geyer, Ilmenau, Thür.

1) s. hierzu J. I. Crabtree und G. E. Matthews: Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Materialien gegen photographische Lösungen, Journ. Ind. Eng. Chem. 1923, **15**, 666; Brit. Journ. of Phot. 1923, **70**, 366 u. 385.

Ein Holzrost, der auf dem zweckmäßig zementierten oder asphaltierten Boden des Raumes aufliegt, umgibt die Tanks, seine Höhe ist so gehalten, daß ein bequemes Arbeiten ermöglicht wird. Einrichtungen sind ferner getroffen, um ein Überlaufen der Tanks zu verhindern und um den Wasserspiegel der Wässerungsbottiche in stets gleicher Höhe zu halten, außerdem sind natürlich die allgemein gebräuchlichen Hilfsmittel wie ein Zeitmesser, Thermometer usw. zur Hand. Zur Verbindung mit dem anschließenden Trockenraum, in den die mit Film bespannten Rahmen nach der Entwicklung gelangen, dienen je nach der Größe des Betriebes lichtdichte Klappen, Drehtüren oder Lichtschleusen [1]).

Die Beleuchtung der Räume, in denen die Filme vor oder während ihrer Entwicklung gehandhabt werden, muß natürlich streng inaktinisch sein, d. h. sie darf keine auch nur leichte Verschleierung verursachen. Neben einer diffusen allgemeinen Beleuchtung durch Deckenlampen werden vielfach tragbare Handlampen verwendet. Beide Beleuchtungsarten werden einer einfachen praktischen Prüfung dadurch unterzogen, daß man sie eine gewisse Zeit auf einen Film in bestimmter Entfernung einwirken läßt und feststellt, ob sich der Film dann noch klar entwickeln läßt. Dies soll bei der Deckenbeleuchtung noch nach 10 Min. in 1,50 m Abstand der Fall sein, bei der Handlampe in $^1/_2$ Min. bei nur einigen Zentimeter Entfernung. Um jedoch eine Beobachtung bei hellrotem Lichte zu ermöglichen und gleichzeitig den sogenannten Oxydationsschleier (s. hierzu Bd. II, 3. Aufl. 1927, S. 338) zu vermeiden, der leicht eintritt, wenn der Film bei wiederholtem Herausheben aus dem Trog mit der Luft in Berührung kommt, wendet man vielfach das Verfahren der Desensibilisierung an. Man badet den Film vor der Entwicklung im Dunkeln 3 Minuten in einem Farbstoffbade bestimmter Zusammensetzung (z. B. Pinakryptolgrün 1:5000) oder setzt den desensibilisierenden Farbstoff direkt zum Entwickler (z. B. 1 Teil Pinakryptolgrün auf 25 000 Teile Entwickler), wonach der Film nach Verlauf von 1 Minute bei hellrotem Licht weiterentwickelt werden kann. Beide Verfahren werden gleichzeitig angewandt, wenn man panchromatische Filme entwickelt, da die Desensibilisierung panchromatischer Emulsionen nicht in gleich guter Weise erfolgt wie die gewöhnlicher Emulsionen.

Ohne das ein Rahmenwechsel vorgenommen wird, gelangen die

---

1) Schematische Skizzen derartiger Entwicklungsanlagen finden sich u. a. in Le Vierge Film Pathé, Manuel de Développement et de Tirage, Paris 1926, S. 34 u. 84.

entwickelten Filme in einen Spültrog, der sich unmittelbar neben dem Entwicklungstrog befindet, darauf in die etwas abseits gelegenen, vielfach aus Zement bestehenden Fixiertröge, schließlich in die Wässerungströge. Zwischen allen Trögen muß die Handhabung der Rahmen leicht vor sich gehen können.

Vorprobe: Jedes Negativ wird also sozusagen gesondert entwickelt, und, um gute Ergebnisse zu erhalten, werden zuvor entweder einige kurze Probestreifen verschieden lange entwickelt, worauf dann nach dem besten Ergebnis unter Innehaltung der gleichen Arbeitsbedingungen (Temperatur) der ganze Film entwickelt wird, oder aber man verfolgt das Fortschreiten der Entwicklung, indem man den Rahmen etwa jede Minute für wenige Sekunden aus dem Troge hebt, wobei der erfahrene Photograph an dem Erscheinen der Bilder und dem Dichteunterschiede zwischen den Lichtern und den Schattenpartien erkennen kann, ob die Entwicklung normal verläuft, und wann er sie in Fällen von Unter- oder Überbelichtung abzubrechen hat.

Besondere Regeln beim Entwickeln: Da die Filmoberfläche mitunter Fettspuren enthält, die den Angriff des Entwicklers verzögern und auch Trockenfehler nach sich ziehen können, und um ferner das Ansetzen von Luftblasen zu verhindern, weicht man die Filme meist zuerst einige Minuten in reinem Wasser ein, dem man vorteilhaft etwas Soda und vergällten Alkohol zusetzt, und erleichtert die Annahme des Entwicklers noch dadurch, daß man den Rahmen bei Beginn des Entwickelns leicht hebt und senkt, während man ihn gleichzeitig leicht seitlich bewegt, ohne daß der Film dabei über die Flüssigkeitsoberfläche herauskommt[1]). Eine Reihe weiterer Maßnahmen, wie z. B. die rechtzeitige Auffrischung erschöpften Entwicklers, gehören in das Gebiet der reinen photographischen Technik, worüber an anderer Stelle dieses Werkes nachzulesen ist.

Das Entwickeln kurzer Kinofilme geschieht in ähnlicher Weise, nur daß die Rahmen für etwa 15—25 m Film kleiner gehalten sind, und man diese Filme statt in senkrechte Tröge in gleichgeformte entsprechend tiefe, aber doch flache den Entwickler enthaltende Schalen senkt. Einen besonders zur Benutzung auf Reisen praktischen, weil auseinandernehmbaren Stiftrahmen dieser Art zeigt nach J. I. Crabtree[2]) Abb. 160.

---

1) Über Rahmenmarken und Luftblasen auf Kinofilm s. J. I. Crabtree, Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1926, Nr. 24, 95.

2) s. Eastman Kodak Abr. Sci. Publ. 1923. 7. Comm. 187.

Daneben sind vielfach auch kleine Trommeln aus Holz, aus lackiertem Eisendraht oder auch Aluminium im Gebrauch, um die der Film spiralförmig gelegt wird; die Trommeln ruhen mit ihrer Achse horizontal auf einem leichten Gestell, tauchen in eine zur

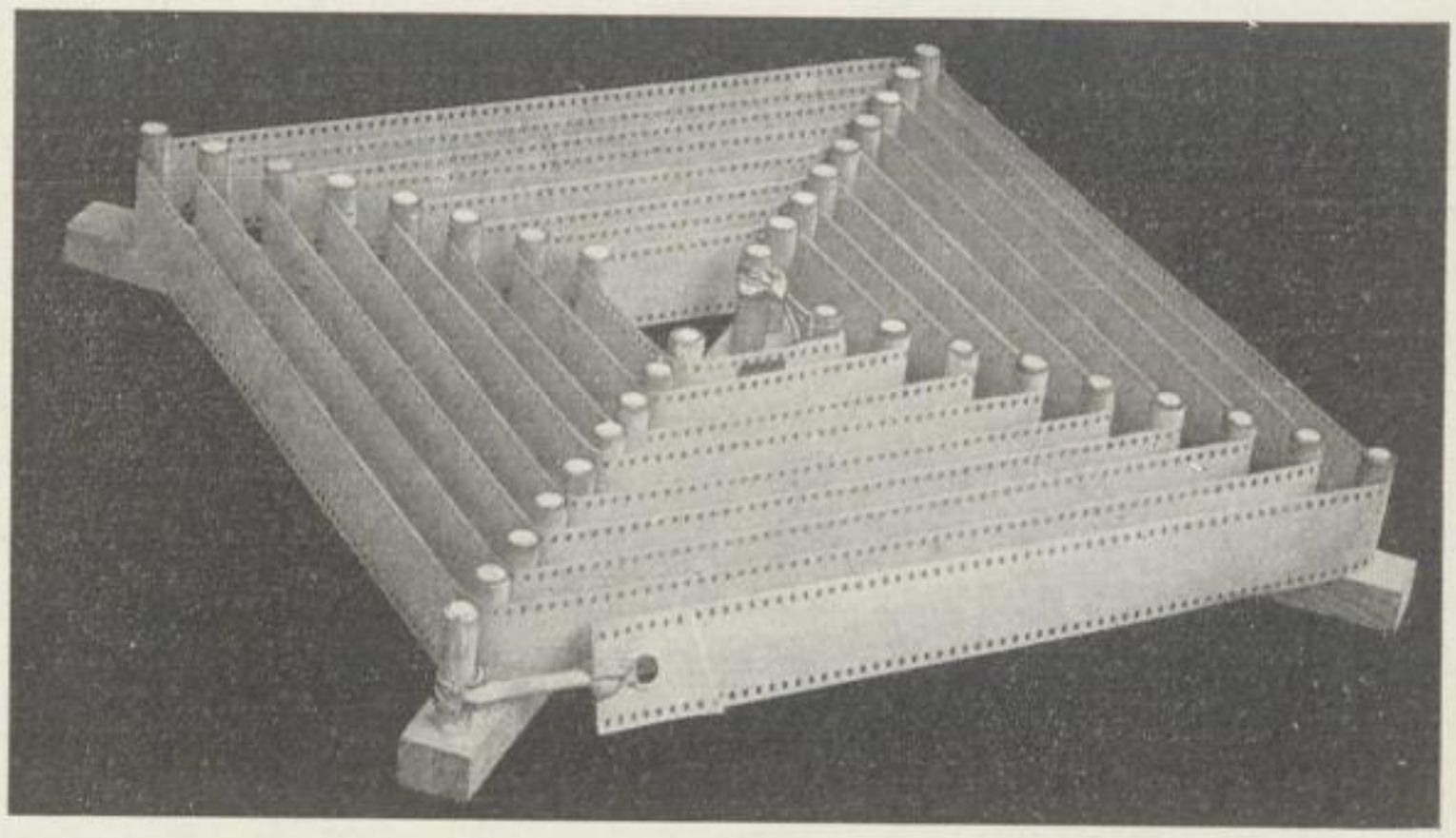


Abb. 160. Film-Spannvorrichtung für Schalenentwicklung.

Aufnahme des Entwicklers bestimmte Schale ein und werden während der Entwicklung mittels einer Handkurbel langsam und gleichmäßig gedreht (s. Abb. 161).

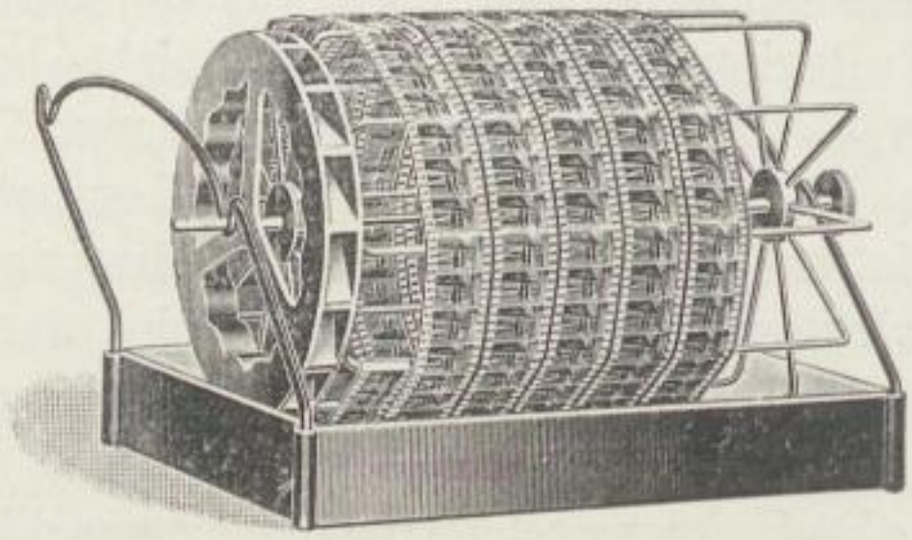


Abb. 161.
Entwicklungsgerät für kurze Kinofilme der Zeiß Ikon A.-G., Dresden.

Besondere Entwicklungsverfahren: Eine Abart dieser Entwicklung auf der Trommel ist das Ringzylinderverfahren, System Eißfeld[1]). Es ist dadurch gekennzeichnet, daß das Filmband auf eine Gittertrommel gespannt und diese in einen doppelwandigen, senkrecht stehenden Zylinder eingetaucht wird, der

1) Kinotechnische Umschau 1928, Nr. 29, 751—754, s. a. Kinotechnik 1928, **10**, 538—539.

in dem zwischen den beiden Wandungen befindlichen Raum mit der Entwicklerlösung, dem Fixierbad usw. gefüllt ist. Damit sich die einzelnen Filmlagen auf der Gittertrommel nicht verschieben können, ist diese mit spiralförmig gewundenen dünnen Führungsschienen versehen. In das Zentrum des oberen Trommelteiles ist eine Achse eingesetzt, die in eine entsprechende rohrförmige Führung der Zylinder eingreift. Ein schmaler, im Profil U-förmiger Ring am oberen Trommelteil legt sich als Deckel über die beiden Zylinderwände und dient so einerseits zur Lichtabdichtung, anderseits als Angriff für einen ein- und ausschaltbaren Friktionsantrieb, der dazu bestimmt ist, die Gittertrommel während der Entwicklung ständig in drehender Bewegung zu erhalten. Alle Teile bestehen aus einem indifferenten Metall und können leicht gereinigt werden. Verschiedene Vorrichtungen wie eine besondere Aufspulung ergänzen das Verfahren, das eine gesonderte Entwicklung auch der kürzesten Filmstreifen gestattet.

Handelt es sich nur um gelegentliche Entwicklung von Normal- oder Schmalfilmen in etwa kleineren Kopieranstalten, so ist statt der Rahmenentwicklung die Flachrollen-Entwicklung am Platze, bei der der Film in die denkbar kleinste Form gebracht wird, so daß für beispielsweise 60 m Film eine Entwicklermenge von etwa 10 l genügt. In den Ver. Staaten geschieht dies vorzugsweise nach dem „Stineman-System“ von R. P. Stineman, Los Angeles, Cal., während in Deutschland das „Correx-System“ der Correx Gesellschaft, m. b. H., Berlin SW 61, weite Verbreitung fand. Auf gleicher Grundlage beruht ein Entwicklungsgerät der Zeiß Ikon A.-G., Dresden.

Nach dem Stineman-System werden die Filme mittels einer einfachen Hilfsvorrichtung rückseitig gegen Monelstreifen gelegt, die eine Spirale von 40 cm Durchmesser bilden. Die 40 Windungen der Spirale haben einen gegenseitigen Abstand von 6 mm, während ihre Höhe zur gleichzeitigen Verwendung für Normal- und für Schmalfilm 18 mm beträgt. Einseitig angebrachte Verstrebungen halten die Spirale in ihrer Lage, und ist sie in der Dunkelkammer mit Film beschickt, wird sie in ein flaches emailliertes Metallgefäß eingesetzt das den Entwickler enthält. Weitere gleichartige Gefäße dienen zum Fixieren, Wässern usw. Diese Einrichtung ist für Filmlängen von 50, 100 und 200 m im Handel.

Nach dem Correxverfahren wird ein Zelluloidstreifen in Filmbreite, in dessen Ränder warzenartige Erhebungen eingepreßt sind, gleichzeitig mit dem zu entwickelnden Film spiralförmig eingerollt, so daß sich eine flüssigkeits- und luftdurchlässige Rolle bildet, da das

Einlegeband den Film nur punktweise faßt und an der Emulsionsseite einen freien Raum läßt (s. Abb. 162). Auch hier dienen runde emaillierte oder vernickelte Gefäße zur Durchführung der Entwicklung (s. Abb. 163) und selbst zum Trocknen der Filme, indem diese mitsamt der Correxrolle in ein besonderes Metallgefäß eingesetzt werden,

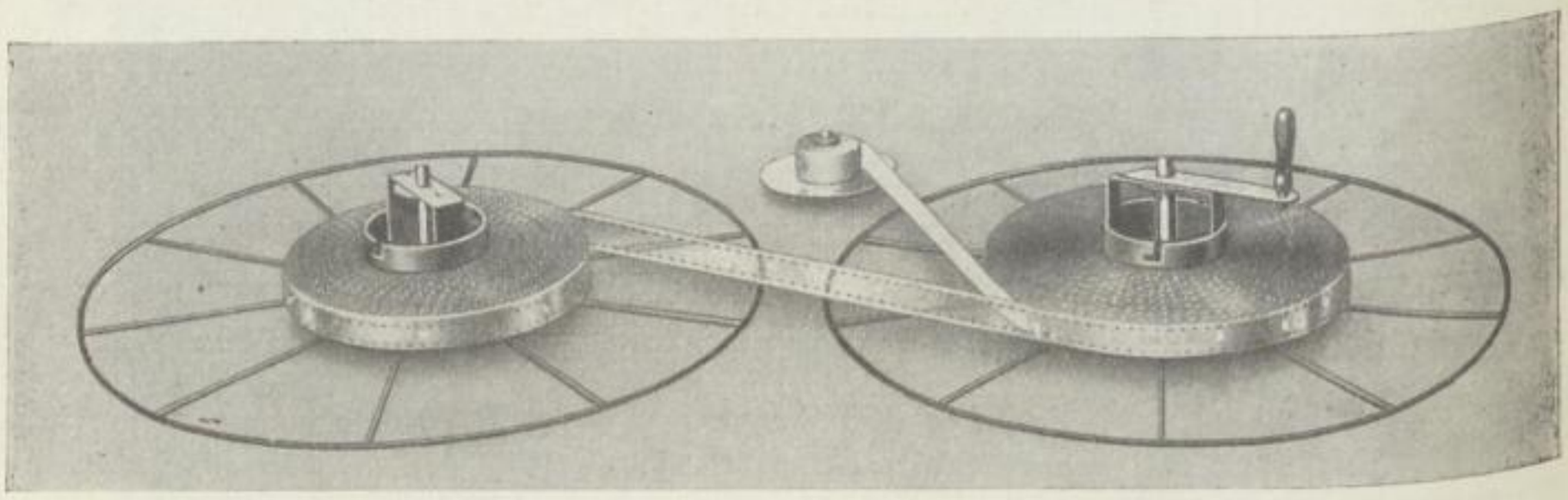


Abb. 162. Zusammenwickeln eines Kinofilmes mit dem Correx-Einlegeband.

durch das man elektrisch erwärmte Luft bläßt. Verschiedene Größen der Gesamteinrichtung sind für Schmal- und Normalfilm und für verschiedene Längen vorgesehen.

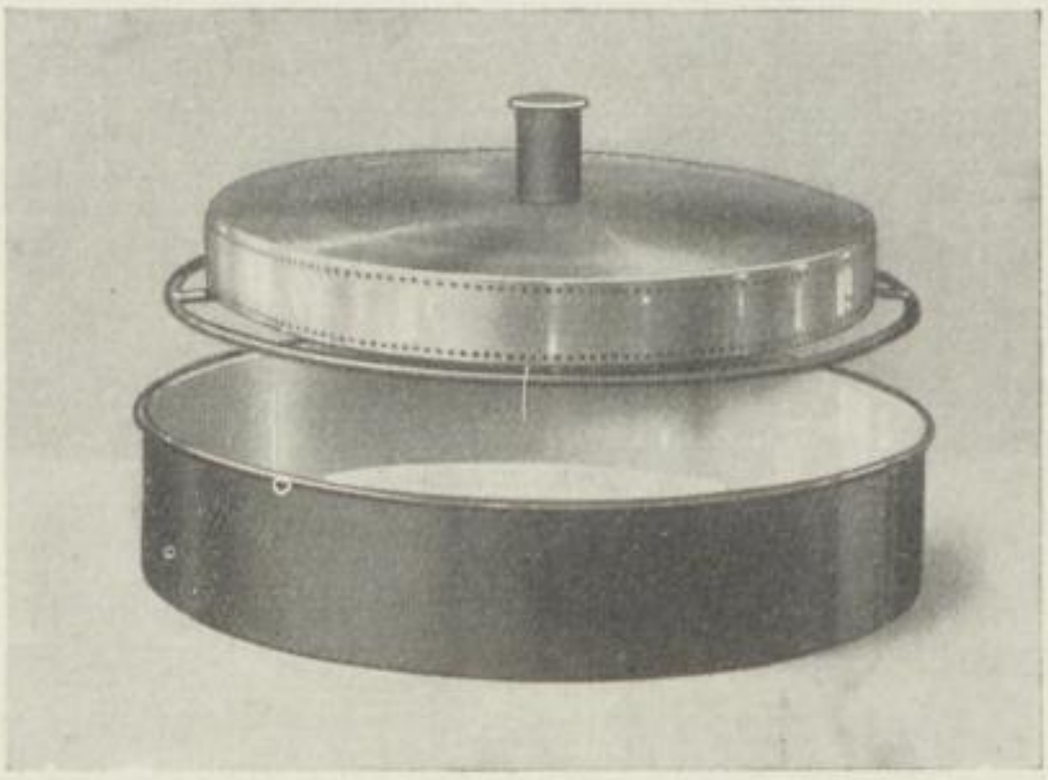


Abb. 163.
Correx-Entwicklungseinrichtung für Kinofilme der Correx G. m. b. H., Berlin.

Die Entwicklungseinrichtung der Zeiß Ikon A.-G. in Ausführungen für Filmlängen von 7,5 und 25 m besteht aus einer Metallscheibe, in der eine spirale Rille von 4 mm Tiefe eingeschnitten ist. Der Film wird in einfacher Weise durch Umrollen in die Rille eingesetzt, wobei eine Reihe der Perforationslöcher bedeckt ist, während der übrige Film frei steht und durch einen Bügel in seiner Lage

erhalten bleibt (s. Abb. 164). Das mit dem Film beschickte Gerät wird in die verschiedenen Bäder gesenkt, für welche besondere runde Dosen vorgesehen sind.

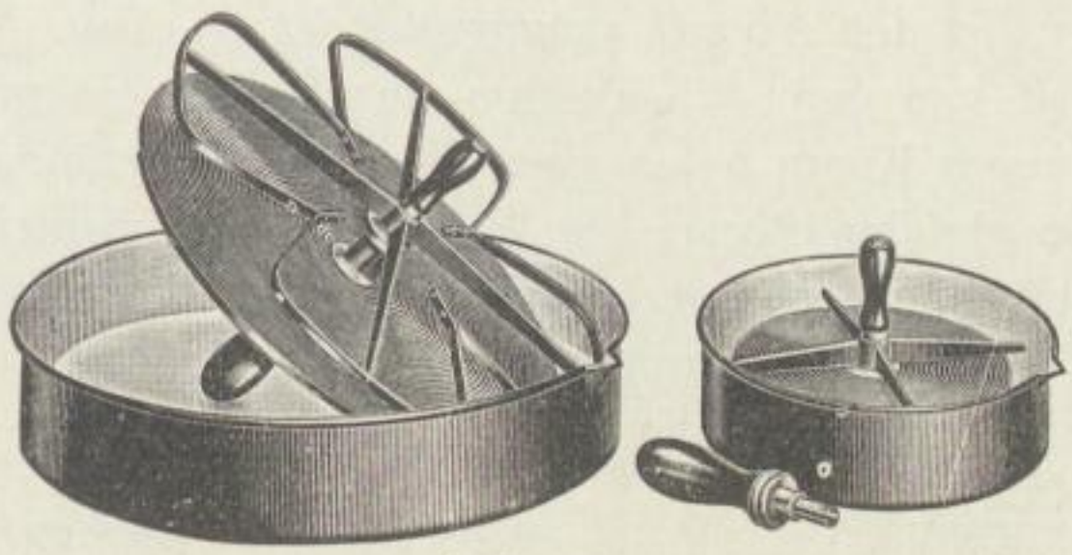


Abb. 164.
Entwicklungsgerät für Kinofilme der Zeiß Ikon A. G., Dresden.

Wässern der Kinofilme.

Allgemeines: Ist der Film entwickelt und fixiert, so folgt in einem besonderen Arbeitsgang und zweckmäßig räumlich getrennt die Entfernung des in der Bildschicht noch enthaltenen Fixiersalzes. Da der Negativfilm eine dickere Emulsionsschicht besitzt als der Positivfilm muß er im allgemeinen 2—$2^1/_2$mal länger gewaschen werden als letzterer. Geschieht das Wässern in unzureichender Weise, so wird dadurch die Haltbarkeit des Films bekanntlich in hohem Grade beeinträchtigt.

Wässern in Bütten: Das meist angewandte Wässerungsverfahren besteht darin, daß man die Rahmen, auf denen sich die Filme befinden, in Bütten aus Hartholz mit seitlich angebrachten Führungsleisten oder auch in Zementtröge einsetzt, in denen ein Strom von langsam fließendem Wasser die Filmschichten umspült. Dabei vermeidet man eine Anreicherung von Fixiernatron am Gefäßboden dadurch, daß man das Frischwasser oben zufließen und das Abwasser durch einen entsprechend eingestellten Hahn unten ablaufen läßt. Von K. C. D. Hickmann[1]) wurde auch das bekannte Verfahren der abwechselnden selbsttätigen Entleerung der Bottiche durch ein Heberrohr und Neufüllung auf das Waschen der Kinofilme übertragen, doch scheint dies deshalb unzweckmäßig, weil sich während der Entleerungsperiode stets ein Teil des Filmbandes nicht im Wasser befindet. Da die Erneuerung des Wassers um so schneller vor sich geht, je kleiner diese Bütten sind, so wäscht man besser in mehreren kleinen Bütten als in einer größeren.

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1925, **9.** 23, 62—76.

Führung des Wassers durch Kammern: Sehr zweckmäßig arbeitet ein von P. Rehländer[2]) beschriebener Wässerungsbottich, der mit einer Vorkammer zum Einlauf des Wassers und Nachkammer für den Ablauf ausgerüstet ist (s. Abb. 165). Die Vorkammer *e* ist von dem Waschraum durch eine Holzwand getrennt, über deren obere Kante *b* das zuerst in diese Vorkammer einlaufende Frischwasser gleichmäßig in die Waschkammer übertritt. Die Nachkammer *g* hat eine Trennungswand gegen den Waschraum, die unten einen Schlitz freiläßt, durch den die Waschlauge vom Boden in breiter Fläche in die Nachkammer läuft und von dort durch ein an-

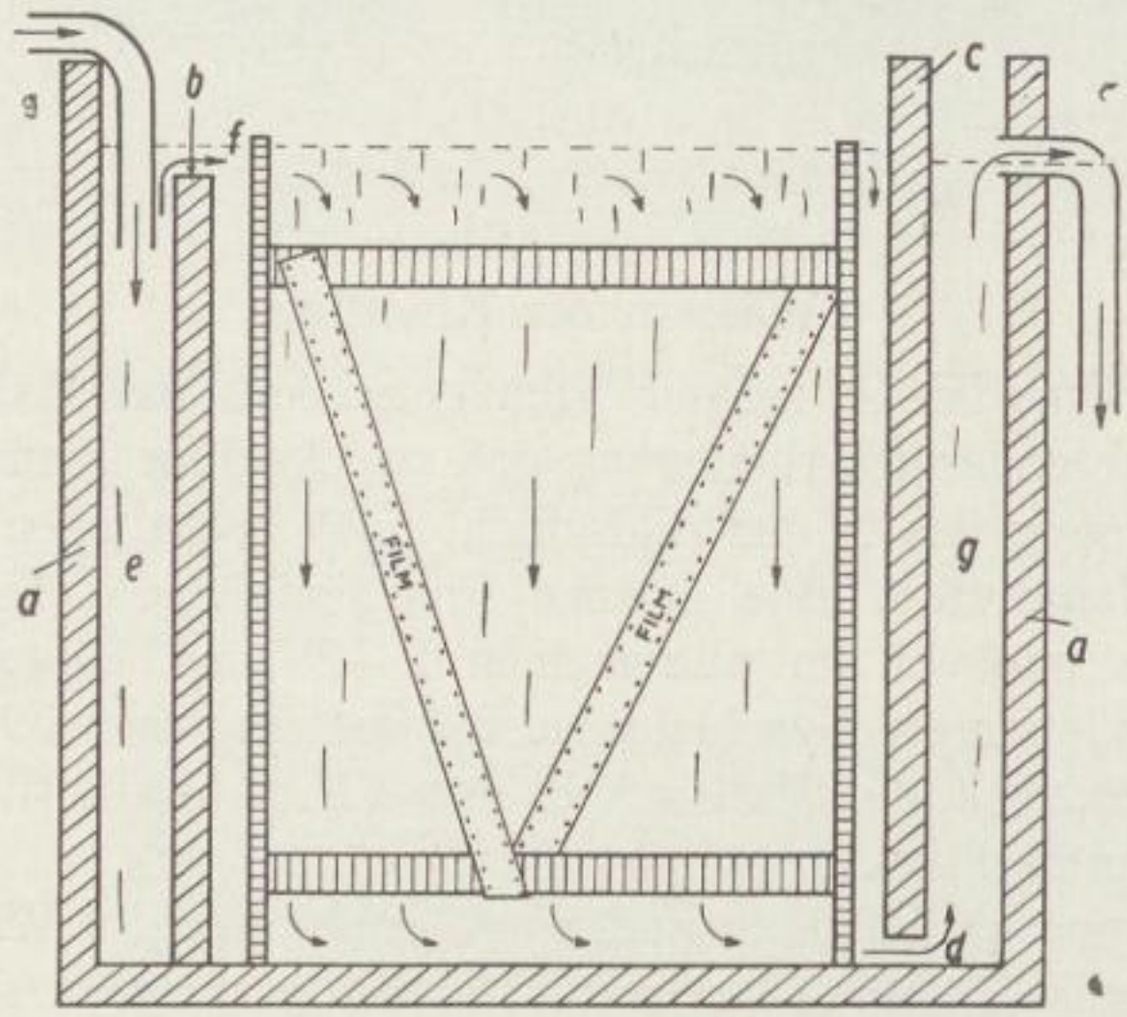


Abb. 165. Wässerungsbottich für Kinofilme.

gesetztes Rohr abgeführt wird. Durch diese Führung des Waschwassers wird erreicht, daß sich das Wasser im Bottich langsam, gleichmäßig, und ohne Wirbelbewegung nach unten senkt; die Filmoberfläche kommt also stets mit salzfreiem oder wenigstens sehr salzarmem Wasser in Berührung und die Diffusion der Salze innerhalb der Gelatine wird erheblich erleichtert.

Gegenstromprinzip: Mitunter bedient man sich um ökonomisch zu arbeiten des Gegenstromprinzipes. Das Wasser durchläuft nacheinander mehrere Wannen und reichert sich dabei allmählich mit Fixiernatron an, während die Rahmen zuerst in das bereits mit Salz angereicherte Wasser gebracht werden, um nach und nach in immer reineres Wasser zu gelangen.

---

1) Filmtechnik 1928, **4.** 448—450.

Wässern in stehendem Wasser kann ebenfalls durchgeführt werden, wenn es nur häufig genug von Zeit zu Zeit erneuert wird.

Wässern durch Aufsprühen von Wasser aus Düsen: Dieses für größere Betriebe geeignete Verfahren geht darauf aus große Filmmengen in tunlichst kurzer Zeit zu wässern. Man setzt die auf ihren Rahmen an Lattengestellen hängenden Filme zu diesem Zweck einem feinen Sprühregen aus, indem man das Wasser aus mit Düsen besetzten in verschiedenen Höhen angebrachten Rohrleitungen unter konstantem Druck austreten läßt. Das von den Filmen ablaufende Wasser wird in Rinnen aufgefangen und abgeleitet. Auf diese Weise kann das Waschen in $^1/_2$ Stunde durchgeführt werden[1]).

Die Beschaffenheit des Wassers ist von erheblicher Bedeutung, da sich alle in ihm gelöste Salze oder schwebende Verunreinigungen beim folgenden Trocknen auf der Bildschicht und der Filmrückseite absetzen und dann zu recht störenden Fehlern Veranlassung geben können. Erforderlichenfalls wird das Wasser daher durch Filtern oder auf chemischem Wege sorgfältig gereinigt. Auch die Temperatur des Wassers muß eine solche sein, daß die Filmschicht zwar leicht anquillt, aber doch nicht erweicht; sie soll 20° nicht überschreiten. Da Leitungswasser im Sommer meist wärmer ist, bevorzugen Betriebe größeren Umfangs aus diesem Grunde Brunnenwasser und unterwerfen die Filme oft auch einer Nachhärtung durch ein Formalin- oder Chromalaunbad, sofern nicht bereits ein Härtefixierbad angewandt wurde; allerdings wird der Diffusionsprozeß durch jede Härtung etwas erschwert.

Erscheint das Wässern beendet, wird geprüft, ob das Fixiersalz auch vollständig aus der Schicht entfernt ist.

Trocknen der Kinofilme.

Allgemeines (Fehlerquellen): Nach beendetem Waschen ist sowohl das dem Film noch anhaftende wie auch das in seiner Schicht enthaltene Wasser zu entfernen. So einfach die Durchführung des Trocknens erscheint, ist doch auch diesem Vorgang die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden, da er ebenfalls eine Quelle sehr unangenehmer Fehler sein kann. Nicht allein, daß ein zu langsames Verdunsten von Tropfen oder solcher Stellen, zu denen die Luft nur

1) s. hierzu Le Film Vierge Pathé, Manuel de Développement et de Tirage, Paris 1926, S. 59.

ungenügenden Zugang findet, zu Flecken- und Zonenbildung und auch unterschiedlicher Dichte Veranlassung gibt, ist vor allem jedes Staubabsetzen auf den Bildschichten zu verhindern, das wie schon erwähnt, die Bildwiedergabe mehr oder minder verschlechtert.

Trocknen auf dem Rahmen: Man kann den Film trocknen, wenn er sich noch auf dem Rahmen befindet, und läßt dazu im Großbetriebe die hintereinannder in eine Fördereinrichtung eingehängten Rahmen einen mit warmer Luft beschickten Kanal durchstreichen, wobei man durch Lockerung der Querstege der Rahmen nur dafür zu sorgen hat, daß sich der Film zusammenziehen kann. Das Verfahren gibt aber leicht Veranlassung zur Bildung von Trockenmarken, wenn der Wasserüberschuß vorher nicht sorgfältig entfernt wurde.

Vielfach verfährt man daher so, daß man die aus dem Waschraum einzeln durch Fördervorrichtungen herangebrachten Filme zunächst von den Rahmen abnimmt, indem man die Rahmen wie vorher beschrieben in einen Abspulbock einsetzt, so daß sie um ihre horizontale Achse gedreht werden können; die sich abwickelnden Filme werden darauf besonderen Trockentrommeln zugeführt.

Entfernen anhaftenden Wassers: Während dieser Überführung der Filme vom Entwicklungsrahmen zur Trockentrommel wird gleich, meist mit Hilfe eines weichen Leders, leicht gefeuchteter Baumwolle, oder eines Schwammes, das ihnen anhaftende Wasser abgenommen. Um der hierbei bestehenden Gefahr einer Beschädgiung der Bildschicht durch Verschrammen zu begegnen, besonders wenn diese in zu warmen Bädern oder infolge ungenügender Härtung stark aufgequollen ist, wendet man auch besondere Vorrichtungen an, durch welche beiderseitig Luft auf den Film geblasen wird. Ein Apparat dieser Art, dessen Konstruktion aus Abb. 166 ersichtlich ist, wurde von J. I. Crabtree und C. E. Ives[1]) angegeben. Nach Passieren einer kleinen mit Baumwollstoff überzogenen Wischplatte, die dazu bestimmt ist, anhaftenden Schmutz zurückzuhalten, läuft der nasse Film schichtaufwärts an zwei Düsenpaaren N 1 und N 2 vorbei, wobei er durch die ihn nur an den Perforationsrändern fassenden Führungsrollen R 1, R 2 und R 3 daran verhindert wird die Düsen bei Schwankungen des Luftdruckes zu berühren. Die Rolle

---

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, 11, 270—276; ref. Filmtechnik 1927, **3.** 285—286.

2) J. I. Crabtree und G. E. Matthews, Marken auf Kinofilm durch Wassertropfen, kondensierten Dampf und abnorme Trockenverhältnisse, Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1923, **17**, 29.

R 4 besteht aus schmalen weichen Gummischeiben, die federnd ebenfalls nur auf den Filmrändern aufliegen und ihn festhalten. Sorgfältig muß die Einstellung der Düsen und des Luftdruckes erfolgen. Als günstig wurde ein Neigungswinkel der Düsen gegen den Film von 40° bei einer Schlitzbreite von 0,8 mm, eine Entfernung der Düsen vom Film von 3 mm und ein Luftdruck von 10 bis 15 kg auf den Quadratzoll befunden. Schließlich muß die den Düsen von einem Kompressor aus seitlich zugeführte Druckluft, die in der Regel feine Öltröpfchen enthält, gut filtriert werden, was zweckmäßig durch ein oder mehrere mit Baumwolle gefüllte Kastenfilter geschieht. Um den Gebrauch des Apparates zu erleichtern, wird er an einem Laufrad befestigt, das parallel zur Trockentrommel auf einem in angemessener

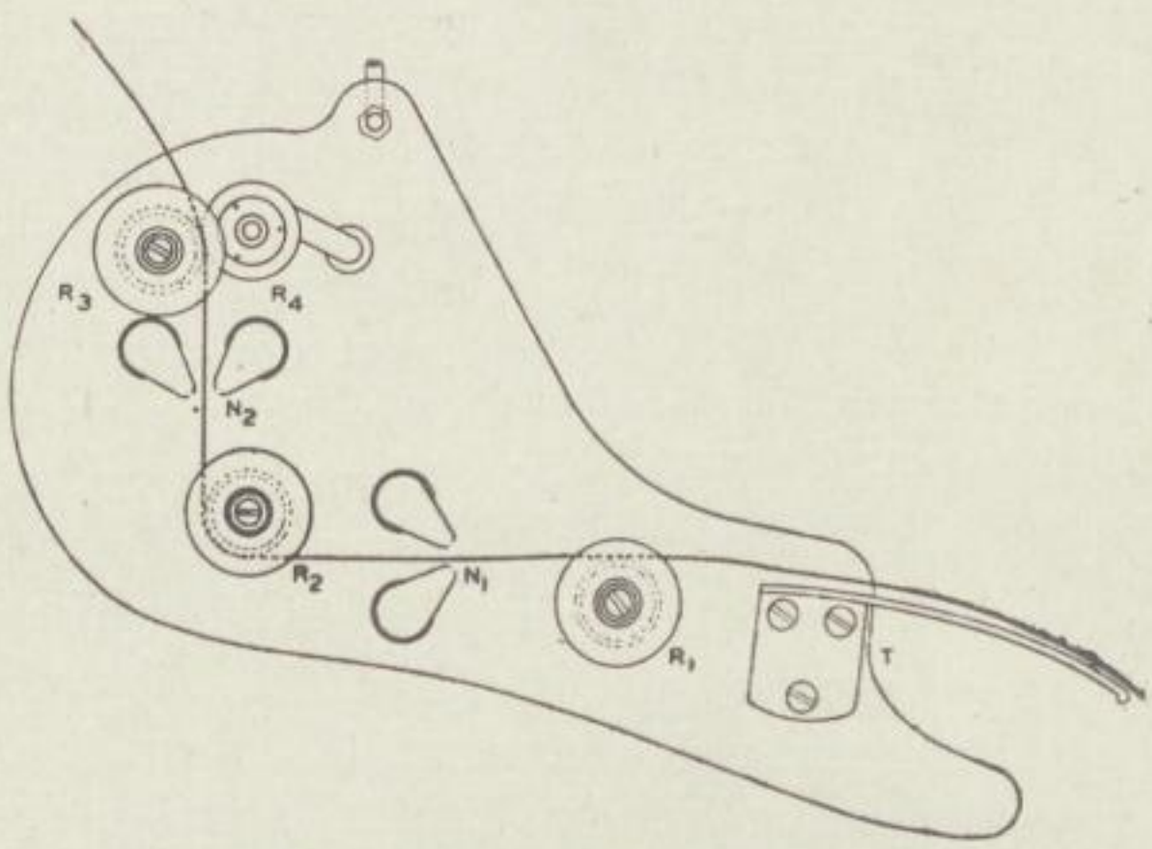


Abb. 166. Trocknungsapparat mit Preßluft.

Höhe befindlichen Drahtseil läuft. In 2 Minuten können auf diese Weise etwa 60 m Film von dem Entwicklungsrahmen abgewickelt und der Trommel zugeführt werden, eine Leistung, die zwar gegen die Überführung ohne Anwendung dieses Druckluftapparates zurücksteht, aber durch die nachfolgende Verkürzung des Trockenprozesses und den Fortfall einer weiteren Reinigungs- und Polieroperation wieder ausgeglichen wird.

Trocknen auf Trommeln: Die Trockentrommeln sind mehr oder weniger leicht gebaute Holzzylinder mit sorgfältig polierten Querstegen, so daß keine Beschädigung der aufliegenden Filmrückseite eintreten kann. Mit Rücksicht auf das leichte Zusammenziehen des Filmes beim Trocknen sind entweder einzelne oder sämtliche Querstege federnd eingerichtet, doch kann man diesem Verziehen oder gar Zerreißen des Filmes auch dadurch begegnen, daß man den Film

gelegentlich lockert. Mit ihrer Achse ruhen die Trommeln (Abb. 167) auf einem kräftigen Gestell, und um die Staubgefahr zu vermindern, werden sie nicht unmittelbar, sondern über eine Transmission angetrieben. Der zugehörige Motor befindet sich aus Sicherheitsgründen außerhalb des Raumes. Der Durchmesser der Trockentrommeln wird sehr verschieden gehalten, bewegt sich aber vorteilhaft in den Grenzen von 2,50 bis 3 m, und erlaubt, bei 2 m Länge dann etwa 400 bis 500 m Film aufzuwickeln. Der großen Aufnahmefähigkeit der Trommeln steht allerdings der Zeitaufwand nachteilig gegenüber, den ihre jedesmalige Beschickung erfordert. Abb. 168 zeigt den Arbeitsvorgang der Überführung eines Filmes vom Abspulbock auf eine Trockentrommel.

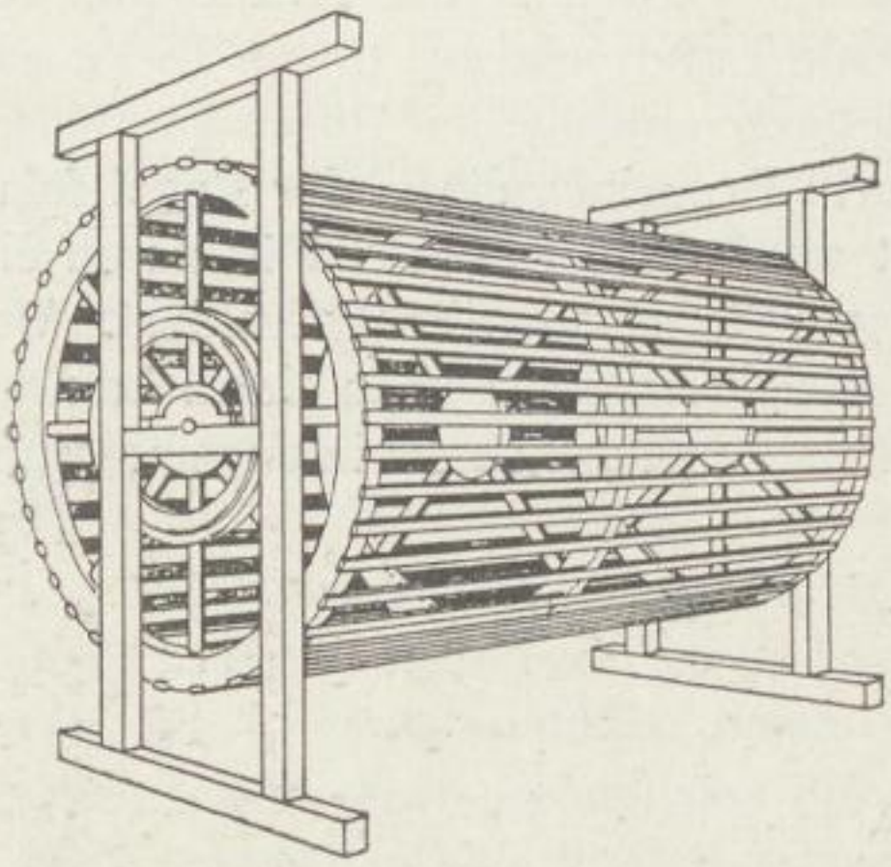


Abb. 167. Trockentrommel für Kinofilme der Firma Alfred Geyer, Ilmenau, Thür.

Temperatur und Feuchtigkeit der Trockenluft werden natürlich so gehalten, daß das Trocknen während der langsam gleichförmigen Umdrehung der Trommel (2 U/s) in jeder Weise gefördert wird und zwar sollen die hierfür einmal festgelegten Bedingungen während des Trocknens nicht verändert werden, da sonst leicht Trockenmarken entstehen. Während es eine Zeit gab, in der die Fabrikanten vom Wetter abhängig waren und ihre Filme z. B. an Regentagen nicht trocknen konnten, verfügen die heutigen Betriebe dieser Art über alle Hilfsmittel einer ständigen zwangsläufigen Zuführung sorgfältig filtrierter bestgeeigneter Trockenluft, so daß Tausende von Metern Film ohne Schwierigkeiten auf mehreren Trockentrommeln zu gleicher Zeit getrocknet werden können. Die vollständige Lufterneuerung eines derartigen Trockenraumes soll etwa alle 10 Minuten durchgeführt sein. Die richtige Trockentemperatur liegt bei rund 20° und ihre obere Grenze bei 28°, wenn anders man nicht Gefahr laufen will, daß sich der Film nach der Bildseite zu krümmt oder die ungehärtete Bildschicht gar schmilzt. Der Wassergehalt der Luft ist dabei mit 50 bis 60% am günstigsten; wäre er höher, so würde der Trockenvorgang unnötig verlangsamt und darunter die Trocknung so scharf sein, daß sich der Film verzieht oder

gar brüchig wird, denn auch der getrocknete Film muß stets noch etwa 10 bis 15% Feuchtigkeit enthalten, soll er genügend elastisch bleiben. Schließlich kann man dem Film dadurch eine bestimmte Feuchtigkeit verleihen, daß man ihn durch eine Konditionierkammer laufen läßt.

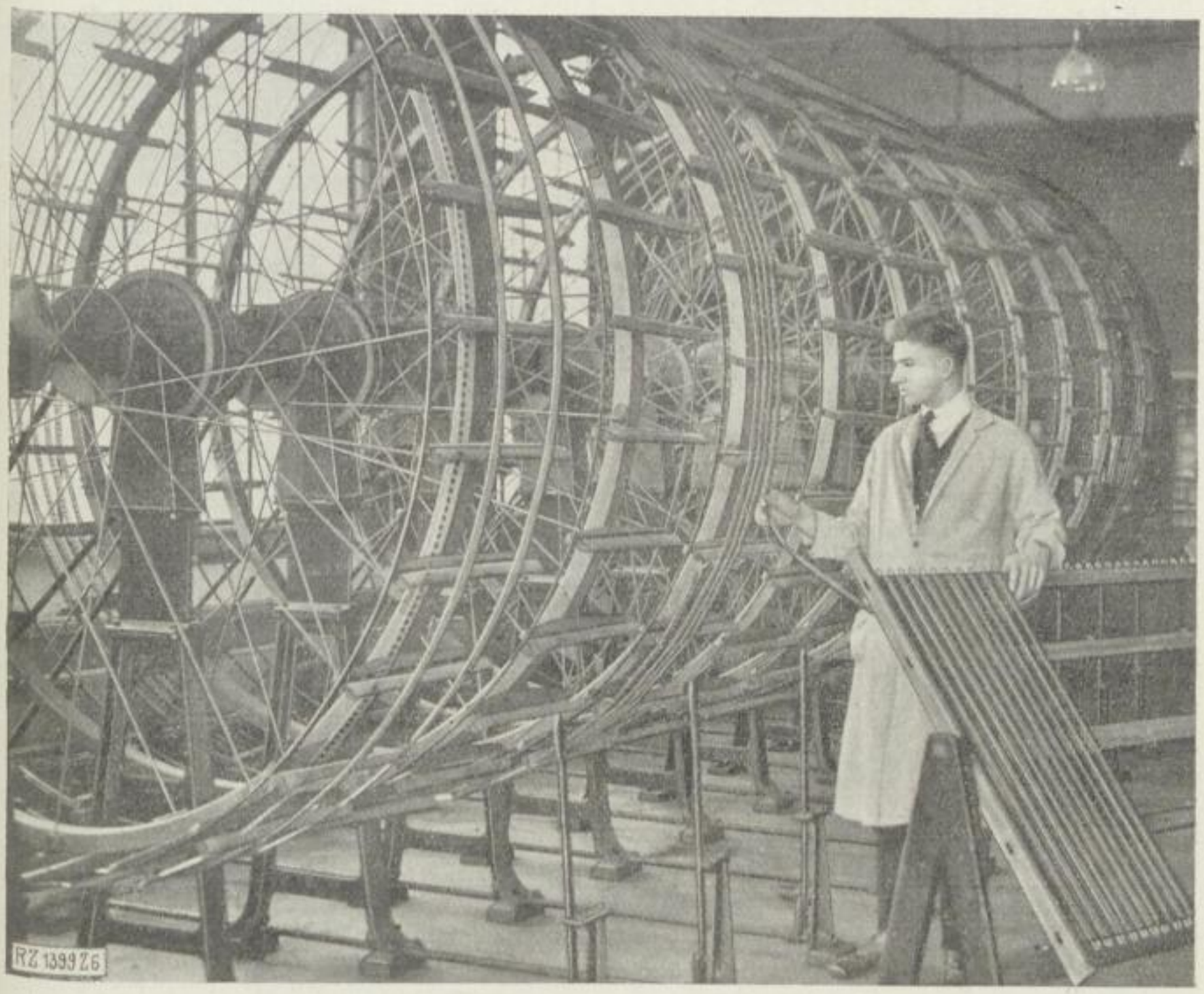


Abb. 168. Überleiten eines Kinofilms vom Rahmen auf die Trockentrommel (nach J. I. Crabtree.)

Auf die Fertigstellung der Negative folgt die Anfertigung der Positivfilme durch Drucken in besonderen Belichtungsapparaten und die anschließende photographische Weiterbehandlung.

Kopieren der Negativfilme.

Bestimmung der Kopierlichter: Da die Filmnegative fast ausnahmslos aus einzelnen Szenen zusammengesetzt sind und diese Einzelteile oft in weitem Maße verschiedene Dichten aufweisen, verlangt fast jeder derselben beim Kopieren eine andere Belichtungszeit. Soll daher fortlaufend kopiert werden, wie es der Großbetrieb er-

fordert, bedarf es besonderer Vorrichtungen, damit dieser Lichtwechsel im gegebenen Augenblick erfolgt, außerdem ist die Dichte jedes eine neue Szene tragenden Filmabschnittes im Voraus zu bestimmen, damit die Intensität des Kopierlichtes hierauf genau eingestellt werden kann.

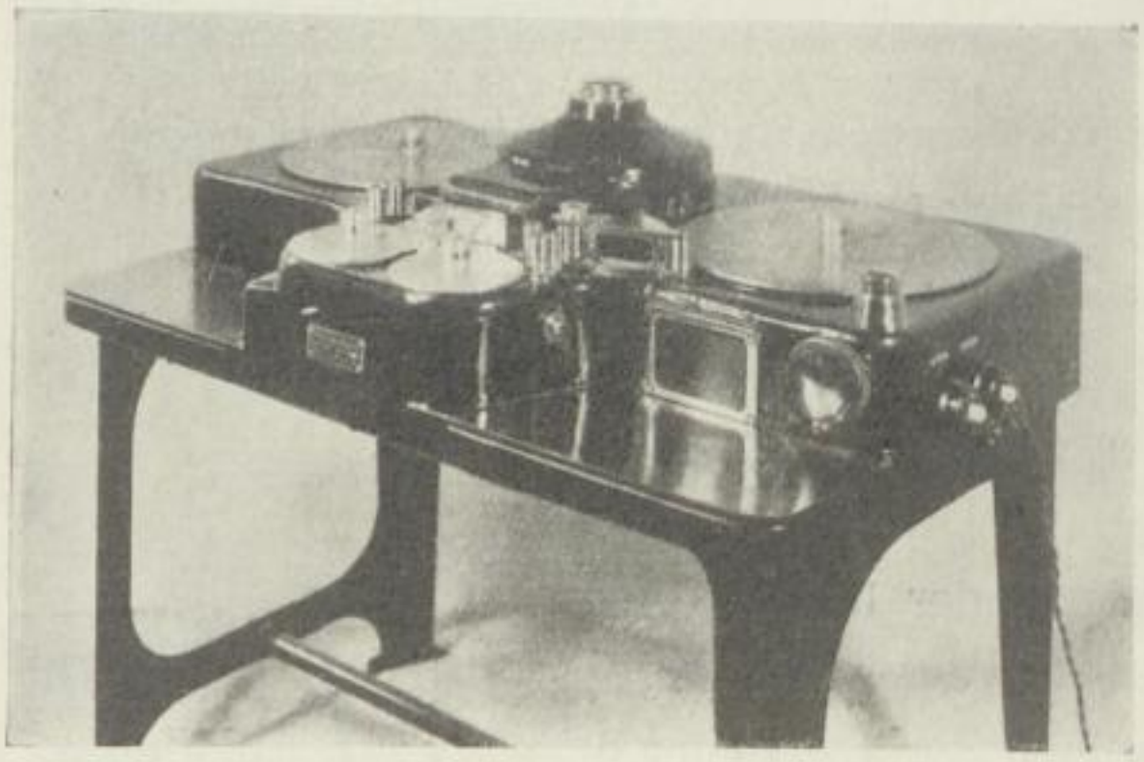


Abb. 169 und 170.
Lichterkopiermaschine der Rapid Kopier G. m. b. H., Berlin.

Abb. 171. Mit der Lichterkopiermaschine hergestellte Probekopie einer Szene.

In einfacher Weise kann man Probestreifen von verschiedenen Belichtungszeiten verschieden lange entwickeln und nach dem besterhaltenen Ergebnis die Belichtungs- und Entwicklungszeit für den betreffenden Filmabschnitt festlegen, oder sich wohl auch bei einiger Übung eines Satzes von Filmnegativen verschiedener Dichte bedienen, indem man diese mit dem zu kopierenden Negativ vergleicht. Um in Kopieranstalten schnell zu einem zuverlässigen Ergebnis zu gelangen, fertigt man statt dessen unter einer Kopierskala, d. h. einer Anzahl stetig an Dichte zunehmender Bildfelder vollkommen gleichmäßiger Deckung, einen Positiv-Bildstreifen, dessen Einzelbilder also in ihrer Dichte abgestuft sind, sucht aus ihm das der gewünschten Deckung entsprechende Bild heraus, und legt hiernach die zugehörige genau abgestimmte Lichtstärke der Kopiermaschine fest[1]).

Die Anwendung einer Lichterkopiermaschine, wie sie von der Rapid Kopier G. m. b. H., Berlin, ausgeführt wird (s. Abb. 169 u. 170), erleichtert dieses Verfahren noch weiter, da sie auf das kopierfertig zusammengeklebte Negativ angewandt wird[2]). Das Negativ wird mit der Schicht nach außen auf den linken hinteren Teller der Maschine aufgebracht, durch den in der Mitte befindlichen Belichtungskanal hindurchgeführt und rechts auf einer Aufwickelspule befestigt; wird der im Innern angebrachte Motor eingeschaltet, läuft der Film stetig von der linken Spule auf die rechte, und zwar ohne über eine Zahntrommel zu gehen. Die Geschwindigkeit ist durch ein rechts im Bilde sichtbares Handrad zu regeln. Soll das Negativ laufen, muß die bedienende Person die Hand dauernd auf dem Druckknopf ruhend halten; sobald sie — bei jedem Szenenwechsel — losläßt, kommt das Negativ für eine Probebelichtung zum Stillstand. Vorn in der Mitte liegen die beiden Teller für das Probepositiv, das gleichfalls von links nach rechts, aber mit nach hinten liegender Schicht gewickelt wird. Zwischen beiden Filmstreifen ist ein Abstand von mehreren Zentimetern vorhanden solange das Negativ läuft, erst nachdem dasselbe durch Loslassen des Bedienungsknopfes stillgesetzt ist, werden die beiden Filmstreifen durch einen Hebel aufeinandergebracht, gleichzeitig gibt eine Blende das Bildfenster zur Belichtung frei, und läßt man das Negativ nun weiterlaufen, wird

1) Ein Sensitometer für die Lichterbestimmung beim Film-Kopierprozeß wurde von L. A. Jones und J. I. Crabtree, eine einfache Methode zur Herstellung einer Sensitometerskala zum gleichen Zweck von J. I. Crabtree und C. E. Ives eingehend beschrieben. Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1922, **15**, 89; 1924, **18**, 161; ref. Kinotechnik 1928, **10**, 224—226.

2) s. Filmtechnik 1928, **4**, 284—286.

auch das Positiv um die Länge des Bildfensters, das genau 7 Bildhöhen umfaßt, weiterbefördert. Als Lichtquelle wird die in den Kopiermaschinen verwendete Lampe benutzt und zur Abstufung ihrer 7 verschiedenen Intensitäten dienen auf photographischem Wege gewonnene Silberniederschläge (Graufilter). Das Ergebnis ist schließlich eine Positivrolle mit Probestückchen jeder Scene von je 133 mm

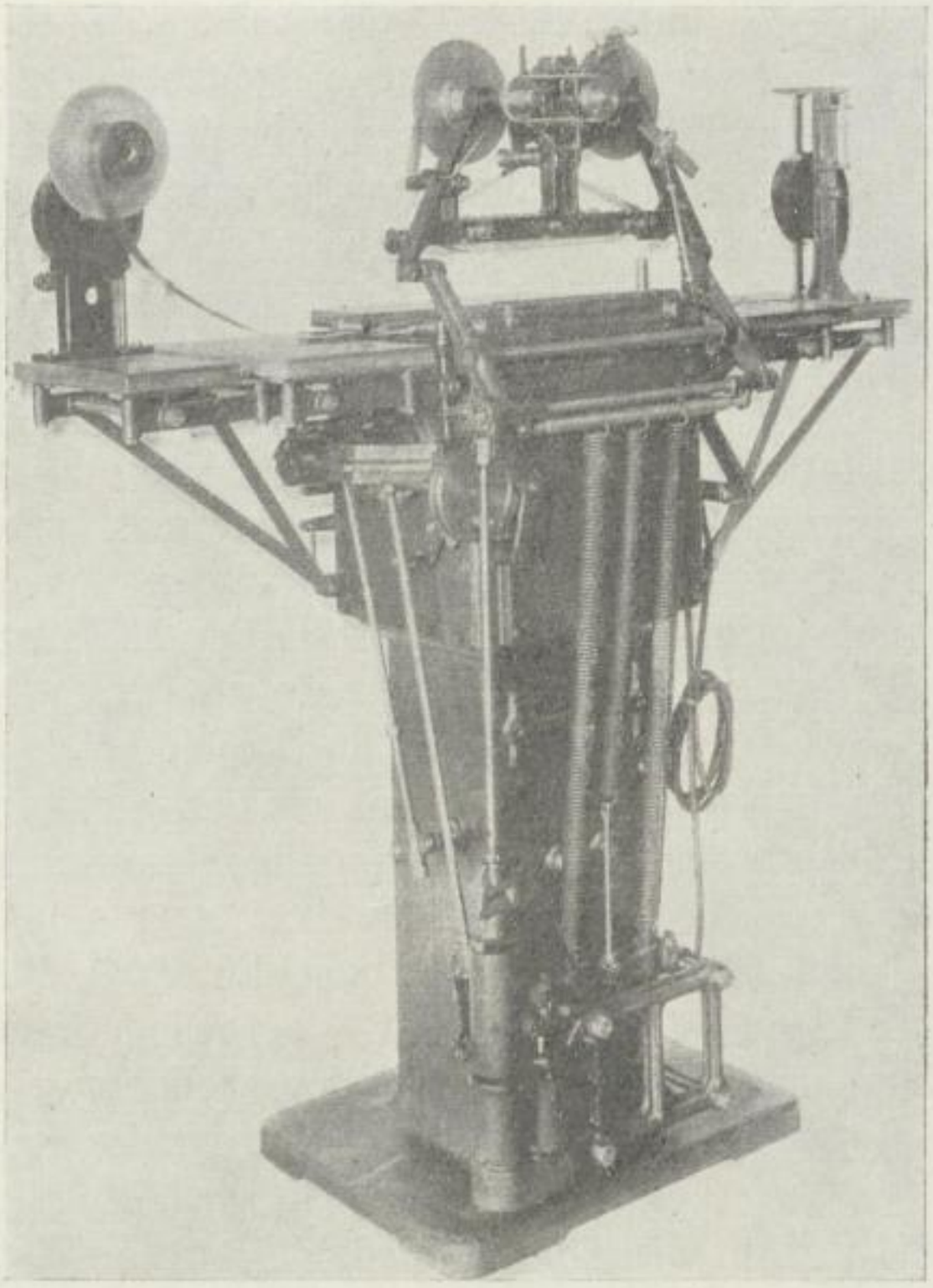


Abb. 172.
Lichterkopiermaschine der Cinema Machine Corp., Los Angeles, Cal. U.S.A.

Länge, die ohne freien Zwischenraum aufeinander folgen, ihre Gesamtlänge hängt nur von der Anzahl der Szenen ab (s. Abb. 171). Im allgemeinen dürften 100 m Probepositiv für ein Negativ von 1000 m genügen, und die Zeit, die zur Herstellung des Probestreifens in der Maschine erforderlich ist, mag etwa 80 Minuten betragen.

Eine amerikanische Maschine dieser Art, bei der die Belichtungen durch verschiedene Verschlußöffnungen geregelt werden, ist in der Abb. 172 gezeigt, und von französischen Maschinen sei auf

die der Etablissements Filmograph, Montrouge (Seine) hingewiesen.

Die in der einen oder andern Weise ermittelte Kopierdichte wird in jedem Fall sowohl auf dem umrollenden Negativ wie auf einer Karte vermerkt, so daß ihr die Lichtstärke[1]), mitunter auch die Umlaufgeschwindigkeit der Kopiermaschine entweder durch besondere Einstellung oder selbsttätig angepaßt werden kann. Diese Schaltung geschieht in sehr einfacher Weise dadurch, daß im Negativfilm an allen Stellen wechselnder Belichtungszeiten mit einem kleinen Hilfsgerät Randausschnitte vorgenommen werden, bei deren Durchlauf durch die Maschine ein Stromkreis geschlossen wird[2]).

Kopiermaschinen für den Normalfilm: Grundsätzlich bestehen die hierfür gebräuchlichen Belichtungsmaschinen darin, daß der die Bilder tragende Negativfilm und der unbelichtete Positivfilm, die beide auf Spulen neben oder hintereinander angeordnet sein können, zunächst über Führungsmittel einander zugeführt und mit ihren Schichtseiten in engen Kontakt gebracht werden. Unter Anwendung von Greifern werden beide Filme darauf an dem Mattglasfenster eines die Lichtquelle enthaltenden mit lichtsicherer Lüftung versehenen Kastens derart vorbeigeführt, daß bei jedesmal feststehendem Bild die Öffnung eines Umlaufverschlusses freigegeben ist, während im nächsten Augenblick beide Filme bei gleichzeitig geschlossenem Verschluß weiterwandern, bis sich das nächste Bild an der für die Belichtung richtigen Stelle befindet.

Da sich der Negativfilm bei seiner Fertigstellung bemerkbar zusammenzieht und daher kürzer als der Positivfilm ist, anderseits ein vollkommen scharfes Positiv nur dann erhalten werden kann,

---

1) Über die Kopierintensität verschiedener Lampen und die verschiedenen Methoden zur Änderung der Lichtintensität (Lichtwechsel) s. C. Tuttle, Eastman Kodak Abr. Sci. Publ. 1928, **12**, Comm. 371.; ref. Filmtechnik 1929, **5**, 10—13. — In diese Untersuchungen wurden auch die für Herstellung von Duplikatfilmen geltenden Anforderungen einbezogen, die erheblich verschieden von den für eine Projektionskopie geltenden sind.

2) Anordnung, Größe und Form der Randausschnitte bedürfen noch einer international gültigen Normung, wofür K. Geyer Vorschläge unterbreitete, deren Annahme von der Kinotechn. Gruppe des 7. Int. Kongresses f. Photographie (London 1928) empfohlen wurde. Danach sind für das Kopieren von Negativen in Europa Seitenausschnitte von 38 mm Länge und 14 mm Tiefe anzubringen, und zwar so, daß sie mit dem Bildstrich zusammenfallen, die Höhe von zwei Bildern haben und an der rechten Seite liegen, wobei die Emulsionsseite nach vorn gerichtet ist und das Bild auf dem Kopf steht, s. Phot. Ind. 1928, **26**, 856 und Kinotechn. Umschau 1928, **26**, 999—1001.

wenn der Positivfilm in engsten Kontakt mit dem Negativfilm gebracht wird, muß die Konstruktion der Maschine dies berücksichtigen. Meist geschieht dieser Ausgleich dadurch, daß die Filme über eine erhabene Fläche gleiten, deren Halbmesser so groß ist, daß die Filmlöcher dann genau übereinander liegen, wenn der längere Positivfilm außenseitig zu liegen kommt. Außerdem wird ein gutes Zusammenliegen der Filme durch Anwendung gleichmäßig wirkender Druckluft gesichert.

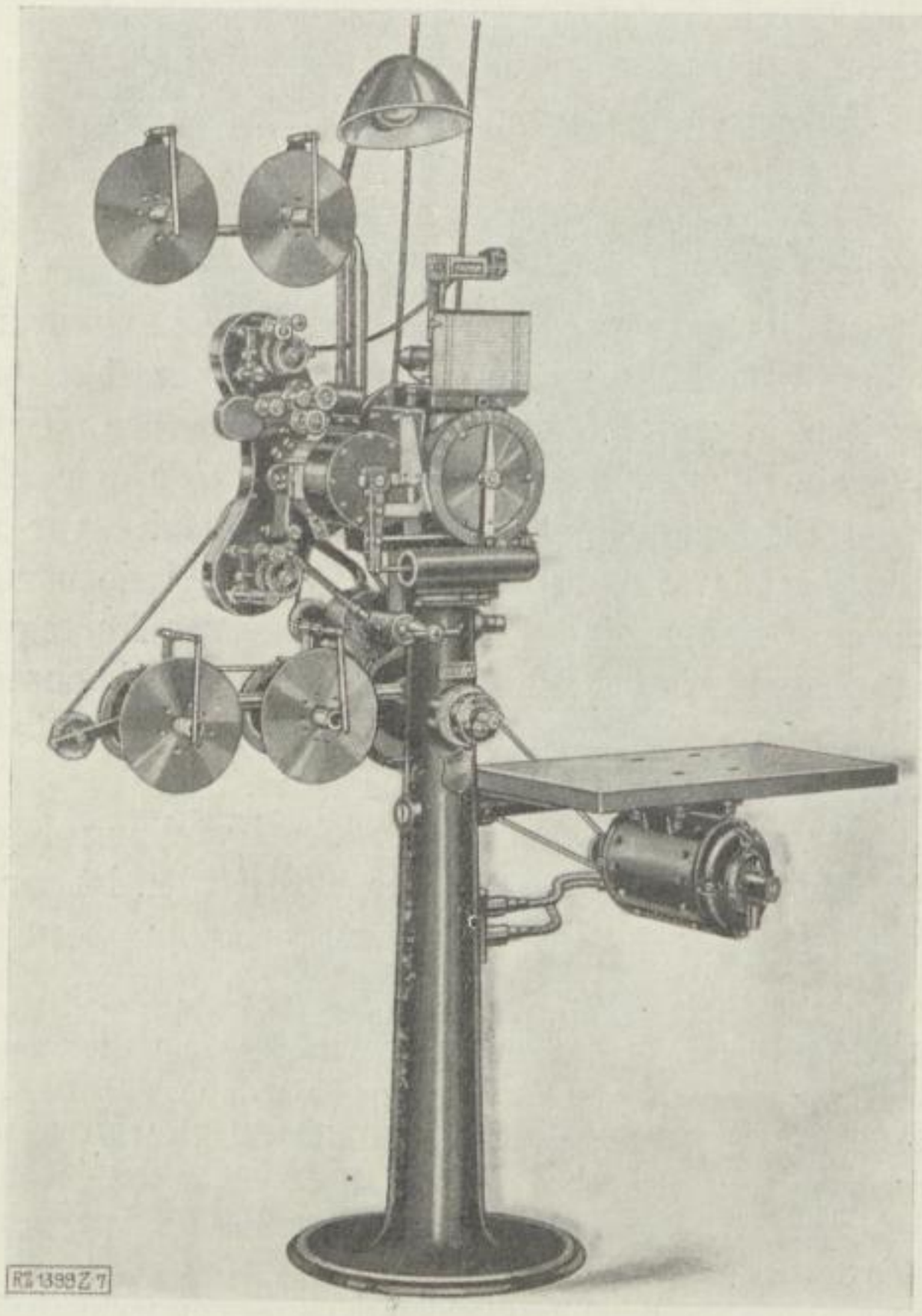


Abb. 173.
Halbselbsttätig arbeitende Filmkopiermaschine der Bell & Howell Company, Chicago.

Man unterscheidet halbselbsttätig arbeitende Maschinen von ganz selbsttätig arbeitenden. Erstere werden bei jedem Lichtwechsel stillgesetzt und die neue Lichteinstellung muß mit der Hand vorgenommen werden, wie z. B. bei der Ausführung „D“ der Bell & Howell Co.,

Chicago (s. Abb. 173), bei der jede Veränderung eines mit Handgriff versehenen Stellhebels um eine der auf einer Scheibenteilung angegebenen Nummern einer Zunahme des Kopierlichtes von 10% gegenüber der vorhergehenden entspricht, was der praktischen Anforderung an die Abstimmbarkeit vollkommen genügt.

Bei ganz selbsttätigen Maschinen tritt demgegenüber eine besondere Lichtschaltung in Tätigkeit. Bei der Filmkopiermaschine der Geyer-Werke, A.-G., Berlin, wird dieser Schalter z. B. durch eine aus Karton gestanzte Schaltschablone (s. Abb. 174) aus-

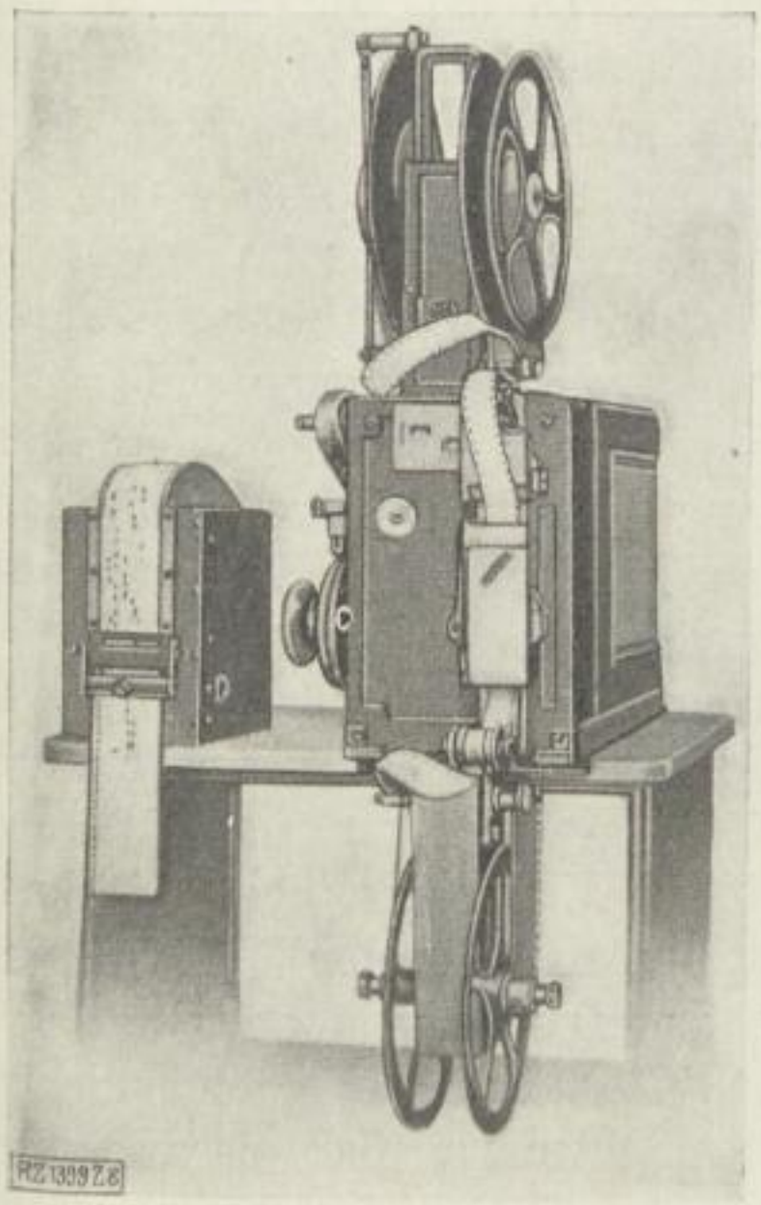


Abb. 174.
Ganzselbsttätig arbeitende Film-Kopiermaschine der Geyer-Werke, A. G., Berlin.

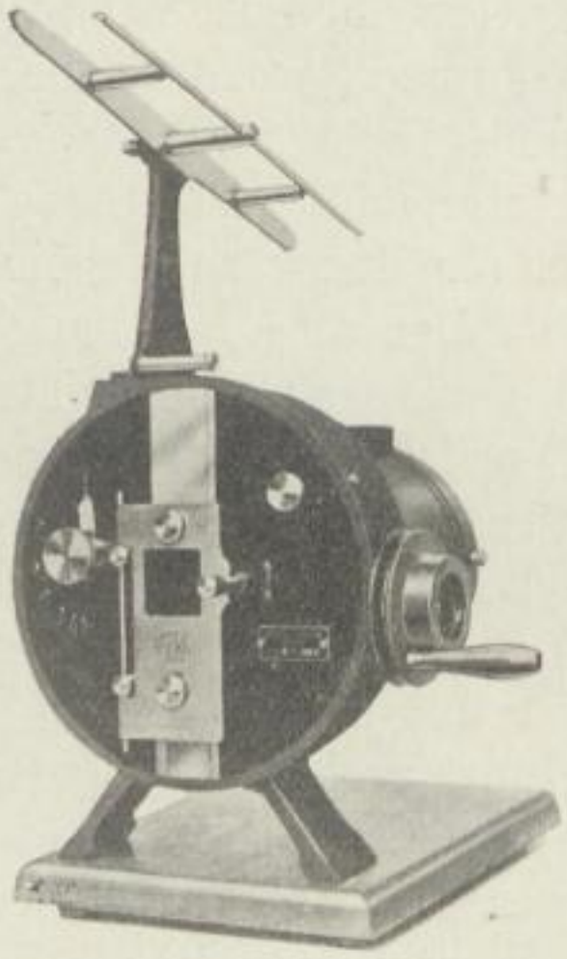


Abb. 175.
Filmkopiermaschine „Arri" von Arnold & Richter, München.

gelöst, die bei jeder Schaltung um ein Stanzloch weiterbewegt wird. Da der Kartonstreifen von beliebiger Länge sein kann, ermöglicht diese Ausführung eine unbegrenzte Zahl von Schaltungen. Während die Veränderung der Stärke der Lichtquelle vielfach mit Hilfe eines Widerstandes erfolgt, arbeitet die genannte amerikanische Maschine mit stets gleichbleibender Beleuchtung durch eine 100 W-Metallfadenlampe mit Reflektor, aber mit veränderlicher Blendenöffnung, wodurch sie über einen erheblich größeren Spielraum im Belichtungswechsel verfügt.

Ein bei allen besseren Kopiermaschinen vorgesehener Meterzähler dient zur Nachprüfung der auf der oben erwähnten Karte vermerkten Teillängen des Filmes und vervollständigt die Kopiereinrichtung.

Die Leistung der Maschinen von Bell & Howell ist ganz bedeutend; sie beläuft sich bei halbselbsttätigem Betrieb auf rund 1200 m/h, bei der ganz selbsttätigen Bauart „E“ der gleichen Firma, bei deren Lauf Unterbrechungen nur durch Einsetzen frischer Filme eintreten, sogar auf 1330 m/h. Zum Antrieb genügt $^1/_8$ PS, zur Bedienung von vier derartigen Maschinen eine Arbeitskraft.

Von Kopiermaschinen für den 16 mm und 9 mm Schmalfilm und für Längen bis zu 50 m ist die „Arri“ genannte Maschine der Arnold & Richter G. m. b. H., München, ein Beispiel (s. Abb. 175). Sie zeichnet sich durch kleine Ausmaße und geringes Gewicht aus, ist durch Handkurbel oder Motor in Bewegung zu setzen und besonders für den Amateur und Gelegenheitsfabrikanten geeignet. Ihre Regulierung geschieht indirekt durch eine siebenfach abgestufte und durch einen Zeiger markierte Verstellung der Glühlampe, die daher sets gleiche Spannung behält; Regulierungswiderstände fallen also fort, so daß die Maschine bei jeder Netzspannung mit Gleich- oder Wechselstrom Verwendung finden kann.

Optische Kopiermaschinen sind für manche Zwecke unentbehrlich, so dienen sie zum Verkleinern von Normalfilmaufnahmen auf ein Schmalfilmformat[1]), zu Änderungen des Bildausschnittes, zur Erzeugung nachträglicher Unschärfe, zu Trickaufnahmen und dgl. mehr. Sie haben sich besonders in den Ver. Staaten eingeführt und werden dort u. a. von den Duplex Motion Picture Industries, Inc., Long Island City, N. Y., in verschiedenen Typen gebaut[2]). Ihre Wirkungsweise besteht darin, daß ein zwischen dem Negativ- und Positivfilm eingeschaltetes Objektiv das negative auf den mit ihm synchron fortgeschalteten Positivfilm projiziert[3]). Abb. 176 zeigt eine derartige Maschine, die beispielsweise zur Verkleinerung eines 35 mm Films auf einen 28 mm und 16 mm Film dient und auch eine Bildreproduktion von einem 35 mm Film auf einen andern 35 mm Film ermöglicht. Von einer Rolle wird das Filmnegativ durch eine Schaltvorrichtung schrittweise an einem Bildfenster vorbeigeführt und auf einer zweiten Rolle wieder aufgewickelt. Als Lichtquelle dient in Verbindung mit einem durch einen Handgriff

1) Optische Kopiermaschinen wurden u. a. zur Anfertigung von 3 nebeneinanderliegenden 9 mm-Kopien von einem 35 mm breiten Positivfilm auf einen Negativ-Normalfilm angewandt; das erhaltene Filmnegativ wird darauf in die 3 Bildstreifen zerschnitten. L. Eveleigh, Biscope 1927, Suppl. Vol. 72, 3. Novb.

2) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, 11, 771—774.

3) s. hierzu Filmtechnik 1928, 4, 61.

verstellbaren Kondensor eine 60 Wattlampe, die sich in einem lichtdichten gut belüfteten Gehäuse befindet. Eine Mattscheibe sichert eine weichere Beleuchtung, außerdem kann die Gradation der Kopie durch Einsetzen von Filtern beeinflußt werden. Auf der andern Seite der Kopiermaschine wird der positive Film ab- und aufgerollt, während sich dazwischen wieder die schrittweise Schaltung und die Auffangvorrichtung für das von dem Projektor entworfene Bild befindet. Seitlich der Auffangvorrichtung ist die selbsttätige elektrische Lichtschaltung für 16 verschiedene Lichtstärken und 60mal möglichen Szenenwechsel angebracht. Beide Teile laufen auf Schienen, so daß sie einander genähert, bzw. voneinander entfernt werden können, und natürlich sind alle anderen zur Einstellung erforderlichen Bewegungsmechanismen vorgesehen. Im Fußgestell befindet sich der Antriebsmotor und das den synchronen Lauf bewirkende Getriebe. In Deutschland werden optische Umkopiermaschinen von der Arnold & Richter G. m. b. H., München, gebaut.

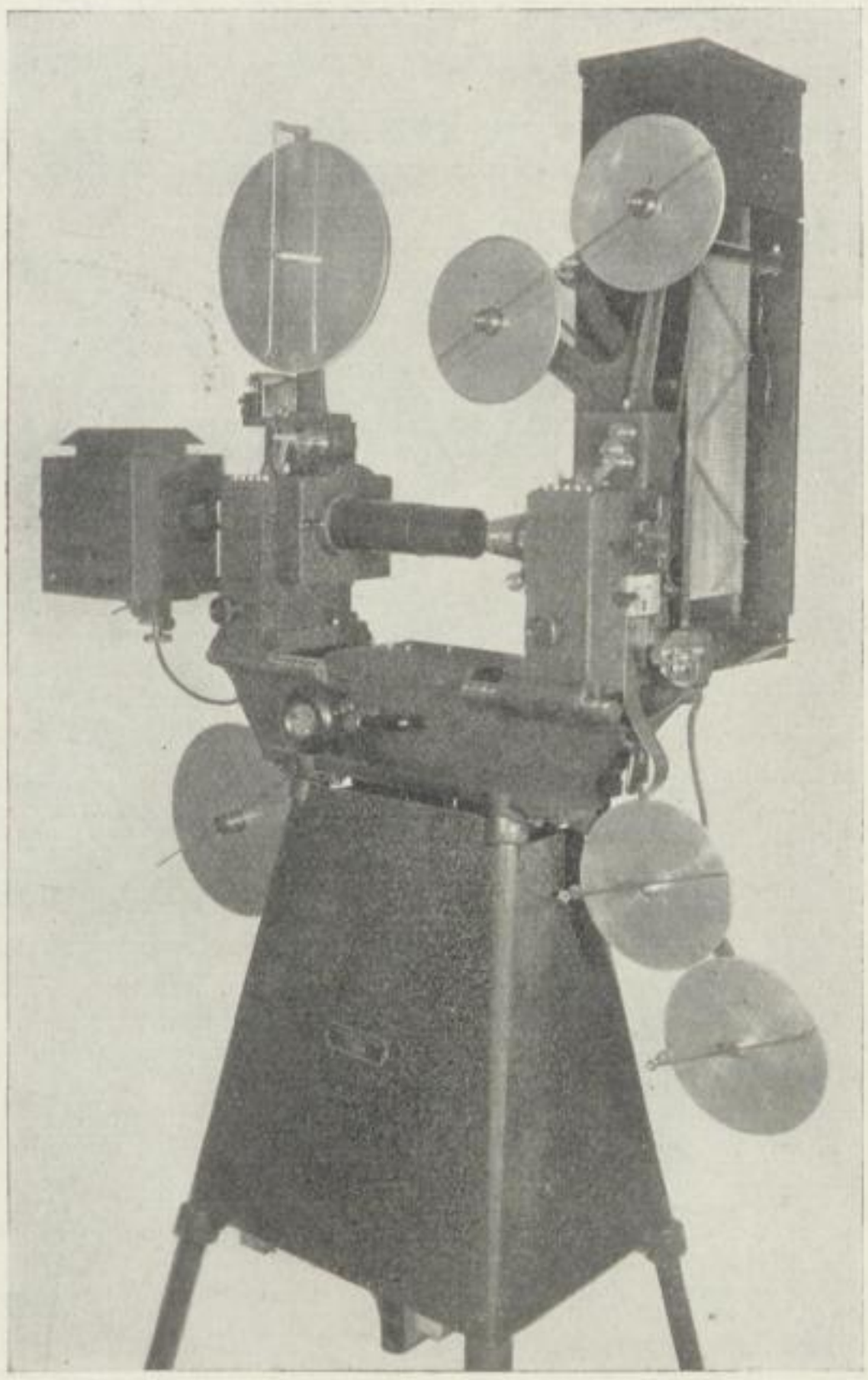


Abb. 176. Optische Kopiermaschine der Duplex Motion Picture Industries, Inc., Long Island, N. Y.

Entwickeln der Kino-Positivfilme.

Allgemeines: Positivfilme entwickelt man in gleicher Weise wie Negativfilme, also auf Rahmen in Längen von je 60 m, indem man sie nacheinander in die die verschiedenen Bäder enthaltenden Tröge eingesetzt (s. S. 473), oft auf Trommeln, und endlich in Großbetrieben auf maschinellem Wege.

Entwickeln auf Trommeln. Bei diesem Verfahren, das früher in England und Deutschland vorherschend war, wird der Film spiralförmig um in offenen Lagern ruhende Trommeln aus Holz oder auch Eisenblech von ähnlicher Ausführung und nur kleineren Abmessungen (für 100 m Film: 80 cm Durchmesser und 3 m Länge) gewickelt, wie sie bereits beschrieben wurden. Besteht die Trommel aus Stahl, so wird sie mit Emaillelack überzogen, der eingebrannt

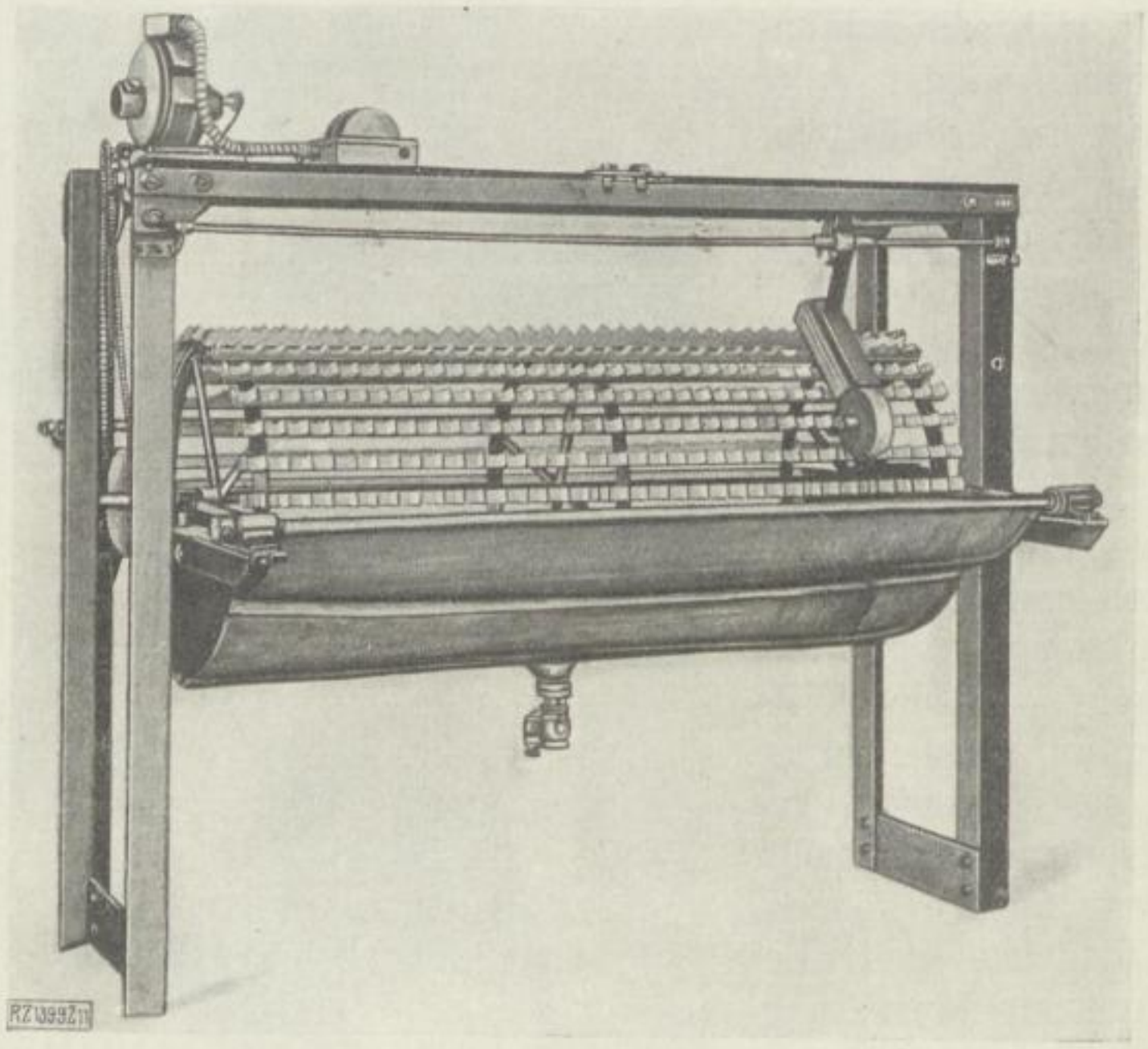


Abb. 177.
Entwickeltrommel für Kinofilme mit Wickelvorrichtung (nach J. I. Crabtree).

wird, so daß sie gegen chemische Einwirkungen äußerst widerstandsfähig, gleichzeitig auch leicht zu reinigen ist. Unterhalb der Trommel ist ein den Entwickler enthaltender Trog, dessen Form der Rundung der Trommel angepaßt ist, so angeordnet, daß der Film in die Flüssigkeit eintaucht, während die Trommel gleichmäßig langsam mit der Hand oder durch Motor um ihre Achse gedreht wird. Als Material für den Trog wählt man Monelmetall, verbleites Eisenblech, Steinzeug oder auch nur Holz, das mit Gummistoff überzogen wird [1]).

1) Kupfer, Zinn und Legierungen dieser Metalle sind in jedem Falle auszuschließen, weil sie sich im Entwickler lösen und Schleier hervorrufen. Schon die Gegenwart von weniger als 1 Teil Kupfer in 10 000 Teilen Entwickler verursacht bei Positivfilm

Eine selbsttätige Windevorrichtung, die aus einem auf einer Führung entlanggleitenden Arm besteht, der die abzurollende Filmspule trägt, während die Nuten der sich drehenden Trommel wie eine endlose Schraube wirken und die Filmrolle seitlich weiterziehen, erleichtert das Bespannen und Entleeren der Trommel (s. Abb. 177). Da die Trommel leicht aus ihren Lagern herausgehoben und in benachbarte über weiteren Trögen angeordnete Lager eingesetzt werden kann, so wird hierdurch ermöglicht, den Entwickler im geeigneten Augenblick durch ein Wässerungsbad, Fixierbad usw. zu ersetzen, ohne daß der Film von der Trommel abgenommen zu werden braucht. Neben diesem Vorteil ist der Verbrauch an Entwickler verhältnismäßig sehr gering, so daß sich dieses Verfahren besonders für solche Betriebe vorteilhaft erweist, die unregelmäßig arbeiten.

Ein nur in Einzelheiten der Apparatur etwas abweichendes Verfahren der Entwicklung auf einer Trommel ist das unter der Bezeichnung „System Haberkorn" bekannt gewordene[1]).

Doppeltrommeln: Erwähnt sei, daß auch übereinander angeordnete, durch Kettentrieb verbundene und daher gleich schnell laufende Doppeltrommeln im Gebrauch sind. Bei dieser Anordnung läuft die untere Trommel durch einen heb- und senkbar eingerichteten Trog, der nacheinander mit den verschiedenen Bädern gefüllt wird, während die obere eingekapselte Trommel, auf die der Film nach beendetem Entwickeln, Fixieren und Wässern übergeleitet wird, zur Trocknung dient, indem man durch den Behälter einen Luftstrom bläst (s. Abb. 178). Für kurze Filme sind derartige Doppeltrommeln in kleinerer Ausführung im Gebrauch.

Um die Filme schnell an die Querhölzer der Trommeln befestigen und von denselben lösen zu können ohne sie zu beschädigen, locht man sie und bedient sich dann eines Gummibandes, oder aber man verwendet eine Klemmvorrichtung, die ebenfalls noch mit einem kräftigen Gummiband verbunden sein muß, damit die in den Bädern vor sich gehende Ausdehnung des Filmes und seine Schrumpfung beim Trocknen ausgeglichen wird.

Die Beachtung bekannter photographischer Regeln muß natürlich neben der sorgsamen mechanischen Durch-

und Trommelentwicklung starken Schleier; Metalltröge sollen daher auch nur außenseitig verlötet werden, damit nur ein Minimum des Lötzinns mit den Lösungen in Berührung kommt. J. I. Crabtree und G. E. Matthews, Ind. Eng. Chem. 1923, **15**, 666. „Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Materialien gegen photographische Lösungen"; s. a. F. E. Ross und J. I. Crabtree, Brit. Journ. of Phot. 1929. **76**. 346.

1) s. Kinotechnik 1924, **6**, 3—6.

führung der Entwicklung einhergehen. So läßt man den Film z. B. in einem Vorbad von reinem Wasser anquellen, damit er den Entwickler gleichmäßig annimmt. Die Temperatur der Bäder und des Raumes sollen um nicht mehr als etwa 5° C voneinander abweichen.

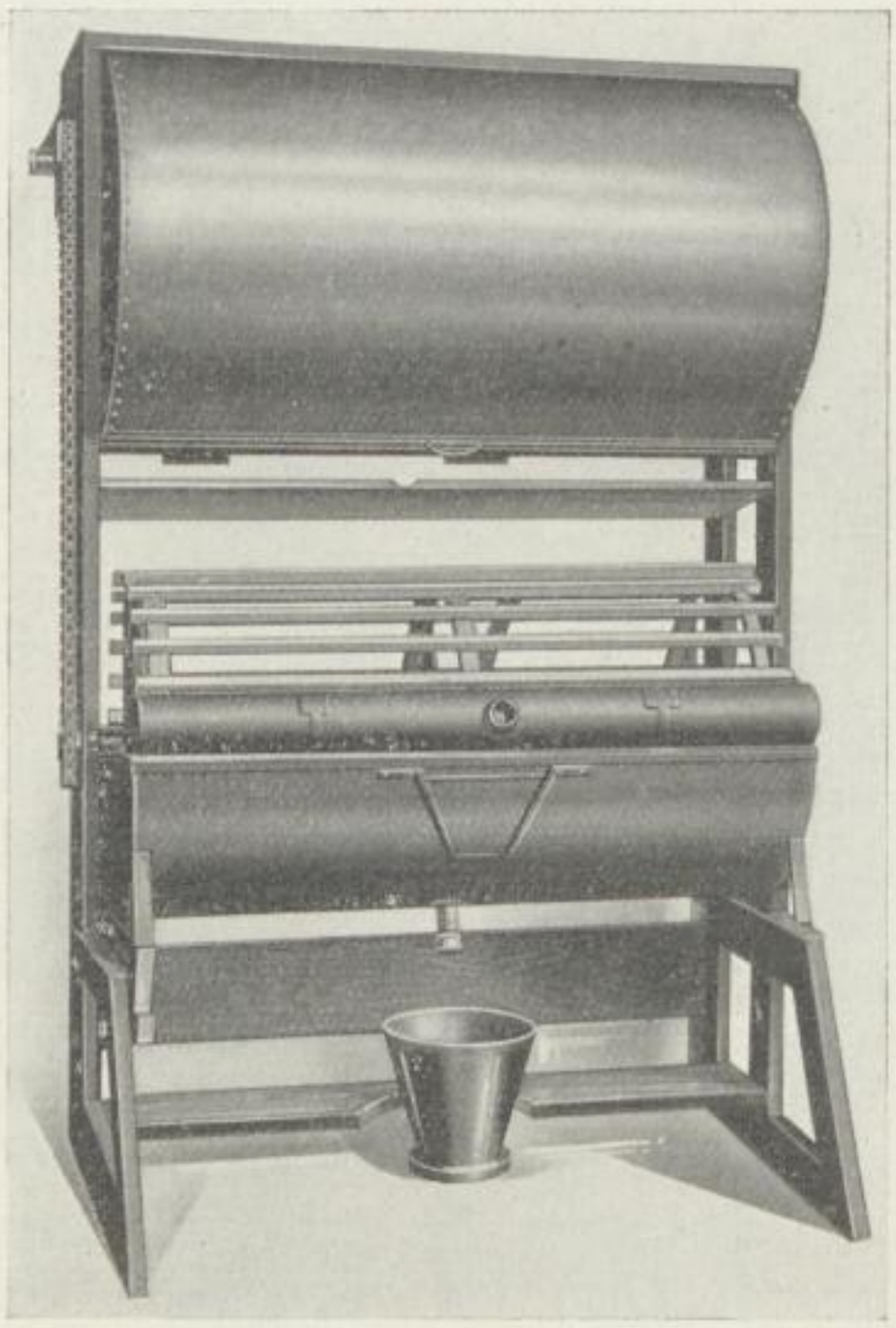


Abb. 178.
Doppeltrommel zur Entwicklung von Kinofilmen (nach J. I. Crabtree).

Um einen infolge der ständigen Berührung des Filmes mit der Luft leicht auftretenden Oxydationsschleier zu verhindern, wendet man zweckmäßig das Verfahren der Desensibilisierung an, wodurch gleichzeitig die Beurteilung der fortschreitenden Entwicklung erleichtert wird.

Nachbehandeln der entwickelten Filme: Ist der Film in den verschiedenen Trögen entwickelt und fixiert, gelangt die Trommel in einen anschließenden durch Tages- oder künstliches weißes Licht erhellten Waschraum, in welchem der Film durch einen Satz von Spritzrohren gründlich bespült wird so daß das Auswässern des Fixiersalzes nach etwa 20 Minuten als beendet angesehen werden kann worauf durch Drehen der Trommel bei gleichzeitiger Zuführung gut filtrierter Frischluft getrocknet wird. Soll der Film noch in irgendeiner Weise nachbehandelt werden, etwa um Fehlbelichtungen auszugleichen oder um ihn zu färben, so geschieht dies gleichfalls dadurch, daß man die Trommel durch Tröge mit den entsprechenden Flüssigkeiten (Verstärker, Abschwächer, Farblösungen) laufen läßt, die anwärmbar eingerichtet sind, damit man die Wirkung einzelner Bäder nach Bedarf erhöhen kann. Je nach dem Umfange des Betriebes wird die Zahl der erforderlichen Trommeln und Tröge verschieden sein, doch ergibt sich aus der schnellen Fertigentwicklung von etwa 100 m Film in 15 Min., daß schon eine einfache Anlage dieser Art sehr leistungsfähig sein kann.

Entwickeln mit Maschinen[1]): Dieses Verfahren setzt, wie schon bemerkt wurde, einen an sich von vornherein ziemlich gleichmäßig belichteten Film voraus, so daß sich seine Anwendung, von Ausnahmen abgesehen, auf die Entwicklung von Positivfilmen beschränkt, bei denen dieser Ausgleich beim Kopieren vorgenommen wurde. Natürlich muß aber auch die Entwicklung dieser Filme so gleichmäßig wie möglich durchgeführt werden, und da dies erfahrungsgemäß am besten geschieht, wenn die einmal festgelegte Maschinengeschwindigkeit unverändert beibehalten und die Dauer der Entwicklung innerhalb der erwünschten Grenzen auf andere Weise geregelt wird, werden die auf solcher Grundlage beruhenden Maschinen bevorzugt.

Bauart und Arbeitsvorgang der Entwicklungsmaschinen sind aus der schematischen Abb. 179 und den folgenden Ansichten und Beschreibungen verschiedener Maschinen ersichtlich[2]).

---

1) Eine Darstellung der maschinellen Filmentwicklung gab mit Schilderung und Abbildungen einiger älterer Entwicklungsanlagen W. Illge, Phot. Ind. 1925, **23**, 1263—1266 u. 1289—1294. So wird in dieser Arbeit eine von O. Meßter 1914 nach dem Röhrensystem gebaute Maschine beschrieben, deren Rohre vom Keller bis zum vierten Stockwerk eines Gebäudes hindurchliefen. Hierdurch sollte die Luftoberfläche der Flüssigkeit auf das geringst mögliche Maß beschränkt und auch bei großer Filmgeschwindigkeit mit nur einem Entwicklungsrohr auszukommen versucht werden. — Nach dem gleichen System baute H. V. Lawley in England eine Maschine, deren Rohre sich durch 3 Stockwerke erstreckten. Diese soll sich besser bewährt haben als die Meßtersche, deren Bau wieder aufgegeben wurde. Lawley wählte einen Rohrdurchmesser von nur 64 mm bei einer Rohrlänge von ca. 8 m, so daß also der Rohrinhalt im Verhältnis zur Weglänge des Films und im Gegensatz zu andern Maschinen sehr gering ist. Der hierdurch erreichte Vorteil besteht in einer guten Konstanthaltung des Entwicklers, der in dem Maße wie er vom Film aufgesaugt und mitgenommen wird, dauernd aus einem Vorratsgefäß zufließt; wegen des geringen Flüssigkeitsvolumens befindet sich daher im ersten Entwicklerrohr, in dem die größte Absorption durch den Film erfolgt, praktisch ein immer gleichmäßiger Entwickler. Auf 2 Entwicklungsrohre folgen nach kurzer Spülung 4 Fixierrohre, 8 Wässerungsrohre und als Abschluß 10 Trockenrohre, durch die elektrisch erwärmte Luft strömt. Die Arbeitsgeschwindigkeit dieser Maschine beträgt 500 m/h. Kinotechnik 1922, **4**, 416.

2) Eine Zusammenstellung der bis 1923 bekannt gewordenen Kinofilm-Entwicklungsmaschinen und der darauf erteilten amerikanischen Patente findet sich in Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1923, Nr. 16, 274—275; s. a. 1925. **9.** 46—53 u. 1928. **12.** No. 36. — Über eine Maschine „Teka" des russischen Ing. Tanatar berichtete Cin. Franç. 1928; ref. Kinotechnik 1928, **10**, 539 bis 540 und über die Maschine der Rapid-Kopier G. m. b. H., Berlin, Filmtechnik 1928. **3.** 325. — Die älteste aller dieser Entwicklungsmaschinen mit Bottichen dürfte die von A. Bourdereau, Paris 20 gewesen sein, welche anscheinend weiteren Konstruktionen als Vorbild gedient hat. Kinotechnik 1921. **3.** 134.

Der in der rot erleuchteten Dunkelkammer aus der Kassette genommene Film gleitet nach dem Durchlaufen eines Bremswalzenpaares zunächst in den Entwicklungstrog, darauf in ein sich anschließendes Unterbrechungsbad, in den Fixiertrog und ein Spülbad;

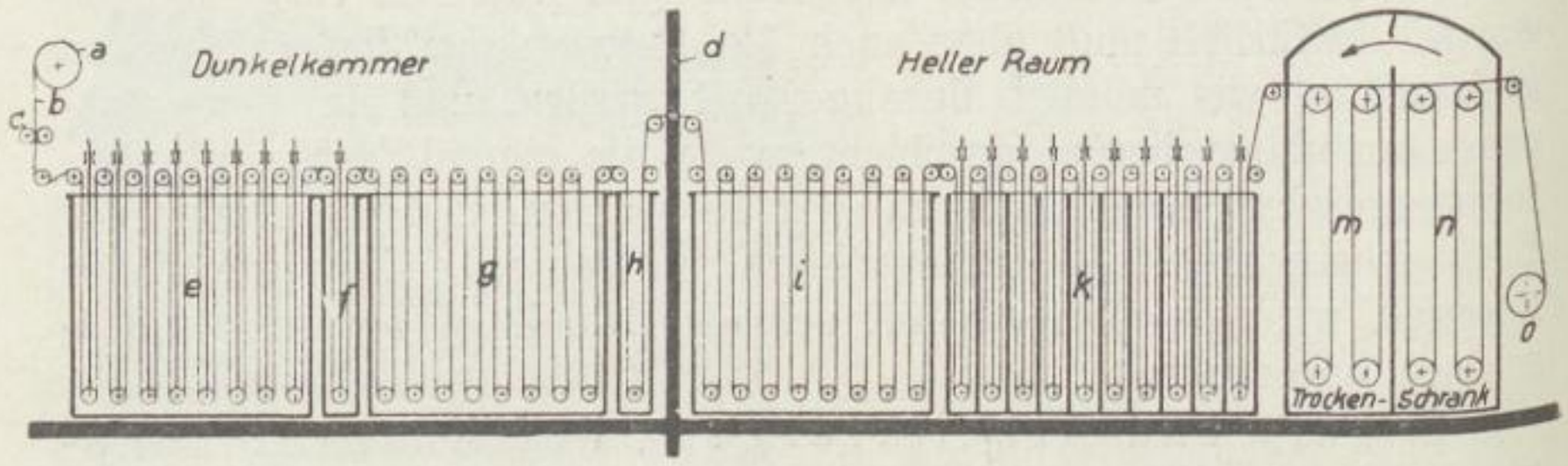


Abb. 179. Schematische Darstellung einer Entwickelmaschine für Kinofilme (nach W. Illge, Berlin).

a Abrollscheibe	*h* Spülrad
b Film	*i* Wässerung
c Bremse	*k* Verschiedenartige Nachbehandlung
d Zwischenwand	*l* Trockenluft
e Entwicklungsbad	*m* Vortrocknung
f Zwischenwässerung	*n* Fertigtrocknung
g Fixierbad	*o* Aufwicklung

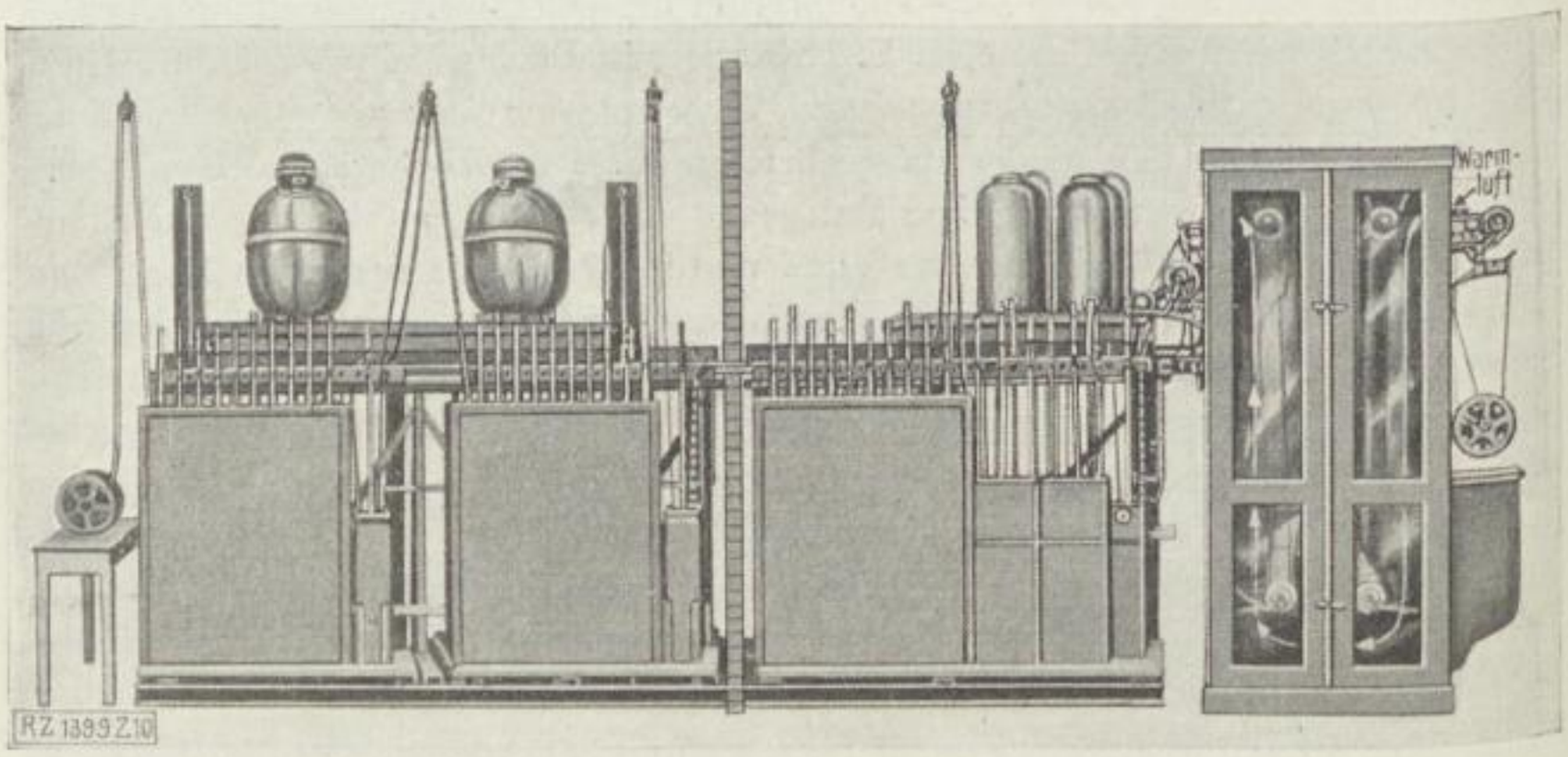


Abb. 180. Entwickelmaschine für Kinofilme der Geyer-Werke, A.-G., Berlin.

bei weißem Licht folgt ein Wässerungstrog und eine Reihe kleinerer Tröge, die je nach Bedarf zum Färben, Verstärken, Abschwächen oder Härten der Schicht verwendet werden können (s. Abb. 180). Die Tröge bestehen aus Steingut und werden von dem Film in Schleifen durchlaufen; ihr Inhalt wird selbsttätig der abgelaufenen Filmmenge ent-

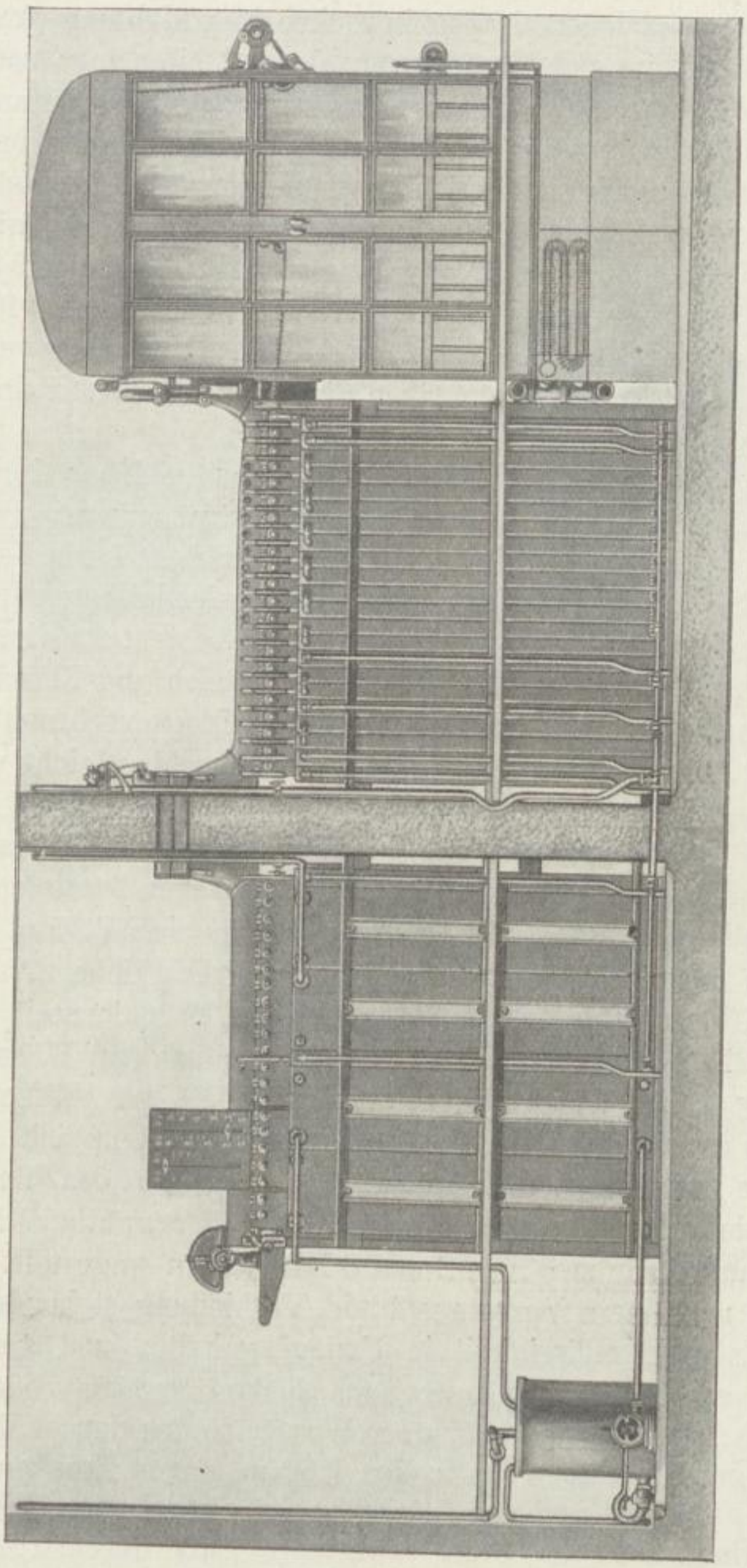


Abb. 181. Entwickelmaschine „DSGM“ für Kinofilme von André Debrie, Paris.

sprechend aus Vorratsgefäßen ersetzt. Den Abschluß bildet ein von Warmluft durchströmter Trockenschrank. Der fertige Film wird dann aufgerollt. Geführt wird er durch Zahntrommeln und Leitrollen

auf Querstäben, von denen einzelne in senkrechter Richtung verstellbar eingerichtet sind, um eine Veränderung der Schleifenlänge und damit in gewissen Grenzen auch eine Verlängerung oder Verkürzung der Entwicklungszeit zu ermöglichen, soweit sie nicht bereits durch die Laufgeschwindigkeit der Maschine bestimmt ist. Die Arbeitsleistung dieser von einem kleinen Motor angetriebenen Maschine wird von ihrer Herstellerin, den Geyer-Werken A.-G., Berlin, auf 3500 m in 8 h beziffert oder auf 7000 m bei einer üblicherweise für zwei Filmbänder eingerichteten Anlage, womit eine bemerkenswerte Ersparnis an Arbeitskräften gegenüber dem Entwickeln mit der Hand verbunden ist.

In ihrer Gesamtanlage ähnlich und von gleicher Leistungsfähigkeit, in vielen Einzelheiten jedoch abweichend, ist die Film-Entwicklungsmaschine „DSGM“ der Firma André Debrie, Paris (Abb. 181). Sie ist ebenfalls für zwei parallel laufende aber voneinander unabhängige Arbeitsvorgänge eingerichtet und besteht aus vier Hauptteilen (1. Entwicklungs- und Fixierteil, 2. Antrieb und Einschaltung, 3. Wässerungs-, Tonungs- und Färbeteil, 4. Trockenschrank), deren jeder für sich ein Ganzes bildet, so daß die Maschine leicht versandt und aufgestellt werden kann. Sie ist fast ganz aus Metall gebaut, nur für die Tröge wurde Ebonit gewählt, ebenso für die zur Fortführung des Filmbandes dienenden, mit Nickelzähnen besetzten Rollen. Ihre Gesamtlänge beträgt 6,75 m, von denen sich 2,75 m in dem Dunkelraum befinden, ihre Breite 0,6 m und ihre Höhe 2,7 m. Der in dem weiß erleuchteten Raum befindliche Maschinenteil hat auf jeder Seite 22 Ebonitgefäße für die Nachbehandlung (zur Wässerung 1, zur Färbung 8, zur Wässerung 1, zur Virage 10, zur Wässerung 2), deren jedes ein vernickeltes Gestänge enthält, an dem sich die Führungsorgane befinden (s. Abb. 182 u. 183). Der Lauf des Filmes beim Auslassen eines Arbeitsganges ist aus Abb. 184 ersichtlich. Die Entwicklungsdauer kann zwischen 2 und 6 Min. genau eingestellt werden. Durch eine mit einem Vorratsgefäß in Verbindung stehende Pumpe wird die Entwicklerflüssigkeit in Umlauf gehalten und gleichzeitig durch eine eingebaute Schlange nach Bedarf erwärmt oder abgekühlt. Nach Entfernung anhaftender Wassertropfen durch Abwischen oder Absaugen läuft der Film in den 1,60 m langen Trockenschrank, der 200 m Film faßt und von filtrierter auf elektrischem Wege oder durch Warmwasser-Radiatoren erwärmter Luft durchströmt wird. Das Ende der von der Mitte aus durch einen Kettentransport angetriebenen und in 1 m Höhe von einem Bedienungssteg umzogenen Maschine bildet eine selbsttätige Aufrollung.

Nach dem Vorbilde anderer französischer Entwicklungsanlagen (von Pathé-Cinéma und L. Gaumont) sind auch bei einer amerikanischen, ebenfalls doppelseitig und in ihrem ersten Abschnitt in rot erleuchtetem Raum arbeitenden Maschine die Tröge durch zahlreiche Einzelrohre ersetzt, deren jedes mit 10 m/Min. von einer

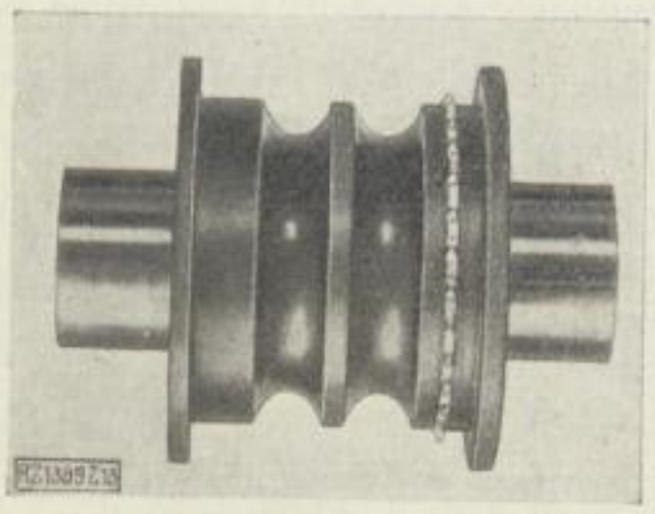


Abb. 182. Führungsrolle mit Stiften.

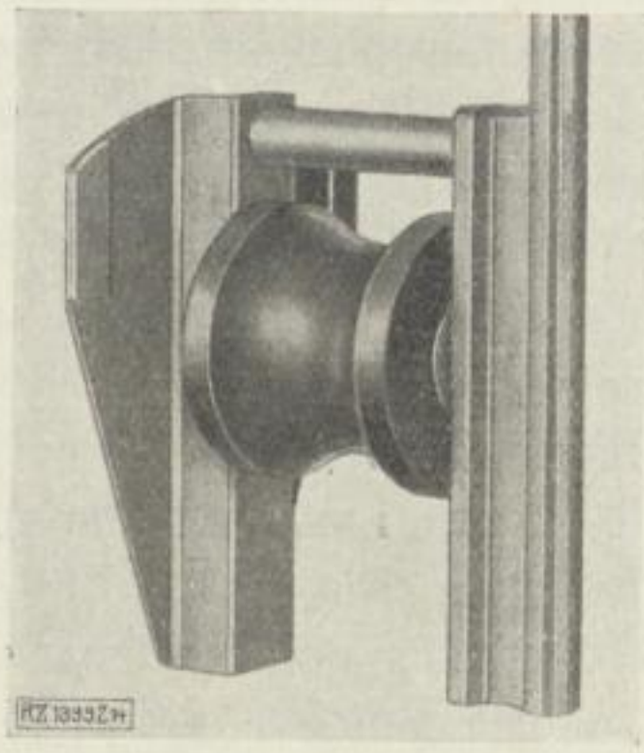


Abb. 183. Untere Führungsrolle.

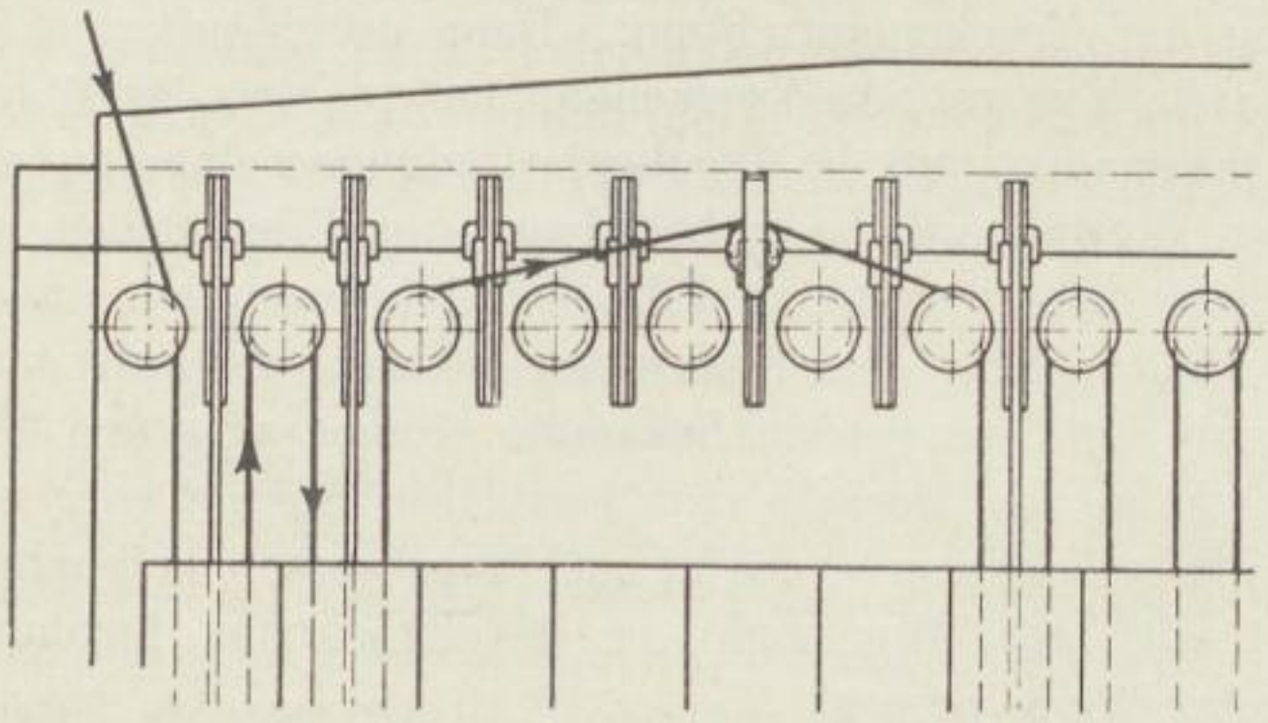


Abb. 184. Lauf des Filmes beim Auslassen eines Arbeitsganges.

durch Glasröllchen beschwerten Filmschleife in 30 Sek. durchlaufen wird[1]). Der Vorteil des aus dickem Pyrexglas[2]) bestehenden Rohre soll in leichter Reinigung und in der jederzeit möglichen Nachprüfung ihres Inhaltes liegen. Je nach der Zahl der in Benutzung genommenen Rohre kann die Entwicklungszeit bei der angegebenen Geschwindigkeit bis auf 6 Min., bei halber Geschwindigkeit bis auf 12 Min. aus-

1) Nach A. B. Hitchins, Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1925, **9**, 46—51.

2) Ein dem Jenenser ähnliches Hartglas der Corning Glass Works in Corning, N. Y.

gedehnt werden; gleichzeitig wird die Entwicklung erforderlichenfalls durch Veränderung der Schleifenlänge des Filmbandes beeinflußt. Die Entwicklerflüssigkeit wird den Röhren aus einem Vorratsgefäß zugeführt, durch eine Pumpe in steter Bewegung und durch einen Thermostaten auf der gewünschten Arbeitstemperatur erhalten; außerdem hat man einen selbsttätigen Zulauf für frischen Entwickler in einer den übrigen Arbeitsbedingungen anpaßbaren Menge vorgesehen, um die durch Verdunstung und Erschöpfung eintretenden Verluste auszugleichen. In gleicher Weise wie das Entwickeln erfolgt das Fixieren durch 6, das Wässern durch 24 Röhren und ähnlich gegebenenfalls auch eine Nachbehandlung. Bei dem guten Wasserwechsel, den diese Röhren ermöglichen, soll das Fixiersalz bereits nach 10 Min. aus der Filmschicht entfernt sein.

Die der Filmoberfläche anhaftende Feuchtigkeit und die Tropfen werden durch Blasen von Luft gegen beide Seiten beseitigt. Der Film wird dann für eine Zeitspanne bis zu 5 Min. in einer gewöhnlich nur zu drei Vierteln gefüllten Hängekammer belassen. So hat man genügend Zeit für Veränderungen in der Laufgeschwindigkeit der Maschine, für ihr Anlaufen und Anhalten bei Zwischenfällen oder bei Überfüllung der Trockeneinrichtung. Dann durchläuft der Film die in drei Einzelzellen geteilte Trockenkammer in etwa 28 Min. In der richtigen Erkenntnis, daß die Trockenbedingungen einen außerordentlich großen Einfluß auf die Lebensdauer der Filme haben und daß ein zu scharf ausgetrockneter Film sich diesbezüglich äußerst ungünstig verhält, ist bei dieser Maschine besonderer Wert darauf gelegt, nur mit Luft von genau bekannter Temperatur und Feuchtigkeit zu trocknen, und deshalb eine besondere Anlage vorgesehen, in der die Luft gewaschen, erwärmt und angemessen befeuchtet wird; außerdem wird der Film während des Trocknens fortdauernd in schlängelnder Weise bewegt.

Entwickeln der Umkehrfilme: Auch das Entwickeln der 16 mm Umkehrfilme erfolgt auf Maschinen ähnlicher Art, indem der Film mit Hilfe von Führungsrollen durch Tröge geführt wird, welche die verschiedenen Bäder enthalten, nur daß deren Zusammensetzung natürlich ebenso wie die Dauer ihrer Einwirkung dem besonsonderen Verfahren genau angepaßt sind.

Auf ein erstes Entwicklungsbad, in dem der belichtete Film gut durchentwickelt wird, folgt das Bleich- oder Umkehrbad, in welchem das entstandene Silberbild wieder aufgelöst wird, während das bei der Belichtung nicht beeinflußte und daher vom Entwickler nicht reduzierte Bromsilber erhalten bleibt. Durch ein Klärbad werden die in

der Schicht verbliebenen Reste des Umkehrbades zerstört. Es folgt eine zweite Belichtung bei künstlichem Licht, die nach einem besonderen Verfahren [1]) auch so vorgenommen werden kann, daß sie genau der optischen Dichte des Filmes entspricht. Auf diese zweite Belichtung folgt die Entwicklung zu einem Positiv. Einschließlich der zwischen den einzelnen Bädern eingeschalteten Wässerung von je etwa 2 Minuten und der Trocknung der Filme in einer anschließenden Trockenkammer ist der ganze Prozeß in knapp einer Stunde beendet, und da etwa alle 5 Minuten ein neuer Film in die Maschine eingesetzt werden kann, ist deren tägliche Leistung eine ganz erhebliche.

In dieser Weise werden seitens einiger Filmfabriken die Amateur-Umkehrfilme entwickelt, deren Fertigstellung in den Preis des Rohfilms bereits eingeschlossen ist, so daß der Amateur nur nötig hat seine Filme nach erfolgter Belichtung der betreffenden Fabrik, bzw. seinem Photohändler einzusenden um projektionsfertige Kopien zurückzuerhalten.

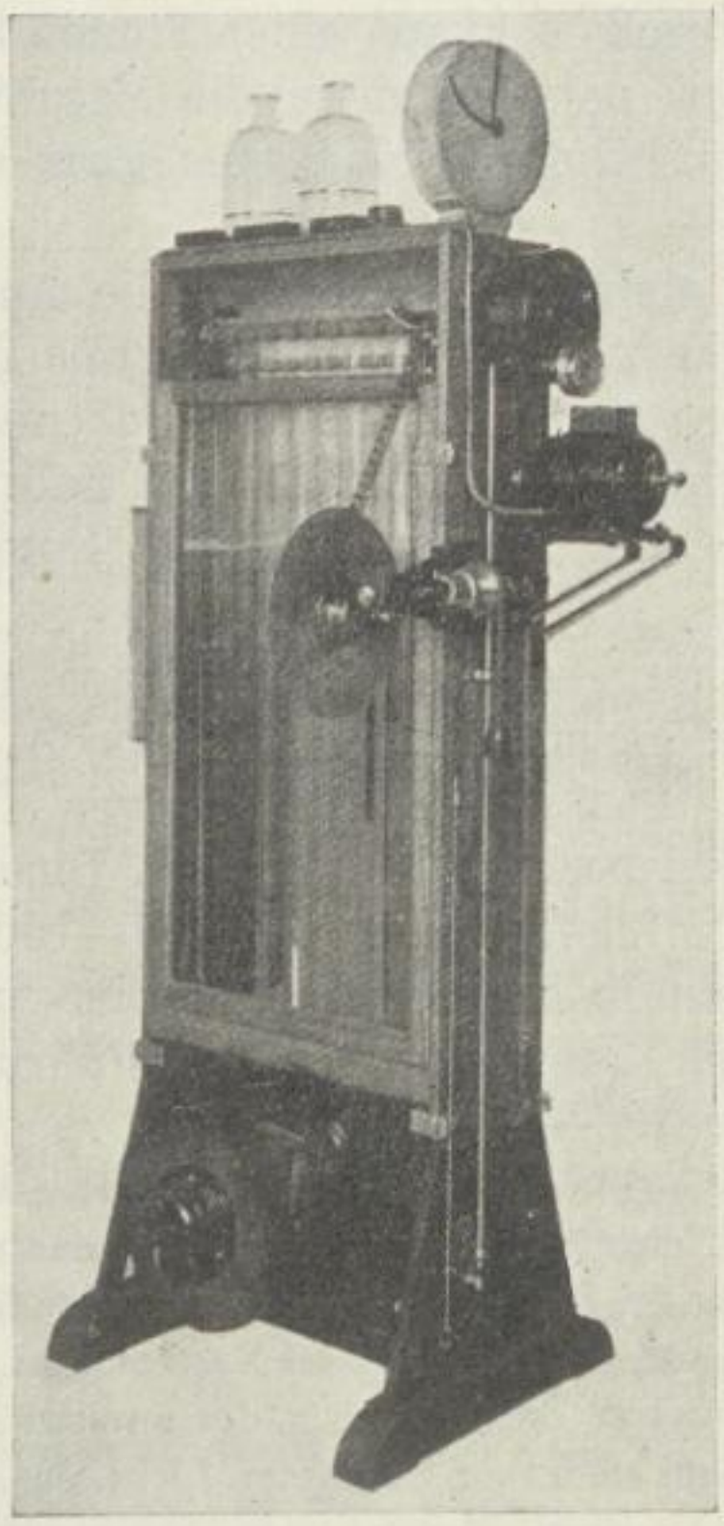
Unterschiedlich von den im Vorhergehenden beschriebenen Maschinen arbeitet die „Rovo"-Entwicklungsmaschine der Rovo A.-G. Zürich ausschließlich bei Tageslicht. Das in den Abbildungen 185 und 186 dargestellte Modell I derselben besitzt die folgenden Dimensionen: 2 m Höhe, 1 m Breite und 0,8 m Tiefe, und ist mit 120—150 m Dauerleistung pro Stunde nur für kleinere Filmbetriebe, Kopier- und Titelanstalten bestimmt, während eine etwas größere Ausführung

---

[1]) Man läßt den Film zwischen einer roten Lichtquelle und einer Thermosäule durchlaufen, wobei deren Strom durch den Heizeffekt des roten Lichtes, das den Film durchdringt, reguliert wird und seinerseits die Stellung des Galvanometerflügels beeinflußt, der in ein optisches System eingebaut ist. Durch dieses System wird ein weißes Lichtbündel auf den Film projiziert und so die Intensität der zweiten Belichtung von dem Strom in der Thermosäule und somit von dem roten Licht, das der Film durchläßt, abhängig gemacht; s. hierzu C. E. K. Mees, Abr. Scient. Publ. Eastman Kodak Research Lab. 1929. **13.** Comm. 378, ref. Phot. Korresp. 1929, **65**, 21—23; s. a. Kinotechnik 1929, **11**, 134. — Nach dem D. R. P. 469 988 (1927) für E. Mankenberg (I. G. Farbenindustrie A.-G.) kann der Ausgleich verschiedener Belichtungen vor der zweiten Entwicklung durch einen Dichteausgleich des Films nach erfolgter Umkehrung ersetzt werden. Dies geschieht dadurch, daß der Film nach der Aufnahme einer abgekürzten, für das betreffende Aufnahmematerial für alle Fälle gleichmäßig festgelegten und für die Ausentwicklung des latenten Bildes nicht ausreichenden Entwicklung unterworfen und in der üblichen Weise umgekehrt wird, worauf die aus der ersten Unterentwicklung sich ergebende zu starke Deckung des Positivbildes mit Hilfe eines gleichmäßig substraktiv wirkenden Silberlösungsmittels nur ausgeglichen wird; ref. Phot. Ind. 1929, **27**, 550. — Über Fehler bei der Umkehrung von Kinofilmen s. R. J. Garnotel, Brit. Journ. of Phot. 1928. **75**, 529; ref. Phot. Ind. 1929, **27**, 132.

eine Leistungsfähigkeit bis zu 350—400 m (Positiv-)Film pro Stunde hat. Bauart und Arbeitsweise beider Größen ist die gleiche[1]).

Auf der Vorderseite eines aus Pitchpineholz bestehenden Traggestelles sind 9 Glasrohre von je 2,5 l Fassungsvermögen eingebaut, die das Filmband durchläuft. Der Vorschub wird dem Film durch eine Antriebswalze erteilt, die er 8mal umläuft, während er am



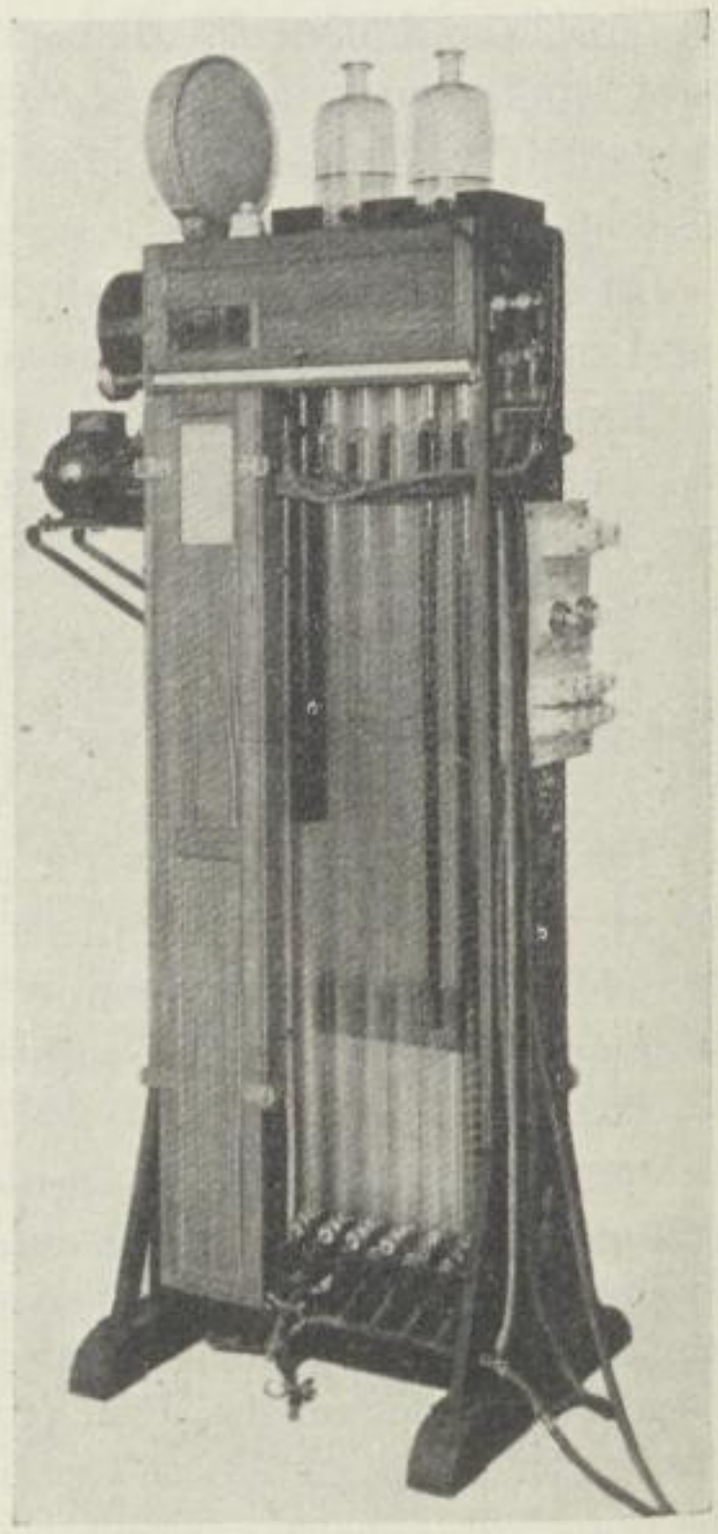


Abb. 185 u. 186. Entwickelmaschine „Rovo" (Modell I) der Rovo A. G., Zürich.
185. Vorderansicht. 186. Rückansicht.

unteren Ende der Rohre um Rollen gleitet, die in Gummistopfen sitzen. Von den 9 Rohren sind die beiden ersten zur Aufnahme des Entwicklers bestimmt, das dritte zum Wässern. Alle drei Rohre sind lichtdicht für sich abgetrennt und das das dritte Rohr durchfließende Wasser sorgt zugleich für die Temperaturhaltung des Entwicklerraumes. Das vierte und fünfte Rohr enthält das Fixierbad. Das sechste

1) Eine sehr ähnliche kleine Entwicklungsmaschine wurde vorübergehend von F. I. M. Hansen, Köln a. Rh. gebaut. Phot. Ind. 1925, **23**, 1293—1294.

bis neunte Rohr ist normalerweise für die Wässerung bestimmt, doch kann jedes derselben nach Belieben auch für andere Zwecke wie zur Färbung oder Virage benutzt werden. Sämtliche Zu- und Ableitungen für die Bäder und die Wässerung bestehen aus Gummischlauch, die Verbindungs- und Abzweigsstücke aus Glas. Mit den Entwicklungsröhren ist ein Höhenstandsanzeiger verbunden, der von außen eine Kontrolle darüber ermöglicht, ob die Flüssigkeit in den Rohren auf richtiger Höhe steht. Der Verbrauch an Entwickler und Fixierbad wird aus Vorratsflaschen mit Tropfeinstellung ständig ergänzt und zwar derart, daß die frische Flüssigkeit stets in das erste Rohr einfließt und die verbrauchte Flüssigkeit in einem Überlauf des zweiten Rohres abläuft. Die fünf Wässerungsrohre sind an fließendes Wasser angeschlossen, sie genügen vollauf um die Haltbarkeit des Filmes sicher zu stellen. Zur Reinigung dient zunächst eine Abspritzvorrichtung über dem letzten Wasserrohr, darauf ein doppelseitiger Abstreifer aus weichem Gummi, schließlich zum Aufnehmen etwaiger Tropfen, die sich auf der Filmrückseite gebildet haben, ein Gummischwamm.

Auf der Rückseite der Maschine befindet sich der Trockenraum, durch den der Film mit Hilfe von 2 Antriebswalzen in 12 Schlaufen geführt wird; darauf gelangt er selbsttätig auf die Aufwickeltrommel. Die letzte Schlaufe geht über eine lose Rolle, die mit der Reibungskuppelung der Aufwickeltrommel durch einen Seilzug verbunden ist, so daß hierdurch auch bei Schwankungen im Filmtransport und zunehmendem Durchmesser der Filmrolle eine stets gleichmäßige Aufwicklung gesichert wird. Im unteren Teil des Trockenraumes befindet sich noch der die Trockenluft fördernde Ventilator und zu ihrer Erwärmung eine Heizbatterie. Der Antrieb der Maschine erfolgt von einem seitlich angebrachten Antriebswerk mit Motor und Vorgelege, außerdem ist eine Schalttafel für den Antrieb, die Lüftung und Heizung vorgesehen.

Der Film (Positiv- oder Negativ-) wird auf einen Vorlauf gewickelt und in die Kassette der Maschine eingesetzt, der Filmanfang wird mit dem Vorspann in der Maschine, einem Zelluloidstreifen von ca. 60 m verbunden und der Antriebsmotor in Gang gesetzt. Durch ein Beobachtungsfenster wird die Entwicklung überwacht und durch schnelleren oder langsameren Antrieb ausgeglichen, was in den Grenzen von 60—160 m Stundengeschwindigkeit entsprechend einer Änderung der Entwicklungszeit zwischen 6 und 2 Minuten möglich ist. Alle folgenden Arbeitsgänge: Fixieren, Waschen, Färben, Trocknen und Reinigen des Filmbandes werden selbsttätig ausgeführt,

ohne daß dabei die Lochung benutzt oder die Schichtseite berührt würde, der Film verläßt die Maschine fertig aufgerollt und der vorher eingerollte Vorlauf bleibt nun im Apparat um zum Nachziehen der nächsten Arbeit zu dienen.

Färben, Tonen und Kolorieren der Kino-Positivfilme.

Allgemeines: Auf zweierlei Weise kann das schwarz-weiße Kino-Positiv in ein farbiges umgewandelt werden. Entweder wird der Bildträger, die Gelatine oder das Zelluloid, angefärbt, so daß man also ein schwarzes Silberbild auf farbigem Grunde erhält, oder aber man führt das Silberbild auf chemischem Wege — ähnlich den Tonungsverfahren für Entwicklungspapiere — in eine farbige Verbindung über, die sich dann von weißem Grund abhebt.

Färben der Gelatineschicht: Erfordert auch keines dieser Verfahren bemerkenswerte Hilfsmittel anderer Art als die beschriebenen Rahmen und Trommeln, so sei doch erwähnt, daß die Gelatineschicht in kalten Lösungen bestimmter Anilinfarbstoffe je nach der gewünschten Intensität in etwa 2 bis 6 Min. gefärbt wird, worauf man nur kurz wässert und dann trocknet.

Im Zelluloid gefärbte lichtempfindliche Filme werden in den beliebtesten Farben (rot, orange, bernsteinfarben, gelb, grün, lavendel, blau, rosa) von den Filmfabriken selbst hergestellt. Um umfangreiche Lagerbestände in sehr verschiedenfarbigen Filmen zu vermeiden, kann man jedoch auch, wie es die Agfa empfiehlt, die fertigen Filme rückseitig in einfacher Weise mit einem Farblack überziehen, wozu man nur die haltbaren Lösungen der Grundfarben und eine Verdünnungsflüssigkeit braucht, die gleichzeitig Quellungsmittel für das Zelluloid ist, so daß der Farbstoff eindringen kann, aber im Gegensatz zu den in der Gelatine gefärbten Filmen weder durch Putzen noch durch Wässern daraus wieder entfernbar ist. Der Film wird in sehr gleichmäßiger Weise dadurch gefärbt, daß er an einer Walze vorbeigeführt wird, deren Oberfläche sich mit der in einem Trog befindlichen Farbstofflösung überzieht, und da die Lösungsmittel des Farblackes leicht flüchtig sind, trocknet der Film schnell aus und kann, nachdem er nur wenige Meter durch einen warmen Luftstrom geführt wurde, bereits wieder aufgewickelt werden. Je nach den Trocknungsbedingungen können mit einem Färbeapparat täglich 2000 bis 3000 m Film gefärbt werden, und, da ein einzelner Mann leicht eine größere Anzahl derartiger Färbemaschinen bedienen kann, sind die Kosten des Verfahrens nur gering.

Zur chemischen Umwandlung des Silberbildes in ein blaues Bild dienen Eisenverbindungen; für Brauntonung verwendet man Urannitrat und für Röteltonung Kupfersalze. Auch die Schwefeltonung nach dem Ein- oder Zweibadverfahren wird auf Kinofilme übertragen und schließlich das Beizverfahren, nachdem das Silberbild zunächst in ein gelblich-weißes aus Jodsilber bestehendes Bild übergeführt wird, das seinerseits befähigt ist gewisse Farbstoffe festzuhalten [1]).

Natürlich lassen sich durch gleichzeitige Anwendung der genannten Methoden, also durch z. B. Verwendung von im Zelluloid gefärbtem Film und nachträgliche Tonung des Silberbildes eine große Reihe von Mischfarben und oft sehr reizvolle Wirkungen erzielen.

Kolorieren der Filme: Für manche, besonders wissenschaftliche Filme ist die Wiedergabe der Farbe der aufgenommenen Gegenstände von außerordentlicher Bedeutung. Man verfährt hierbei genau wie beim Kolorieren von Diapositiven, verwendet Wasserfarben, feine weiche Pinsel, nötigenfalls eine Lupe, und muß vor allem über einiges Geschick und große Übung verfügen. Zum Kolorieren größerer Flächen wurden auch maschinelle Verfahren bekannt gegeben. So stanzt man z. B. aus Positivfilmen Schablonen aus, die man zusammen mit dem zu kolorierenden Film durch Einfärbewalzen laufen läßt. Oder man verfährt nach einer von P. E. Stow und H. Sharp [2]) erfundenen Methode so, daß man vom positiven Schwarz-Weißfilm ein mäßig vergrößertes Bild auf einen wagerechten Schirm projiziert und die eine bestimmte Farbe umgebenden Teile im Projektionsbild abdeckt. Von diesem Bilde wird ein verkleinertes Bild von der Größe des Positivfilmes auf einem Film hergestellt und zwar nach dem Bichromatverfahren derartig, daß nur solche Teile übrig bleiben, die sich später färben sollen. Zur Ausführung des Druckes wird dieses Schablonenband mit der betreffenden Farbe eingefärbt und diese in einer Druckvorrichtung auf das Schwarz-Weißbild übertragen. Für jede Grundfarbe muß ein Schablonenband hergestellt und die Farbübertragung wiederholt werden.

---

1) s. hierzu die im Agfa-Handbuch für Kinematographie, Berlin, angegebenen vielseitigen Vorschriften, ferner auch J. I. Crabtree und C. E. Ives: Eastman Kodak Abr. Sci. Publ. 1928, **12**, 249. Comm. 372, Über die Einbadtonung von Kinofilmen mit basischen Farbstoffen; ref. Kinotechnik 1929, **11**, 6—9.

2) D. R. P. 321 553 (1913).

Reinigen der Kinofilme.

Allgemeines: Ein Film kann nur einwandfrei wiedergegeben werden, wenn er von äußerster Reinheit ist, eine Forderung, die durch eine richtige Nachbehandlung des an sich fertigen Films erfüllt wird. Da sich nämlich bei den nach dem Tankverfahren hergestellten Filmen, falls nicht jeder Wasserüberschuß sorgfältig entfernt wurde, die in fast jedem Wasser enthaltenen Salze auf der Filmoberfläche ausscheiden, werden hierdurch auf der Filmrückseite mehr oder weniger sichtbare Flecken erzeugt, während diese Salze auf der Bildseite in die Gelatineschicht hineindiffundieren und hier daher unsichtbar bleiben. Die Filmrückseite wird daher entweder schon während des Bespannens der Trockentrommel durch vorsichtiges und sorgfältiges Überwischen mit Sämischleder, das mit verdünntem, etwas Ammoniak enthaltenden Alkohol befeuchtet ist, gereinigt, oder später mittels besonderer Maschinen behandelt. Aber auch beim Durchlaufen der Kopiermaschinen sammeln sich auf der Oberfläche des Negativfilms mehr oder weniger Staub, Schmutz und Fett an, die in häufigen Zwischenräumen in gleicher Weise durch Behandlung der Filme mit einer zweckdienlichen Flüssigkeit beseitigt werden müssen. Auch hierzu bedient man sich maschineller Hilfsmittel, bei denen dafür gesorgt ist, daß der Film, um ihn vor mechanischen Beschädigungen zu bewahren, nur mit Seidenplüsch in Berührung kommt, der mit der Reinigungsflüssigkeit getränkt ist. Ähnliches gilt für den Positivfilm, auf dem sich Öl und Schmutz während seines oftmaligen Durchlaufens durch den Projektor festsetzt, wodurch schließlich Flecke hervorgerufen werden, die die Klarheit der Bilder bei der außerordentlich starken Vergrößerung beeinträchtigen. Getonter Film neigt hierzu ganz besonders, was wahrscheinlich auf die mattere Oberfläche zurückzuführen ist, die bei Anwendung gewisser Tonungsverfahren auf dem Film entsteht.

Reinigungsflüssigkeiten: Die Anforderungen, die an eine brauchbare Reinigungsflüssigkeit zu stellen sind, sind nach J. I. Crabtree und H. C. Carlton[1]) folgende: 1. Fette und Mineralöle sollen schnell gelöst werden. 2. Weder Gelatineschicht noch Schichtträger sollen angegriffen werden, noch bei gefärbtem Film die Farbe. Auch das reine gefärbte oder getonte Silberbild soll selbst bei längerer Berührung mit der Reinigungsflüssigkeit auch bei Gegenwart von Feuchtigkeit nicht angegriffen werden, da zurückbleibende nicht verdampfte Spuren des Lösungsmittels beim Reinigen auf einem

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, **11**, 277—293.

Umroller in die Filmwindungen eindringen, von wo aus sie nur sehr langsam entweichen können. Durch Lichteinwirkung soll sich die Reinigungsflüssigkeit nicht zersetzen und dabei auf den Film schädlich wirkende Bestandteile freimachen. 3. Siedepunkt und latente Verdampfungswärme sollen eine solche sein, daß das Trocknen schnell genug vor sich geht. 4. Die Reinigungsflüssigkeit soll auch nicht brennbar, nicht giftig und zu mäßigem Preise leicht erhältlich sein.

Als Ergebnis eingehender Untersuchungen stellten die genannten Autoren praktische Regeln zur Durchführung der Filmreinigung auf, die nachstehend wiedergegeben seien:

1. Zur Reinigung der Rückseite des Negativ- und Positivfilmes empfiehlt sich die folgende Lösung:

Ammonik, konz.	5 Volumteile,
Wasser	95 Volumteile,
mit Alkohol aufgefüllt bis auf	1000 Volumteile,

und zwar beim Positivfilm unter Anwendung einer Reinigungsmaschine, beim Negativfilm mit Hilfe einer stoffbedeckten Trommel, um die der Film mit abwärts gerichteter Schichtseite geführt wird. Mit gewissen Maschinen kann auch der Negativfilm sicher gereinigt werden, doch dürfen dieselben keinen Zahnradtrieb besitzen, durch den der Film beschädigt werden könnte.

2. Um Staub- und Fingermarken vom Negativfilm zu entfernen, soll er vor dem Kopieren durch leichtes Überfahren mit Seidenplüsch gereinigt werden, den man mit schwefelfreiem Tetrachlorkohlenstoff befeuchtet. Man bedient sich hierzu eines Umrollers und zur Beschleunigung der Verdunstung eines elektrischen Ventilators, der so aufgestellt wird, daß er die Luft von der Arbeitsperson fort quer durch den Film bläst.

3. Zur Reinigung von Film, auf dem sich Öl und Schmutz während der Projektion angesammelt hat, dient am besten Tetrachlorkohlenstoff (schwefelfrei, da sonst ein Verbleichen der Bilder durch Bildung von Schwefelsilber eintritt), und um brüchigen Film zu säubern eine Mischung von:

Tetrachlorkohlenstoff . .	10 Volumteile,
Wasser	20 Volumteile,
mit Butylalkohol aufgefüllt auf	100 Volumteile.

Diese Lösung entfernt anhaftendes Öl und befeuchtet den Film gleichzeitig so, daß er seine Biegsamkeit wiedererlangt, doch muß der in der Vorschrift angegebene Wassergehalt je nach denn vorliegenden be-

sonderen Umständen etwas modifiziert werden, und zwar wendet man weniger Wasser an, falls der Film nach der Behandlung zu feucht sein sollte, dagegen mehr, falls er zu brüchig ist; in diesem Falle ist es nötig, gleichzeitig die Alkoholmenge zu erhöhen, um das Wasser in der Lösung zu erhalten. Die Durchführung der Reinigung erfolgt in gleicher Weise wie unter 2 ausgeführt, doch ist das Verfahren nicht immer befriedigend, weil das Lösungsmittel im Falle, daß es nicht vor dem Aufwickeln des Filmes verdampft, mehr oder weniger in dessen Windungen festgehalten wird und, wenn es unrein ist, das Bild beim Lagern dann schädlich beeinflußt.

Imprägnierungsverfahren: Zur Beseitigung von Verschrammungen und zur Erneuerung der Politur des Bildfilms dienen in der Praxis eine Reihe von Imprägnierungsverfahren [1]). Unter ihnen erlangten die der Recono G. m. b. H., Berlin [2]), besondere Geltung, die ein Aufquellen und eine Verschmelzung der Oberfläche sowohl der Bild- wie Zelluloidseite bei gleichzeitiger Verbesserung der Zugfestigkeit und Dehnung der Filme zum Gegenstand haben. Auf der Emulsionsseite wird der Film mit einem etwa 60—70° warmen Quellungsmittel, wie Wasser, Essig- oder Zitronensäure unter Zusatz von Binde- und Gerbemitteln, z. B. von Gelatine und Chromalaun besprüht, worauf er einem warmen Luftstrom ausgesetzt wird. Die Filmrückseite wird dann mit einem Lösungsmittel für Zelluloid, wie Azeton oder Methanol behandelt, dem man geringe Mengen von Phtalsäureester als Gelatinierungsmittel zusetzt. Die Patente umfassen auch eine zur Ausführung des Verfahrens geeignete Apparatur.

---

1) Nach R. Örtel, Kinotechnik 1924, **6**, 7 behandeln folgende ältere Patente diesen Gegenstand: B. P. 16115 (1908) für Lumière schützt einen Kollodiumüberzug, D. R. P. 289 897 (1912) für Leitner ein Polierverfahren. B. P. 26 780 (1913), B. P. 9968 (1914) und 9973 (1914) für Pierson behandeln die Anwendung eines öligen Materials mit Zusätzen von Kampfer und Alkohol oder Äther, B. P. 15 181 (1914) der Zentrale für wiss. u. Schulkinematographie die Verwendung einer Flüssigkeit vom gleichen Brechungsvermögen wie der Filmkörper (Tetrachlorkohlenstoff). Die 5 amerikanischen Patente für F. W. Hochstetter: 1 139 679, 1 139 680, 1 139 682, 1 139 683 und 1 149 443, sämtlich vom Jahre 1915 beschreiben ein ähnliches Verfahren wie das von Pierson angegebene, es wird z. B. ein Gemisch von Fett, Kampfer, Alkohol, Äther und Glyzerin verwendet. Überschichtungen des Bildfilms mit Kollodium finden sich in dem B. P. 22 234 (1913) für Jerne und in dem D. R. P. 305 053 (1917) für Padawer wieder.

2) D. R. P. 421 863 (1923), D. R. P. 424 190 und 461 430 (1923) sowie zahlreiche ausl. Patente für Friedr. Stock; s. hierzu a. Rolle, Kinotechn. Jahrb. 1926 bis 1927.

Reinigungsmaschinen: Zahlreiche einfache Vorrichtungen sind zur Reinigung von Kinofilmen im Handel, die darauf beruhen, daß man den Film zunächst mit Alkohol oder einer andern Reinigungsflüssigkeit befeuchtet und ihn dann mit endlos laufenden Bändern aus z. B. Gemsleder bearbeitet. So sind z. B. die kleinen

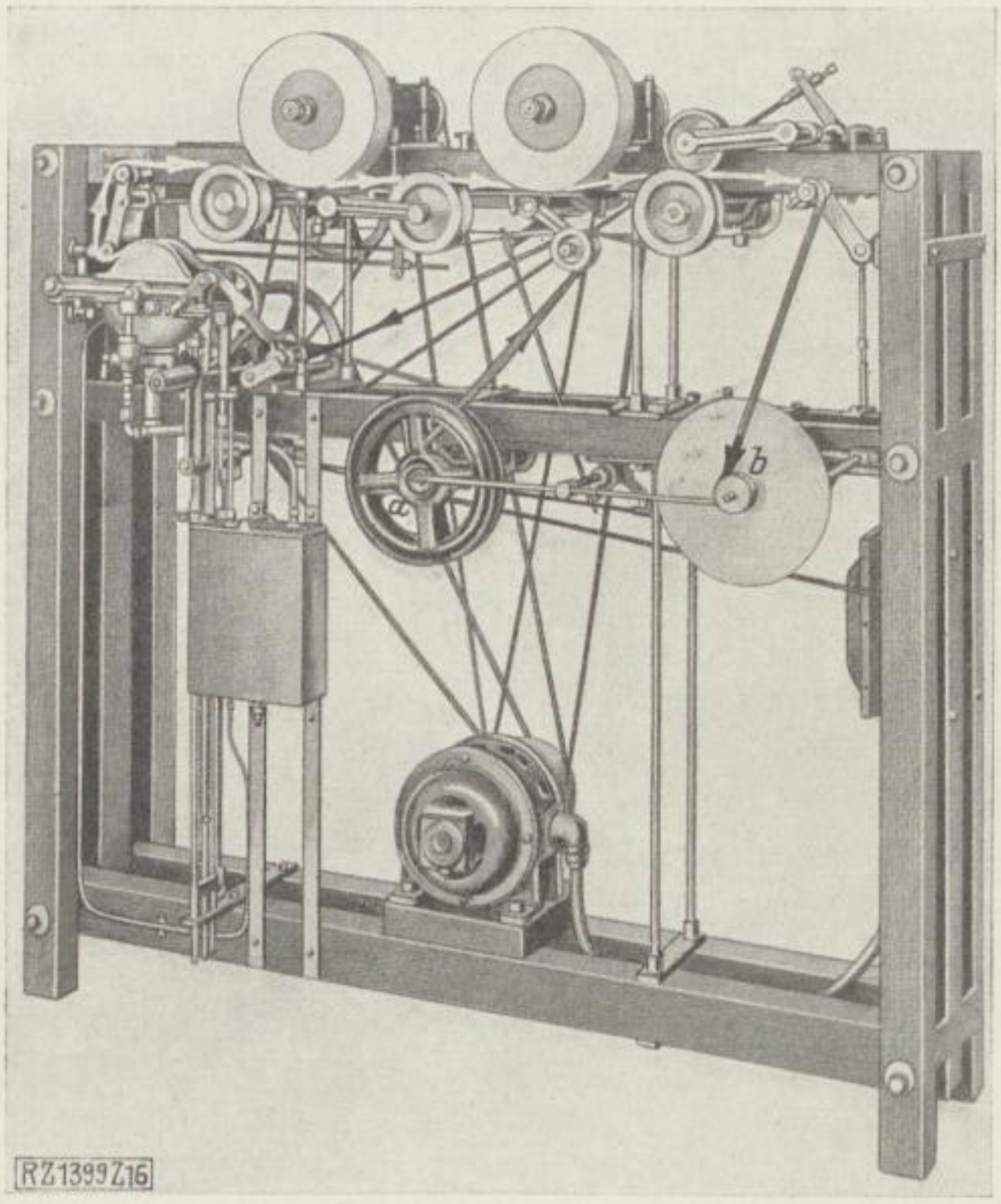


Abb. 187.
Filmreinigungsmaschine der Bell & Howell Company, Chicago.

Maschinen von André Debrie, Paris, der Correx G. m. b. H., Berlin, der Movieads, Inc., New York u. a. ausgeführt. Ein Beispiel einer für die angegebenen Zwecke eigens gebauten größeren Maschine ist die der schon genannten Bell & Howell Company, Chicago (s. Abb. 187). Der Film wird einmal dadurch behandelt, daß er über eine Walze läuft, deren Stoffüberzug mit der Reinigungsflüssigkeit getränkt ist. Durch Druckwalzen wird der Feuchtigkeitsgrad des Stoffes geregelt und dieser rein gehalten; außerdem ist eine selbsttätig wirkende Pumpe vorgesehen, durch die die Flüssigkeit

von einem mit Filter versehenen Vorratsgefäß aus ständig in Umlauf gehalten wird. Neben dieser Einrichtung hat die Maschine zwei äußerst schnell umlaufende Schwabbeln, unter denen der Film hinweggleitet, während er durch ein mitlaufendes endloses Band ge-

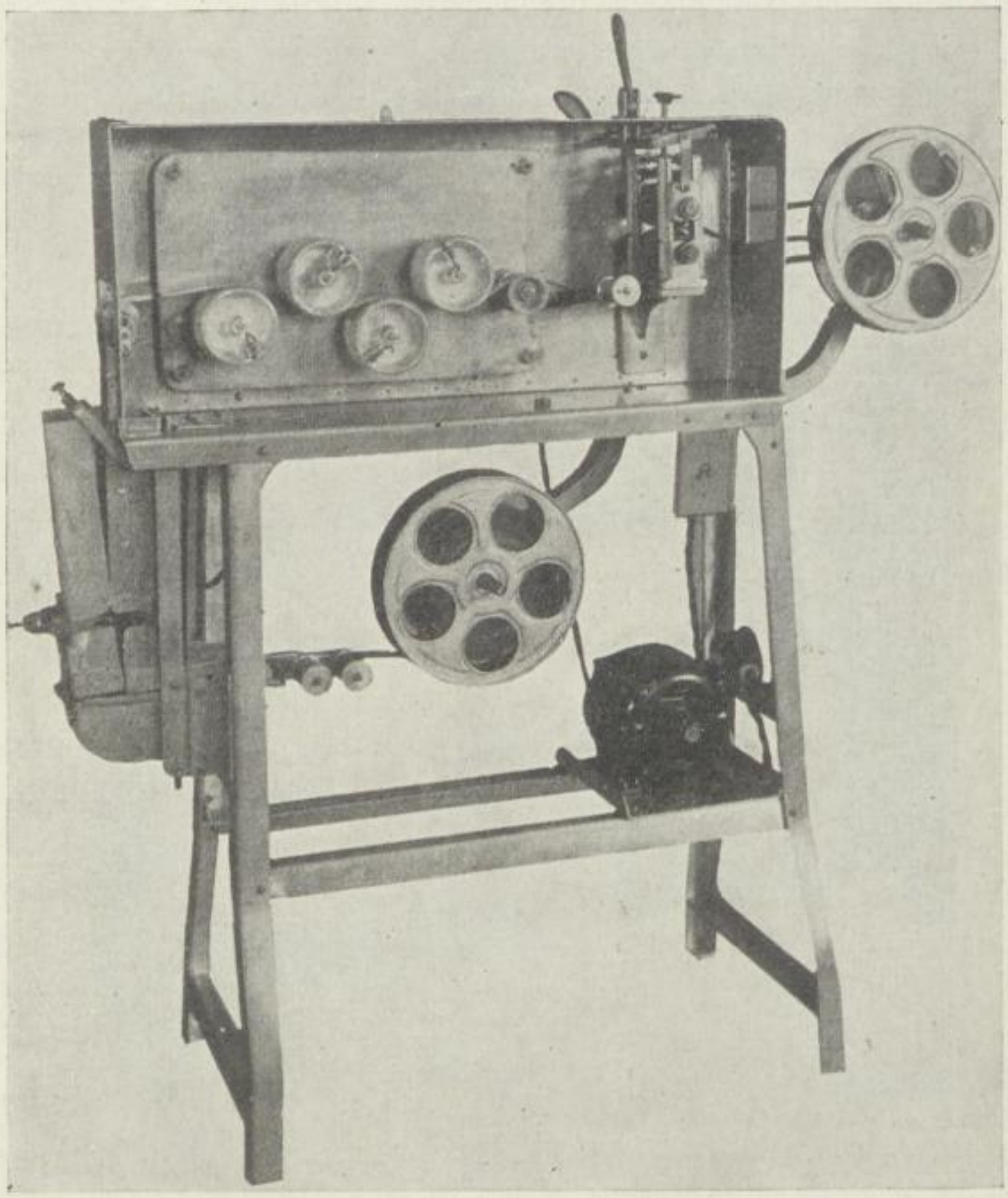


Abb. 188.
Film-Reinigungsmaschine der Dworsky Film Machine Corp., New York.

tragen wird. Zum Antrieb dient ein $^3/_4$ PS leistender Motor. Die Leistung beläuft sich auf rund 305 m in 8 Min. oder 2440 in 1 Stunde.

Eine Maschine, die ausschließlich zum Wiederbrauchbarmachen von Positivfilmen dient, also zur Beseitigung der während der oftmaligen Projektion entstandenen mechanischen Verletzungen wie Kratzer und Schrammen, aber auch von Schmutz und Öl, ist die der Dworsky Film Machine Corp., New York (s. Abb. 188).

Der Film läuft hier zunächst durch Tröge, die die Reinigungsflüssigkeit (Tetrachlorkohlenstoff) enthalten. Der erste Trog dient lediglich zum Abwaschen, worauf der Film durch ein Quetschwalzenpaar und über einen Filz in einen zweiten Trog gelangt, so daß fast der gesamte Schmutz bereits im ersten Trog zurückbleibt. Erst nach dem Durchlaufen mehrerer Filmrollen wird die Flüssigkeit aus diesem Trog entfernt und durch die des zweiten Troges ersetzt, der seinerseits mit frischem Reinigungsmittel aufgefüllt wird. Von hier gelangt der Film zum Abpressen der Flüssigkeit wiederum durch ein Quetschwalzenpaar, darauf durch eine Reihe von mit Baumwollflanell bekleideten Rollen, schließlich durch ein einstellbares Gummiwalzenpaar, durch dessen Druck der Film durch die ganze Maschine gezogen wird, zum Aufroller. Eine derartige Nachbehandlung von 300 m Film dauert nur $4^1/_2$ Min. Angetrieben wird die ganz aus Aluminium gebaute Maschine von einem $^1/_4$ PS leistenden Motor.

Wachsen und Polieren der Film-Schichtseite: Wie mikroskopische Untersuchungen der Schichtseite des Filmes zeigen, ist diese selbst an silberarmen Stellen von unzähligen Erhebungen durchsetzt. In der Nachbarschaft des Silberbildes nimmt diese Rauheit beträchtlich zu; besonders stark ist sie bei mit Eisen oder Uran getonten Filmen. Durchläuft der noch frische Film den Wiedergabeapparat, so werden diese Erhebungen abgeschliffen und das dabei abfallende, aus von Silber durchsetzter Gelatine, Schmutz und Öl bestehende Material hemmt naturgemäß seinen Lauf, beeinflußt besonders nachteilig die Randlochung und setzt daher die Lebensdauer des Filmes herab. Soll daher der Film seiner Aufgabe genügen und den Wiedergabeapparat, ohne zu zerreißen oder Störungen zu verursachen, bis zu 900- und 1000mal durchlaufen, erfordert auch die Emulsionsschicht eine entsprechende Nachbehandlung. Dies geschieht in der Weise, daß man entweder nur seine die Perforationen enthaltenden Ränder oder besser die ganze Schichtseite mit einer äußerst dünnen Wachschicht überzieht.

Wachs- und Poliermaschinen: J. I. Crabtree und C. E. Ives[1]) haben diese Verhältnisse unter Berücksichtigung aller physikalischen Eigenschaften der Filmoberfläche und der Bedingungen, unter denen er den Projektor durchläuft, eingehend studiert und praktische Anweisungen für die Ausführung dieses Verfahrens gegeben. Nach einer von ihnen ausgearbeiteten Vorschrift verwendet man am besten eine Lösung von:

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, **11**, 522—544.

Carnauba Wachs (Smp. 175—185 oF) . . .	10 g
Hartes Paraffinwachs (Smp. 130—140 oF) .	10 g
in Tetrachlorkohlenstoff	1000 ccm

und bedient sich einer hochpolierten Aluminiumwalze von etwa 6 cm Durchmesser, die in die in einem Gefäß befindliche Wachslösung von

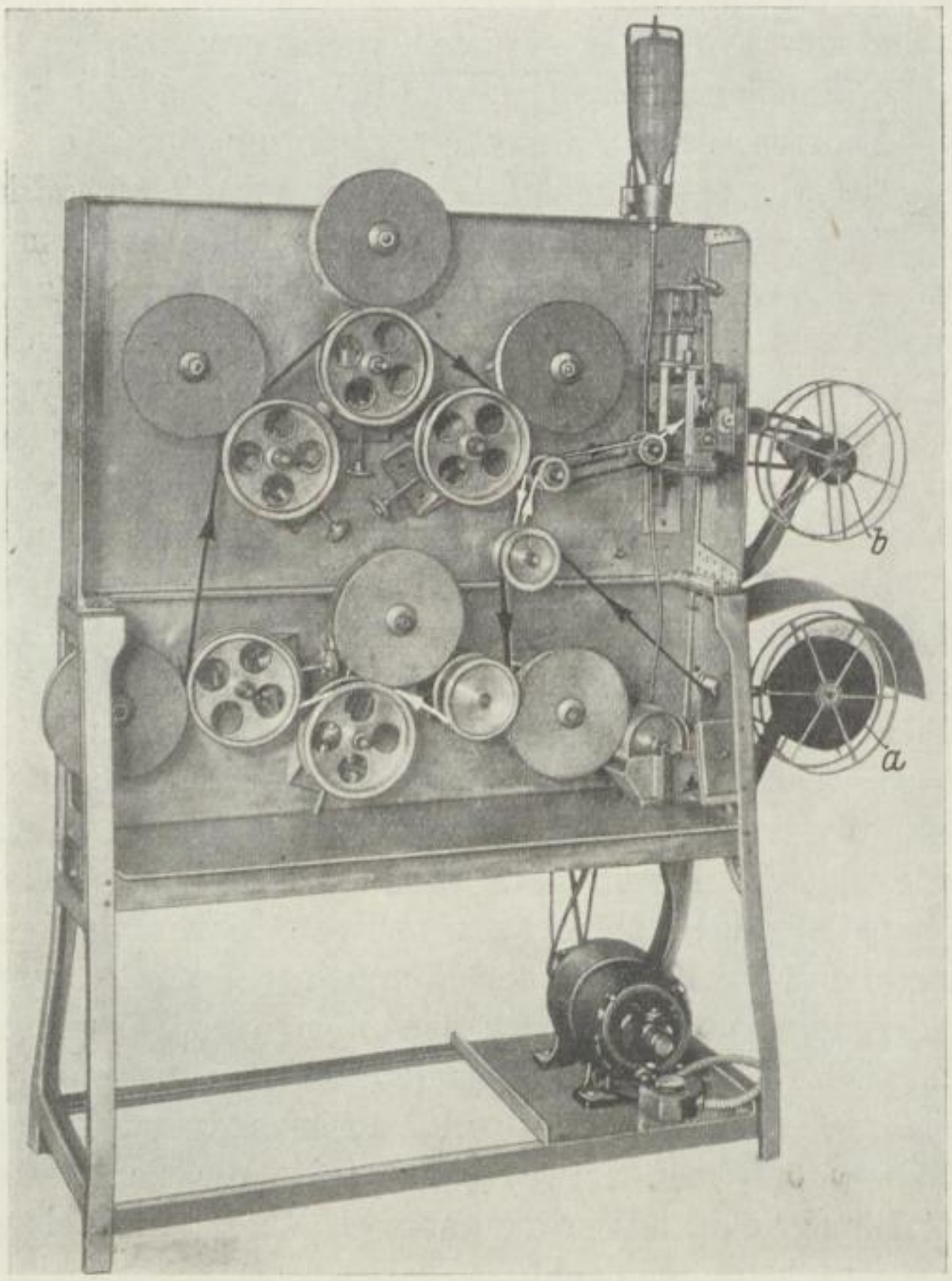


Abb. 189.
Film-Wachs- und Poliermaschine der Dworsky Film Machine Corp., New York.

Raumtemperatur eintaucht, während der Überschuß der Lösung durch einen Abstreicher fortgenommen wird. Darauf wird der Film in der üblichen Weise durch Vorbeiführen an schnell rotierenden mit Flanell umspannten Walzen poliert. Beide Einrichtungen sind in der in der Abb. 189 gezeigten Maschine der Dworsky Film Machine Corp., New York, vereint, mit der es gelingt, eine Filmrolle

von ca. 350 m in 15 bis 30 Minuten zu wachsen und zu polieren. Haben auch praktische Untersuchungen erwiesen, daß die Lebensdauer eines derartig behandelten Filmes nicht ganz so groß ist wie die eines Filmes, der nur an den Rändern gewachst wurde, so wird der Film in der Regel doch schon vor völliger Zerstörung seiner Perforationen verworfen, so daß er als genügend widerstandsfähig angesehen werden kann.

Eine Film-Waschmaschine, welche nur dazu bestimmt ist, die Filmränder zwischen den Perforationen zu wachsen, wurde von J. G. Jones[1]) beschrieben. Sie besteht aus zwei parallel laufenden dünnen kreisrunden Stahlscheiben, die in ein Bad von geschmolzenem Paraffin eintauchen, und dieses von ihrem oberen Rande aus an den Film abgeben.

Film-Poliermaschinen werden von verschiedenen Firmen in zahlreichen Ausführungen hergestellt.

Wickeln, Umrollen, Prüfung in der Durchsicht. Kleben und Messen der Kinofilme.

Wickeln und Umrollen: Wickelmaschinen und Umroller sind in mannigfachen Ausführungen im Gebrauch und oft mit Meßuhren, Reinigungsvorrichtungen und dgl. auf demselben Grundbrett vereint (s. Abb. 190 und 191). Sie bestehen in der Regel aus einem auf eine Achse aufsetzbaren Aufwickeldorn und einer mit ihr fest verbundenen Metallscheibe. Durch Handkurbel oder Motor wird die kleine in einem Bock ruhende und an einen Tisch anschraubbare Vorrichtung in Bewegung gesetzt, während ein Gegenbock zur Aufnahme der umzurollenden Filmrolle dient. Oft sind derartige Umrollscheiben auch horizontal auf einem Tisch angeordnet und dann ebenfalls mit andern Vorrichtungen zum Kleben, Messen usw. kombiniert. Bemerkenswert ist eine von der Dworsky Film Machine Corp., New York, ausgeführte Tisch-Wickelmaschine deshalb, weil beide Spulen mit Bremsen versehen sind (s. Abb. 192). Durch eine leichte Kniebewegung der die Maschine bedienenden Person kann sie sofort und ohne Weitergleiten des Filmes zum Stillstand gebracht werden, was besonders für Prüfungszwecke wertvoll ist.

Prüfung in der Durchsicht: Ist es während der Verarbeitung der Filme wünschenswert, die eine oder andere Bildreihe in der Durchsicht zu prüfen, z. B. beim Färben oder Tonen, so geschieht dies bei langsamem Lauf durch Führung über einen Be-

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1922, **15**, 251.

leuchtungskasten zwischen einer Ab- und Aufrollvorrichtung einfach mit Hilfe eines Vergrößerungsglases. Erhöht sich die Laufgeschwindigkeit des Filmes aber auf etwa 5 m in der Minute, so ist eine sorgfältige Prüfung auf diesem Wege nicht mehr möglich, und man geht zu einer Projektion über wie sie von W. V. D. Kelley[1]) bekanntgegeben wurde, indem man mit Hilfe eines besonderen Apparates nur jedes vierte oder achte Bild projiziert und es während der Zeit feststehend hält, während die folgenden Bilder weiterlaufen.

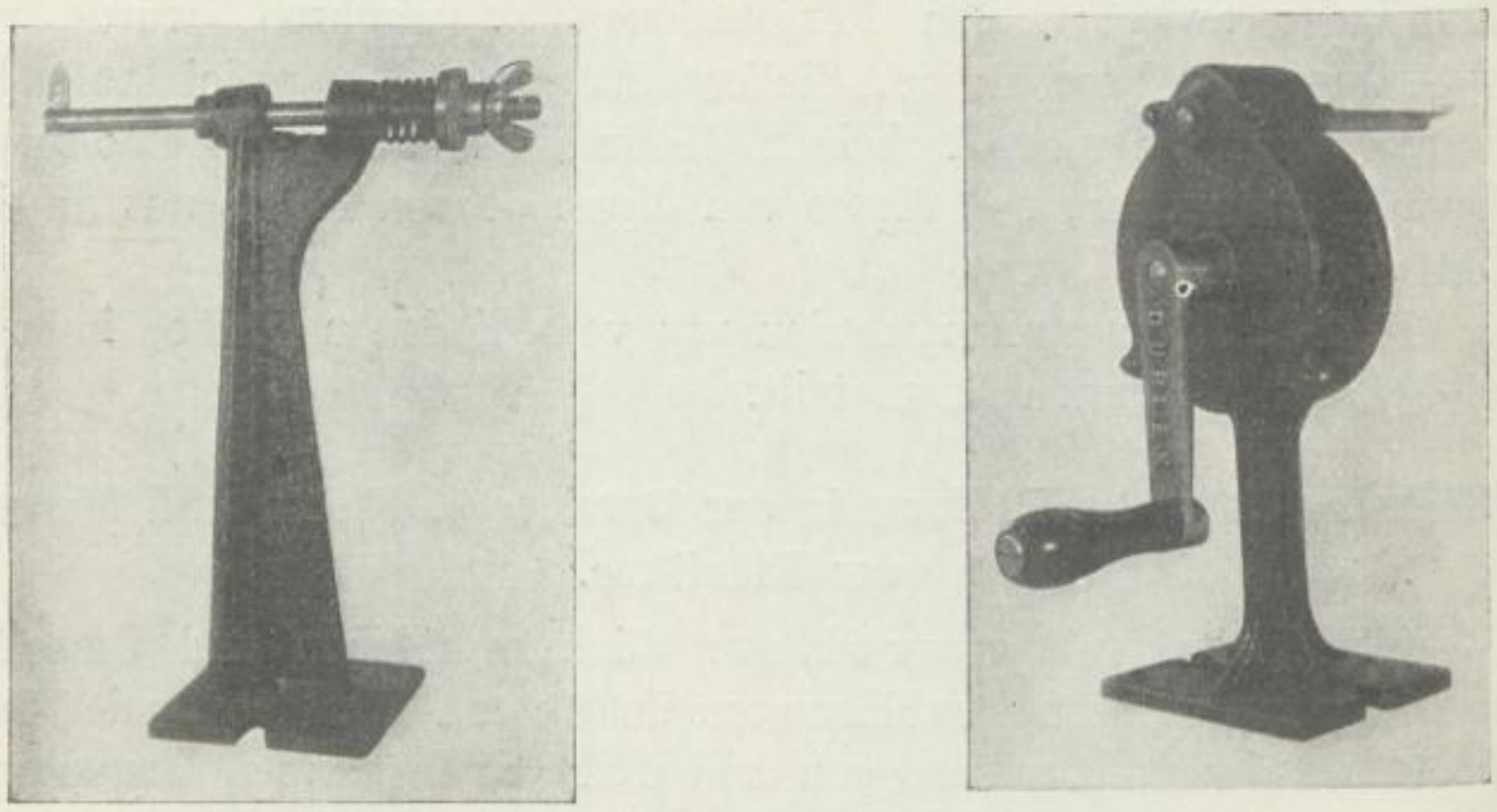


Abb. 190.
Rollenhalter u. Umroller der Duplex Motoin Picture Industries, Inc., Long Island, N. Y.

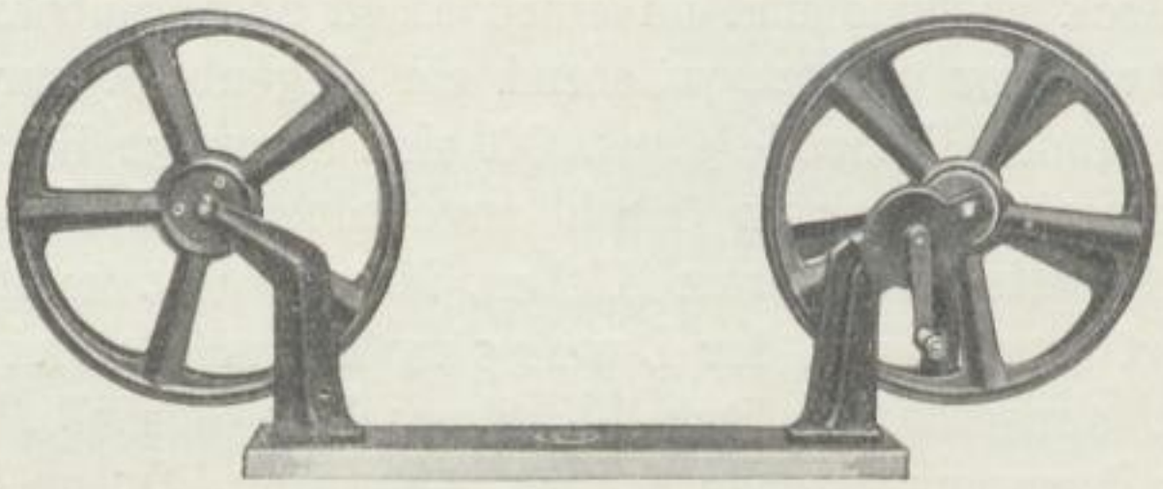


Abb. 191. Filmwickelvorrichtung der Zeiß Ikon A. G., Dresden.

Kleben (Allgemeines): Um eine einwandfreie Klebestelle zwischen zwei Filmen zu erhalten, schneidet man ihre Enden zunächst genau quer und glatt ab. Darauf entfernt man von einem der Enden die Bildschicht in einer Breite von nur etwa 3 mm mit einem scharfen Messer, nachdem man die Stelle zuvor durch Anfeuchten leicht ange-

1) Trans. Soc. Mot. Pict. Eng. 1927, **11**, 224—226.

quollen hat. Das ganz freigelegte Zelluloid bepinselt man mit wenig Film-Klebstoff, legt es sofort danach auf die Zelluloidseite des andern Filmendes und preßt beide Enden für zwei bis drei Minuten zusammen, worauf die Verbindung hergestellt ist.

Beim Vorbereiten der Filmenden ist darauf zu achten, daß die Klebestellen zwischen zwei Bilder zu liegen kommen. Man durchschneidet daher den einen Film an einem Trennungsstrich, den andern

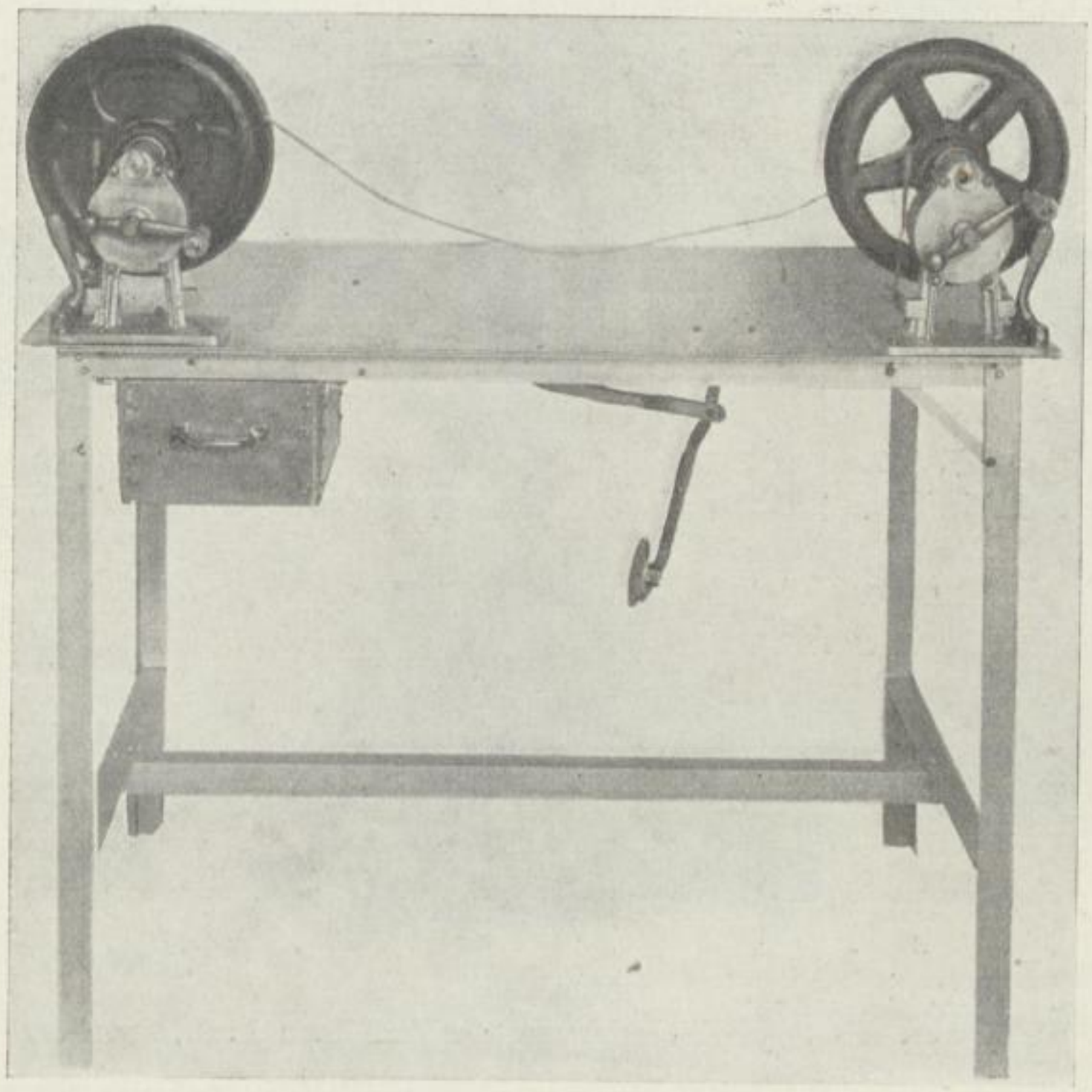


Abb. 192. Filmumroller der Dworsky Film Machine Corp., New York.

2—3 mm seitlich davon, außerdem hat man die Klebestelle auch im Falle, daß die Bildstellung zu den Perforationslöchern eine verschiedene ist, dem Schritt der Perforation anzupassen, da andernfalls ein Zerreißen im Projektor zu befürchten ist.

Für Tonbilder wurde empfohlen, den Ton zur Vermeidung störender Geräusche nach einer Klebestelle hin bis auf Null abschwellen und dann wieder auf Normal anschwellen zu lassen. In einfacher Weise geschieht dies durch Abdecken eines dreieckigen Stückes des Tonstreifens beiderseits der Klebestelle mit schwarzem schnell-trock-

nendem Lack. Diese Abdeckung soll nicht auf der Schichtseite, sondern auf der Zelluloidseite aufgetragen werden und die Form eines gleichschenkligen Dreiecks mit der Spitze nach an der Schnittkante des oben liegenden Filmbandes bei einer Basislänge von etwa 1 cm besitzen, da eine zu kleine Abdeckung den Zweck nicht erfüllt, eine zu große aber zuviel von der Tonwiedergabe unterdrückt[1]).

Film-Klebstoff: Der Filmklebstoff besteht im wesentlichen aus leicht flüchtigen Lösungsmitteln für Zelluloid und ist daher stets

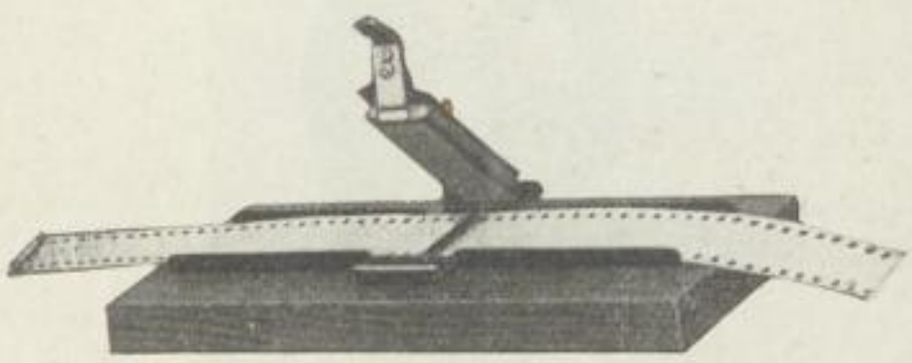


Abb. 193.
Klebepresse der Zeiß Ikon A. G., Dresden.

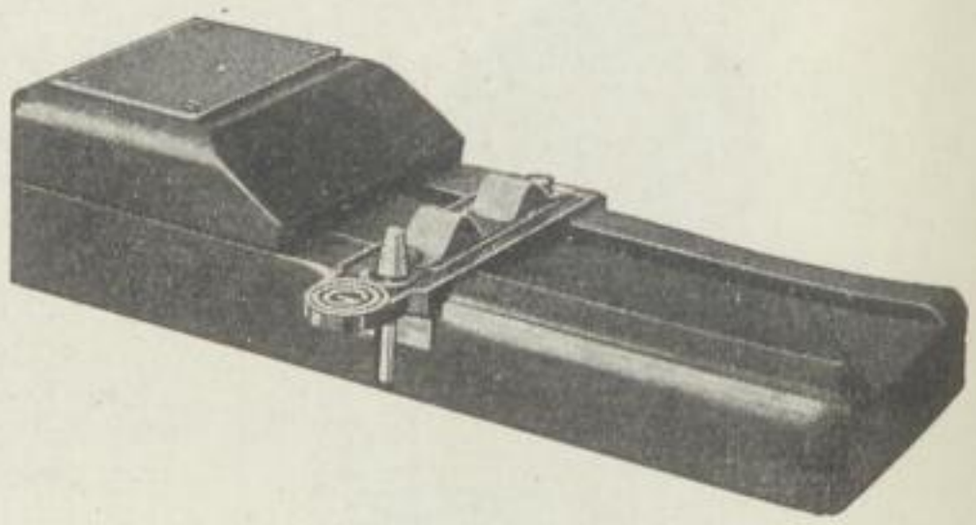


Abb. 194.
Klebepresse der Geyer Werke A. G., Berlin.

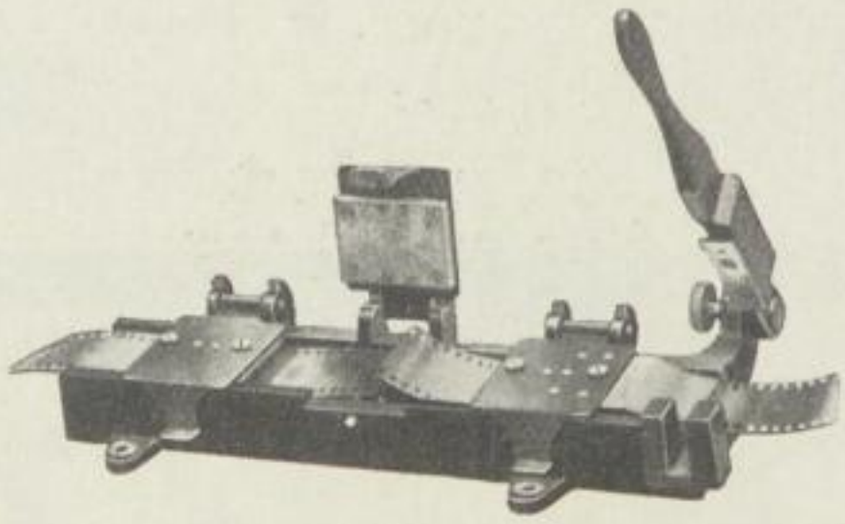


Abb. 195.
Klebepresse mit Schneidevorrichtung der Zeiß Ikon A. G., Dresden.

in gut verschlossenen Flaschen aufzubewahren. Eine bewährte Zusammensetzung ist beispielsweise: Azeton 86 g, Amylazetat 10 g, klare, völlig reine Zelluloidabfälle 4 g. Man übergießt letztere mit den Flüssigkeiten, mischt gut, läßt das Gemisch eine Reihe von Stunden unter gelegentlichem Schütteln bis zur vollständigen Lösung stehen, bei größeren Ansatzmengen auf einer Schüttelmaschine durcharbeiten, und filtriert den so erhaltenen Klebstoff durch feinmaschige Seide in eine trockene Flasche.

Von käuflichen zuverlässigen Klebmitteln sei das „Agfa"-Normal-Klebmittel Nr. 2319 empfohlen.

---

1) Kinotechnik 1929, **11**, 73 nach Movit. Bull.

Klebepressen- und Maschinen[1]): Zahlreiche Klebepressen meist sehr einfacher Art sind im Gebrauch. Die vorher zurechtgeschnittenen Filmenden werden in ihnen durch Führungen, Klauen und Justierstifte in einer bestimmten Lage festgehalten, das ebenfalls vorher durch Abkratzen der Emulsionsschicht freigelegte Zelluloid eines der Enden wird mit Filmklebstoff bestrichen, und eine

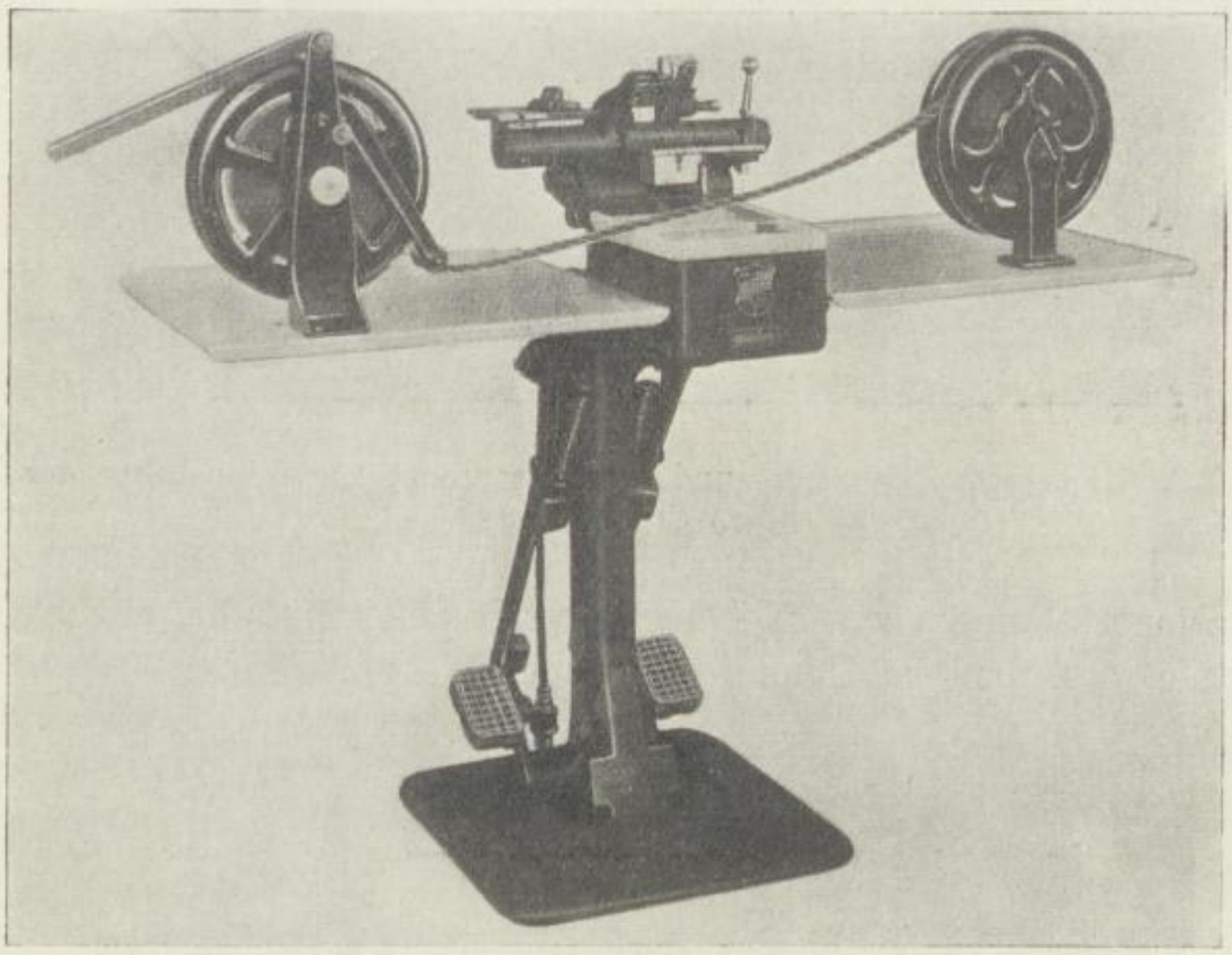


Abb. 196. Film-Klebemaschine der Bell & Howell Comp., Chicago.

1) Über die früher und jetzt angewendeten Hilfsmittel zum Kleben der Filme veröffentlichte K. Wolter einige interessante Daten. Nach ihm erfand zuerst vermutlich W. C. Hughes, London, im Jahre 1896 oder 1897 eine Klebepresse, die schon damals alls Merkmale der auch heute gebräuchlichen deutschen Film-Klebepressen aufwies. W. Schaeffer, Berlin, konstruierte schon vor dem Weltkriege eine Klebemaschine, bei der die zu vereinigenden Filmenden nicht übereinandergreifen, sondern nur aneinanderstoßen, wodurch die Verdickung der Klebestelle vermieden werden sollte, ein Gedanke, der später in Amerika wieder aufgegriffen wurde. In Deutschland kam die Konstruktion von Gustav Amigo nach einer Anregung von Siewerssen um 1920 zur Ausführung und als „Alligator" in den Handel, die ein sauberes Entfernen der Gelatine von der Klebestelle durch raschen Hebeldruck ohne Verletzung der Zelluloidunterlage ermöglichte. Nach England verkauft, kam diese Ausführung einige Jahre später in der Form des „Schneidklebers" der Ernemann A. G. nach Deutschland zurück. Endlich fand eine regelrechte Klebemaschine der Correx G. m. b. H., Berlin in Deutschland einige Beachtung, die um etwa 1923 auftauchte, aber auch sie vermochte sich nicht durchzusetzen. Filmtechnik 1928, 4, 450.

Druckplatte, die für kurze Zeit herabgeklappt und verriegelt wird, erleichtert die Verbindung (s. Abb. 193 und 194). Häufig ist eine genaue Schneidevorrichtung mit der Klebepresse vereint und auch

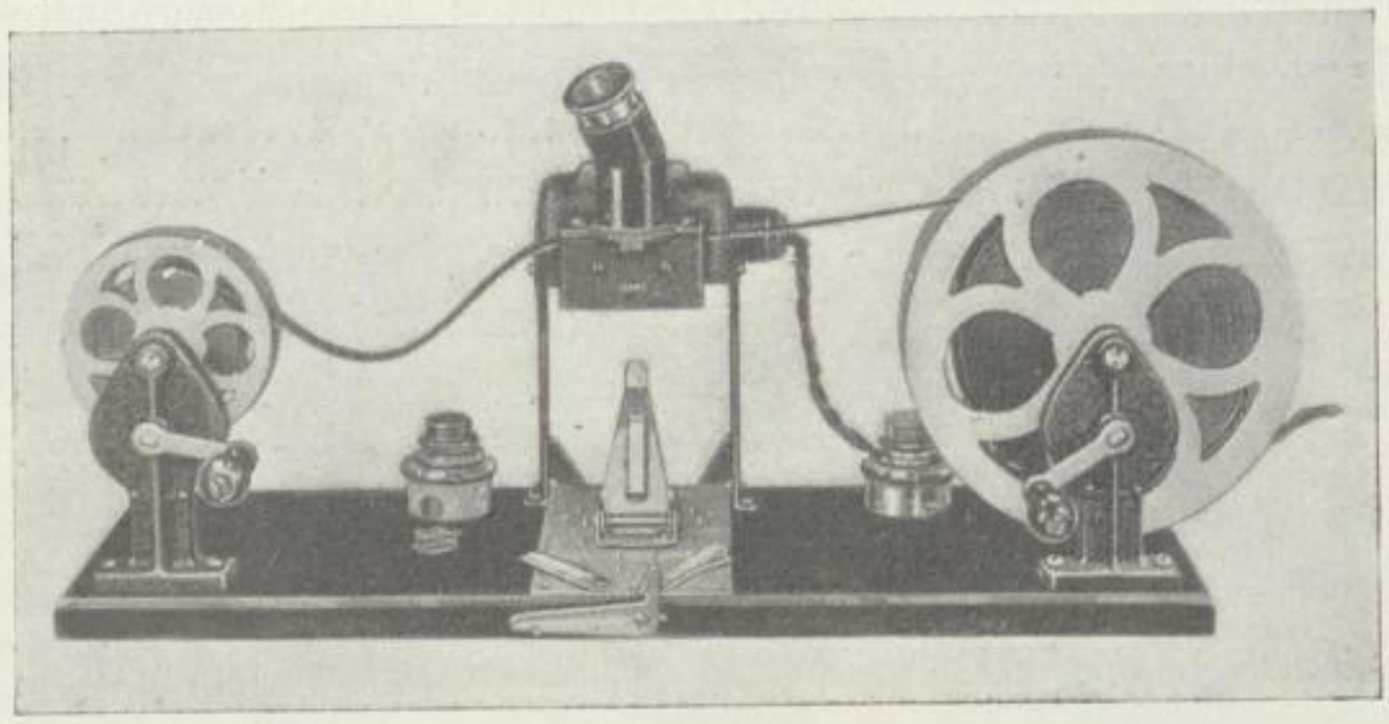


Abb. 197. Klebepresse, Schneide- und Prüfungsapparat für Schmalfilme der Bell & Howell Comp., Chicago.

Zusammenstellungen von Klebepressen mit einer Meßuhr, einem Umroller u. dgl. sind im Handel erhältlich (s. Abb. 195).

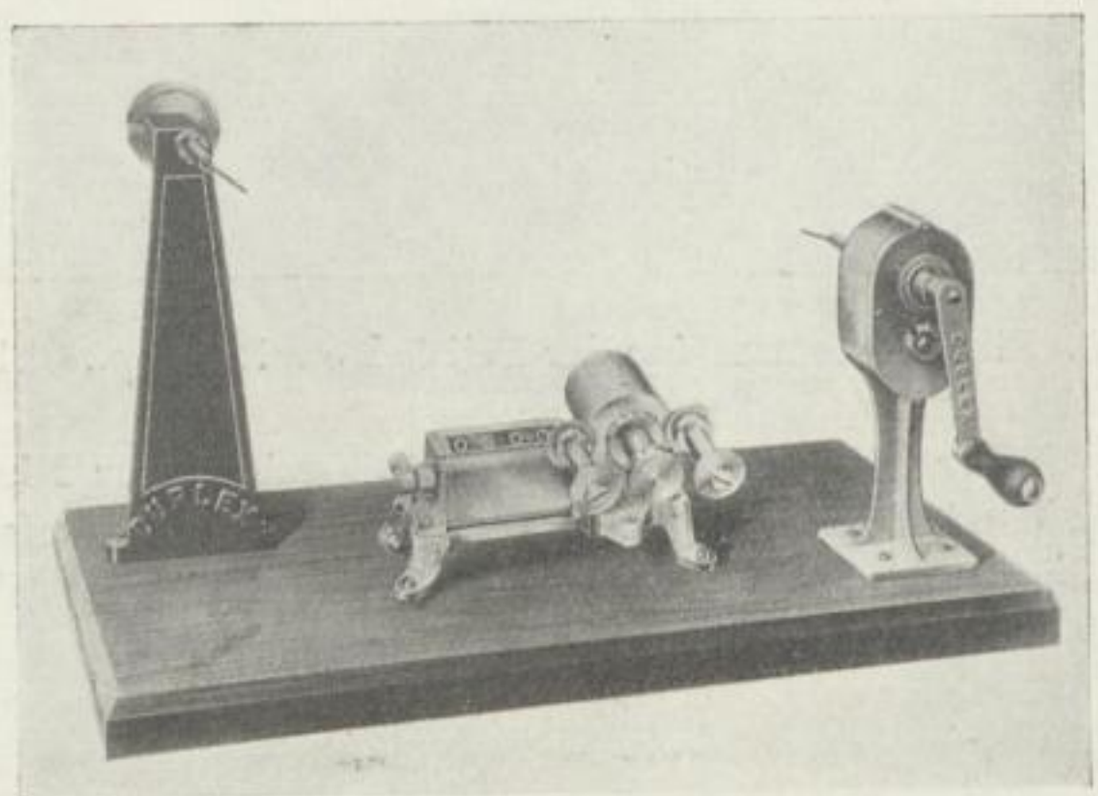


Abb. 198.
Meßvorrichtung der Duplex Motion Picture Industries, Inc., Long Island, N. Y.

Weit übertroffen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sauberkeit werden alle diese kleinen Vorrichtungen von der Film-Klebemaschine der Bell & Howell Co., Chicago (s. Abb. 196), die kurz beschrieben sei. Auf einem Tisch befindet sich eine Umroll-, dazwischen die Schneide- und Klebvorrichtung. Auf der Abwickelspule schleift ein Bremsgewicht. Durch Betätigung eines doppelten Fuß-

hebels erfolgt in Verbindung mit einigen Handgriffen die Ausführung der verschiedenen Arbeitsvorgänge. Werden beide Fußhebel zunächst herabgedrückt, so befinden sich die beiderseitigen Druck- und Schneideplatten in aufrechter Stellung. Das eine Filmende wird nun schichtaufwärts mit Hilfe dafür vorgesehener Justierstifte in die rechte Halteklammer eingesetzt und die zugehörige Druckplatte durch Nachlassen des rechten Fußhebels heruntergelassen, worauf beide Platten durch einen Riegel miteinander verbunden und bei wiederholtem Pedaldruck mitsamt dem Film hochgehoben werden. In gleicher Weise wird das andere Filmende auf der linken Seite der Maschine eingeklammert. Mit Hilfe eines Schabers wird nun die Bildschicht von dem über den Rand der linken oberen Druckplatte herausragenden Filmende abgekratzt, ohne daß — bei genauem Einstellen des Schabemessers — das Zelluloid hierbei verletzt wird. Nachdem nun der Filmklebstoff mit raschem Pinselstrich auf diese Stelle aufgetragen ist, senken sich durch Lösen des rechten Pedals

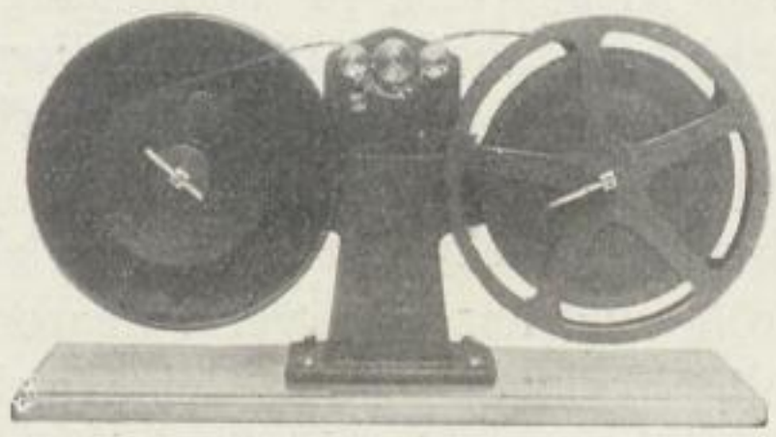


Abb. 199.
Film-Umroller mit Meßuhr der Geyer-Werke A. G., Berlin.

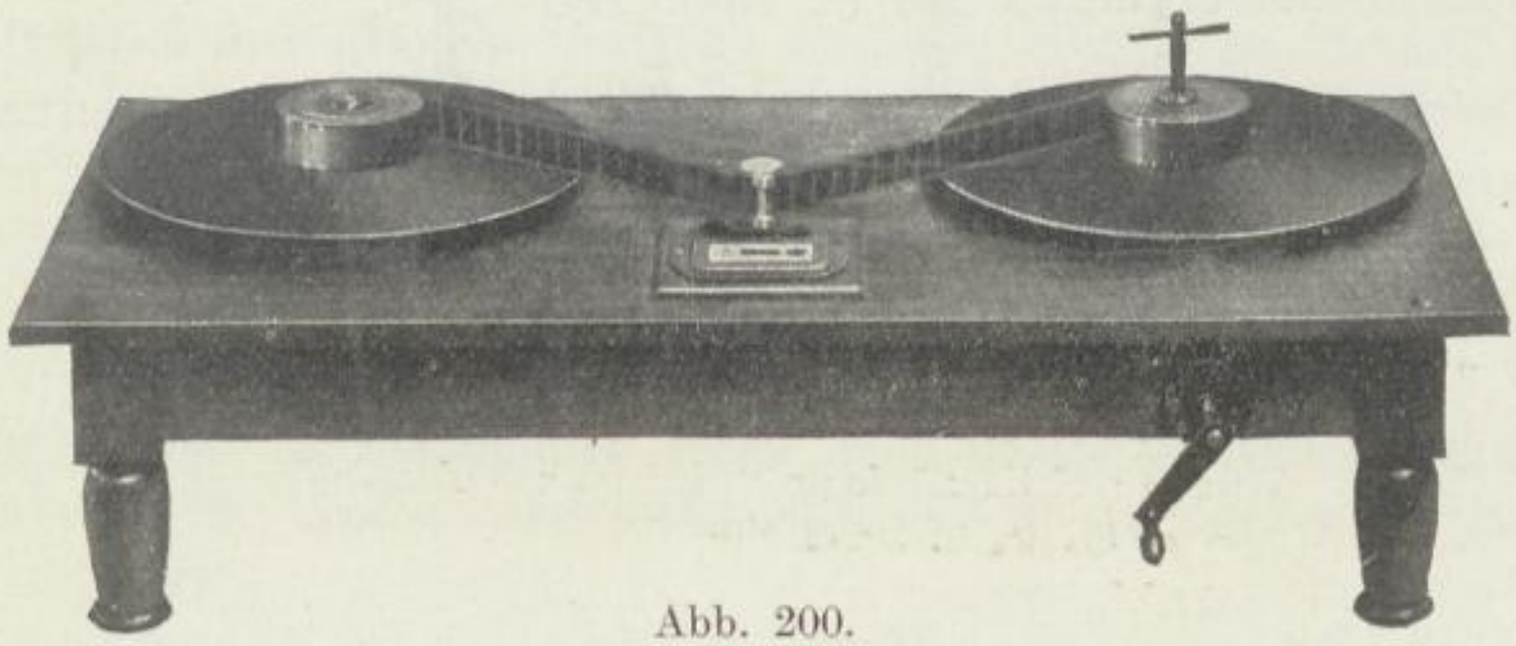


Abb. 200.
Meßtisch für Hand- und Motorantrieb der Geyer-Werke A. G., Berlin.

die rechten Platten mitsamt dem rechten Filmende, schneiden die beiden herausragenden Filmenden glatt ab und pressen den Randstreifen des rechten Filmendes auf das mit Filmkitt vorbereitete linke Filmende. Da ein wirklich schnelles und sicheres Kleben der Filme nur dann möglich ist, wenn sowohl die Filmenden wie auch der Filmzement während der Bearbeitung mäßig erwärmt werden, besitzt die Bell & Howell-Maschine noch einen Heizwiderstand,

durch den die den Film haltende Klemmplatte und auch die Schneide- und Kratzvorrichtung auf eine Temperatur von ca. 50° gebracht und erhalten werden.

Für den 16 mm Schmalfilm fertigt die amerikanische Firma eine Klebepresse in Verbindung mit einer Schneide- und Prüfvorrichtung: „The B. & H. Film Editer" (s. Abb. 197). Auf beiden Seiten eines Grundbrettes befinden sich Umroller, durch die der Film in jeder Richtung bewegt werden kann, während er durch eine aufklappbare hochpolierte Führung gleitet, in deren oberem Teil eine Vergrößerungslinse mit verstellbarer Fassung eingesetzt ist. Durch eine seitlich eingekapselte kleine elektrische Lampe mit Reflektor wird der Film durchleuchtet, gleichzeitig dient die Lampe aber auch zur Erleuchtung der darunter befindlichen Klebepresse. Ein Blick durch die Lupe zeigt das Bild ca. 9mal vergrößert in stets aufrechter Stellung, so daß es sehr leicht ist fehlerhafte Stellen im Film zu ermitteln und ihren Ausschnitt genau vorzunehmen. Hat man eine solche Stelle gefunden, wird die Filmführung geöffnet, der Film herausgenommen, das Schneiden und Kleben ausgeführt und der Film wieder in die Führung eingesetzt.

Das Messen der Kinofilme wurde bereits im II. Abschnitt Seite 342 eingehend behandelt, so daß die dort gemachten Ausführungen in diesem Zusammenhange nur durch die Abbildungen einiger Meßinstrumente ergänzt seien (s. Abb. 198—200).

DRITTES KAPITEL.

DIE VERARBEITUNG DER ENTWICKLUNGS-PAPIERE.

Unmittelbare Aufnahme auf Entwicklungspapieren.

Anwendungsgebiete: Seit einer Reihe von Jahren hat die Vervielfältigung von Schriftstücken aller Art auf photographischem Wege eine ganz außerordentliche Bedeutung erlangt. Beschränkte sich die Anwendung dieses Verfahrens noch vor etwa 20 Jahren im wesentlichen auf die Herstellung von Photogrammen in Bibliotheken[1]) um wertvolle Handschriften und Urkunden, auf denen unsere politische, Wirtschafts- und Rechtsgeschichte fußen, weiteren Interessentenkreisen zugänglich zu machen, oder um dem Wissenschaftlicher eine vergleichende Betrachtung von Kunst- und Baudenkmälern, Münzen, Siegeln, Miniaturen und Originaldokumenten anderer Art zu ermöglichen, so wird dasselbe heute auch im Geschäftsleben in weitestem Umfange ausgeübt. Behörden, Banken und industrielle Großbetriebe bedienen sich desselben um auf schnelle Weise Kopien von Schriftstücken, Geschäftsbüchern, Verträgen, Tabellen, Zeichnungen usw. zu erhalten, denen dadurch, daß die Photographie ein dem Original in allen Einzelheiten genau gleiches Abbild liefert, ein vielfach dokumentarischer Wert zukommt. Daneben werden auf die gleiche Weise auch photographische Originalaufnahmen für Werbe- und andere Zwecke in geringeren Auflagen vervielfältigt.

Apparate zur direkten Aufnahme: Während man in früheren Jahren zum Photographieren von Schriftstücken fast stets das gewöhnliche Negativverfahren unter Benutzung von Platten und Filmen anwandte und von den erhaltenen Negativen Abzüge herstellte, eine immerhin etwas umständliche, zeitraubende und auch kost-

---

1) Über die geschichtliche Entwicklung der Bibliotheksphotographie und die früheren technischen Hilfsmittel zu ihrer Ausübung siehe P. Marc in Wolf-Czapeks: Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik, Berlin 1911. IV. 57—76.

spielige Arbeit, photographiert man heute unmittelbar auf lichtempfindliches Papier, in Sonderfällen auch auf lichtempfindliches Zelluloid, und benutzt dazu Apparate wie sie in Deutschland von Hoh & Hahne, Leipzig, von der H. Traut G.m.b.H., München, als Simplex-Universalgerät oder von der Kontophot G. m. b. H., Berlin, als Kontophot-Goerz erzeugt werden, oder die in Amerika gebräuchlichen gleichartigen aber in ihrer Leistung noch weitergehenden Apparate der Photostat Corporation in Ro-

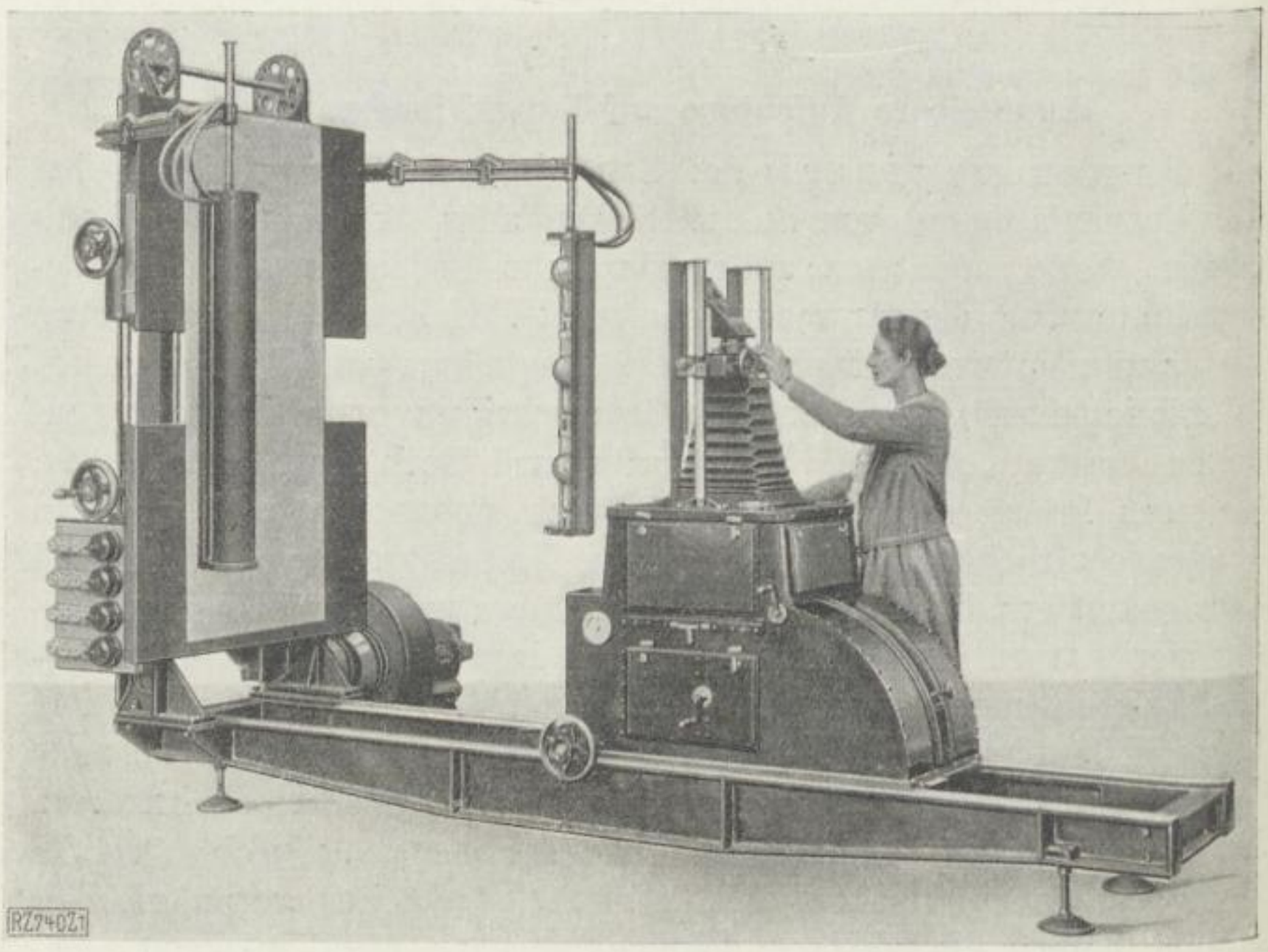


Abb. 201. „Kontophot" Vervielfältigungsapparat der Kontophot G. m. b. H., Berlin.

chester, N. Y. und der am gleichen Orte ansässigen Rectigraph-Company.

Alle diese Geräte bestehen im wesentlichen aus drei Teilen: der Kamera mit dem Objektiv und einem Umkehrprisma, aus einem genau senkrecht dazu angeordneten Tisch oder einem Reißbrett zum Auflegen oder Anheften der aufzunehmenden Gegenstände und aus einer elektrischen Lichtanlage zur zweckentsprechenden Beleuchtung oder Durchleuchtung der Gegenstände mit unmittelbarem oder mittelbarem Licht. Man stellt bei dem Simplexapparat mit Hilfe einer Mattscheibe ein, beim Kontophot (s. Abb. 201), dagegen nach

Skalen. Der Kontophot hat bemerkenswerterweise eine pneumatische Festhaltevorrichtung, die durch einen Sauglüfter mit 2 PS-Leistung betätigt wird und deren Wirkung so kräftig ist, daß selbst ein gerahmtes Bild oder ein Reißbrett auf der 1,20 × 1,45 m² großen senkrechten, siebartig durchlochten Saugfläche sicher festgehalten wird. Für die Beleuchtung bei der Aufnahme sind bei ihm 12 Halbwattlampen zu 500 W vorgesehen. Die Vorlagen werden je nach ihrer Beschaffenheit etwa 5 bis 50 Sek. belichtet, in einer angrenzenden

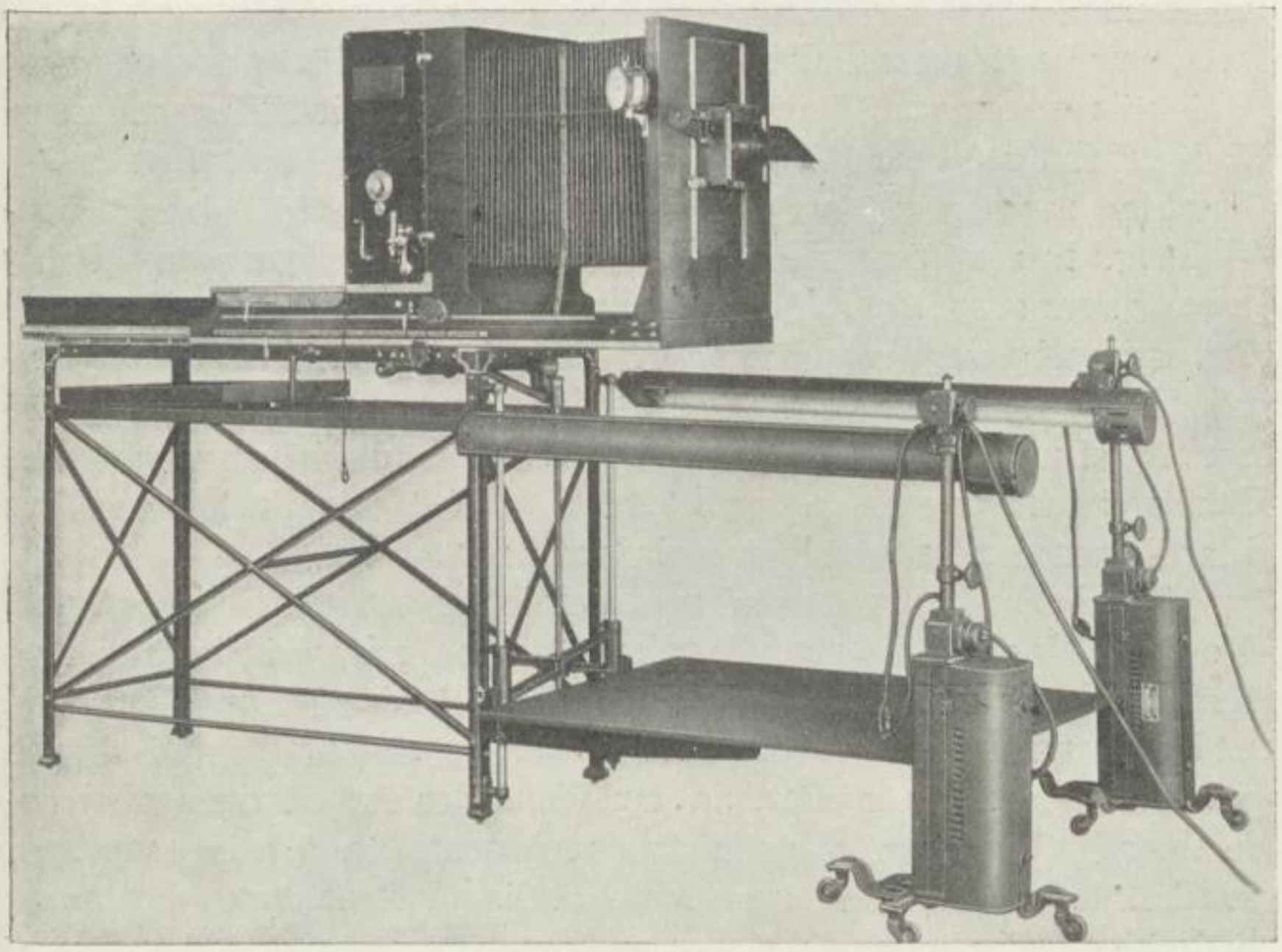


Abb. 202. „Photostat" Kopiermaschine der Photostat Corp., Rochester, N. Y.

Dunkelkammer werden die Drucke dann in etwa $1^1/_2$ Min. entwickelt und in weiteren 25 Min. ausfixiert und gewässert. Da das Anlegen neuer Originale oder der Nachschub unbelichteten Papiers durch praktische Einrichtungen nur wenige Sekunden erfordert, ist die Arbeitsgeschwindigkeit erheblich größer als beim gewöhnlichen photographischen Verfahren über ein Negativ, und man kann stündlich etwa je 1 Abzug von 100 verschiedenen Urbildern erhalten oder 100 Abzüge von einem Urbild.

Auch die amerikanischen Photostat- und Rectigraph-Apparate sind grundsätzlich in gleicher Weise gebaut, hinzu kommt aber bei ihnen ein unmittelbar an die Kassette angesetzter flacher lichtdicht

verkapselter Kasten, in dem sich die Entwicklung abspielt, so daß ein besonderer Dunkelraum also nicht benötigt wird. Sie werden von einem festen erschütterungsfreien Gestell getragen und in verschiedenen Größen ausgeführt, deren kleinste Kopien bis zum Format $11^1/_2 \times 14$ engl. Zoll ($29{,}2 \times 35{,}5$ cm) anzufertigen erlauben, während die größten Modelle solche bis zum Format 18×24 engl. Zoll ($51{,}7 \times 60{,}9$ cm) liefern (s. Abb. 202).

Die Kamera ist durch Zahntrieb auf einem Schlitten beweglich, während der an der Vorderseite des Gestells in Führungen angesetzte und mit einer Haltevorrichtung für lose Blätter ausgestattete Objekttisch korrespondierend auf- und abgleitet. Mit Hilfe von Skalen, deren Teilung den auf dem Objekttisch, bzw. dem Buchträger angebrachten bezifferten Formaten entsprechen, erfolgt die genaue Einstellung. In den Grenzen des betreffenden Modelles kann man beliebig vergrößern oder bis auf Briefmarkengröße verkleinern. Um auch Buchseiten bequem reproduzieren zu können, ist ein besonderer aufklappbarer Kasten vorgesehen; dieser besitzt eine Spiegelscheibe zur Abdeckung und hölzerne federnde Einlagen, die jedem eingelegten Buche derart angepaßt werden können, daß der Buchrücken das Flachliegen der Seiten nicht behindert.

Zur Beleuchtung dienen zwei seitlich des Tisches angeordnete Cooper-Hewitt Quecksilberdampflampen mit weiß emaillierten Reflektoren, die auf kräftigen rollbaren Fußgestellen montiert sind und sich weitgehend in der Höhe, schräg, und nötigenfalls, z. B. zur Aufnahme sehr großer, an der Wand des Arbeitsraumes zu befestigender Vorlagen, auch in eine senkrechte Lage bringen lassen, so daß in allen Fällen eine gleichmäßige Beleuchtung der abzubildenden Objekte erreicht werden kann.

Zur Aufnahme, die nach dem Gesagten direkt und seitenrichtig erfolgt, wird lichtempfindliches Rollenpapier, das gleich einem Rollfilm an seinem Anfang durch schwarzes Führungspapier und an seinen Stirnseiten durch Metallauflagen gegen Licht gesichert ist, in ein besonderes Magazin und dieses in die seitlich ausschwingbare Kassette des Apparates eingesetzt. In der Kassette wird das Papier zunächst über eine Walze geführt, dann nach Durchlaufen des Bildfeldes durch ein Gummiwalzenpaar gespannt. Teillängen des zu belichtenden Papierstreifens können durch einen direkt vor demselben in die Kassette eingesetzten verstellbaren Schlitzverschluß bis zum Vollformat im Voraus nach einem außen sichtbaren Zifferblatt festgelegt werden, ebenso kann die Kassette mit schmaleren Papierrollen als solchen der normalen Breite beschickt werden, sofern nur ein

der gewünschten Breite entsprechendes Magazin benutzt wird. Enthält die Vorlage blaue oder purpurfarbene (violette) Töne, wird durch einen Druckknopf das Gelbfilter eingeschaltet. Schließlich dienen ein Zeitmesser zur Kontrolle der Belichtung und eine Zählvorrichtung zur Ablesung der Zahl der angefertigten Kopien. Dadurch daß alle Handgriffe auf der gleichen Seite der Apparate angeordnet sind und eine geräumige Platte zum Ablegen von Arbeitsutensilien irgendwelcher Art vorgesehen ist, ist ihre Bedienung einfach und bequem, ebenso bereitet die Reinigung auch aller beweglichen Teile keine Schwierigkeiten.

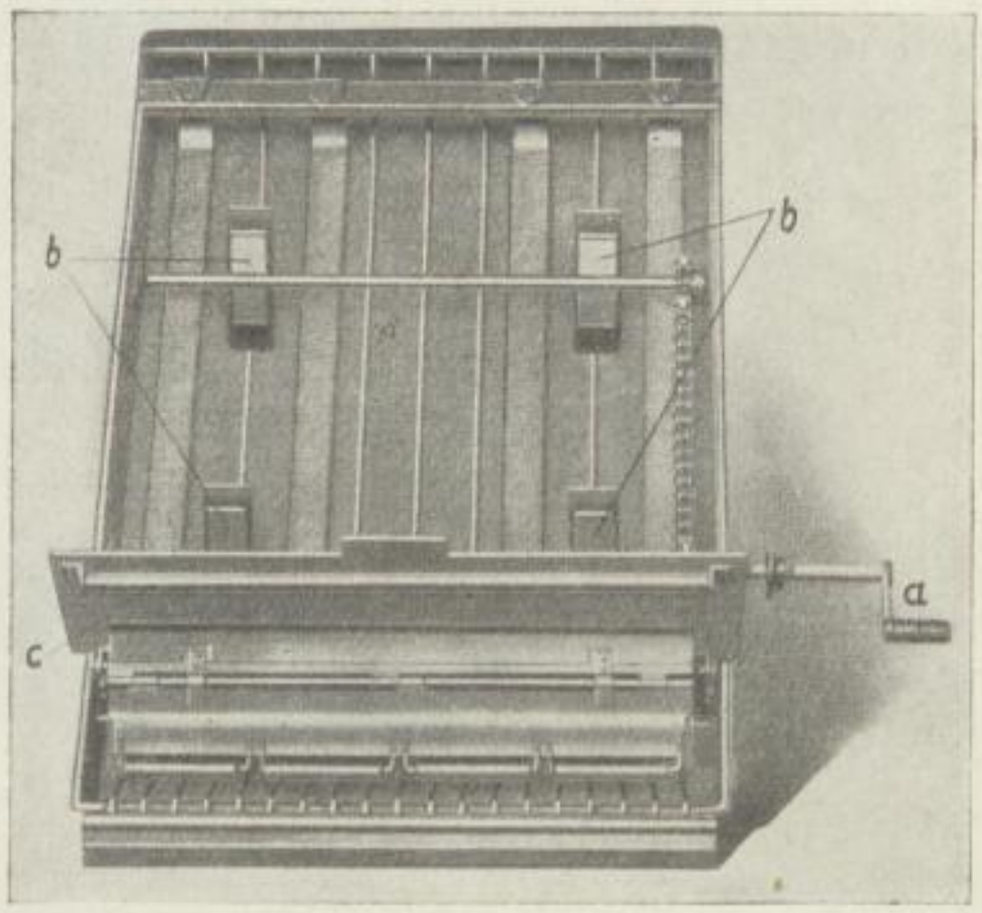


Abb. 203. Geöffnete Entwicklungsschale und Abpreßvorrichtung beim „Photostat".

Obwohl Einzelheiten der Ausführung bei beiden Apparaten verschieden sind, ist der Gang der auf die Belichtung folgenden nahezu selbsttätigen Entwicklung der gleiche. Der betreffende Papierschnitt wird durch Betätigung eines außen an der Kassette angebrachten Handgriffes in die Entwicklungsschale eingeführt und durch einen zweiten mit einem Messer verbundenen Handgriff von der Rolle abgeschnitten. Unmittelbar darauf dreht man eine kleine Handkurbel (a); wodurch das belichtete Blatt — beim Photostat, s. Abb. 203 — mit Hilfe von Führungen unter die Flüssigkeitsoberfläche gebracht und unter derselben gehalten wird, während seine Fortbewegung durch in der Entwicklungsschale angebrachte Gummipaddeln (b) geschieht. Die Entwicklungszeit, die durch eine Vorprobe ermittelt wird, schwankt zwischen 20 und 45 Sekunden. Ist die Entwicklung beendet, lüftet man einen Klappdeckel (c) und befördert den Druck durch abermaliges Drehen der Handkurbel zur Beseitigung des anhaftenden Entwicklers zunächst durch eine Abpreßvorrichtung, dann in das offene in einer Hartgummischale befindliche saure Fixierbad. In diesem wird er einige Sekunden bewegt und etwa 5 Minuten belassen. Während das Vorziehen des Papieres hierbei von Hand unterstützt wird, brauchen die Drucke beim Rectigraph (s. Abb. 204)

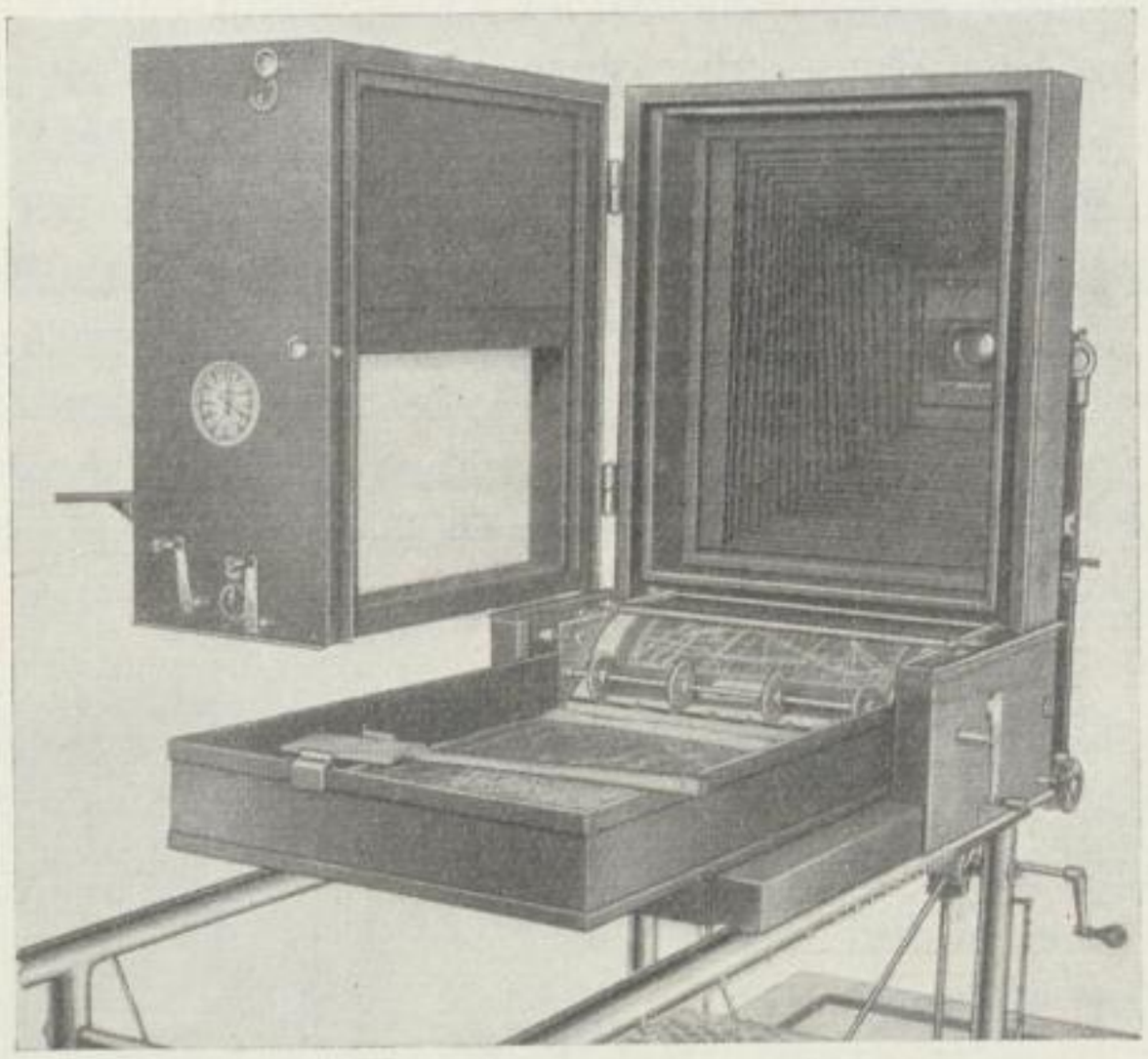


Abb. 204. Einblick in den „Rectigraph".

überhaupt nicht berührt zu werden und kommen im Fixierbad mit der Bildseite nach oben zu liegen, so daß sie sofort sichtbar und prüfbar sind.

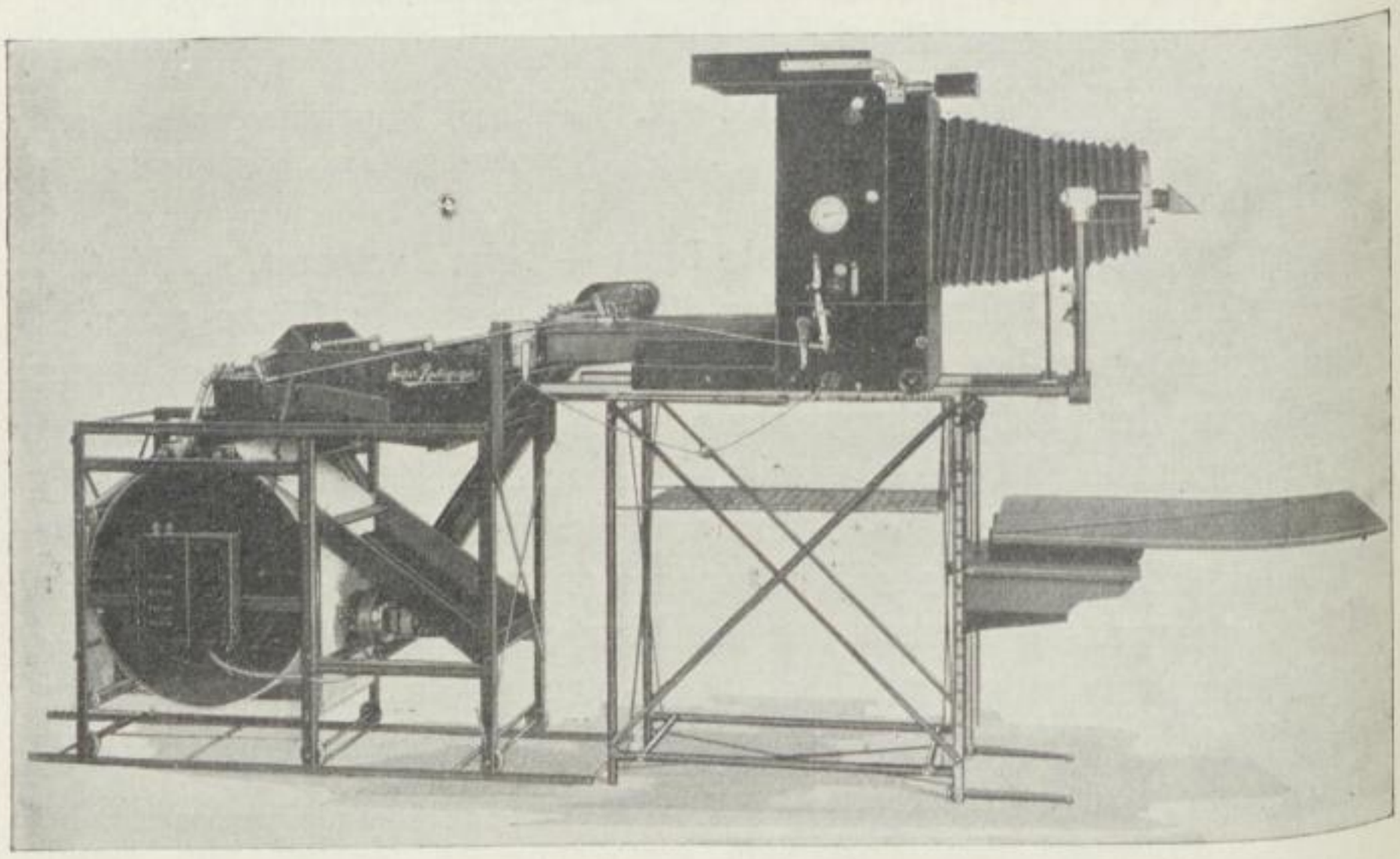


Abb. 205. Der „Super-Rectigraph" der Rectigraph Company, Rochester, N. Y.

Um dem in photographischen Arbeiten anderer Art vielfach unerfahrenen Bedienungspersonal die Ausübung des Verfahrens denkbar zu erleichtern und Fehlergebnisse nach Möglichkeit auszuschalten, sind die zum Entwickeln und Fixieren erforderlichen Chemikalien in genau dosierten Mengen gebrauchfertig gemischt erhältlich, so daß diese nur in der entsprechenden Wassermenge aufgelöst zu werden brauchen. Zum Wässern und Trocknen der Drucke dienen Geräte bekannter neuzeitlicher Ausführung (s. S. 529 ff.), doch ist der „Super-Rectigraph" (s. Abb. 205) dadurch noch weiter vervollkommnet, daß er gleich mit einer Anlage zum Wässern und Trocknen der Drucke eng verbunden ist, die vollkommen selbsttätig, sauber, schnell und ökonomisch arbeitet, und auch an einen schon vorhandenen Aufnahmeapparat ohne weiteres angeschlossen werden kann. Den inter-

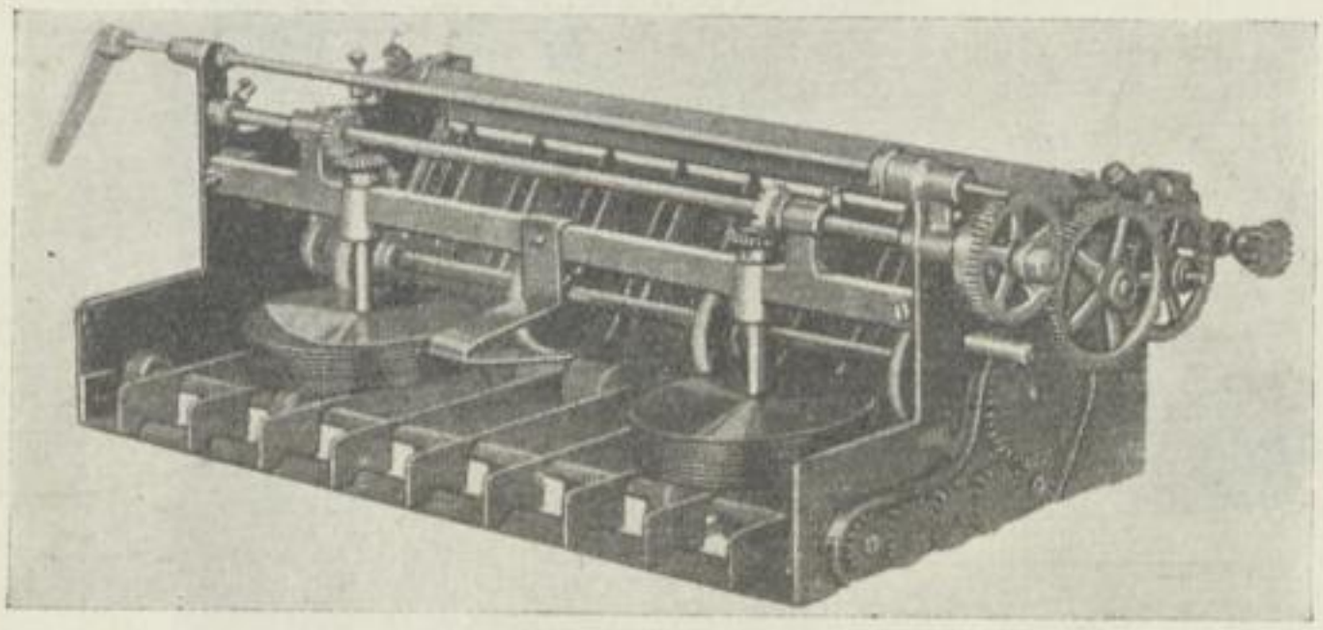


Abb. 206.
Fortbewegungsmechanismus für die Drucke beim „Super Rectigraph".

essanten Fortbewegungsmechanismus für die Drucke, der gleichartig sowohl in den Fixier- wie Wässerungstrog eingebaut ist, und der auch die Überführung der Bilder von einem Tank in den andern vollzieht, zeigt Abb. 206; man sieht die kleinen zum Einstellen der Ausquetschwalzen dienenden Daumenschrauben, die aus sich drehenden spiralförmigen Scheiben bestehende Führung zum Halten, Trennen und Untertauchen der Drucke und den Antrieb.

Bildumkehrung: Das Ergebnis einer jeden derartigen Reproduktion ist natürlich ein Negativ des Originals, d. h., war dieses z. B. ein gewöhnliches Schriftstück mit schwarzen Buchstaben auf weißem Papier, so wird die Kopie dementgegen weiße Lettern auf schwarzem Grunde zeigen. Wünscht man ein dem Original gleiches Positiv zu erhalten, muß daher die Kopie von neuem reproduziert werden, eine Arbeit, die keinerlei Schwierigkeiten verursacht und

unter Benutzung des noch nassen negativen Druckes sofort und in wenigen Minuten ausgeführt ist.

Als Photostat-Recorder-System hat die erstgenannte amerikanische Gesellschaft außerdem eine besonders bequem und schnell arbeitende Einrichtung für solche Fälle geschaffen, in denen

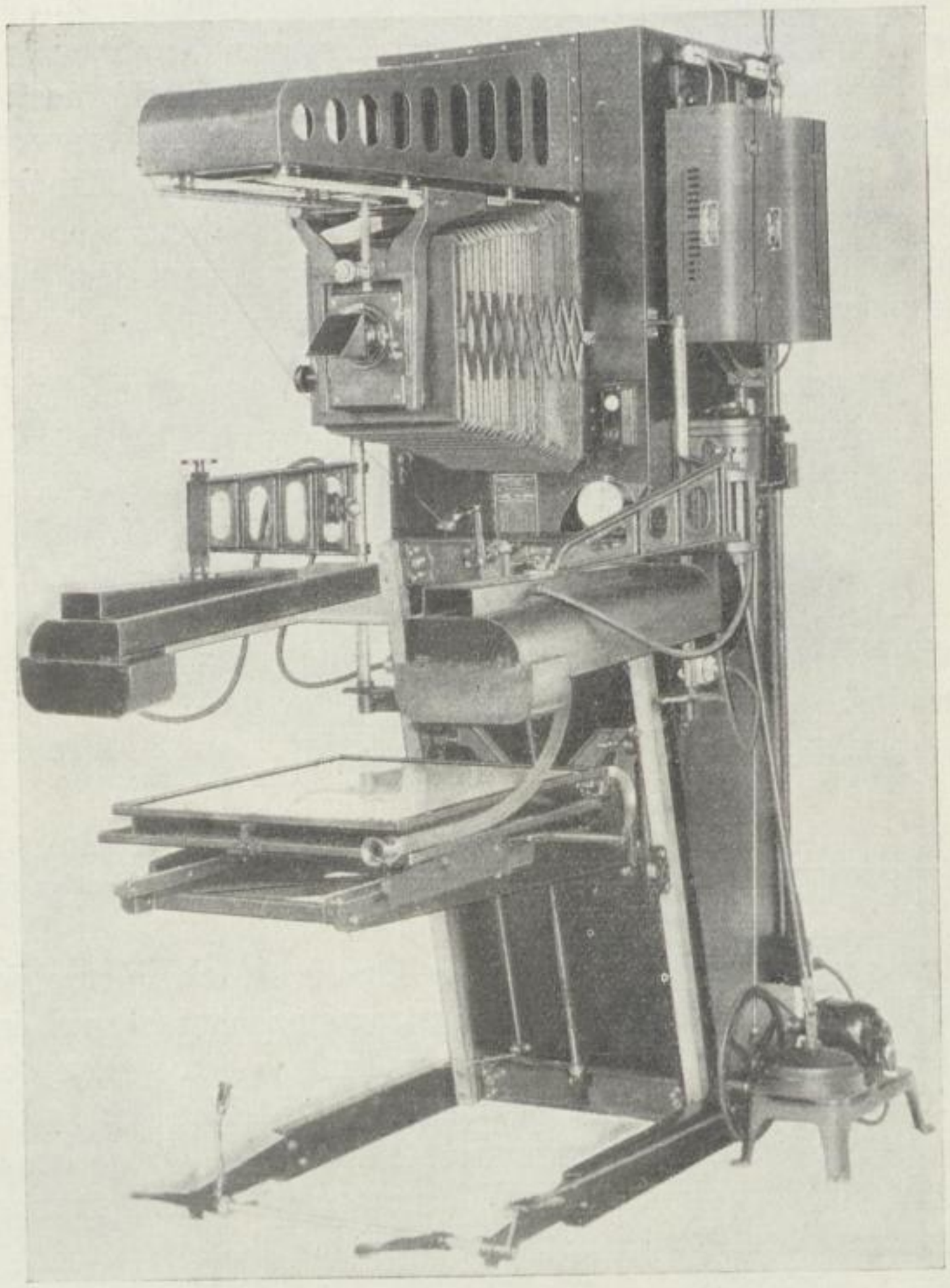


Abb. 207. „Photostat-Recorder".

die Herstellung originalgetreuer vollständiger Bücher, also beiderseitig photographisch bedruckter Papiere verlangt wird. Diese Einrichtung umfaßt nicht allein den „Recorder", eine bis in alle Einzelheiten aufs Zweckmäßigste ausgeführte Aufnahmemaschine, sondern einschließlich eines überall aufstellbaren Dunkelraumes sämtliche zur Fertigstellung

der Drucke, bzw. der Buchduplikate erforderlichen Hilfsmittel. Die Maschine zeigt die gleiche Anordnung der Kamera zum Objekttisch wie die beschriebenen einfacheren Apparate, aber einen mehr vertikalen Aufbau, der sich aus der in ihr Gehäuse eingebauten, auf einem Schienenkranz rotierenden Kassette ergibt, die ebenfalls mit Rollenpapier geladen wird (s. Abb. 207). Die Arbeitsperson nimmt auf einem Stuhl vor der Maschine Platz, von wo aus in ununterbrochener Arbeit der Buchträger, die Beleuchtung und sämtliche Schaltungen bedient werden können. Durch Betätigung des linken

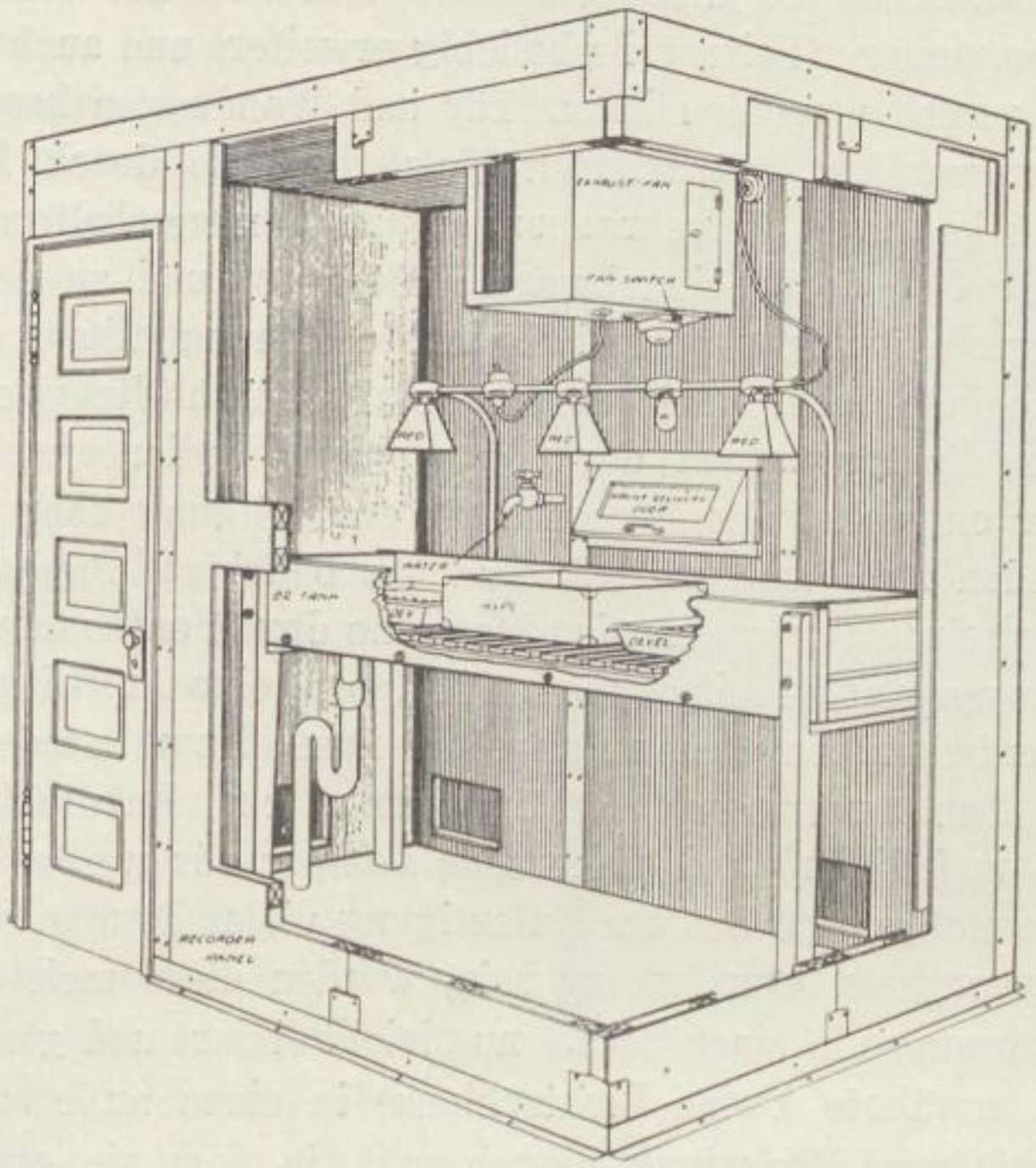


Abb. 208. Einblick in den zum „Photostat-Recorder" gehörenden Dunkelraum.

Fußhebels wird unter Zuhilfenahme eines Zeitmessers der Verschluß ausgelöst und darauf durch den zweiten rechten Fußhebel ein Motor in Bewegung gesetzt, der die Kassette um 180° dreht, so daß sich nun die Rückseite des beiderseitig lichtempfindlichen Papiers in der Aufnahmelage befindet. Man wechselt nun auf dem Objekttisch die Vorlage oder wendet bei Büchern die Seiten, belichtet zum zweitenmal, und wenn jetzt wieder mit dem linken Fußhebel die Drehung der Kassette um sich selbst vollendet wird, rollt sich gleichzeitig der

folgende genau bemessene Papierstreifen von seiner Rolle ab, während das belichtete Stück selbsttätig abgeschnitten wird und in einen lichtdichten Kasten fällt, von dem aus es nach Bedarf zur Entwicklung in die Dunkelkammer gebracht wird.

Die zur Gesamteinrichtung dieses Systems gehörende Dunkelkammer (s. Abb. 208) verdient deshalb besondere Erwähnung, weil sie bei zweckmäßigster Einrichtung in Einzelteile zerlegbar, leicht transportabel und sehr verschiedenen räumlichen Verhältnissen anpaßbar ist. Schon die einfache übliche Größe erlaubt ein bequemes Arbeiten, während für umfangreichere Arbeiten der Raum durch Hinzunahme weiterer Seitenteile beliebig erweitert und auch mit einer Doppeltür versehen werden kann. Tür und Wandungen bestehen aus leichten, wasserdicht präparierten Holzteilen, die durch Metallverbindungsstücke und Verschraubungen zusammengehalten werden. Durch einen lichtsicher eingebauten Luftsauger und an der Gegenseite entsprechend angeordnete lichtsichere Öffnungen kann der Raum gewünschtenfalls mehr oder weniger stark durchlüftet werden, ein Sprachrohr dient zwischen der den Apparat bedienenden und der die Drucke entwickelnden Person zur Verständigung über den Gang der laufenden Arbeiten, und während das belichtete Papier von der an den Dunkelraum angrenzenden Maschine direkt entnommen werden kann, dient ein Kasten mit doppelten Klappen, eine Art Lichtschleuse, dazu die entwickelten Drucke aus dem Dunkelraum wieder herauszugeben. Zur Ausstattung gehört ferner ein Entwicklungstisch, Wasserzu- und Abfluß und elektrische Lampen für weißes und rotes Licht. Um nicht durch den bei Anfertigung vieler Drucke zeitraubenden Fixiervorgang behindert zu sein, werden diese meist innerhalb des Dunkelraumes in einer Schale nur leicht fixiert und gleich darauf durch die erwähnte kleine Lichtschleuse in einen außerhalb aufgestellten größeren Fixiertank eingebracht, in dem sie etwa 10 bis 20 Minuten belassen werden. Auf diese Weise wird eine größere Zahl von Drucken schnell und bequem bewältigt.

Während der Recorder selbst einen Flächenraum von zirka 1,50 × 2,50 m beansprucht, erfordert die Gesamteinrichtung mit Dunkelraum und allen Hilfsapparaten zum Wässern, Trocknen, Glätten, Schneiden, Perforieren, Numerieren und Binden der Einzelblätter einen solchen von etwa 25 qm.

Über das zur Aufnahme von Schriftstücken usw. dienende Dokumentenpapier s. S. 444.

Verarbeitung der Entwicklungspapiere nach Negativen (in kleinen und mittleren Betrieben).

Belichtungsgeräte für Handbetrieb[1]): Für den Druck kleiner Bildgrößen und von Postkarten nach Negativen sind zahlreiche Modelle von Handbelichtungsgeräten und Kopiertischen von vielfach vortrefflicher Ausführung im Gebrauch. In der Regel können mit ihnen Negative bis zum Format 18×24 cm kopiert werden, doch erlauben die größeren für vielbeschäftigte Photographen, Photohändler und Kopieranstalten bestimmten Modelle auch die Herstellung von Bildern bis zum Format 50×60 cm.

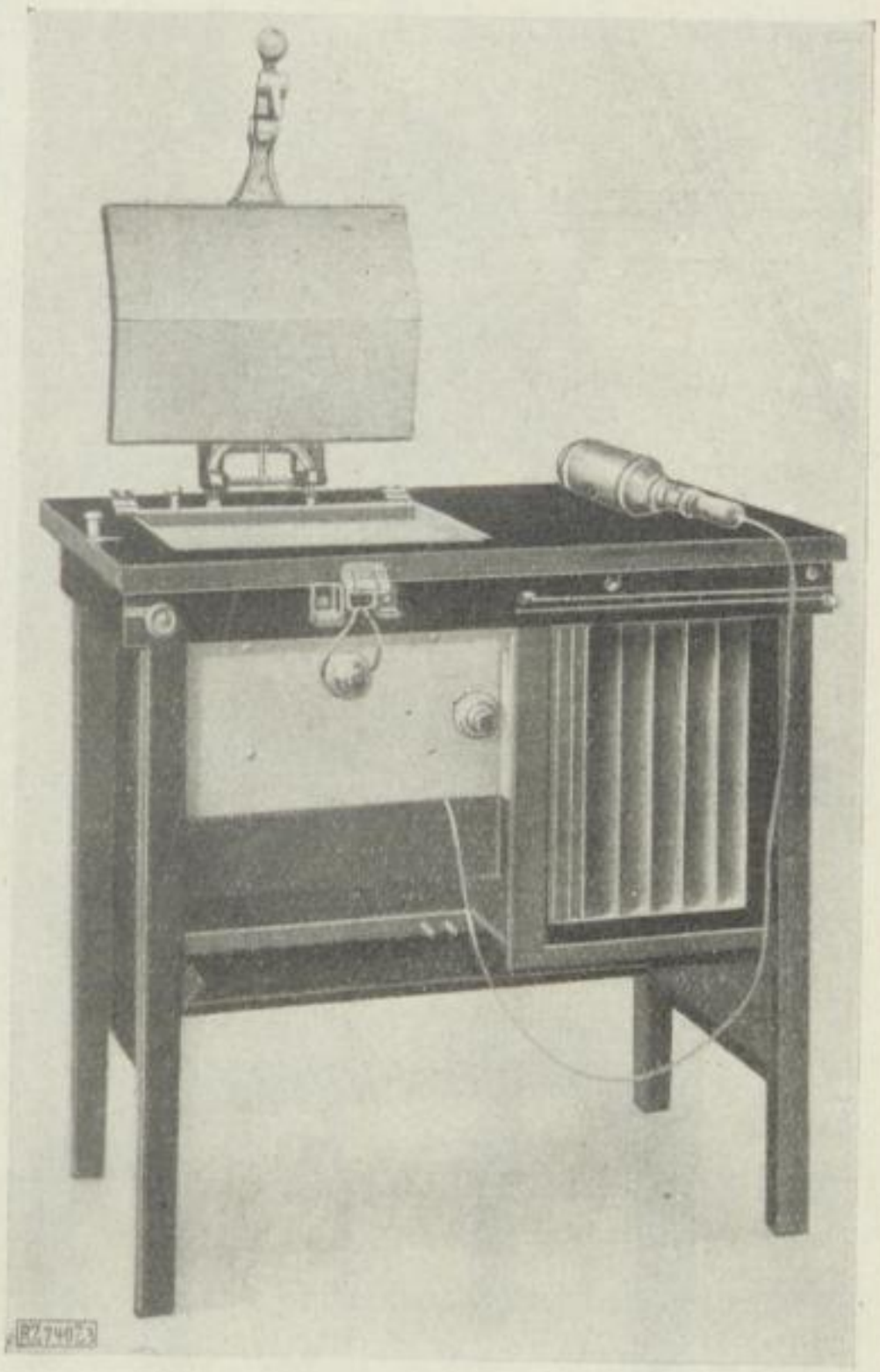


Abb. 209.
„Pako"-Kopiertisch.

In ihren wesentlichen Teilen ist die übliche Ausführung dieser Kopiergeräte aus Abb. 209 ersichtlich, die einen Kopiertisch der amerikanischen Pako Corp., Minneapolis, Minn., darstellt. Das zu kopierende Negativ liegt auf einer dicken Spiegelglasplatte, unter der die aus Glühlampen bestehende Beleuchtung mit Lüftung und Wärmeschutz in den Tisch eingebaut ist; diese wird durch einen Taster häufig auch durch eine auf die genaue Belichtungszeit einzustellende Uhr selbsttätig ein- und ausgeschaltet, was besonders beim Drucken

1) Beschreibungen älterer Kopiervorrichtungen des In- und Auslandes finden sich in den Ederschen Jahrbüchern für Photographie, ferner in A. Mebes, Der Bromsilber- und Gaslichtpapierdruck, Bunzlau 1913; s. a. Phot. Ind. 1913. **11.** 1485—1486 u. 1520—1522. — Vorbildlich für die modernen Kopiertische wurde der „Cykopiertisch" der Ansco Comp. in Binghamton, N. Y. — Zahlreiche neuere Geräte sind in Eders Jahrb. f. Phot. 1921/1927. **30.** 246—256 erwähnt.

einer größeren Bildzahl vom gleichen Negativ vorteilhaft ist. Durch mehrfache Reihenschaltung, einen Vorschaltwiderstand oder auch Filter kann die Stärke der Beleuchtung geregelt werden, während eine Mattscheibe eine gleichmäßig erleuchtete Kopierfläche schafft und zum Einlegen von Abdeckmasken dient. Kleinere Negative werden in einen Rahmen eingelegt, der störendes Seitenlicht abhält und den Vorteil bietet, daß man Abdeckmasken auf ihm leicht mit Klebstoff befestigen kann. Störende Helligkeitsunterschiede kann man bei dem in der Abbildung gezeigten Kopiertisch nach Hochklappen eines das Negativ mit dem anliegenden Papier haltenden Rahmens ausgleichen, der einen Teil der Tischplatte bildet, indem man sich dazu einer Handlampe bedient, deren Verkapselung verschieden große Öffnungen hat. Zum gleichen Zweck sind bei dem deutschen „Satrox"-Kopiergrät der Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin-Spindlersfeld die einzelnen Lampen in einem kardanartigen Gelenk befestigt, so daß sie sich in jede beliebige Lage zum Negativ bringen lassen. Um das Auflegen und Ausrichten des lichtempfindlichen Papieres vor seiner Belichtung und eine Überwachung des Negativs in der Durchsicht

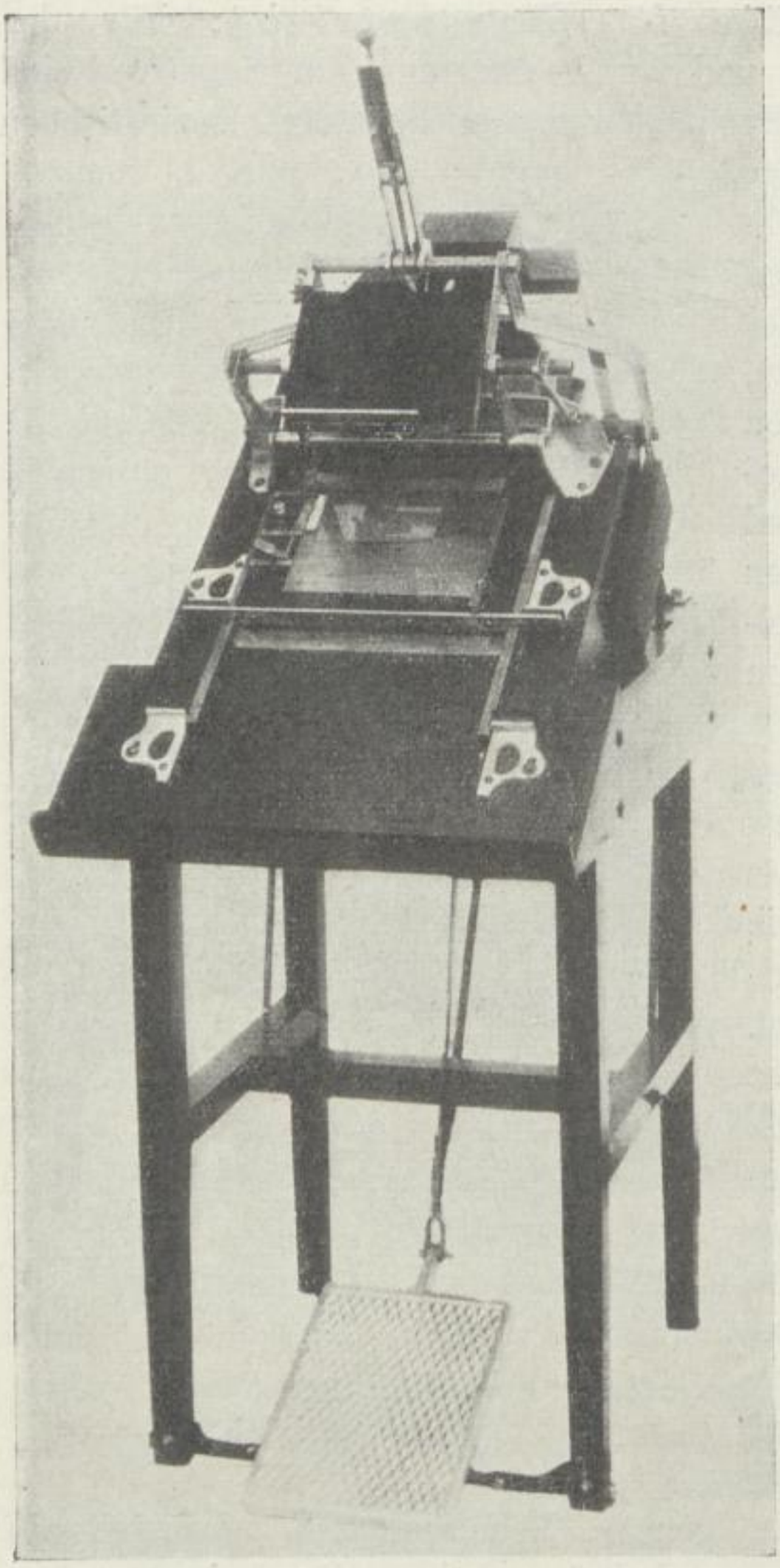


Abb. 210. Kopiermaschine der Vakagraph Sales Comp., Seattle, Washington.

zu ermöglichen, ist in allen diesen Geräten eine inaktinische rotgelbe Glühlampe vorgesehen. Nach oben hin wird der Kopierrahmen durch einen geteilten Deckel abgeschlossen, der zwangläufig mit zwei Hebeln verbunden ist. Werden diese niedergedrückt, so wird der Rahmen verriegelt, durch einfaches Heraufdrücken geöffnet und bei geringer Nachhilfe durch ein Gegengewicht emporgezogen.

Vielfach ist bei der Ausstattung der Kopiergeräte besondere Rücksicht auf ein erleichtertes Anlegen der Papiere genommen, wofür verstellbare Anlegevorrichtungen mit Maßeinteilung oder mit schnell an jedes beliebige Negativ anpaßbaren Abdeckmasken zur

Abb. 211.
Anordnung zum Kopieren von Filmen beim „Saska"-Kopiertisch.

Herstellung weißer Ränder vorgesehen sind. Auch ein fortlaufendes selbsttätiges Numerieren der angefertigten Bildabzüge ist bei einigen Apparaten ermöglicht und der Vakagraph-Apparat (s. Abb. 210) der Vakagraph Sales Comp., Seattle, Washington, ist sogar zum Eindrucken besonderer Bildumrandungen auf photographischem Wege eingerichtet.

Das Kopieren von Filmen in ganzen Streifen zeigt eine Anordnung, wie sie bei dem „Saska"-Kopiertisch der I. G. Farbenindustrie A.-G., Abtlg. Saska, München, aber auch bei einigen andern Geräten des Handels vorgesehen ist (s. Abb. 211).

Für die besonderen Zwecke der Photohändler werden auch Kopiertische mit zwei Arbeitsplätzen und einer von den Kopierstellen durch eine Wand getrennten dritten Arbeitsstelle zum gleichzeitigen Entwickeln gebaut, die sich dadurch, daß sie neben andern

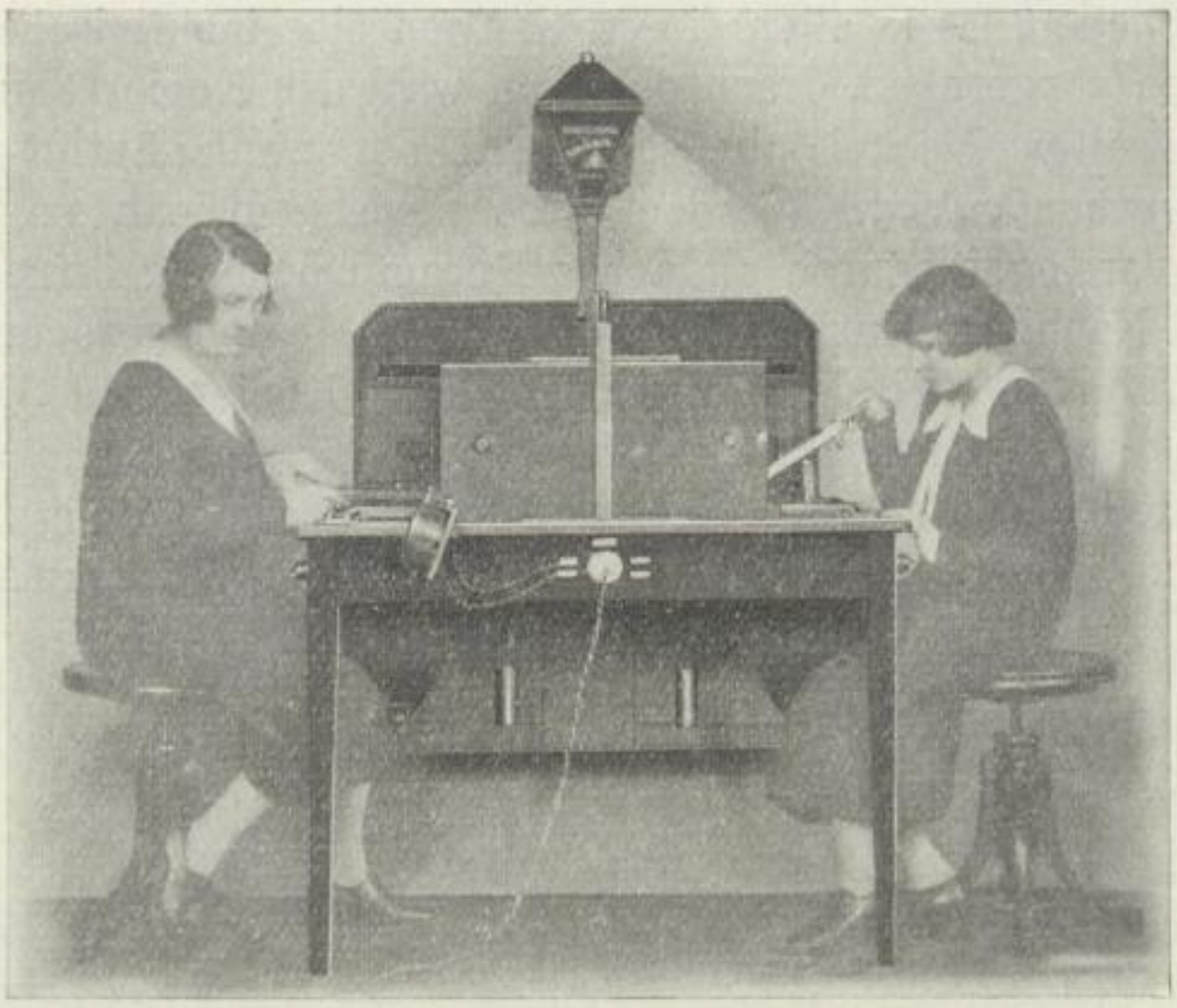


Abb. 212. Vorderansicht.
Doppel-Kopiertisch der I. G. Farbenindustrie A. G., Abtlg. Saska, München.

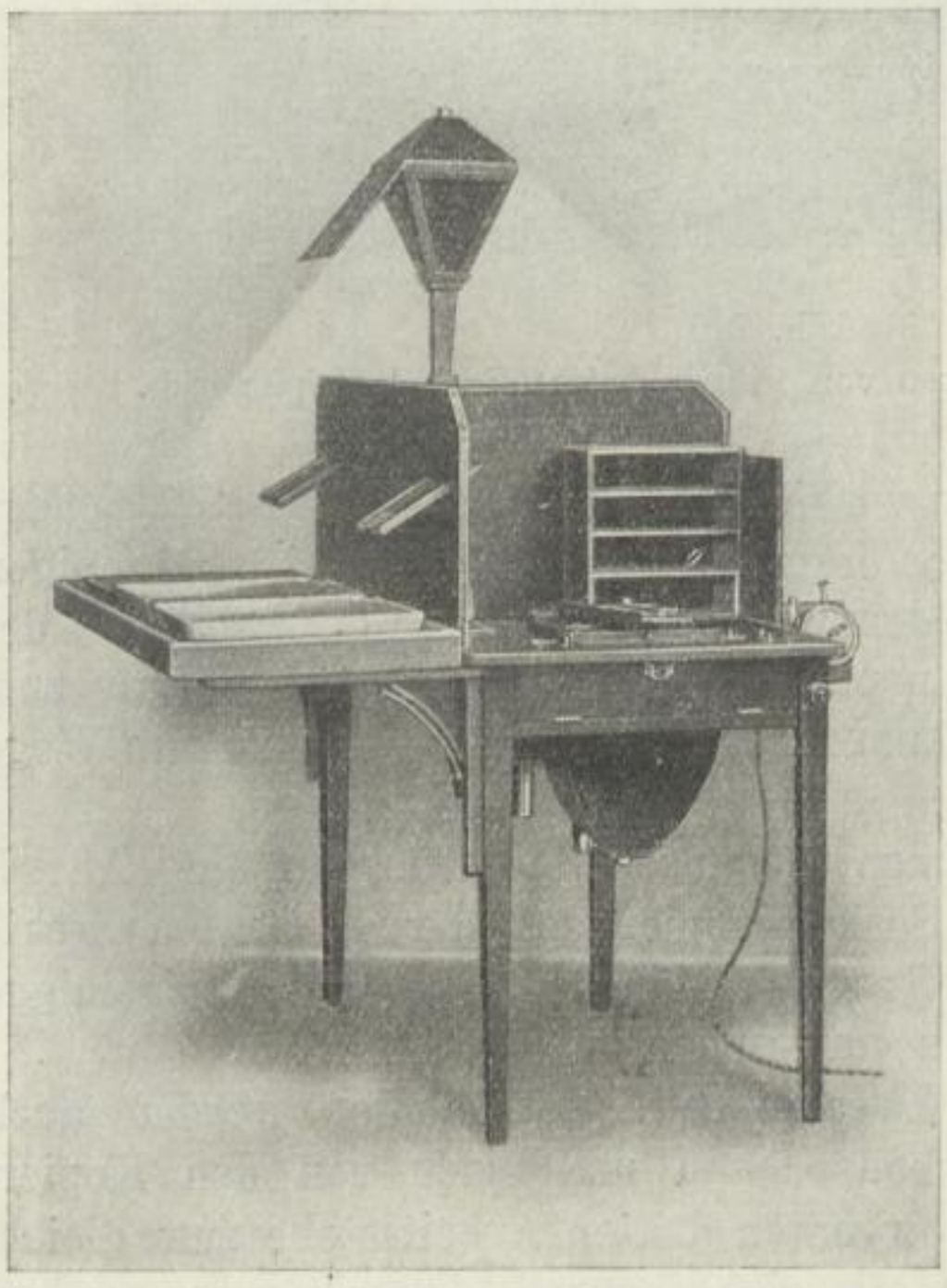


Abb. 213. Seitenansicht.

Einrichtungen die Beleuchtung und Lichtquelle für die Belichtung gemeinsam haben können, nicht nur bei der Anschaffung, sondern auch im Betrieb billiger stellen als Einzeltische. Hierher gehört der Twin Printer der Houghton-Butcher Ltd. London W. C. 1 und der in Abb. 212 und 213 dargestellte „Saska"-Doppelkopiertisch. Durch einen Schlitz in der Trennungswand werden die von den Kopierenden gefertigten Abzüge dem Entwickelnden zugereicht.

Eine senkrechte Anordnung der Kopiereinrichtung zeigt Abbildung 214. Wird sie geöffnet, so fallen die Abzüge in eine unten angebrachte Schublade, in der auch das lichtempfindliche Papier getrennt liegt, so daß beim Verlassen der Dunkelkammer alles mit einem Griff lichtdicht verschlossen ist.

Die Leistungsfähigkeit dieser Geräte ist natürlich in weiten Grenzen von der Dichte der Negative und der Intensität der ange-

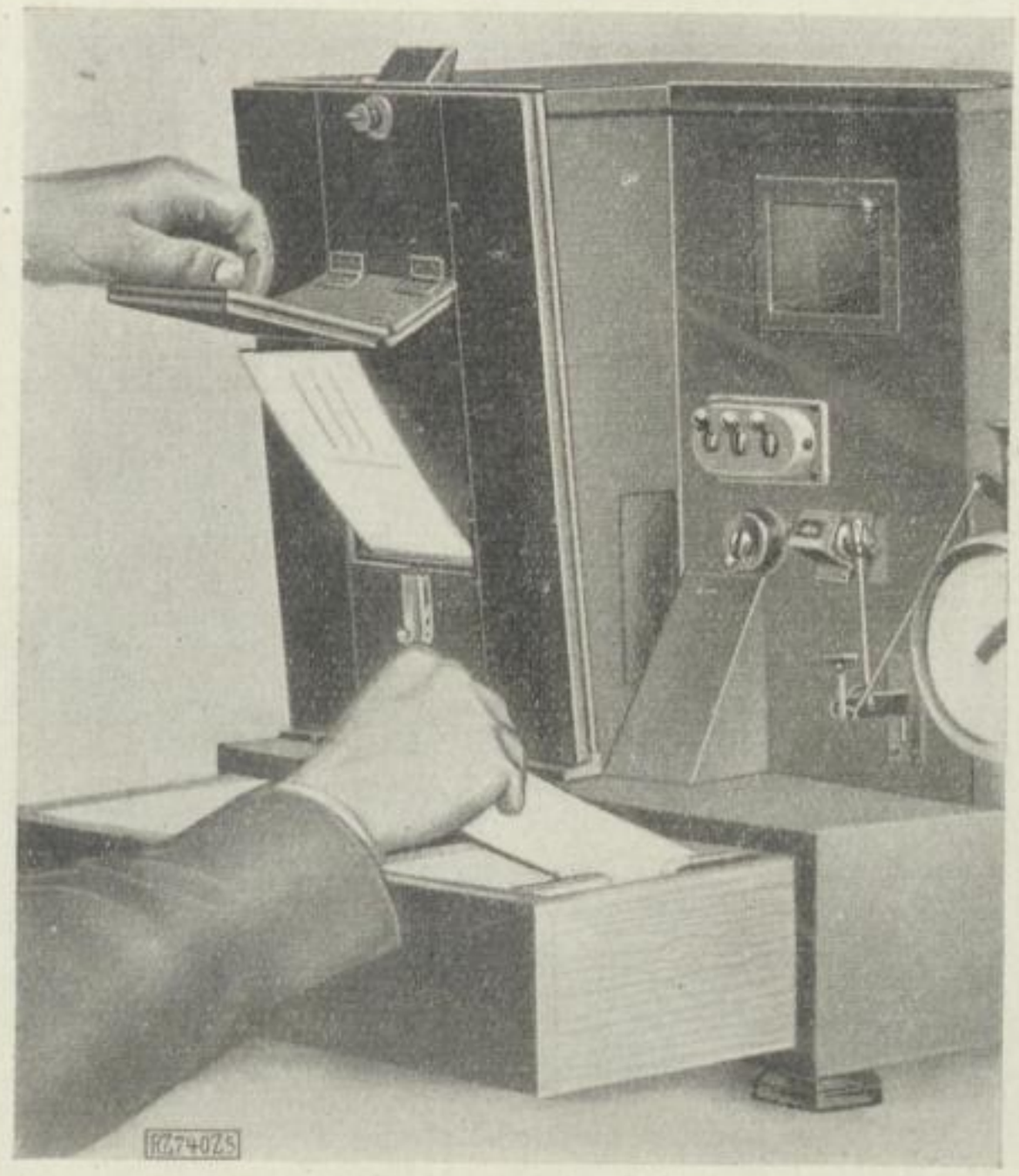


Abb. 214. „Saska"-Schnellkopierapparat.

wandten Lichtquelle abhängig. Im allgemeinen kann man sagen, daß eine geübte Person von einem normalen Negativ auf einem neuzeitlichen Kopierapparat etwa 800 bis 1000 Abzüge in der Stunde herstellen kann.

Belichtungsgeräte mit Motorantrieb wurden konstruiert, um noch weitergehenden Ansprüchen an schnelle und doch genaue Arbeitsweise zu genügen, so in den Ver. Staaten von der Sprague-Hathaway Mfg. Co., West Somerville, Mass. (siehe Abb. 215). Durch einen Druck auf eine von sieben verschiedenen Tasten wird die Belichtung geregelt, und zwar durch Änderung der

Lichtintensität, während die Dauer der Belichtung unverändert stets 1 Sekunde beträgt. Da die Tasten so angebracht sind, daß sie sofort nach Einlegen des Papiers während des Zurückziehens der Hand berührt werden können, wird jede überflüssige Bewegung vermieden. Zum Antrieb dient ein $^1/_{10}$ PS-Motor. Eine Zählvorrichtung numeriert jeden Druck selbsttätig und selbstverständlich besitzt die Maschine alle andern schon erwähnten Einrichtungen guter Kopierapparate. Ihre Leistung wird auf etwa 1800 Drucke in der Stunde beziffert.

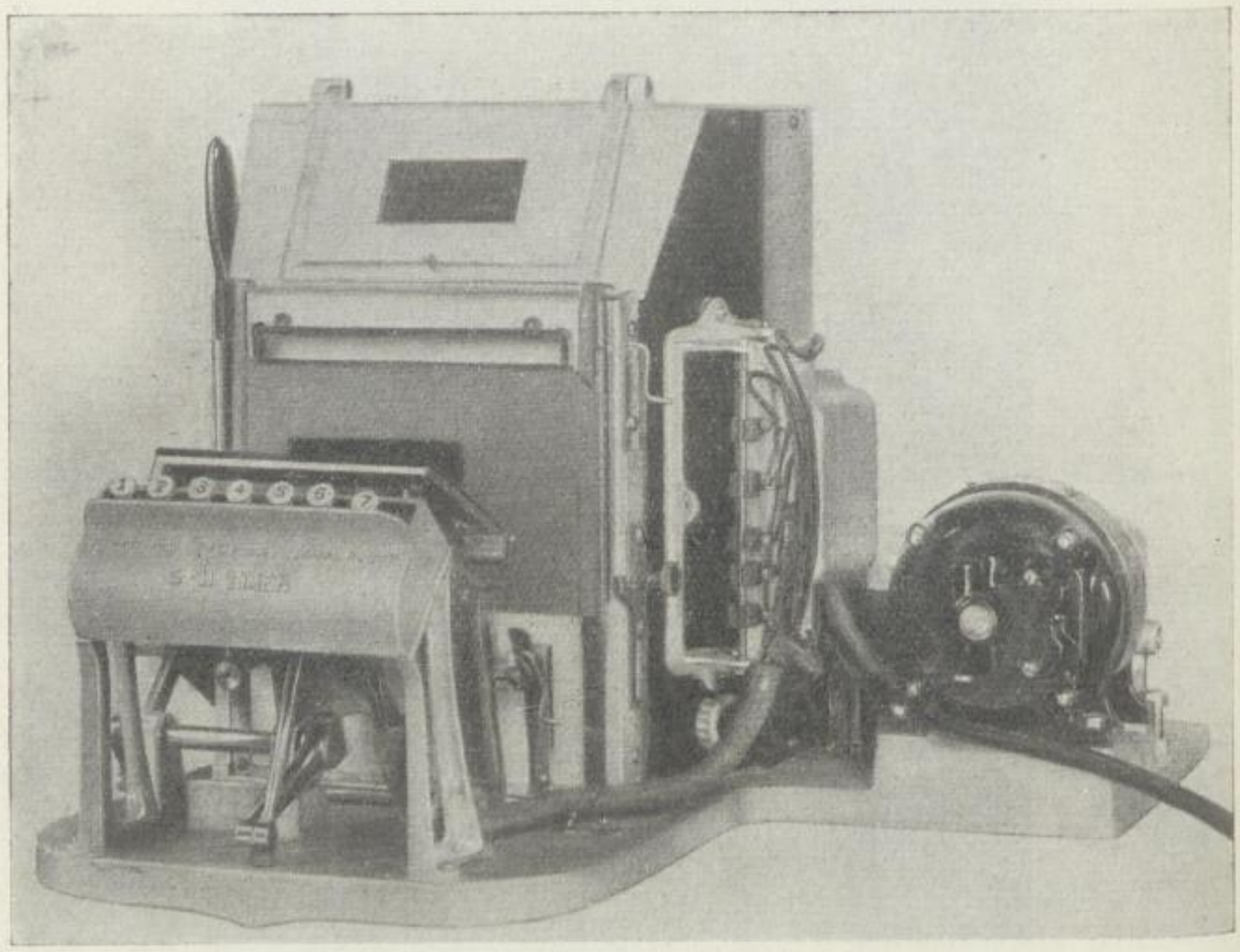


Abb. 215.
Schnell-Kopiermaschine der Sprague-Hathaway Comp., West Somerville, Maß.

Weiterverarbeitung in Schalen: Das Entwickeln, Spülen und Fixieren der so belichteten Papiere geschieht in einfacher Weise mit der Hand in Schalen. Ist die Einrichtung hierfür derart, daß überflüssige Handgriffe vermieden werden, so läßt sich bei einiger Übung in dieser Weise in kurzer Zeit leicht eine große Zahl von Bildern bewältigen.

Wässerungsapparate: Um die Bilder von Fixiernatron zu befreien und dadurch haltbar zu machen, muß man sie bekanntlich gründlich wässern, wofür viele mehr oder weniger zweckmäßige

Vorrichtungen erdacht worden sind, in denen das Auslaugen in schneller und einer den sich dabei abspielenden physikalischen Vorgängen entsprechenden Weise durchgeführt werden soll. So findet man selbsttätige Wässerungsgeräte mit siebartigen, zur Aufnahme der Bilder bestimmten Einsätzen, solche mit Zwischenwandungen und Durchflußöffnungen, die dem Wasser den Weg vorschreiben, Spülwannen mit an ihrem Rand angebrachten Brausen mit schräg abwärts gerichtetem Wasserstrahl, durch den die Bilder in ständiger Bewegung erhalten werden, Waschgeräte, in denen die mehr oder weniger aus-

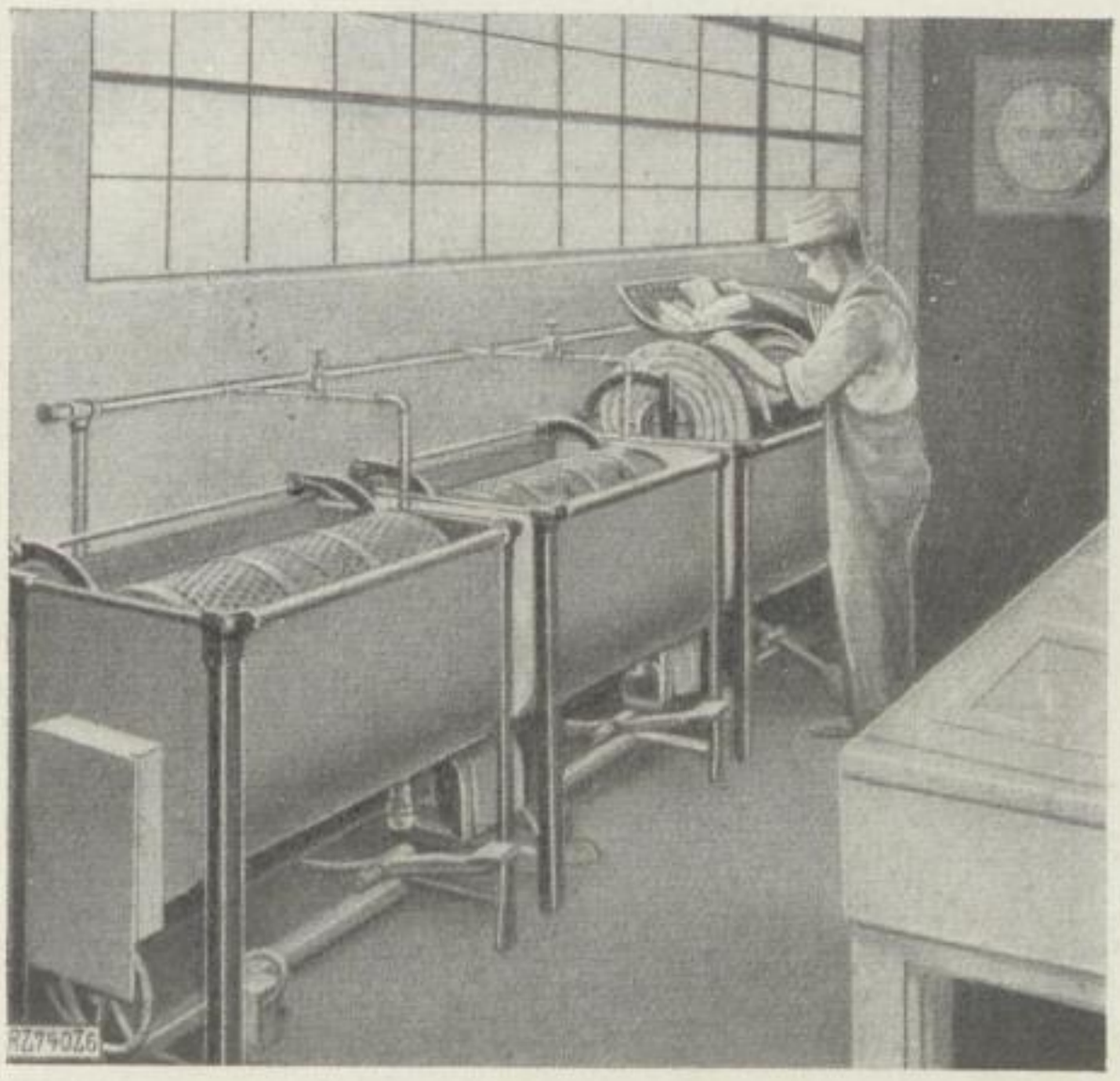


Abb. 216. Bild-Wässerungsanlage der Pako Corp., Minneapolis, Minn.

gewaschenen Drucke in immer reineres Wasser gelangen und viele ähnliche Vorrichtungen. Ein Verfahren, das zuerst in Amerika, bald auch in Europa angewandt wurde, hat sich in Photohandlungen und Kopieranstalten besonders eingeführt. Es besteht in der Anwendung einer durchlöcherten, die Bilder enthaltenden Metalltrommel, die in einem von fließendem Wasser durchströmten Bottich umläuft, so daß die Bilder, deren Anlegen an die Trommelwandungen durch eine sinnreiche Einrichtung vermieden wird, im Wasser schwimmen und allseitig umspült werden. Diese Waschtrommeln, die bisweilen auch zum Fixieren benutzt werden, werden elektrisch oder auch durch einen Wassermotor angetrieben. Abb. 216 zeigt einen mit Trommeln

der Pako-Corp., Minneapolis Minn. ausgestatteten Betrieb, deren jede bis zu 1000 Abzüge in 1 Std. zu waschen erlaubt, Abb. 217 eine kleinere Ausführung der gleichen Firma.

Das Pako-Schaukelsystem (1924 ausgearbeitet) ist eine Einrichtung zur Bewältigung größere Bildermengen nach einem der oben kurz angedeuteten Prinzipien. Es umfaßt die Behandlung der Bilder vom Augenblick der erfolgten Entwicklung bis zum Trocknen, also die Unterbrechung der Entwicklung, das Fixieren und

Abb. 217. Wässerungsapparat der Pako Corp., Minneapolis, Minn.

das Wässern, und besteht aus einem feststehenden Trog mit Abfluß und mit je nach Bedarf 3, 4, 5 oder 6 Schaleneinsätzen aus Hartgummi ,die durch einen $^1/_8$ PS-Motor dauernd in leicht schwingender Bewegung erhalten werden (s. Abb. 218). In der Regel dient eine Schale zur Aufnahme des Unterbrechungsbades, 2 Schalen dienen zum Fixieren und 2 weitere Schalen zum Wässern. Überall ist Wasserzufluß vorgesehen. Die Bilder werden zu je etwa 100 bis 125 in einen besonderen siebartigen Halter gelegt, brauchen also niemals einzeln gehandhabt zu werden, sondern durchlaufen die einzelnen Bäder gemeinsam und zwar jedes in $7^1/_2$ Minute. Da eine einzelne Person 4 Ge-

samteinrichtungen bedienen kann und jeder derselben in 8 Arbeitsstunden rund 4000 Drucke zu verarbeiten erlaubt, ist die Leistung eine außerordentlich hohe.

Mit dem „Pakodoper“ (s. Abb. 219) hat die amerikanische Gesellschaft eine weitere Maschine geschaffen, welche die von mehreren neben ihr aufgestellten Kopierapparaten gleichzeitig belichteten Drucke bewältigt. Schichtaufwärts, also stets sichtbar, werden sie auf ein endlos laufendes Tuch gelegt, selbsttätig in den Entwickler eingeführt und in ihm fortbewegt, und darauf durch die Bedienung dem Unterbrechungsbad übergeben, das sich in einer anschließenden Schaukeleinrichtung befindet. Durch eine zweckmäßige Beleuchtung, Ablageplatten sowohl für Bildvorlagen wie auch für Ausschußbilder, ein besonderes Kühlsystem und andere Einrichtungen wird die Arbeit weitgehend erleichtert.

Abb. 218. Pako-Schaukel-Einrichtung.

Trockengeräte (Allgemeines): Da den Auftraggebern der Photohändler in vielen Fällen daran gelegen ist so schnell als möglich in den Besitz von Abzügen ihrer Negative zu gelangen, muß die oft mehrstündige selbsttätige Trocknung der Negative und Positive durch künstliche Mittel verkürzt werden. Dies geschieht mit Hilfe besonderer Schränke und Maschinen in wenigen Minuten.

Trockenschränke für Drucke auf Entwicklungspapieren, oft zur gleichzeitigen Aufnahme von Negativen bestimmt, finden sich, aus Holz oder Metall gebaut, mit Asbest ausgekleidet und elektrisch oder mit Gas beheizt in den verschiedensten Ausführungen und Größen im Handel. Ihre Konstruktion soll die bei der Trocknung

obwaltenden physikalischen Vorgänge weitgehend berücksichtigen und derart sein, daß jede Schädigung der Materialien durch Staub oder eine zu scharfe Trocknung vermieden wird. Diesen Bedingungen entspricht beispielsweise der Trockenschrank der I. G. Farbenindustrie A.-G., Abtlg. Saska-München, der vollkommen unabhängig von der Witterung arbeitet. Die in seinem Innern durch das Trockengut angesammelte Feuchtigkeit wird durch einen am Boden eingebauten Luftsauger fortgeführt, vorgewärmte filtrierte Frischluft wird eingeführt, und gleichzeitig wird durch genau berechnete Ab-

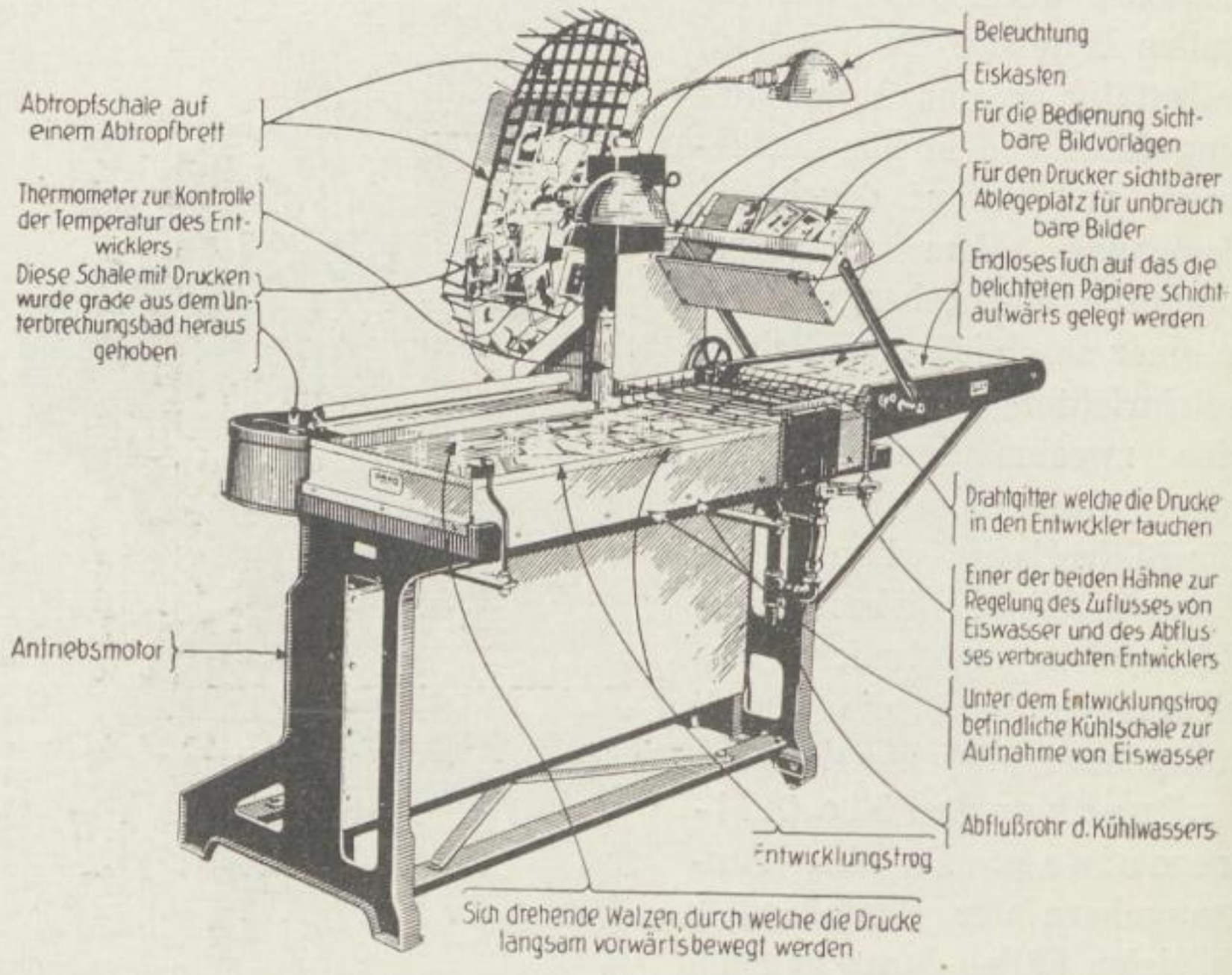


Abb. 219. Der „Pakodoper" der Pako Corp., Minneapolis, Minn.

messungen des Luftsaugers und der Luftkanäle ein Unterdruck erzeugt, der die Wasserverdunstung erheblich fördert (s. Abb. 220).

Trockenmaschinen von hoher Leistungsfähigkeit wurden zuerst in den Ver. Staaten (u. a. von der Pako-Corp., Minneapolis, Minn.) und in England (u. a. von der Hodgson Mfg. Co., London W. 1.) gebaut und angewandt, haben sich aber auch in Deutschland eingeführt. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, daß man die vorher gehärteten Bilder zwischen einer heizbaren mit Tuch umspannten Trommel und einem zweiten sich um diese bewegenden die Feuchtigkeit aufsaugenden Tuchband hindurchführt. Nach einmaligem Um-

lauf der Trommel in etwa 5 Minuten sind die Bilder trocken und genügend flach, worauf sie in einen eigens dafür vorgesehenen Kasten fallen. Die endlos laufenden Tuchbänder dieser Maschinen sind von feinster Webart und in ihrer Spannung natürlich verstellbar; das außen laufende, mit dem die Schicht der Bilder in Berührung kommt, besitzt eine besonders weiche glatte Oberfläche und eine große Saugfähigkeit, so daß den Bildern anhaftende Wassertropfen vollkommen entfernt werden und sich ein vorhergehendes Ausquetschen der Drucke erübrigt. Eine deutsche Maschine dieser Art ist die Rota von

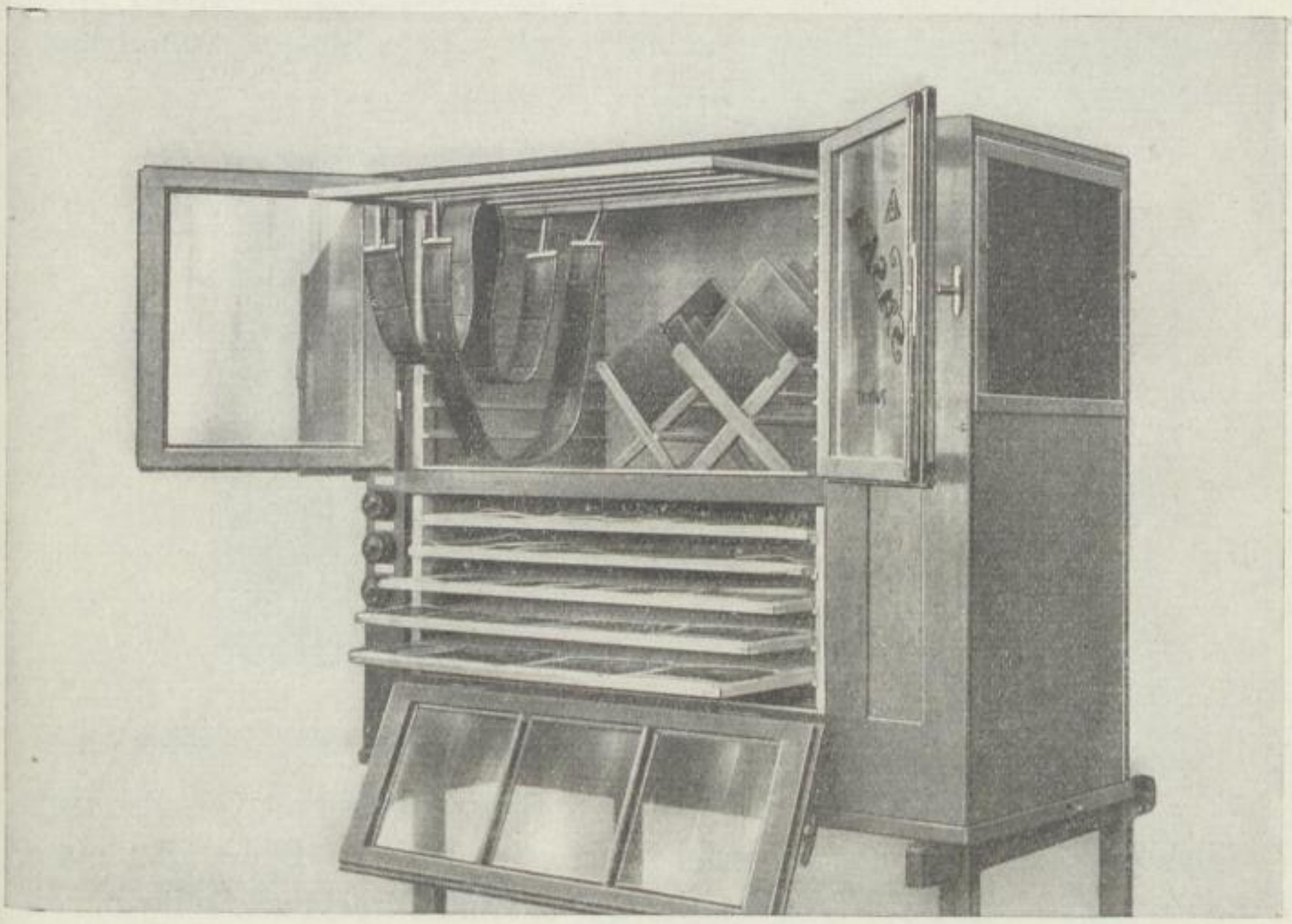


Abb. 220. Trockenschrank (für Platten, Filme und Papiere) der I. G. Farbenindustrie A. G., Abtlg. Saska, München.

G. A. Krauß, Stuttgart, die in ihrer kleinen Ausführung II in der Abb. 221 wiedergegeben ist. Sie wird auf einen Tisch gesetzt und durch einen Motor von $^1/_{16}$ PS durch einfachen Anschluß an einen vorhandenen Steckkontakt angetrieben.

Größere Trockenmaschinen sind heute meist gleichzeitig zur Hochglanzerzeugung eingerichtet (siehe dort).

Einrichtungen zur Hochglanzerzeugung (Allgemeines): Sollen hochglänzende Bilder erzeugt werden, quetscht man bekanntlich die noch nassen durch Baden in einer Chromalaunlösung

oder in stark verdünntem Formalin gehärteten Abzüge mit der Bildseite auf gut gereinigte und vorher mit Ochsengalle[1]) oder Talkum abgeriebene Spiegelglas- oder Ferrotype-Platten[2]). Das Einlagern von Luftblasen ist dabei sorgfältig zu vermeiden und anhaftendes Wasser wird durch Fließpapier entfernt. Bei umfangreicheren Arbeiten dieser Art belegt man die Glasscheiben beiderseitig, stellt sie in Abständen von etwa 10 cm senkrecht in hölzerne Gestelle, und sorgt durch einen kräftigen Strom oftmals erneuerter und erwärmter Luft für ein möglichst gleichmäßiges Trocknen. Sind die Bilder trocken, so springen sie bei richtiger Behandlung entweder von selbst ab, oder man kann sie bei leichter Nachhilfe mit einem Messer vom Glase abziehen.

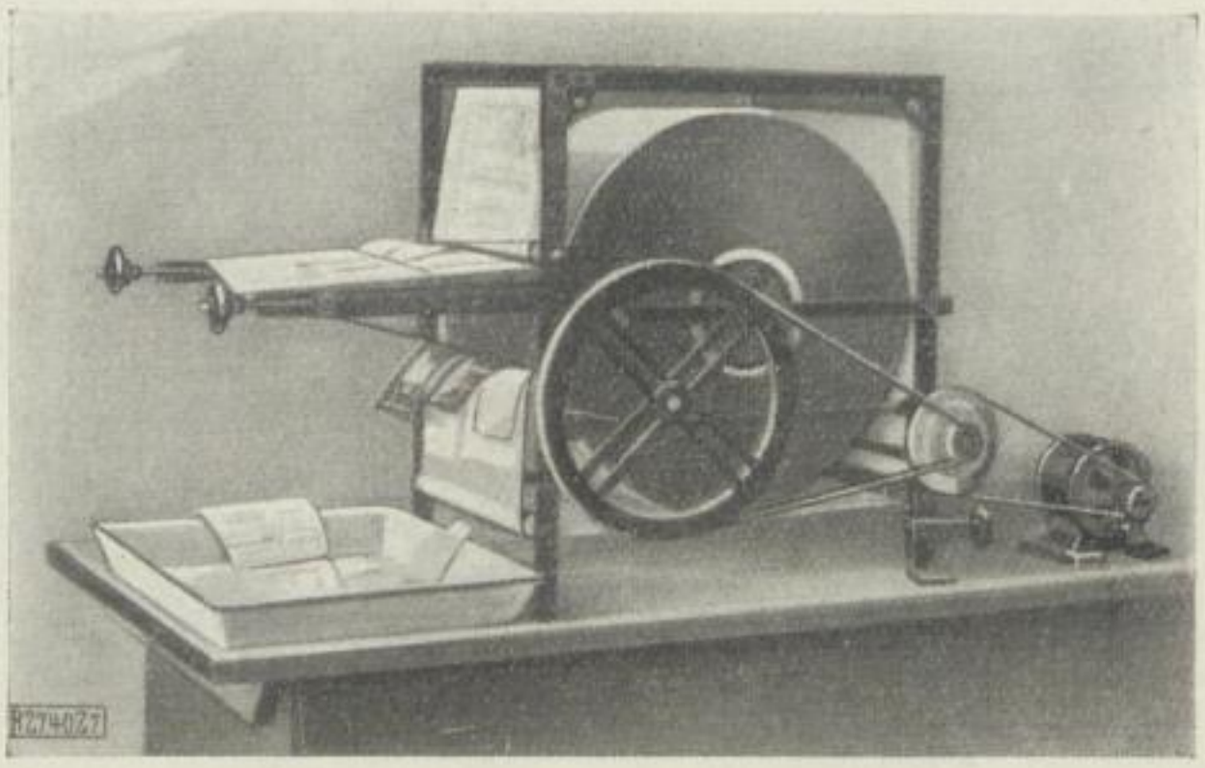


Abb. 221. Rota-Trockenmaschine der Firma G. Krauss, Stuttgart.

Wie erwähnt sei, wird der Hochglanz bisweilen auch dadurch erzeugt, daß man die besonders gut getrockneten Bilder für etwa eine Minute mit ihrer Schichtseite auf einem Zelluloidlack schwimmen läßt und sie dann, nachdem man den Überschuß hat ablaufen lassen, an einem warmen staubfreien Ort an Klammern zum Trocknen aufhängt. Ein Lack dieser Art kann etwa die folgende Zusammensetzung haben: klares Zelluloid (sorgfältig gereinigte Filmabfälle) 25 g, Amylazetat 450 ccm, Rizinusöl 3 ccm, Methylalkohol 125 ccm. Man löst das Zelluloid in dem Amylazetat und gibt die Mischung des Öls mit dem Alkohol zu.

1) Eine genaue Beschreibung der Zubereitung und Anwendung von Ochsengalle zur Vorpräparation des Glases, der Behandlung des Glases selbst und der Ausführung des Verfahrens findet sich im Brit. Journ. of Phot. 1928. **75.** 63—64.

2) Die amerikanischen „Emaille-Platten" sind in den Größen 25×35, 35×51 und 46×61 cm im Handel.

Trockenschränke zur Hochglanzerzeugung[1]): Um Hochglanzbilder schnell zu trocknen wie sie durch Aufquetschen der feuchten Drucke auf Ferrotype-Platten erhalten werden, ein Verfahren, das besonders in England und Amerika gebräuchlich ist, bedient man sich eigens hierfür bestimmter Trockenschränke. So ist der amerikanische Cunningham Trockenschrank ähnlich einer Kartothek aus einzelnen Metallkästen zusammengesetzt. In dafür vorgesehene Nuten werden die mit den Bildern belegten Ferrotype-Platten eingesetzt, ein Luftsauger sorgt in Verbindung mit einer elektrischen oder Gasheizung für die Zufuhr warmer Luft, und während in einem Abteil die Trocknung vor sich geht, kann ein anderes beschickt oder entleert werden. Dieser Schrank ist für 90 Ferrotype-Platten der Größe 10×14 oder 12×17 engl. Zoll eingerichtet, ein anderes kleineres Modell der Houghton-Butcher Ltd., London W. C. 1 (s. Abb. 222), faßt nur 12 der kleineren Platten, die aber doch schon 200 Drucke des Formates $3^1/_2 \times 2^1/_2$ engl. Zoll in 15 Minuten zu trocknen erlauben.

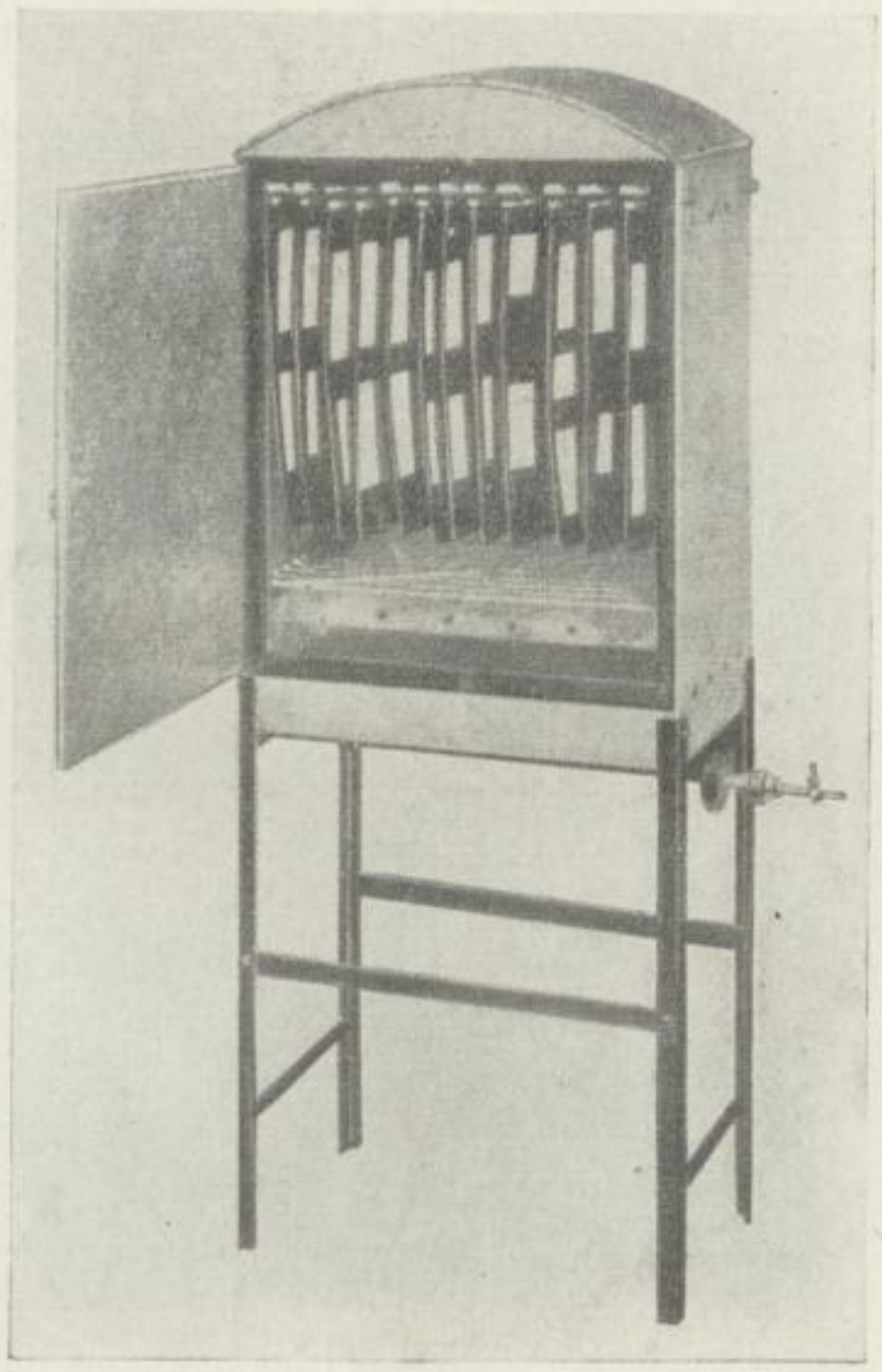


Abb. 222.
Trockenschrank zur Hochglanzerzeugung auf Ferrotype-Platten, Ausführungsart der Houghton-Butcher Ltd., London, W. C.

Maschinen zur Hochglanzerzeugung: So einfach das Verfahren der Hochglanzerzeugung durch Aufquetschen der gehärteten nassen Drucke auf Spiegelglas- oder Ferrotype-Platten dem Uneingeweihten auch erscheint, bringt es doch manchen Verlust an Material mit sich und erfordert vor allem bei Verarbeitung größerer

1) Die Selbstanfertigung eines derartigen für Photohändler brauchbaren Trockenschrankes wurde von K. Lehmann beschrieben. s. Phot. Ind. 1925. **23.** 1357.

Bildermengen sehr viel Zeit. Aus diesen Gründen änderte man die Trockenmaschinen der oben beschriebenen Art derart ab, daß die Bilder nicht nur getrocknet, sondern gleichzeitig mit Hochglanz versehen werden können. Der Arbeitsvorgang ist dabei äußerst einfach.

Die aus dem Wässerungsbade kommenden gehärteten Bilder werden mit ihren Schichtseiten nach oben auf das endlose Transporttuch der Maschine gelegt und durch eine Quetschvorrichtung einem elektrisch oder auch durch Gas beheizten sich drehenden Zylinder mit hochpoliertem Chrom- oder Nickelbelag zugeführt und an diesen

Abb. 223. Hochglanz-Trockenmaschine der Pako Corp., Minneapolis, Minn.

gepreßt, worauf sie nach etwa 6 Minuten vollkommen glatt, trocken und hochglänzend aus der Maschine auf ein Sammelbrett fallen. Da kartonstarke Bilder eine höhere Temperatur oder aber einen längeren Arbeitsgang erfordern als dünne, kann die Temperatur durch einen Thermostaten in Verbindung mit einem Wasserbad entsprechend gleichmäßig eingestellt werden, außerdem ist eine Waschvorrichtung vorgesehen, die den Spiegel laufend putzt, so daß ununterbrochen gearbeitet werden kann. Nach diesen Grundsätzen gebaute Maschinen werden heute von zahlreichen in- und ausländischen Firmen auf den Markt gebracht.

In der Abb. 223 ist die Hochglanzmaschine der Pako Corp., Minneapolis, Minn., gezeigt, deren erstes Modell im Jahre 1924 herauskam. Sie wird durch einen $^1/_2$ PS-Motor angetrieben und besitzt die Ausmaße von 0,90 m Breite, 1,50 m Länge und 1,65 m Höhe. In Einzelheiten abweichend sind die Hochglanzmaschinen der Eastman Kodak Comp. und der Schering-Kahlbaum A.-G. vom gleichen Trommeltyp. Bei Verarbeitung von Bildgrößen mittleren Formates beläuft sich ihre Leistungsfähigkeit auf etwa 1000 Drucke in der Stunde.

Eine Sonderstellung nimmt eine Hochglanz-Trockenmaschine der Brunner Photo Appliances, Inc., Cleveland (Ohio) inso-

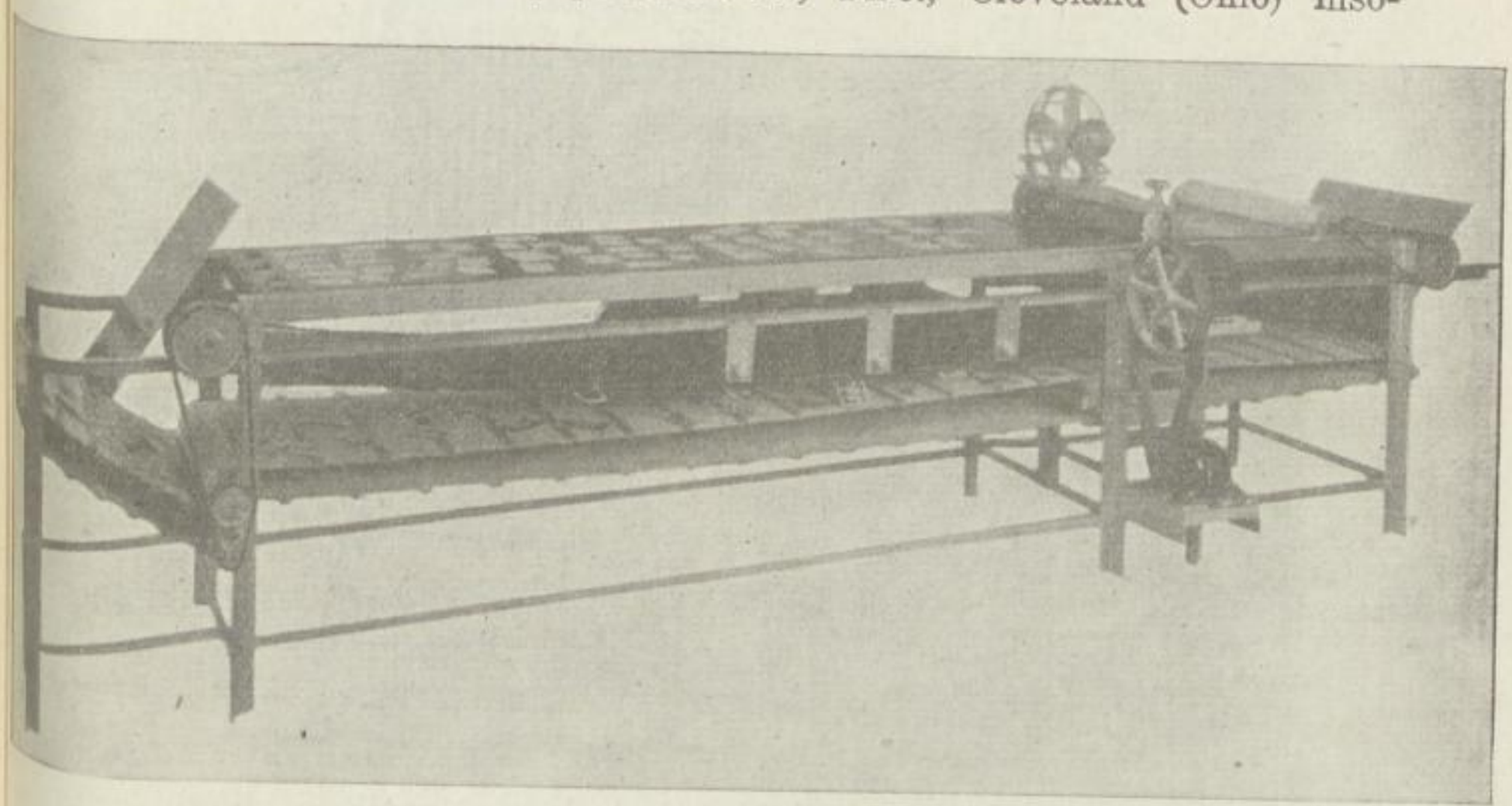


Abb. 224.
Hochglanz-Trockenmaschine der Brunner Photo Appliances, Inc., Cleveland, Ohio.

fern ein, als sie statt einer Trommel ein endloses Band besitzt, an dem aus Chrom bestehende spiegelnde Platten der Größe 12×17 engl. Zoll in solcher Weise befestigt sind, daß diese ohne sich zu krümmen auch die Enden der Maschine umlaufen (s. Abb. 224). Ein durch einen Motor angetriebener Kettenmechanismus bewegt das Band, und Preßwalzen quetschen die mit der Bildseite auf die Platten gelegten Drucke aus. Solange sich diese auf der geraden Bahn bewegen, werden sie einem gleichmäßigen Strom trockner Luft ausgesetzt, der zuerst kühl, dann durch Beheizung mit Gas warm, schließlich wieder kühl gehalten wird, worauf die getrockneten Drucke freiwillig auf ein zweites sich langsam bewegendes endloses Tuch fallen, das sie dem Sortiertisch

zuführt. Um die Drucke flach zu erhalten, wird dieses Tuch schwach gefeuchtet. Die Trockendauer kann geregelt werden und beträgt durchschnittlich 8 Minuten. Als besonderer Vorteil gilt das schnelle und leichte Auswechseln der Metallplatten gegenüber den sonst üblichen Trommeln im Falle von mechanischen Beschädigungen, auch soll die Leistungsfähigkeit der Maschine mit 1200—3600 Drucken in der Stunde die der andern übertreffen. Neben dem Standardmodell bringt die gleiche Firma auch eine kleinere gleichartige Maschine zum Verkauf.

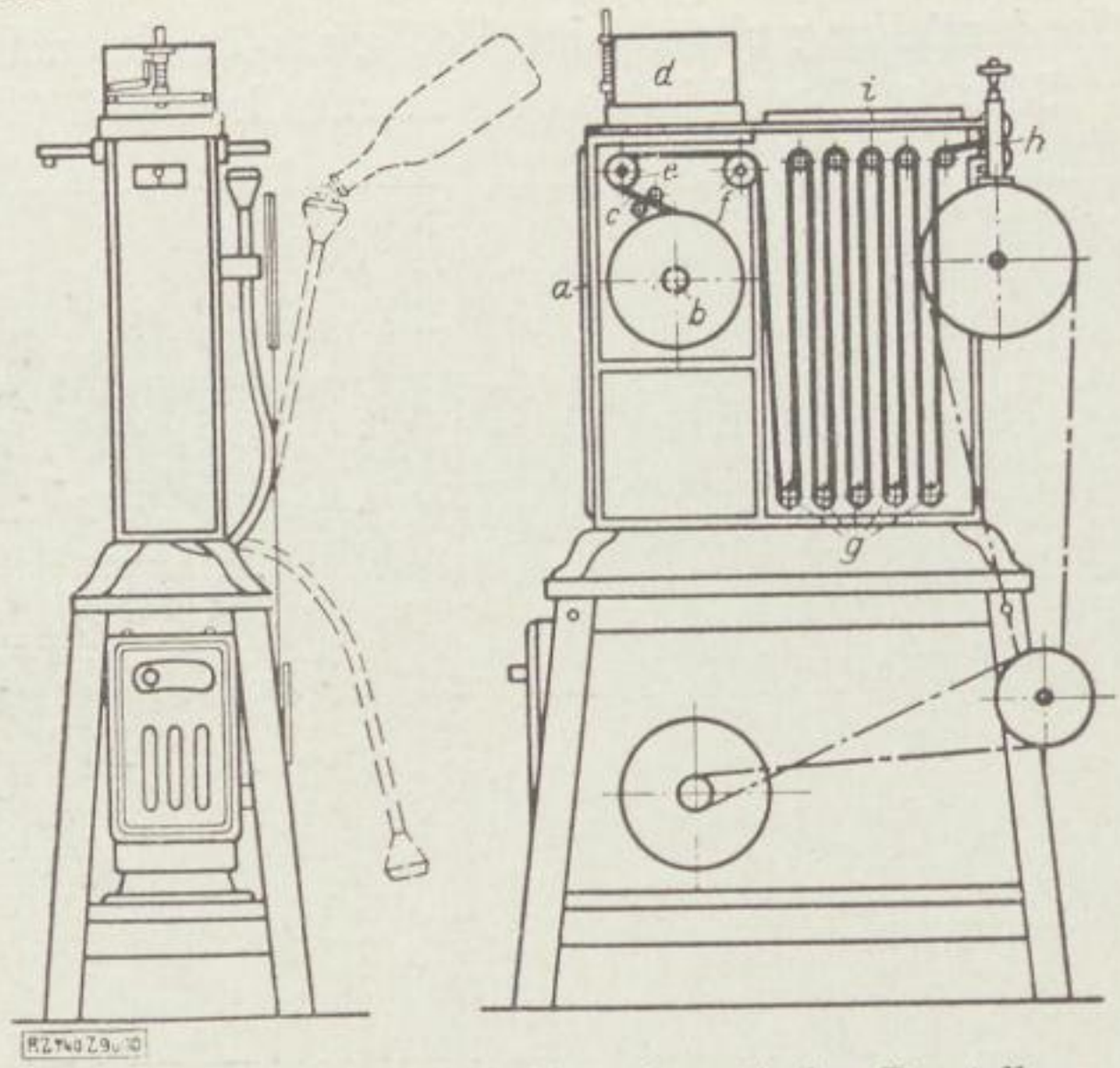


Abb. 225. „Bromograph“ in schematischer Darstellung.

Selbsttätige Vervielfältigungsgeräte: Ist die im vorangehenden geschilderte Verwendung von Handbelichtungsgeräten und Kopiertischen besonders da angezeigt, wo, wie in Photohandlungen, von vielfach wechselnden Negativen immer nur verhältnismäßig wenig Abzüge angefertigt werden, so ist es für den umgekehrten Fall des Druckens zahlreicher Abzüge vom gleichen Negativ, z. B. für Werbezwecke, empfehlenswerter, den vollständigen Arbeitsvorgang von der Belichtung bis zum fertigen Bilde selbsttätig durchzuführen, wofür besondere Maschinen geschaffen wurden, die den Übergang zu den in den Rotationsbetrieben gebräuchlichen gleichartigen, nur sehr viel größeren Anlagen bilden.

Eine Vervielfältigungsmaschine dieser Art ist die der Bromograph-A.-G., Berlin, die für Postkarten in der Größe 10×15 cm

und die Bildgrößen 13×18, 18×24 und 24×30 cm in einer kleineren Ausführung und für alle Größen bis zu 30×40 cm in einer größeren hergestellt wird. Bauart und Wirkungsweise sind aus Abb. 225 und 226 zu ersehen. Das Negativ wird in einen dafür vorgesehenen Rahmen eingesetzt, während sich das von einer Haspel b ablaufende lichtempfindliche Papier in einer durch die Tür a beschickbaren lichtdichten Kammer befindet und von hier aus über die Führung c sowie die Leitrollen e und f unter dem Negativ hinweggleitet. Die Belichtungen folgen Bild an Bild durch elektrische Glühlampen im Belichtungskasten d, deren Helligkeit durch Schaltungen, Mattscheiben oder Unterlegen von Seidenpapier der jeweiligen Dichte des betreffenden Negativs angepaßt werden kann, während ein Hebel die Belichtungsvorrichtung selbsttätig öffnet und schließt und eine Platte das Papier während der Belichtungszeit gegen das Negativ drückt.

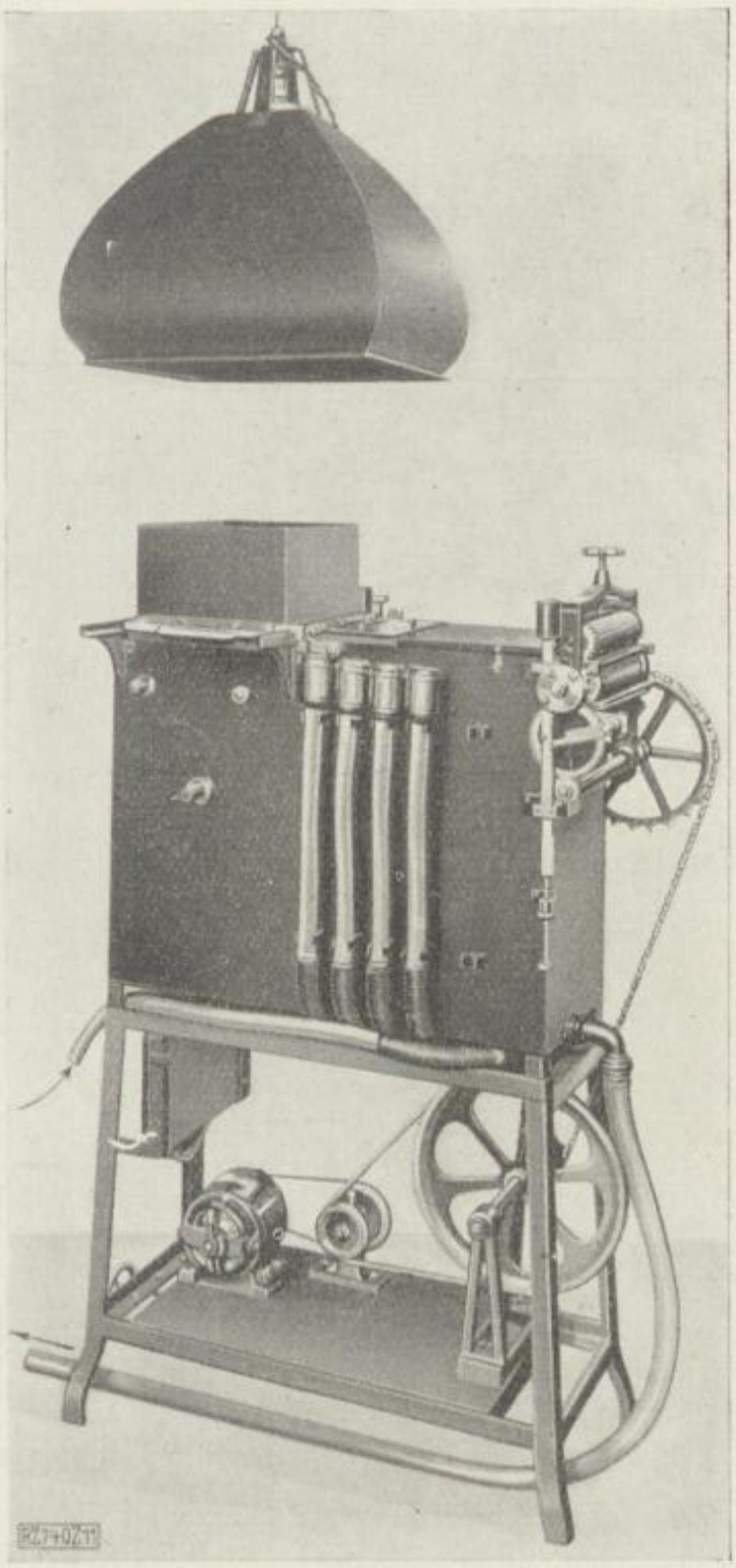


Abb. 226. „Bromograph" (kleines Modell) der Bromograph A. G., Berlin.

Nach der Belichtung folgt das Papier einem Gummibandvorspann über die Förderwalzen g durch die verschiedenen Flüssigkeitsbehälter, zu deren Füllung bei dem kleinen Modell Schläuche vorgesehen sind, deren Einfülltrichter zugleich den Stand der Lösungen anzeigen, wenn das Gerät bei i geschlossen ist. Ein durch fließendes Wasser gespeister Wässerungskasten schließt sich an; endlich wird das Papierband beim Verlassen der Maschine durch die Preßwalzen h

von anhaftendem Wasser befreit, zum vollständigen Trocknen in Schleifen über Stäbe gehängt und danach zerschnitten. Die Leistungsfähigkeit dieser Maschine, zu deren Antrieb etwa $^1/_{16}$ PS erforderlich ist, beläuft sich auf etwa 300 bis 600 Bilder in 1 Stunde. Werden mehrere Negative während des Arbeitsganges gegeneinander ausgewechselt, so lassen sich auf ein- und demselben Papierband verschiedene Aufnahmen, sogar jeweilig nur bis zu wenigen Abzügen, nacheinander drucken, so daß man also Bilder von mehreren Gegenständen gleichzeitig ohne Papier- und Zeitverlust herstellen kann.

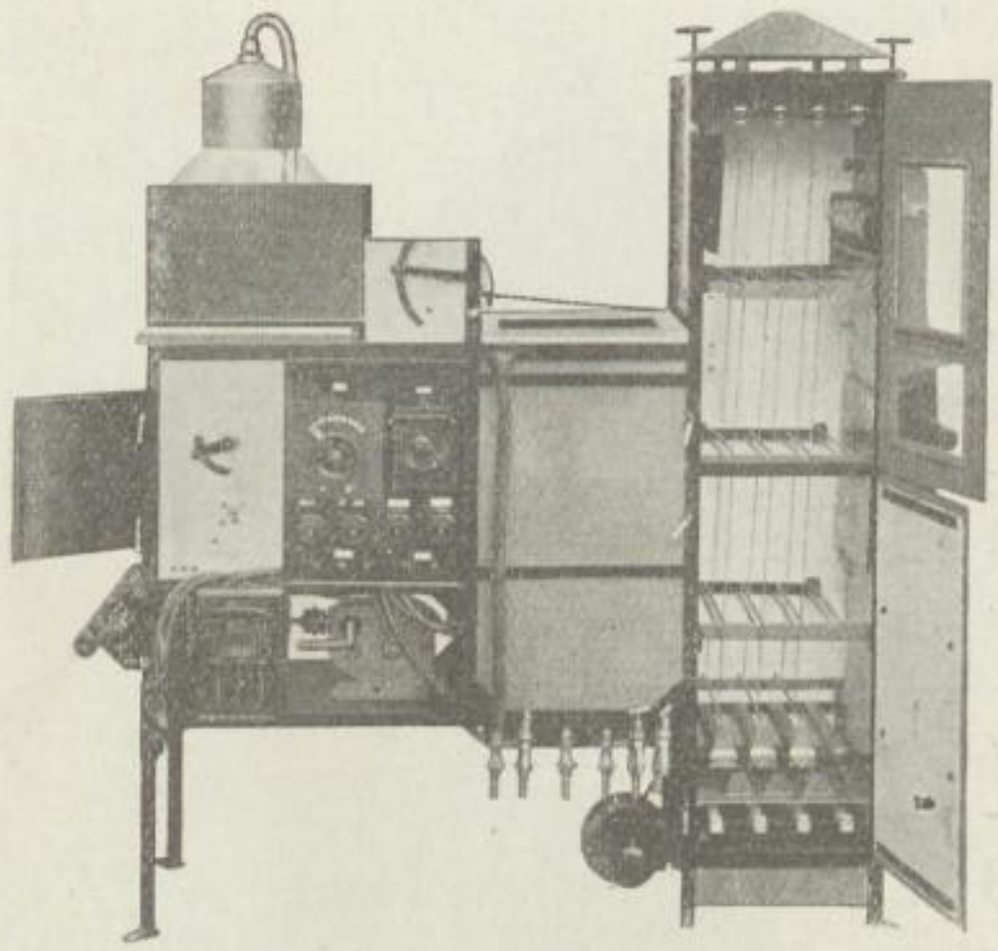


Abb. 227. Vervielfältigungsmaschine der Integrator-Apparate G. m. b. H., Stuttgart.

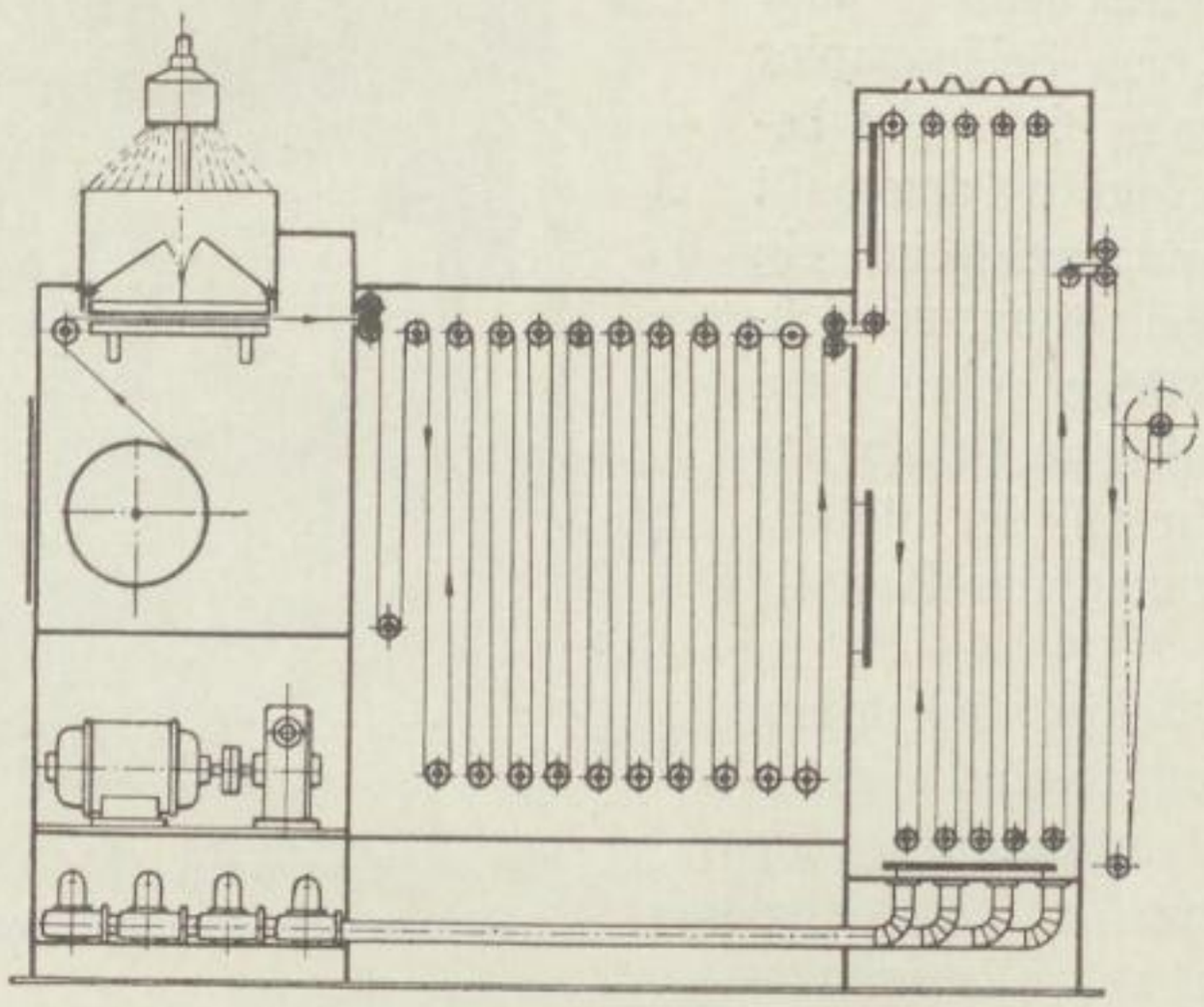


Abb. 228. Vervielfältigungsmaschine der Integrator-Apparate G. m. b. H., Stuttgart, in schematischer Darstellung.

Gleichartig gebaut ist eine Maschine der Integrator Apparate G. m. b. H., Stuttgart (s. Abb. 227), auf der Rollenpapiere bis

zur Breite von 24 cm für veränderliche Bildformate bis zu 24×30 cm verarbeitet werden können. Je nach der Formatgröße beträgt ihre stündliche Leistung 500 bis 1600 Bilder. Die Führung des Papiers durch den Belichtungskasten und eine Reihe von 10 Bädern, die nach Belieben verwendet werden können, ist aus Abb. 228 ersichtlich und ähnlich der schon geschilderten. Um auch dünnere als normale Papiere verarbeiten zu können, ist die dritte und jede weitere zweite

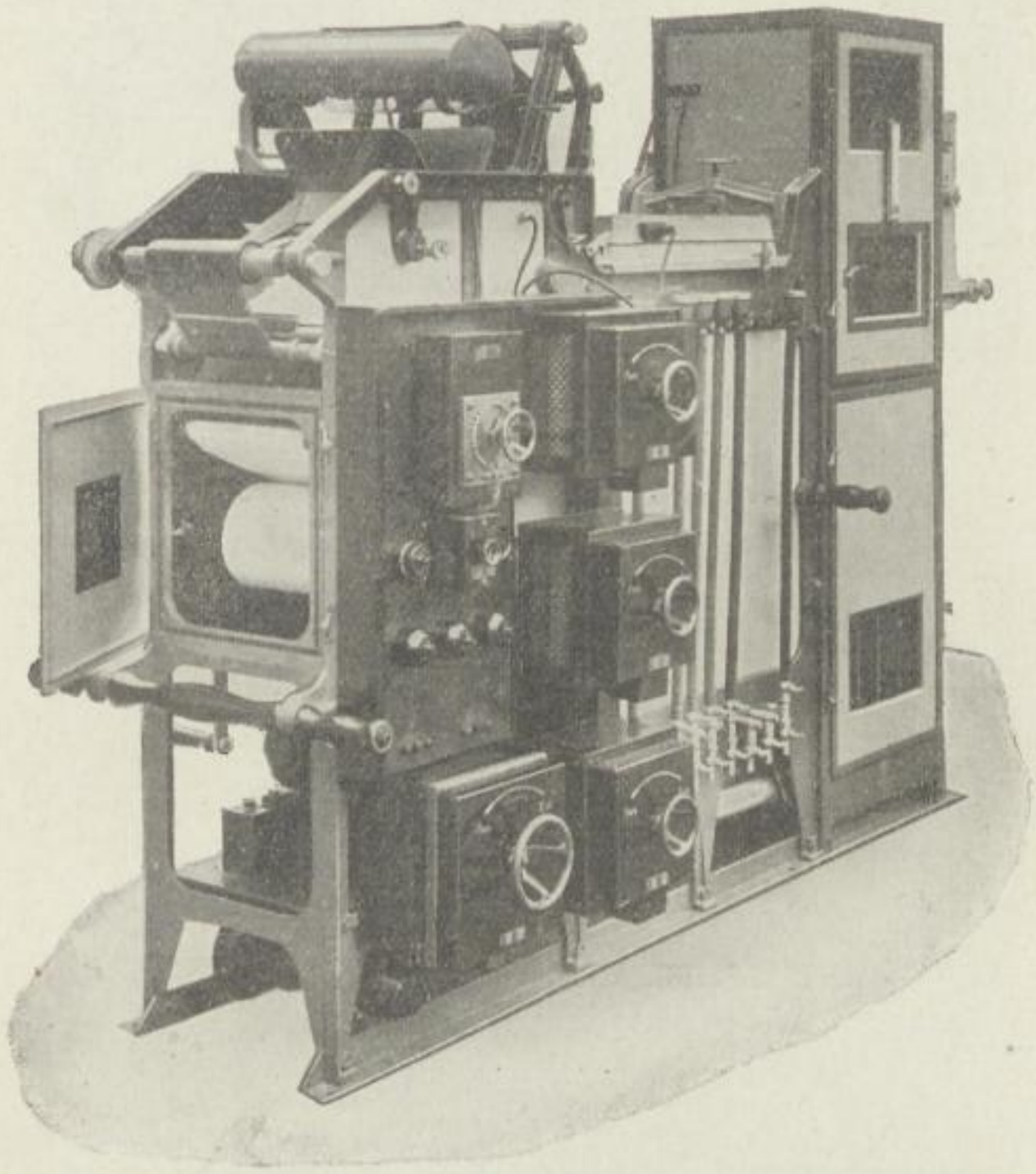


Abb. 229. Fliegerfilm — am — Band Entwicklungs- und Vervielfältigungsmaschine der Integrator-Apparate G. m. b. H., Stuttgart.

obere Bäderrolle mechanisch angetrieben. Die Entwicklung kann durch rote Gläser beobachtet und der Gang der Maschine notwendigenfalls verlangsamt oder beschleunigt werden. An die Bäder schließt sich ein Trockenkasten mit Luftgebläse und Heizplatten, den die Bilder in trockenem Zustande verlassen um selbsttätig aufgewickelt zu werden.

Für die Verarbeitung von Fliegerfilmen bis zur Breite von 24 cm ist eine besondere Maschine der gleichen Firma bestimmt. Mit dieser kann ein Bandfilm mit 0,75 m Geschwindigkeit in der

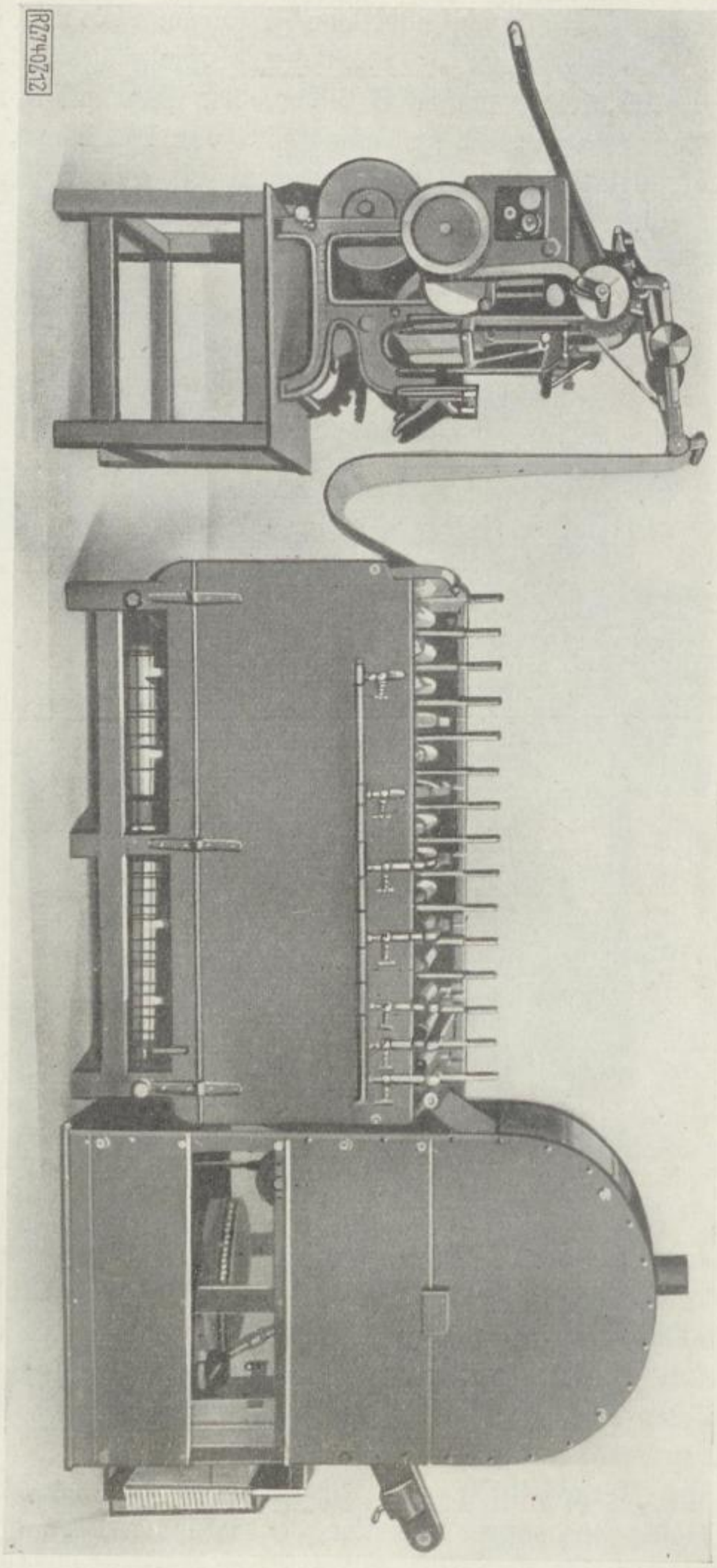


Abb. 230. Vervielfältigungsmaschine von Ellis Graber, Turnbridge Wells (England).

Minute entwickelt und sofort anschließend — bei Senkrechtaufnahmen — auf Entwicklungspapier eine Karte des abgeflogenen Geländes zusammengestellt werden. Da ihre Gesamteinrichtung abgesehen von der den besonderen Eigenschaften des Films anpaßbaren Trocknung, Vorrichtungen zur Beobachtung der Filmdichte beim Kopieren usw. die gleiche wie die der schon beschriebenen ist, sei auf die Ansichtsabbildung 229 verwiesen.

Während die im Vorhergehenden beschriebenen Maschinen vollkommen abgedeckt sind, ein Abdunkeln des Arbeitsraumes also nicht erforderlich ist, haben andere offen gebaute Maschinen demgegenüber den Vorzug, daß sich der Arbeitsgang leichter überwachen läßt.

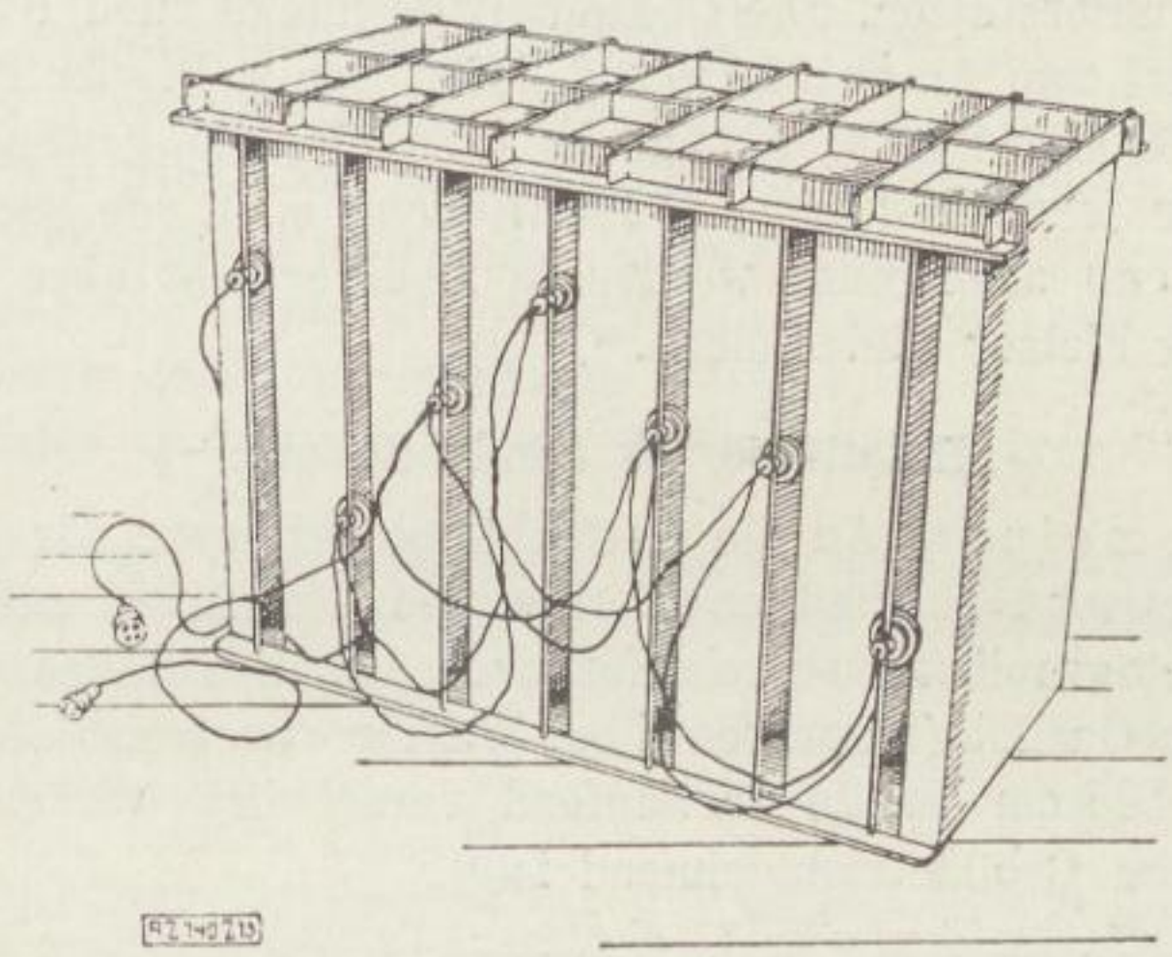


Abb. 231. Ausgleich der Beleuchtung eines Druckrahmens.

Eine solche offen gebaute, im Ausland sehr verbreitete Maschine, die also in einem rot erleuchteten Dunkelraum Aufstellung finden muß, ist die von Ellis Graber, Turnbridge Wells (England), Abb. 230. Sie besteht aus drei Hauptteilen: dem Belichtungsgerät, der Entwicklungsanlage und einem Trockengerät, die sowohl gemeinsam in einem fortlaufenden Arbeitsgang wie auch völlig unabhängig voneinander benutzt werden können. Auch hier besteht das Belichtungsgerät im wesentlichen aus einem auf einem Gestell ruhenden Kasten mit verschiedenen Lichtschaltungen, deren Wirkungsweise zum Ausgleich der Beleuchtung bei verschieden dichten Negativen aus Abb. 231 hervorgeht. Es ist mit einer leicht herrichtbaren Druckeinrichtung ausgestattet, mit der man gleichzeitig mit der Belichtung die Papierrückseite, z. B. mit Postkartenaufdruck oder andrer Be-

schriftung, versehen kann, ferner mit einer Querschneidevorrichtung, mit der man einzelne Längen abtrennen kann, die man gewünschtenfalls einzeln in Schalen entwickelt. Die Entwicklungsanlage besteht aus einem Kasten mit verschiedenen einzelnen Zellen, in denen sich die Bäder, Spül- und Waschwässer befinden. Das Papier, dessen Geschwindigkeit geregelt werden kann, läuft durch die Zellen über Walzen, die zum bequemen Reinigen und Durchführen der Papierbahn leicht herausnehmbar sind. Es folgt der schnell wirksame eingekapselte Trockner, der aus zwölf gleichmäßig heizbaren, um eine Trommel angeordneten Walzen besteht, zwischen denen die Bilder durchgleiten, während gleichzeitig verschiedene Lüfter die Trocknung unterstützen. Die Gesamtanlage nimmt rund $10{,}9 \times 4{,}5\,m^2$ ein, erfordert zum Antrieb 1 PS und liefert von z. B. vier Postkartennegativen 6000 bis 8000 Abzüge in 1 Stunde, die gewünschtenfalls in Bogen zu je zwölf Karten ($52 \times 27{,}5$ cm) oder von sechs Karten ($26 \times 27{,}5$ cm) abgetrennt werden können, erlaubt aber auch eine Bearbeitung kleiner Bilderreihen.

Rotationsdruck (Umlaufdruck).

Allgemeines: An die Betrachtung der mehr für kleine und mittlere Betriebe bestimmten Geräte und Maschinen schließt sich die des photographischen Umlaufdruckes, bei dem Rollen von Bromsilber- oder Gaslicht(Chlorbromsilber-)Papier von meist 66 cm, aber auch von 105 cm Breite fortlaufend verarbeitet werden und der daher nur im Großbetrieb lohnend ist[1]).

1) Geschichtliche Entwicklung des Rotationsdruckes: Die maschinelle Verarbeitung der photographischen Papiere geht bereits auf das Jahr 1861 zurück, als eine von Charles Fontayne, Cincinnati (Ohio), erfundene Kopiermaschine dazu benutzt wurde, bei der damaligen Präsidentenwahl Bildnisse der beiden Kandidaten in je 20 000 Exemplaren herzustellen. Das Gerät, das der Vergessenheit anheimfiel, bestand aus einem Kasten, in dem das Negativ befestigt wurde, während darunter ein auf einen Zylinder gewickeltes lichtempfindliches Papier entlang glitt, das für Bruchteile einer Sekunde dem durch eine Sammellinse, dann durch das Negativ fallenden Sonnenlichte ausgesetzt wurde.

Erst viel später, als nach Aufstellung einer ersten Emulsions-Gießmaschine durch die Eastman Kodak Company in Rochester, N. Y., im Jahre 1884 photographische Entwicklungspapiere in ausgedehnterem Maß erzeugt wurden und andre Firmen hierin folgten, wurden von verschiedenen Seiten erneut mechanische Hilfsmittel angegeben, um den besonderen Vorzug der schnellen Verarbeitung dieser Papiere voll ausnutzen und eine größere Anzahl von Bildern auf langen Rollen des lichtempfindlichen Papieres herstellen zu können. So wurde ein brauchbares Belichtungsgerät im Jahre 1883 von dem Wiener Ingenieur Schlotterhos zum Patent angemeldet, aber auch diese Erfindung fand keine weitere Beachtung, da zu jener

Der Rollenbreite entsprechend haben die Belichtungsmaschinen hier 50×70 cm² freie Glasplattenfläche bei 45×66 cm² Belichtungsfläche oder 75×105 cm² Glasplattenfläche bei 74×101 cm² Belichtungsfläche und erlauben im ersteren Fall die gleichzeitige Belichtung von 21 Postkarten der Größe 9×14 cm², im andern die von 56 Postkarten, doch werden auch Maschinen für 84 cm größte Bildlänge gebaut, die also je nach der gewählten Rollenbreite 42 oder 66 Postkarten auf einmal drucken können. Ihre Ausführung entspricht grundsätzlich derjenigen der kleineren Maschinen, weicht jedoch in Einzelheiten von diesen ab.

Auch unterscheidet man für den Druck ganzer Rollen Handbelichtungsmaschinen von solchen, die selbsttätig arbeiten; außerdem kann die Arbeitsweise verschieden sein, indem man entweder die belichteten Abschnitte durch dafür vorgesehene Querschneider sofort von der Rolle trennt und sie einzeln in Bogen entwickelt, oder indem man, wie meist, zur Entwicklung in ganzen Rollen übergeht, was hinsichtlich der nachfolgenden Behandlung des Papieres eine weitere Vereinfachung bedeutet; in diesem Falle wird das von der Belichtungsmaschine kommende Papier erst wieder aufgerollt.

Zeit noch kein Bedarf an einer Massenerzeugung von Bromsilberbildern vorlag. Erst in der Mitte der neunziger Jahre wurde das Verfahren der „Rotationsphotographie" durch Arthur Schwarz, den damaligen Direktor der Neuen Photographischen Gesellschaft, Berlin-Steglitz, in diesem Betrieb eingeführt. s. Das Bild, Monatsschrift f. photogr. u. katalytische Bildkunst 1907/8. **3.** 360—368, ferner Phot. Ind. 1913. **11.** 178 u. 249.

Hiernach konnten Rollenpapiere bis zu 1000 m Länge selbsttätig unter Negativen belichtet und gleich anschließend entwickelt werden. Da besonders die täglich erzeugte Länge des Bildbandes allgemeines Erstaunen hervorrief, prägte sich damals das Wort von der „Kilometerphotographie", eine Bezeichnung, die zunächst scherzhaft gemeint, seitdem in Fachkreisen Geltung gewann. Wurde das Verfahren auch anfänglich geheim gehalten, so erfuhr man aus den verschiedenen Patentschriften doch bald, daß es sich um einen rein photographischen Vorgang handelte. Ein Papier, dessen lichtempfindliche Schicht aus der gleichen Emulsion bestand, wie sie von den Trockenplatten her bekannt war, wurde in einer sogenannten Belichtungsmaschine unter Negativen von elektrischen Lampen belichtet, darauf in langen Bottichen entwickelt, fixiert und gewässert und in bekannter Weise auf Stäben, die durch eine Kette ohne Ende fortbewegt wurden, in Schleifen hängend, getrocknet. Da das neue Verfahren auf sehr einfachen Grundlagen zu beruhen schien, konnte es nicht ausbleiben, daß bald eine Reihe ähnlicher Unternehmungen ins Leben gerufen wurden, die sich mit mehr oder weniger Erfolg dem gleichen Arbeitsgebiet zuwandten, von denen noch die im Jahre 1900 gegründete Rotophot A.-G. in Berlin erwähnt sei; auch in ihrem Betriebe wurden verschiedene Arbeitsverfahren geschaffen, die sich allgemein einführten, s. hierzu a. Eders Jahrb. f. Phot. 1899. **13.** 512; 1900. **14.** 580 u. 581.

In allen Fällen werden viele Negative auf einer kräftigen Spiegelglasplatte zu einem sogenannten Druckrahmen zusammengestellt und, um eine gleiche Kopierdichte zu ergeben, durch Unterlegen von Seidenpapier und mittels Graphitdeckung sorgfältig ausgeglichen, bis ein Probedruck zufriedenstellend ausfällt. Da es namentlich bei größeren Auflagen von besonderer Wichtigkeit ist, stets gleichmäßig gute Abzüge zu erhalten, und dies nicht allein durch die häufig sehr unterschiedliche Dichte der zu kopierenden Negative erschwert wird, sondern auch dadurch, daß man mit Stromschwankungen zu rechnen hat, gibt es eine ganze Anzahl von Verfahren, in denen dieses Ziel auf die verschiedenste Weise angestrebt wird. Mechanische Hilfsmittel, wie einschaltbare Vorhänge, Filter, Blenden und dgl. spielen hierbei eine große Rolle, auch hat man die Belichtungsdauer nicht nur in der üblichen Weise nach gleichen Zeiten bemessen, sondern auch nach gleichen Umdrehungszahlen eines in denselben Stromkreis wie die Kopierlampen geschalteten Elektromotors.

Bei Handbelichtungsmaschinen wird das von einer Rolle ablaufende Papierband mittels Leitwalzen mit der Schichtseite auf die Druckplatte gelegt, sein vorderes Ende durch eine Formateinstellung gezogen und auf einer Vorschubtrommel durch Walzen festgehalten. Nach dem Einstellen der Bogenlänge vollzieht sich die Belichtung derart, daß der mit Filz belegte Preßdeckel beim Herabdrücken eines Fußhebels mit starkem und gleichmäßigem Druck auf die Negative gepreßt wird, worauf sich der Hebel selbsttätig feststellt. Nun wird mittels Handschaltung oder auch in Verbindung mit einer Belichtungsuhr selbsttätig belichtet und zwar durch eine oder besser mehrere Reihen von Glühlampen — auch Quecksilberlampen werden bisweilen verwandt —, die sich in einem mattweiß lackierten, aus Eisenblech bestehenden Kasten befinden; der Kasten hat zum Auswechseln der Lampen eine kleine lichtdicht schließende Tür und zum Beobachten ein rotes Fensterchen. Ist die Belichtung ausgeführt, so wird der Fußhebel durch einen zweiten ausgelöst, die Preßplatte geht von selbst hoch, die nächste Bogenlänge wird durch den mechanischen Vorschub vorgezogen und der Vorgang wiederholt sich, während das belichtete Papier entweder sofort mittels einer Handschneidemaschine in Bogen abgetrennt oder im ganzen aufgerollt wird.

Die selbsttätigen Belichtungsmaschinen vollziehen die gleichen Vorgänge in einem Arbeitsgang, nämlich das Heben des Druckdeckels, den Vorschub der Papierbahn, das Senken und Andrücken des Druckdeckels und das Ein- und Ausschalten der Licht-

quelle. Je nach der Einstellung wiederholen sich 16 bis 20 Arbeitsgänge, und wenn, wie häufig, jedesmal z. B. nur 28 Bilder ausgedruckt werden, so ergibt sich, daß ihre Leistung schon recht bedeutend ist; doch liefern neuere Maschinen bis zu 35 Drucke in 1 Minute und zeichnen sich gegenüber älteren noch durch die sehr erhebliche Verringerung des verlorenen Streifens zwischen den einzelnen Belichtungen auf nur 3 bis 4 mm aus, wodurch monatlich etwa 500 bis 600 m lichtempfindlichen Papiers erspart werden.

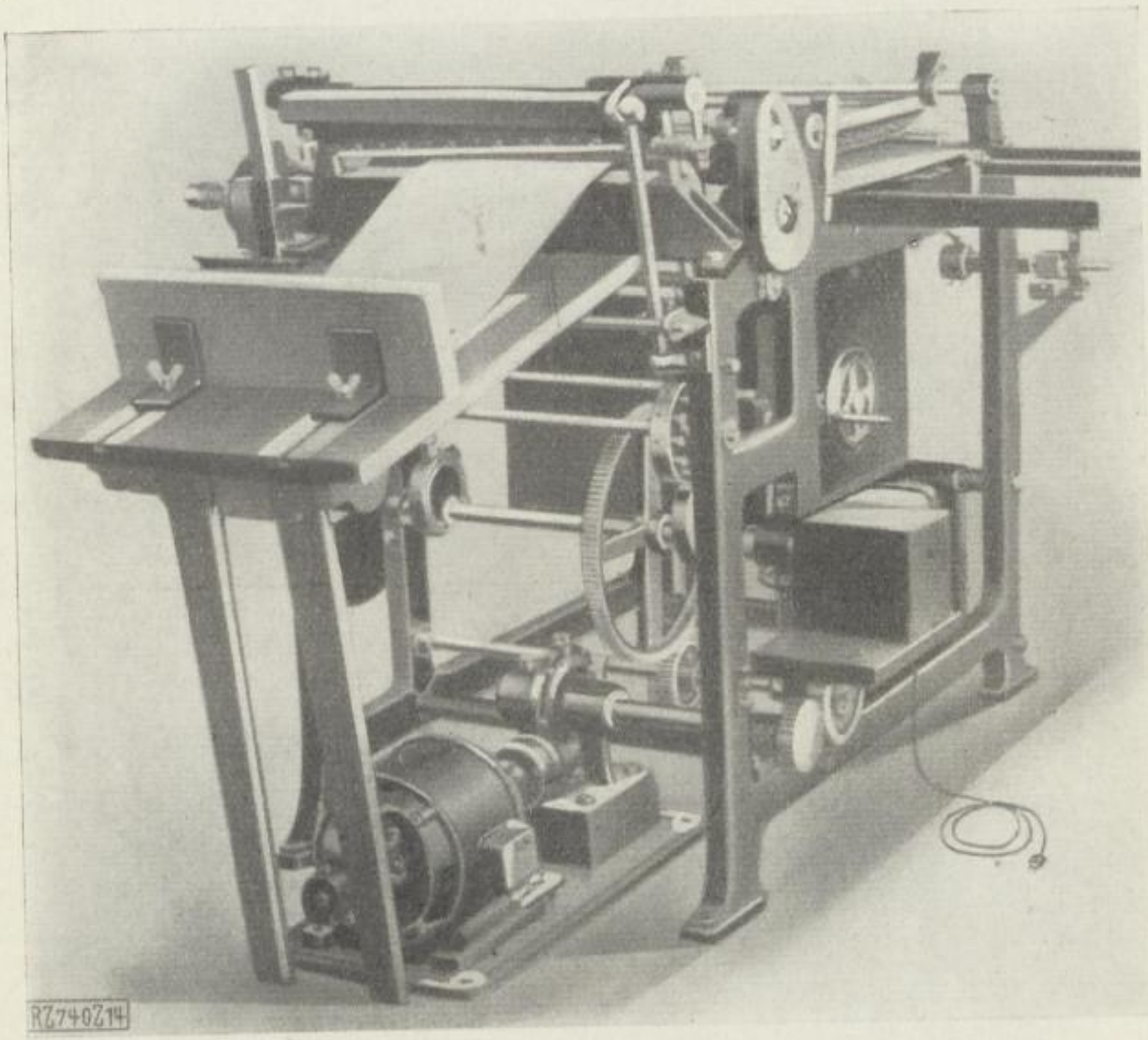


Abb. 232. Belichtungsmaschine, Bauart der Radebeuler Maschinenfabrik, August Koebig, G. m. b. H.

Eine neuzeitliche Belichtungsmaschine dieser Art mit untenliegenden Belichtungskasten, der durch einen verstellbaren Schleifkontaktschalter betätigt wird, so daß die Belichtungsdauer in weiten Grenzen verändert werden kann, zeigt Abb. 232. Ausgestattet ist diese Maschine noch mit einem sogenannten „Multiplikator", einer Vorrichtung, durch die jede beliebige Größe in 2-, 3-, 6- oder 12facher Länge nach erfolgter Belichtung von der Papierbahn geschnitten werden kann, so daß man auf diese Weise die für die Entwicklung

und Weiterverarbeitung bequemste Bogengröße wählen kann. Eine größere Belichtungsmaschine, an die sich eine Entwicklungsanlage anschließt, ist aus Abb. 233 ersichtlich, die gleich den Abbildungen

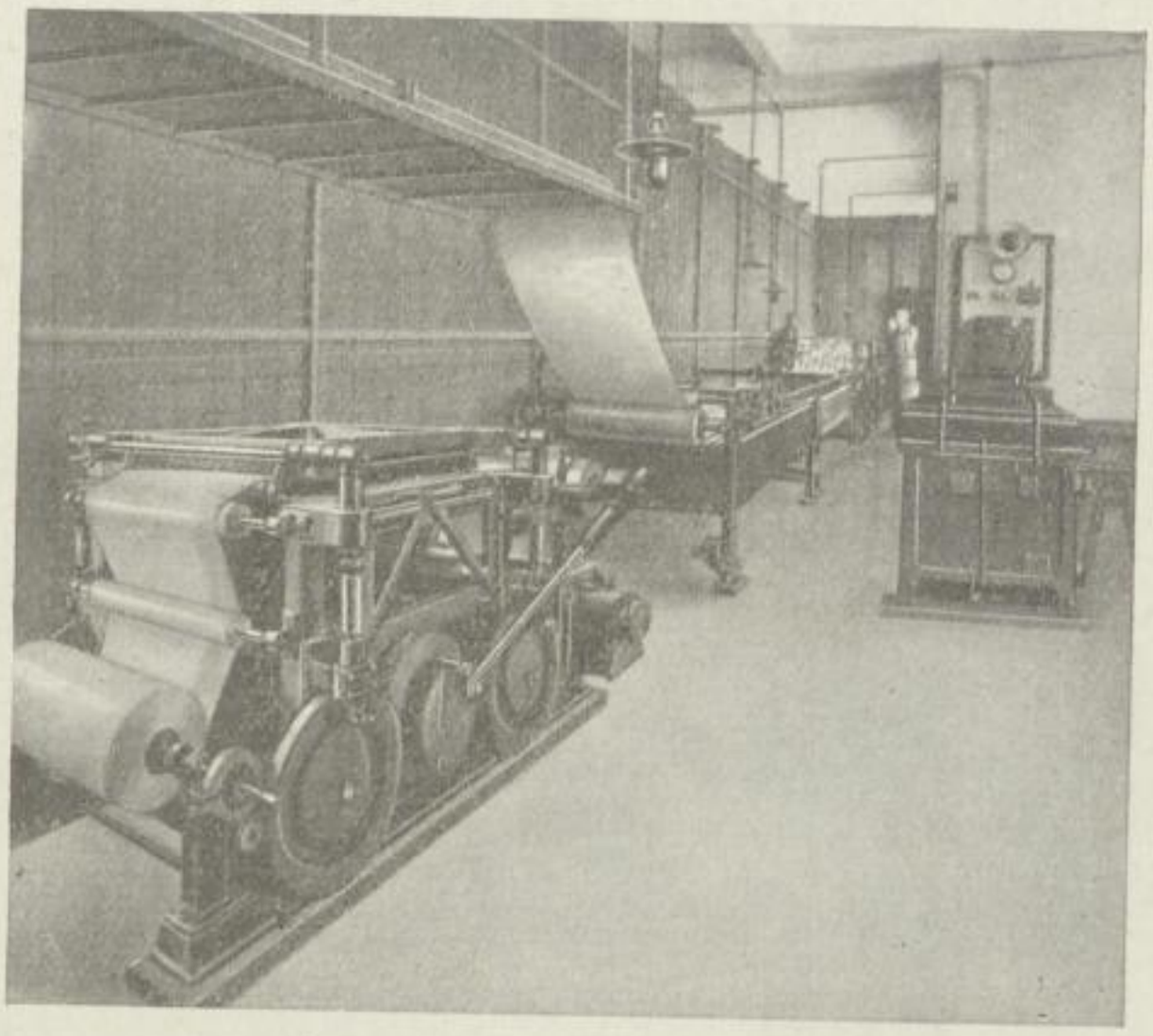


Abb. 233. Belichtungs- und Entwicklungsmaschine für Umlaufdruck.

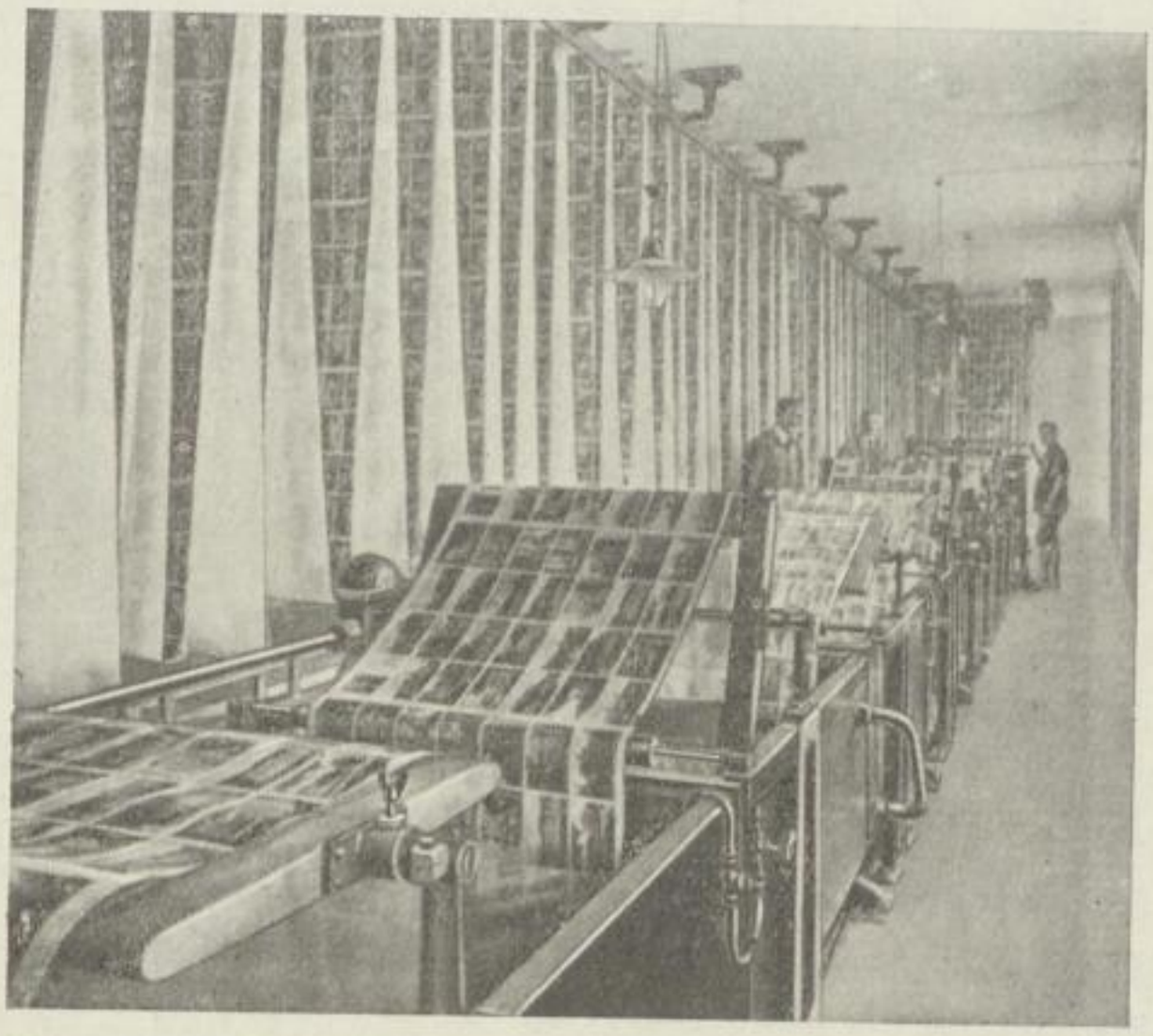


Abb. 234. Wässerungs- und Tonungsmaschine mit anschließender Trockenanlage für Umlaufdruck.

234—236 eine Gesamtanlage in der Bromsilberdruckanstalt der Firma Max Breslauer, Leipzig, zeigt.

Die Entwicklungsanlagen bestehen aus einer Reihe gleichartiger Bottiche zur Aufnahme der Bäder, durch die die Papierbahnen entweder mit Hilfe von Leitwalzen oder wegen ihrer leichtverletzbaren Schichten zweckmäßiger in Falten mittels einer Haspeleinrichtung hindurchgeführt werden; diese bietet noch den Vorteil, daß man bei beschränktem Raum auch ohne allzulange Maschinen auskommt. Außer nach dem angewandten Verfahren richtet sich die Länge einer derartigen Anlage (s. Abb. 237) nach der in 1 Minute geforderten Leistung unter Zugrundelegung einer Entwicklungszeit von 2 bis 3 Minuten, einer Fixierzeit von 5 bis 10 Minuten und einer Waschdauer von 20 bis 30 Minuten. Eine Laufgeschwindigkeit von 4 m in 1 Minute erfordert z. B.

Abb. 235. Durchblick durch den Trockensaal einer Umlaufdruckanlage.

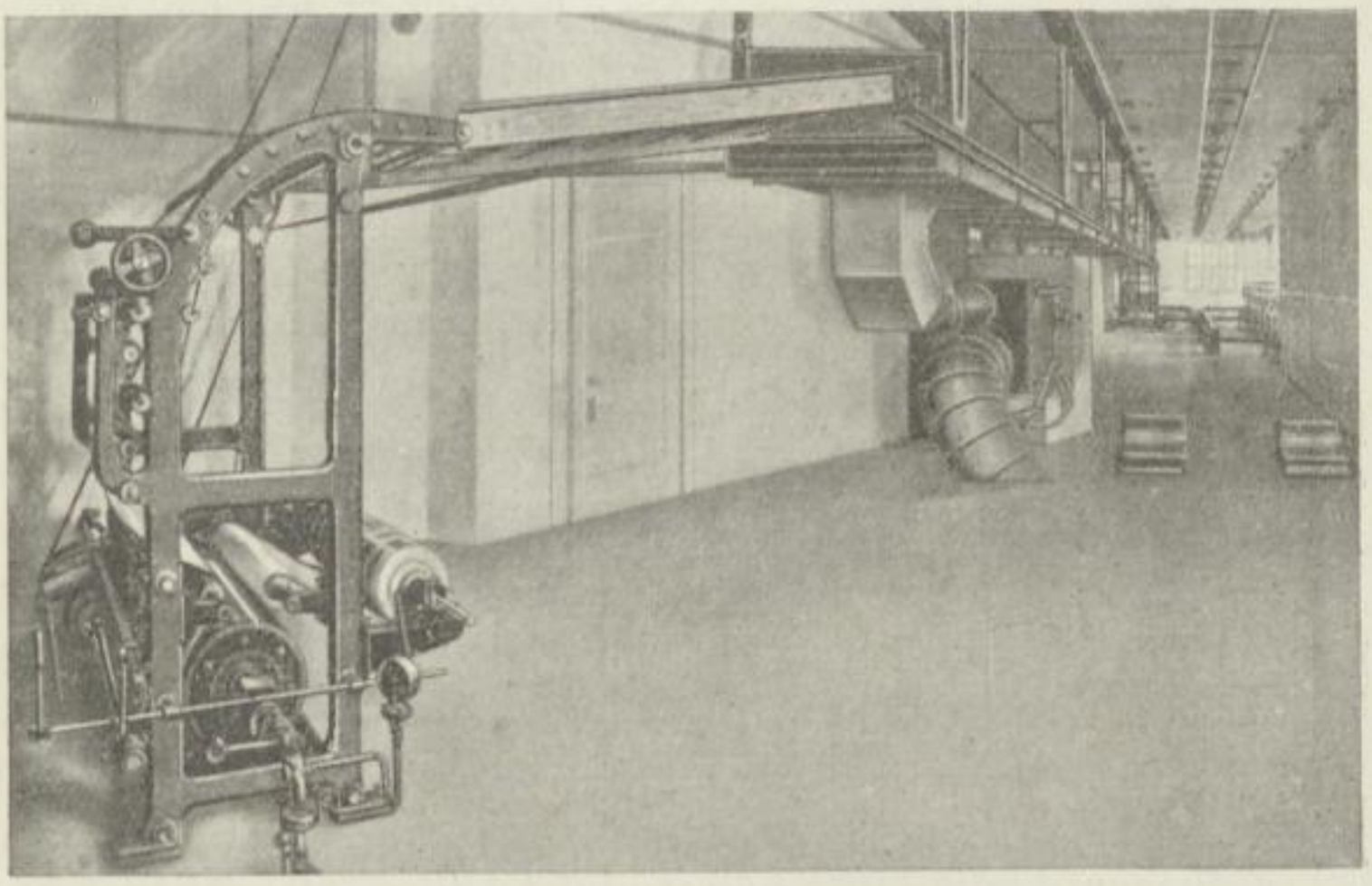


Abb. 236. Trockenkanal mit Roller für Umlaufdruck.

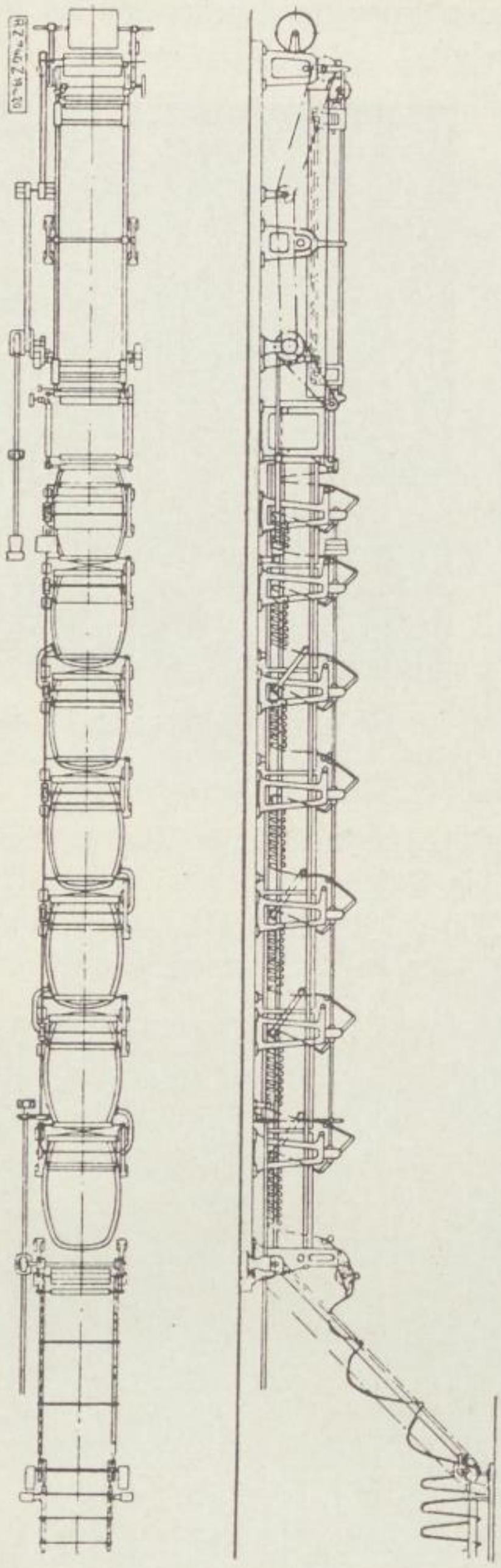


Abb. 237. Schematische Darstellung einer Anlage für photographischen Umlaufdruck.

eine Länge der mit Haspeleinrichtung arbeitenden Anlage von etwa 18 m und eine Gesamtraumlänge von rund 25 m.

Der Entwicklungstisch besteht aus einem langen und flachen mit Blei ausgeschlagenen Bottich, der langsam um seine Mittelachse schwingt, so daß der Entwickler in Bewegung gehalten und dadurch gleichmäßig gemischt wird. Um die Entwicklung, ohne die Arbeitsgeschwindigkeit zu ändern, dem belichteten Papier in günstigster Weise anpassen zu können, hat man die an einem Ende des Bottichs befindliche Leitwalzengruppe verstellbar eingerichtet, so daß die im Entwickler befindliche Länge des Bildbandes hierdurch im Gang verkürzt oder verlängert werden kann. Damit sich ferner die eigentliche Entwicklung möglichst gleichmäßig vollzieht, durchläuft die Papierbahn, bevor sie durch den Entwickelbottich geleitet wird, eine Vorwässerung, oder man entwickelt sie auch mit gebrauchtem Entwickler erst an. Anderseits ist an den Entwickelbottich ein kurzes Säurebad angeschlossen, damit man die Wirkung des Entwicklers nach beendeter Entwicklung sofort aufheben kann. In immer gleichartiger Ausführung folgen zwei getrennte Fixierbäder, dann zweckmäßig in Tageslichträumen

der Wässertrog und je nach Bedarf Bottiche zur Durchführung von Tönungen verschiedener Art. Bemerkenswert ist noch, daß das Wässern nach dem Gegenstromverfahren betrieben wird, häufig auch durch kräftige Brausen unterstützt ist und daß die von Flüssigkeit durchdrungenen Papierbahnen sowohl nach dem Verlassen des zweiten Fixierbades als auch nach dem Wässern eine kräftige aus Gummiwalzen bestehende Auspreßvorrichtung durchlaufen.

Trockenanlagen: Entweder bedient man sich zum Trocknen eines Hängegerätes der für Papiere allgemein gebräuchlichen Art, bei dem das auf Stäben liegende feuchte Papier mittels einer Kette ohne Ende durch den angemessen erwärmten und belüfteten Raum über eine oder auch mehrere Umkehrwalzen einem Roller zugeleitet wird, oder aber man führt die von anhaftenden Tropfen befreite Papierbahn auf Fördergurten ein oder mehrere Male durch flache wagerecht liegende Trockenkanäle, durch die entgegengesetzt zur Papierlaufrichtung ein warmer Luftstrom geblasen wird. Schließlich wird das Papier durch einen mit Spannwalzen und Zugtrommel ausgerüstetem Rolltrieb zu gleichmäßig festen Rollen gewickelt, die in einer besonderen Schneidabteilung erst zu Bogen, dann auf die gewünschten Bildformate geschnitten, nötigenfalls auch rückseitig noch mit Aufdruck versehen werden.

Von der Leistungsfähigkeit einer Gesamtanlage und ihrem Verbrauch an Chemikalien geben von der Rotophot-A.-G., Berlin, freundlichst zur Verfügung gestellte Zahlen einen Begriff. Danach entwickelt eine 50 m lange Maschinenanlage ihres Betriebes, deren außerordentliche Länge sich aus dem Einbau zahlreicher Bottiche zur Vornahme verschiedenartiger Tönungen erklärt, in achtstündiger Arbeitszeit durchschnittlich 3000 m Band. Der Entwickelbottich faßt normalerweise 600 l Entwickler, und der tägliche Verbrauch an Entwickler, der frisch zugesetzt werden muß, um einerseits die nötige Reduktionsfähigkeit zu erhalten, anderseits die durch den Papierstoff aufgesaugten und mit ihm fortgeführten Flüssigkeitsmengen zu ersetzen, beläuft sich auf 100 bis 200 l, der monatliche Bedarf an Fixiernatron auf 1500 bis 2000 kg. Die Fixierlösungen werden täglich auf ihre Konzentration an Thiosulfat und auf ihre Anreicherung an Silber analysiert und nach Erreichung des notwendigen Silbergehaltes durch ein Röhrennetz einer Entsilberungsanlage zugeführt; hier wird das Silber als Schwefelsilber wiedergewonnen und in Filterpressen abgepreßt, um darauf einer Scheideanstalt übergeben zu werden. Auf diese Weise gewinnt man vierteljährlich rund 125 kg metallisches Silber zurück, die etwa 30 v. H.

des ursprünglich in dem verarbeiteten lichtempfindlichen Papier enthaltenen Silbers darstellen. Die den Fixierbädern folgenden Wässerbottiche werden monatlich von rund 3000 m³ Wasser durchflossen, und erhebliche Mengen von Chemikalien werden auch zur Vornahme der verschiedenen Tönungen verbraucht. Die trockenen und wiederaufgerollten mit Bildern bedruckten Papiere gelangen schließlich in die Schneideräume und in die Druckerei, wo sie fertiggestellt werden. Ein Teil der Ware wird jedoch der Hochglanzabteilung zugeleitet, in der täglich rund 1000 Bogen zu je 28 Postkarten in der schon beschriebenen Weise durch Aufquetschen auf Spiegelglas mit Hochglanz versehen werden.

Auch das Bemalen von Bromsilberkarten spielt, soweit es sich um Genrekarten handelt, noch eine erhebliche Rolle und geschieht entweder mit der Hand oder mit Spritzapparaten unter Verwendung von Schablonen und Wasserfarben. Rechnet man 1000 Postkarten auf je 20 m Papierband, so beträgt die Tagesleistung dieser größten deutschen Umlaufkopieranstalt etwa 150 000 Postkarten, die zum kleineren Teil in Deutschland, zum größten Teil auf ausländischen Märkten, und zwar hauptsächlich in England, Skandinavien, den Balkanstaaten, in Indien und in Japan abgesetzt werden.

NAMENVERZEICHNIS.

(Ziffern bedeuten Seitenzahlen.)

C.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

SACHVERZEICHNIS.

(Ziffern bedeuten Seitenzahlen.)

A.

B.

F.

H.

L.

O.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

Druck von Julius Beltz in Langensalza.

Ausführliches Handbuch der Photographie.

Herausgegeben von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder
e. Direktor der staatlichen Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt zu Wien.

Band I.

1. Teil: **Geschichte der Photochemie und Photographie.** Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 4. Aufl. Mit über 150 Abbildungen. In Vorbereitung.

2. Teil: **Photochemie** (die chemischen Wirkungen des Lichtes). Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 4. Auflage. Mit über 50 Abbildungen. In Vorbereitung.

3. Teil: **Die Photographie bei künstlichem Licht,** Spektrumphotographie, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Auflage mit 409 Abbildungen und 10 Tafeln. 26,—, gebunden 30,—.

4. Teil: **Die photographischen Objektive.** Von Professor Dr. Weidert. 4. Auflage. Mit über 270 Abbildungen. In Vorbereitung.

Band II.

1. Teil: **Die Grundlagen der photographischen Negativverfahren.** Von Dr. Lüppo-Cramer. 3. Auflage. Mit 16 Abbildungen. 38,—, gebunden 41.—.

2. Teil: **Die Photographie mit dem Kollodiumverfahren.** (Nasses und trockenes Kollodiumverfahren, Bromsilber- und Chlorsilber-Kollodium-Emulsion). Mit 126 Abbildungen. 3. Auflage. 17,20, geb. 19,20.

3. Teil: **Die Daguerreotypie und die Anfänge der Negativphotographie auf Papier** (Talbotypie, Niepcotypie und ältere Negativverfahren). Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Kustos E. Kuchinka. Mit zahlreichen Abbildungen. 4,70, gebunden 6.20.

4. Teil: **Die theoretischen und praktischen Grundlagen der Autotypie.** Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Dr. A. Hay. 3. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. 6,30, gebunden 7,80.

Band III.

Die Photographie mit Bromsilber- und Chlorsilbergelatine. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Dr. Lüppo-Cramer unter Mitwirkung von Dr. M. Andresen, Dr. Ing. F. Wentzel, Dr. Schuloff und anderen Fachmännern. 6. Auflage.

1. Teil: **Fabrikation der photographischen Platten, Filme und Papiere.** Von Dr. Ing. E. Wentzel. 6. Auflage. Mit 237 Abb.

4. Teil: **Die Sensitometrie, photographische Photometrie und Spektrographie.** Von Hofr. Dr. J. M. Eder. Mit 200 Abbild. u. 10 Tafeln. 42,—, geb. 44,50.

Band IV.

1. Teil: **Die photographischen Kopierverfahren mit Silbersalzen.** (Positivprozeß). Von Dr.-Ing. F. Wentzel. 3. Auflage. Mit 58 Abbildungen u. 48 Tafeln. 21,—, gebunden 23,50.

2. Teil: **Das Pigmentverfahren, Öl-, Bromöl- und Gummidruck.** Lichtpaus- und Einstaubverfahren mit Chromaten etc. Von Hofrat Prof Dr. J. M. Eder. 4. Auflage. Mit 58 Abbildungen. 27.— gebunden 29,50.

3. Teil: **Heliogravüre und Rotationstiefdruck;** ferner Photogalvanographie, Photoglyptie, Asphaltverfahren und photographische Ätzkunst. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Auflage. Mit 136 Abbildungen. 17,—, gebunden 19,50.

4. Teil: **Die Lichtpausverfahren, die Platinotypie und verschiedene Kopierverfahren ohne Silbersalze.** 3. umgearbeitete und vermehrte Auflage. Bearbeitet von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Dr. A. Trumm. Mit 30 Abbildungen. 15,50, geb 17,50.

Lehrbücher.

Ratgeber im Photographieren. Leichtfaßliches Lehrbuch für Liebhaberphotographen. Von L. David, Generalmajor a. D. 241.—255. Aufl. 765. Tausend. Mit 102 Textabbildungen, 31 Tafeln und einer Belichtungstabelle. Taschengröße. 2,40, gebunden 2,70.

Photographisches Praktikum. Lehrbuch der Photographie. Von L. David, Generalmajor a. D. 6. Auflage. Mit 376 Abbildungen und 16 Kunstdrucktafeln. 16,—, gebunden 19,—.

Lehrbuch der praktischen Photographie. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe u. Prof. O. Mente. 4. Aufl. Mit 139 Abb. 8,—, geb. 10,20.

Zur photographischen Technik. Von H. Kühn. 6,80.

Wie erlangt man brillante Negative und schöne Abdrucke? Von Dr. G. Hauberisser. 21.—25. Auflage. Mit 47 Abbildungen. 1,80.

Das A B C des Lichtbildners. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe. Mit 38 Abbildungen und 4 Tafeln. 2. Auflage. Im Druck.

Leitfaden der praktischen Photographie. Von G. Pizzighelli, neu bearb. v Chemiker P. Hanneke. 14. Aufl. d. „Anleitung z. Photographie". 37.-39. Tsd. Mit 269 Abb. u. 9 Kunstdrucktafeln. Vergriffen.

Optik und Sensitometrie.

Vorträge über photographische Optik. Von Dozent H. Schmidt. 3.—4. Aufl. Mit 81 Abbild. und 2 Tafeln. 2,50, gebunden 3,20.

Die photographischen Objektive. Von Prof. Dr. Weidert. 4. Auflage. Mit 272 Abbildungen. Im Druck.

Der Gebrauch der Blende in der Photographie. Von Oberst H. Freiherr von Cles. Mit 37 Abb. 2. Aufl. von Dr. R. Richter. 1,80.

Ein neues Graukeil-Photometer für Sensitometrie, photographisches Kopierverfahren und wissenschaftliche Lichtmessungen. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. Mit 2 Abb. und 2 Tafeln. 1,30.

Mess- und Prüfungsmethoden in der photographischen Praxis. Von Dr. R. Defregger. 4,70, gebunden 5.80.

Chemie und Photochemie.

Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, welche an der Graph. Lehr- u. Versuchsanstalt zu Wien angewendet werden. Herausgeg. v. Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 12.-13. Aufl. 6,50, geb. 7,50.

Vorträge über Chemie und Chemikalienkunde für Photographierende. Von Dozent H. Schmidt. 3.—4. Auflage. Mit einem Anhang über lateinische Bezeichnungen. 2,50, gebunden 3,20.

Photographische Chemie und Chemikalienkunde mit Berücksichtigung der Bedürfnisse der graphischen Druckgewerbe. Von Hofrat Professor E. Valenta. 2. Auflage.

I. Teil: **Anorganische Chemie.** 8,—, gebunden 10,20.
II. Teil: **Organische Chemie.** 9,50, gebunden 11,70.

Photochemie. Von Dr. J. Plotnikow. Mit 15 Abbildungen. 6,—.

Reifung von Bromsilbergelatine mit Ammoniak und Ammoncarbonat. Von Dr.-Ing. O. Papesch. 2,30.

Die Herstellung photographischer Lösungen. Von J. I. Crabtree und C. E. Matthews. Übers. und bearbeitet von C. Emmermann. Mit 7 Abbildungen. 4,50, gebunden 5,80.

Negativverfahren.

Vorträge über die photographischen Verfahren. Von Dozent H. Schmidt. 3. Auflage. Mit 8 Abbildungen. 2,20, gebunden 2,80.

Die Entwicklung der photographischen Bromsilber-Gelatineplatte bei zweifelhaft richtiger Exposition. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 5. Auflage. Mit 1 Tafel. 1,40, gebunden 2,—.

Die Standentwicklung und ihre Abarten für den Amateur- und Fachphotographen. Von Dozent H. Schmidt. 3.—4. Auflage. Mit 29 Abbildungen. 1,50, gebunden 2,10.

Wie erlangt man brillante Negative und schöne Drucke. Von Dr. Hauberißer. Mit 29 Abbildungen u. 18 Kunstbeilagen. 1,80.

Die Mißerfolge in der Photographie. 1. Teil: Negativverfahren. Von H. Müller. 6.-7. Aufl. Mit 4 Abb. u 8 Tafeln. 2,40, gbd. 3,—.

Wirtschaftliches Arbeiten im Negativ- und Positivprozeß. Von H. Zaepernick. 2,20.

Die orthochromatische Photographie. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. Mit 16 Abbildungen und 10 Tafeln. 3,50, gebunden 4,20.

Der Aufbau des photographischen Bildes. Von Prof. Dr. E. Goldberg. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen. 5,50, gebunden 7,—.

Die Fehler im nassen Kollodionverfahren, deren Ursache und Abhilfe. Von Fachlehrer R. Rothmaier. 0,50.

Positivverfahren nebst Diapositivverfahren und Vergrößern.

Vorträge über die photographischen Verfahren. Von Dozent H. Schmidt. 3. Auflage. Mit 8 Tafeln. 2,20 gebunden 2,80.

Die Mißerfolge in der Photographie. II. Teil: Positivverfahren. Von H. Müller. 5.—6. Auflage. 2,40, gebunden 3.—.

Wirtschaftliches Arbeiten im Negativ- und Positivprozeß. Von H. Zaepernick. 2,20

Das Arbeiten mit Gaslicht- und Bromsilberpapieren einschließlich des Postkartendrucks, sowie einer kurzen Anleitung zur Herstellung vergrößerter Bilder. Von Chemiker P. Hanneke. 3. Auflage. Mit 35 Abbildungen und Tafeln. 3,80, gebunden 4,80.

Auskopierpapiere ohne Metalltonung. Von Prof. Dr. E. Stenger. 3,40, gebunden 4,90.

Die Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren. Von Ober-Reg.-Rat Dr. E. Sedlaczek. 2. Auflage. 2,80, gebunden 3,50.

Das Kopieren bei elektrischem Licht. Von Dr. A. Freiherr von Hübl. 2. Auflage. Mit 22 Abbildungen und 1 Tafel. 1,50.

Neuzeitliche photographische Kopierverfahren. Ozobromprozeß, Bromsilberpigmentpapier, Pigmentgravüre, Oeldruck, Bromöldruck, Katatypie, Druckschriften - Kopierverfahren. Von Dr. E. Stenger. 3. Auflage. 2,60, gebunden 3,30.

Das Pigmentverfahren, der Gummi-, Oel- und Bromöldruck und verwandte photographische Kopierverfahren mit Chromsalzen. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 4. Auflage. Mit 58 Abbildungen. 27,—, gebunden 29,50.

Der Pigmentdruck. Von H. Zaepernick. 2,—

Das Bromöldruckverfahren und der Bromölumdruck. Von Dr. E. Mayer. 10.–11. Auflage. 3,80, geb. 4,90.
Die Selbstbereitung von Bromöldruckfarben. Von E. Guttmann. 3. Auflage. —,90.
Der Umdruck im Bromöldruckverfahren. (Handpressendruck.) Von E. Guttmann. 3. Auflage. 1,40.
Anleitung zur Herstellung von Bromölumdrucken nach der Abreibemethode. Von H. Minuth. Mit 12 Abbildungen. 0,60.
Der Gummidruck. Von A. Meyer. Mit 4 Abb. u. 4 Tafeln. 1,40.
Die Diapositivverfahren. Von G. Mercator. 4. Aufl. 2,—, geb. 3,—.
Handbuch des Vergrößerns auf Papieren und Platten. Von Prof. Dr. F. Stolze. Neu bearbeitet von P. Thieme. 4. Auflage.
I. Teil: Die Vergrößerungsgeräte, Grundlagen und Aufbau. 4. Auflage. Mit 180 Abbildungen. 5,—, gebunden 5,70.
II. Teil: Die Praxis des Vergrößerns. Im Druck.
Die Praxis des Vergrößerns. Von H. Zaepernick. Mit 36 Abb. 3,20, gebd. 4,30.

Retusche und Kolorieren.

Die photographische Retusche. Nebst einer Anleitung zum Kolorieren von Photographien. Von G. Mercator. 8. Auflage. 2,20.
Anleitung zum Kolorieren photographischer Bilder. Von G. Mercator. 3. Aufl. 1,60, geb. 2,20.

Apparate nebst Zubehör und Aufnahmetechnik.

Das Arbeiten mit kleinen Kameras nebst praktischer Anleitung zu der Entwicklung der kleinen Negative, sowie der Herstellung von Kopien und Bildvergrößerungen. Von Chemiker P. Hanneke. 6.—7. Auflage. Mit 67 Abbildungen. 2,20, gebunden 3,30.
Die Spiegelreflexkamera. Von A. Mayer, neu bearbeitet von P. Hanneke. 3. Auflage. Mit 52 Abbildungen. 2,20, gebunden 3,30
Die Stereoskopie. Von Dr. J. Rheden. 3. Auflage. Mit 31 Abbildungen. 2,—, gebunden 3,40.
Die Panoramenapparate. Von Prof. Dr. F. Stolze. Mit 33 Abb. 2,—.
Die Lichtfilter. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 3. Auflage. Mit 18 Abbildungen und 6 Tafeln. 4,90, geb. 6,10.
Die richtige Belichtung. Von Dr. J. Rheden. 2. Auflage. 2,60, geb. 3,60.
Die Hilfsmittel zur Bestimmung der Belichtungsdauer. Von Dr. J. Rheden. Mit 48 Abbildungen. 4,50, gebunden 5,80.
Die Belichtungsmesser der photographischen Praxis. Von Dr. R. H. Blochmann. 2. Auflage. Mit 6 Abbildungen. 1,80.
Einführung in die Elektrizitätslehre für Photographen und Filmschüler. Von E. Koch. Mit 51 Abbildungen. 3,80, geb. 5,40.

Photographieren bei künstlichem Licht.

Das Photographieren mit Blitzlicht. Von Dozent H. Schmidt. 3. Auflage. Mit 60 Abbild. und 8 Tafeln. 4,—, gebunden 5,20.
Die Photographie bei künstlichem Licht, Spektrumphotographie, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Aufl. Mit 409 Abb. u. 10 Taf. 26,—, gbd. 30,–.

Farbenphotographie.

Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochrom- und anderen Rasterfarbenplatten. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 5. Auflage. Mit 8 Abbildungen. 2,—, gebunden 2,60.

Die Photographie in natürlichen Farben mit besonderer Berücksichtigung des Lippmannschen Verfahrens, sowie jener Methoden, welche bei einmaliger Belichtung ein Bild in Farben liefern. Von Prof. E. Valenta. 3. Aufl. Mit 32 Abb. und 6 Tafeln. Im Druck.

Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 4. Aufl. Mit 35 Abb. und 4 Tafeln. 4,50, gebunden 5,20.

Kalender und Jahrbücher.

Photographischer Notizkalender. Bearbeitet von Chemiker P. Hanneke. Erscheint bereits seit 1896 regelmäßig zur Jahreswende. Inhalt: Kalendarium, Rezepte, Tabellen, Ratschläge, praktische Winke, rechtliche und gewerbliche Fragen. Taschengröße. 3,30.

Jahrbuch für Photographie, Kinematographie und Reproduktionsverfahren. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Kustos E. Kuchinka. Berichte über die alljährlichen Fortschritte der Wissenschaft und Praxis auf jenen Gebieten. 30. Band, Jahrg. 1921—1927. In 3 Teilen.
Jeder Teil 19,—, gebunden 21,—.
Jahrg. 1915—1920. Mit 155 Abb. 13,—, geb. 14,20.
Frühere Jahrgänge per Band 7,20.

Künstlerische Photographie.

Künstlerische Landschaftsphotographie. Zwölf Kapitel zur Aesthetik photographischer Freilichtaufnahmen. Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. A. Miethe. 6.–7. Auflage. Mit 92 Textabbildungen und Reproduktionen nach Schöpfungen hervorragender Lichtbildner. In geschmackvoller und sorgfältigster Ausstattung. 9,–, gebunden 10,80.

Bildmässige Photographie. Von Kunstmaler F. Matthies-Masuren. 3. Auflage. Mit 24 ganzseitigen Tafelbildern in feinster Buchdruckausführung auf Chamoiskunstdruckpapier nach Landschafts- und Porträtarbeiten der bekanntesten Lichtbildner des In- und Auslandes. 4,80, geb. 6,—.

Angewandte Photographie.

Hochgebirgs- und Winterphotographie. Von Dr. Kuhfahl. 6.–7. Auflage. Mit 32 Bildertafeln, 3.90, geb. 5.70.

Bild und Film im Dienste der Technik. Von Ingenieur A. Lassally.
I. Teil: **Betriebsphotographie.** Mit 39 Abbild. 3,50, gebunden 4,20.
II. Teil: **Betriebskinematographie.** Mit 50 Abb. 6,—, gebunden 6,70.

Lehrbuch der Röntgenographie. Von H. Traut und Oberarzt Dr. H. Engelken. Mit 103 Abbildungen. 4,—, gebunden 4,70.

Die Photoplastik. Herstellung photographischer Skulpturen und ähnliche Verfahren. Von Kustos E. Kuchinka. Mit 23 Abbildungen. 3,80.

Heimatphotographie. Die Photographie im Dienste von Heimatschutz und Heimatforschung. Von Dr. Kuhfahl. Mit 12 Abbildungen. 1,80.

Pflanzenphotographie. Von B. Haldy. Mit 9 Abbildungen. 1,80.
Architekturphotographie. Von B. Haldy. Mit 8 Tafeln. 1,80.
Kunstgewerbliche Photographie. Von B. Haldy. Mit 14 Abb. 1,80.
Die Aktphotographie. Von L. Herrlich u. Dr. W. Warstat. Mit 9 Abbildungen. 1,80.
Tierphotographie. Von E. Lutz. Mit 8 Abbildungen. 1,80.
Sportphotographie. Von M. Schirner. 1,80.
Die Heimphotographie. Von A. Ranft. 3.—4. Aufl. 2,50, gebunden 3,20.
Der Porträt- und Gruppenphotograph beim Setzen und Beleuchten. Von E. Kempke. 3. Auflage. 1,—.
Die Wiederherstellung alter photographischer Bilder und Reproduktion derselben im ursprünglichen und in neuzeitlichen Verfahren. Von Dr. E. Stenger. 2,—
Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. In gemeinverständlicher Darstellung. Von Prof. Dr. E. Goldberg. 2. Auflage. Mit 49 Abbildungen. 3,50, gebunden 4,60.
Die Photographie aus der Luft. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe. 2. Auflage. 2,—, gebunden 2,70.
Die Photographie im Dienste der Presse. Von P. Knoll. Mit 26 Abbildungen. 2,50, gebunden 3,90.
Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen. Von Dr. F. Eichberg. Mit 21 Abbildungen. 1,60.
Die Palimpsestphotographie (Photographie radierter Schriften) in ihren wissenschaftlichen Grundlagen und praktischen Anwendungen. Von P. R. Kögel, O. S. B. Mit 42 Abbildungen. 3,—.
Handbuch für die Kalkulation im Photographengewerbe mit Anleitung für eine zweckentsprechende Buchführung. Bearb. v. J. Lüpke und F. Gellert. Mit 3 Ausschlagetafeln. 2,—.

Kinematographie.

Handbuch der praktischen Kinematographie. Herausgegeben von F. P. Liesegang und G. Seeber.

Band I: **Die Geschichte des Films.**

Band II: **Die Herstellung des Films.**
1. Teil: Rohfilmfabrikation. 2. Teil: Filmaufnahme. 3. Teil: Entwickeln und Kopieren.

Band III: **Die Vorführung des Films.**
1. Teil: Die kinematographische Projektion. Von Dir. Dr. H. Joachim. 7. Auflage. Mit 334 Abbildungen. 10,80, gebunden 12,80.

Band IV: **Sondergebiete des Films.**
1. Teil: Wissenschaftliche Kinematographie.

Kurble. Ein Lehrbuch des Filmsports. Von C. Emmermann, G. Seeber und Dr. K. Wolter. Mit 97 Abbildungen. 6,60, gebunden 7,80.
Hilfsbuch für den Kameramann. Mit 65 Abbildungen. 1,50.
Der gezeichnete Film. Von E. Lutz. Übersetzt und erheblich ergänzt von Dr. K. Wolter. Mit 165 Abbildungen. 12,—, gebunden 13,80.
Betriebskinematographie. Von Ing. A. Lassally. Mit 50 Abbildungen. 6,—, gebunden 6,70.
Die Bücher des Lichtspielvorführers.
1. Mein Vorführungsraum. Von R. Dahlgreen. Mit 17 Abbildungen. 1,—.
2. Das Kofferkino. Von R. Dahlgreen. Mit 17 Abbildungen. 1,—.

Der sichtbare Mensch. Eine Filmdramaturgie. Von Bela Balazs 3,50, geb. 4,80.

Reproduktionstechnik und Graphik.

Lexikon der graphischen Techniken. Von Prof. K. Albert. 13,60, gbd. 15,80.

Der Halbtonprozeß. Ein praktisches Handbuch für Halbtonhochätzung auf Kupfer und Zink. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen. Von Prof. Dr. G. Aarland. Mit 78 Abbild. und 5 Tafeln 3,—.

Das Aluminium in seiner Verwendung für den Flachdruck. (Die Algraphie.) Von Professor A. Albert. 1,60.

Die Reflektographie für Reproduktion ohne photographische Kamera und der anastatische Druck. Von Reg.-Rat A. Albert. 0,50.

Die Verwendung des Zinks für den lithographischen Druck nach dem Verfahren von Dr. Strecker. Von C. Blecher. 1,40.

Lehrbuch der Chemigraphie. 2. Auflage von „Die Autotypie und der Dreifarbendruck". Von Professor K. H. Broum. Mit 78 Abbildungen und 8 Tafeln. 7,80, gebunden 9,40.

Heliogravüre und Rotationstiefdruck, ferner Photogalvanographie, Photoglyptie, Asphaltverfahren und photographische Aetzkunst. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Auflage. Mit 136 Abbildungen. 17,—, gebunden 19,50.

Handbuch der Lithographie. Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Technik. Von Reg.-Rat G. Fritz. Mit 243 Abbildungen und 23 Tafeln, davon 11 in Farbendruck. 35,—, gebunden 39,50.

Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. In gemeinverständlicher Darstellung. Von Prof. Dr. E. Goldberg. 2. Auflage. Mit 48 Abbildungen. 3,50, gebunden 4,60.

Die Schriftlithographie. Eine theoretisch-praktische Anleitung zur Erlernung der Schrift. Mit Vorlageblättern sämtlicher in der lithographischen Technik zur Anwendung kommenden Schriftcharaktere unter besonderer Berücksichtigung der modernen Kunstrichtung. Von F. Hesse †, Oberfaktor der lithographischen Abteilung der Hof- und Staatsdruckerei in Wien. Mit 150 Abbildungen und 30 Tafeln. 15,—.

Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse samt allen Nebenarbeiten. Von Prof. A. Albert. 2. Aufl. Mit 71 Abb. u. 8 Taf. 5,50.

Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. Von Dr. A. Freiherr von Hübl. 4. Aufl. Mit 40 Abbildungen und 4 Tafeln. 4,50, gebunden 5,20.

Die Farbe als wissenschaftliches und künstlerisches Problem. Die Grundlagen der Farbenlehre für Künstler und Kunstgewerbler. Von Prof. Dr. L. Richtera. Mit 57 Abbildungen. 3,40, gebunden 4,20.

Die Herstellung von Büchern, Illustrationen, Akzidenzen usw. Von Reg.-Rat Prof. A. W. Unger, Wien. 3. Auflage. Mit 231 Abbildungen, 10 Beilagen und 87 Tafeln. 16,—, in Halbleinen geb. 18,70, in Ganzleinen geb. 19,20.

Der Offsetdruck. Von K. Gnoth. Mit zahlreichen ein- und mehrfarbigen Illustrationen. Gebunden 4,50

Hand- und Maschinenschriftsatz. Von Dr. R. A. Winkler. 6,40.

Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe. Von Hofrat Professor E. Valenta.

Band I: **Das Papier,** seine Herstellung, Eigenschaften, Verwendung in den graphischen Drucktechniken, Prüfung usw. 2. Auflage. Mit 120 Abbildungen. 8,60, gebunden 9,60.

Band II: **Fette, Harze, Firnisse, Ruß, schwarze Druckfarben** und verschiedene andere in den graphischen Druckgewerben verwendete Materialien (lithographische Tinten, Tusche, Kreiden, Walzenmassen-Feuchtwasser, Drucktinkturen, Lacke, Umdruck-, Deck- und Stempel, farben usw.). Mit 88 Abbildungen. 15,20, gebunden 17,—.

Band III: **Die bunten Druckfarben.** Mit 48 Abbildungen. 9,70, gebunden 11,80.

Die modernen Lichtpausverfahren. Von Prof. H. Spörl. Mit 118 Abbildungen. 5. Auflage. 4,80, gebunden 5,90.

Die Photoglyptie oder der Woodbury-Druck. Nach dem Französischen übersetzt. Von L. Vidal. Mit 24 Abbildungen. 4,50.

Die manuellen graphischen Techniken. Zeichnung, Lithographie, Holzschnitt, Kupferstich und Radierung, sowie die verwandten graphischen Verfahren des Hoch-, Flach- und Tiefdruckes. Von W. Ziegler.

Band I: **Die Schwarz-Weißkunst.** 4. Auflage. Mit 125 Abbildungen. 9,80, gebunden 10,80.

Band II: **Die manuelle Farbengraphik.** 2. Auflage. Mit 10 Abbildungen und Tafeln. 5,50, gebunden 6,50.

Atlas Typischer Spektren

von J. M. Eder und E. Valenta

Dritte Auflage. — Wien 1928.

Der Atlas enthält 55 heliographische Tafeln in Folio-Format u. zwar die **Flammen-Spektren, Bogen-Spektren und Funken-Spektren der meisten Elemente und zahlreicher Verbindungen und Zündsätzen mit genauer Angabe der Wellenlängen.** Für Physiker und Chemiker ist es besonders wertvoll, daß die Spektren sowie mit Prismen-Spektrographen (Glas- und Quarz-Optik) als auch mit einem Konkavgitter aufgenommen und getreu abgebildet wurden. Die Spektral-Tafeln umfassen das Gebiet vom äußersten Rot bis zum brechbarsten Ultraviolett von der Wellenlänge 1872. Auch ist das prismatische Sonnenspektrum vollständig von der Fraunhofer'schen Linie A bis zum Ende des Violett bei den Linien H K abgebildet, und daran anschließend das ultraviolette Spektrum mit dem Quarz-Spektrographen, das bis zur Fraunhofer'schen Linie S reicht. Ferner ist das Verhalten verschiedener photographischer Platten gegen das Sonnenspektrum in klaren Spektrum-Photographien abgebildet.

Verlag der Akademie der Wissenschaften in Wien.

Wenkel

Geschenk von:	Preis: 47.40
AK-Hinw.	
Fach 1 Photographie Sm	
Bio K	Bild K
SWK Photogr. Platten (Fabrikation)	
Mag.-Stdnr. 25.8°4407	zu:
ABGHKL Sonder-Aufst. / Ausl.-V.	zu:

K (A-8/9). 1905/48. 10000 12/359