

Art. plast.

2597 *F*

1 29, ~~7~~, 3557

Enzyklopädie der Photographie und
Kinematographie, Heft 110

1929

J. I. Crabtree und G. E. Matthews:

**Herstellung
photographischer Lösungen**



Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale)

M. 4. 10

329,4
A929 IB 87

Enzyklopädie der Photographie
und Kinematographie, Heft 110

Herstellung photographischer Lösungen und Behandlung photographischer Chemikalien

Von

J. I. Crabtree und **G. E. Matthews**,
Forschungslaboratorium der Eastman Kodak Company, Rochester, N. Y.

Übersetzt und bearbeitet von
C. Emmermann

Mit sieben Abbildungen im Text



Druck und Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale)
1929

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Schreibweise und Anordnung photographischer	
Rezepte	I
Begriffserklärung	I
Verdünnung (Auffüllen) auf ein bestimmtes Volumen . . .	3
Maßsysteme	3
Gleichmäßige Schreibweise der Formeln	3
Chemikaliennamen und Abkürzungen	5
Kleine Chemikalienmengen	6
II. Prozentuale Lösungen und photographische Rech-	
nungen	6
Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt	6
Bedeutung des Ausdruckes „Teile“	8
Gehaltsbestimmung von Lösungen mit dem Aräometer . .	9
Nutzen prozentualer Lösungen	10
Photographische Arithmetik	11
Verdünnen von Lösungen.	11
Vorratslösungen.	12
III. Geräte zur Behandlung photographischer Chemikalien	13
Waagen und Ansetzgefäße	13
Konstruktionsmaterialien für photographische Geräte . . .	16
Kleinere Geräte (Filmklammern und -träger)	16
Schalen und kleine Tröge (Tanks, Bottiche usw.) . . .	16
Tiefe Tanks für Kinofilme und Fertigstellung von	
Amateurarbeiten in Photohändler-Laboratorien . . .	17
Radzähne und Laufrollen für Kinofilm-Entwicklungs-	
maschinen	17
Tröge für Trommelentwicklung	17
Rohrleitungen, Pumpen, Hähne usw.	18
Wägen und Messen	19
Auflösen	20
Filtrieren	21
Entfernung von Schaum	27
Messung von Temperaturen	27
IV. Die Technik des Ansetzens photographischer	
Lösungen	28
Entwickler.	28
Ansetzen konzentrierter Entwickler	32
Entwickler in zwei Lösungen	33
Lebensdauer von Entwicklern	34
A) In ungebrauchtem Zustand	34
B) Im Gebrauch	35
Fehler bei Entwicklern	36
A) Der Entwickler gibt Schleier	36

355,19

	Seite
B) Die Lösung ist gefärbt	38
C) Die Lösung entwickelt nicht	38
D) Ausscheidung eines weißen Kristallbreies	38
E) Schaum	38
F) Verschiedene andere Fehler	39
Ansetzen von Desensibilisatorlösungen	39
Fixierbäder	40
Härte- und Unterbrechungsbäder	45
Gründe für die Unterbrechung der Entwicklung von Platten und Filmen	46
Wichtigkeit des Unterbrechungsbades bei Abzügen	47
Eigenschaften eines Fixierbades	48
Praktische Lebensdauer eines Fixierbades	50
Fehler bei Fixierbädern	51
A) Ausscheidungen im Fixierbad	51
B) Ungenügendes Härungsvermögen	53
C) Blasenbildung	54
D) Dichroitischer Schleier	54
E) Hautbildung auf Fixierbädern	54
F) Anfärbungen	55
G) Flecken größerer Dichte	55
Verschiedene Lösungen	55
A) Persulfat-Abschwächer	55
B) Permanganat-Abschwächer	56
C) Farmers Abschwächer	57
D) Jod-Zyanid-Abschwächer	57
E) Monckhovens Verstärker	57
F) Kaustische oder ätzende Alkalien	58
G) Schwefelsäure	59
H) Alaunthiosulfattonbäder	59
V. Ersatz von Chemikalien durch andere	60
Substitution von Chemikalien in Entwicklern	60
A) Entwicklungssubstanz	60
B) Konservierende Substanz	60
C) Alkali	62
D) Verzögerer	64
E) Ersatz für Kalisalze	64
Substitution von Chemikalien im Fixierbad	64
A) Sulfite und Bisulfite	64
B) Alaune	64
C) Säuren	65
VI. Reinheit und Aufbewahrung photographischer Chemikalien und Lösungen	66
Wasser	66
Reinigung des Wassers	68
Verunreinigungen in Chemikalien für Entwickler und Fixierbäder	69
Aufbewahrung von Chemikalien	71
Aufbewahrung von Lösungen	73

	Seite
VII. Verschiedene Angaben	75
Einfluß der Temperatur auf photographische Chemikalien und Lösungen	75
Reinigung von Schalen, Trögen und Flaschen	77
Giftwirkung photographischer Chemikalien	79
VIII. Anhang	83
Umrechnung englischer und amerikanischer Gewichte und Hohlmaße	83
Löslichkeitstabelle photographischer Chemikalien	86
Tabelle zur Reduktion der Thermometerskalen von Fahren- heit und Celsius	91

Obgleich die Mehrzahl der Amateurphotographen es vorzieht, photographische Chemikalien in gebrauchsfertigem Zustande zu kaufen, ist es doch üblich, daß fortgeschrittene Amateure, Fachphotographen, Photohändler, die Amateuraufnahmen bearbeiten, und Kinofilmlaboratorien, die Chemikalien in großem Maßstabe verbrauchen, die verschiedenen photographischen Lösungen aus ihren Chemikalienbestandteilen selber herstellen.

Um all und jede in der Photographie Anwendung findende Lösung auf korrekte Weise ansetzen zu können, muß man die Eigenschaften der dazu gebrauchten Chemikalien und die chemischen Reaktionen kennen, die sich während des Ansetzens abspielen, obwohl es gewöhnlich auch dem unerfahrenen Laboranten möglich ist, die üblichen Entwickler- und Fixierbäder herzustellen, wenn er dabei streng den gedruckten Vorschriften folgt. Die Anleitungen zum Gebrauch der einzelnen Materialien weichen jedoch voneinander ab; so empfiehlt man z. B. bei gewissen Entwicklerrezepten, das Elon zuerst zu lösen, während andere Formeln die Lösung des Sulfits an erster Stelle vorschreiben, wobei beide Methoden richtig sein können. Folgt man jedoch einer in ein System gebrachten Arbeitsweise, und verfügt der Photograph dazu noch über die Kenntnis der sich abspielenden Reaktionen, so kann er beruhigt jede in der photographischen Praxis gebrauchte Lösung herstellen. Ferner wird er, und das ist noch wichtiger, in der Lage sein, die Ursache des Fehlers zu erkennen, wenn eine Lösung nach dem Ansetzen aus irgendeinem Grunde nicht einwandfrei arbeitet.

I. Schreibweise und Anordnung photographischer Rezepte.

Begriffserklärungen.

Eine Lösung entsteht durch Auflösen und gleichmäßiges Verteilen eines festen Körpers oder einer Flüssigkeit in einer anderen Flüssigkeit (oder in einem anderen festen Körper). Ebenso kann man Lösungen von Gasen in Flüssigkeiten her-

Crabtree und Matthews, Herstellung photograph. Lösungen.

stellen; so ist z. B. Formalin die 40 prozentige Lösung von gasförmigem Formaldehyd in Wasser. Lösungen dieser Art werden jedoch selten in der Photographie gebraucht.

Die aufgelöste Substanz bezeichnet man als den „gelösten Stoff“ oder kurz als das „Gelöste“, die Flüssigkeit, die zur Auflösung diene, als „Lösungsmittel“. Die Menge eines Körpers, bis zu der er in einem Lösungsmittel aufgelöst werden kann, bezeichnet man als seine „Löslichkeit“. Enthält ein Lösungsmittel einen Körper in der größtmöglichen Menge gelöst, vermag es demnach nicht mehr von ihm aufzunehmen, so spricht man von einer „gesättigten“ Lösung.

Der Grad der Löslichkeit jedes Chemikals hängt von der Natur des Lösungsmittels und dessen Temperatur ab, die stets anzugeben ist.

Kühlt man eine gesättigte Lösung auf eine niedrigere Temperatur ab, so bilden sich gewöhnlich Kristalle, die sich ausscheiden, bis der dieser besonderen Temperatur entsprechende Löslichkeitspunkt oder -grad erreicht ist. Bei gewissen Körpern, z. B. Natriumthiosulfat, scheiden sich, vorausgesetzt, daß die Lösung vollkommen frei von Staub ist und vor Erschütterungen bewahrt wird, jedoch keine Kristalle beim Abkühlen aus, und man erhält eine sogenannte „übersättigte“ Lösung. Bringt man aber einen kleinen Thiosulfatkristall in diese Lösung, so setzt sofort eine Ausscheidung von Kristallen ein, die ständig wachsen, bis der Sättigungspunkt erreicht ist.

Danach besteht die beste Methode zur Herstellung einer gesättigten Lösung darin, daß man eine reichlich bemessene Menge der betreffenden Substanz in heißem Wasser zur Auflösung bringt, die Lösung unter Umschütteln oder Umrühren auf Zimmertemperatur abkühlen und sie einige Zeit stehen läßt, um sie danach von den ausgeschiedenen Kristallen abzufiltrieren.

Für photographische Arbeiten sind gesättigte Lösungen nicht zu empfehlen, da auch bei Verwendung einer sorgfältig hergestellten Lösung schwerwiegende Irrtümer unterlaufen können, wenn man ihren jeweiligen Zustand nicht regelmäßig vor dem Gebrauch berücksichtigt und jedes Kristall, das sich gebildet hat, auflöst. Diese Irrtümer kann man vermeiden, wenn man immer Lösungen eines bestimmten Prozentgehaltes verwendet, wie weiter unten beschrieben wird.

Verdünnung (Auffüllen) auf ein bestimmtes Volumen.

Wenn man ein Chemikal in Wasser auflöst, so ist das Volumen der sich ergebenden Lösung gewöhnlich größer als das des benutzten Wassers, da die Teilchen oder „Moleküle“ des Chemikals in der Lösung einen gewissen Raum einnehmen.

Mischt man zwei Flüssigkeiten, so braucht das Endvolumen der Mischung nicht unbedingt der Summe der Volumina der gemischten Flüssigkeiten gleich zu sein, sondern es kann größer oder kleiner sein. Gibt man 50 Volumteile Alkohol zu 50 Volumteilen Wasser von 21 ° C, so beträgt das Volumen der Mischung 97 Volumteile und nicht deren 100.

Ferner nehmen gleiche Gewichtsmengen verschiedener Chemikalien nicht dasselbe Volumen ein.

In der Photographie berücksichtigen wir fast ausschließlich das Gewicht oder das Volumen jedes Chemikals in einem festen Volumen der Lösung. Man geht daher beim Ansetzen so vor, daß man das Chemikal in einer Wassermenge auflöst, die der Schätzung nach geringer ist als das in der Formel angegebene Endvolumen, zu dem man nach erfolgter Lösung mit Wasser auffüllt.

Maßsysteme.

In der photographischen Praxis pflegt man in Deutschland und anderen Ländern, die das metrische System angenommen haben, feste Körper zu wägen und Flüssigkeiten abzumessen. (In Amerika und England bedient man sich meistens noch des „avoir du poids-Systems“, auf das wir im Anhang zurückkommen.)

Die metrische L ä n g e n e i n h e i t ist das M e t e r, das in 100 Z e n t i m e t e r (abgekürzt: cm) eingeteilt wird.

Die metrische R a u m e i n h e i t ist das K u b i k z e n t i m e t e r (ccm oder cm³). 1000 ccm sind ein L i t e r (l). Die Bezeichnung „Milliliter“ (gleich $\frac{1}{1000}$ l) anstatt 1 ccm ist in Deutschland kaum gebräuchlich.

Die metrische G e w i c h t s e i n h e i t ist das G r a m m, das dem Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser von 4 ° C entspricht, bei welcher Temperatur Wasser seine größte Dichte hat. Die abgekürzte Schreibweise ist g. 1000 g sind 1 Kilo- gramm (1 kg).

Gleichmäßige Schreibweise der Formeln.

Mancher Irrtum in der Auslegung von Vorschriften könnte vermieden werden, wenn die Autoren bei Veröffentlichungen eine einheitlich festgelegte Schreibweise befolgen würden.

Mees¹⁾, Außerwinkler²⁾ u. a. haben Standard-Schreibweisen für Formeln vorgeschlagen, deren praktischem Gebrauch in Veröffentlichungen jedoch gewisse Einwendungen entgegenstehen. Der einfachste Standard ist vielleicht das Liter oder seine Viertelbrüche: 250, 500 und 750 ccm, wenn es sich um Bäder handelt, die in Schalen gebraucht werden. Sollen jedoch Lösungen in Trögen Anwendung finden, so nimmt man als Grundmaß vier Liter bzw. Viertelbrüche dieses Volumens. Es ist sehr angebracht, bei Formeln stets das Gesamtvolumen auf vorstehender Basis anzugeben.

Von Wichtigkeit ist die Reihenfolge, in der die einzelnen Bestandteile einer Formel angeordnet sind. Man stellt hierbei in manchen Fällen das Wasser an den Kopf, in anderen an das Ende der Formel. Zweckmäßig führt man das Wasser zuletzt auf, und zwar in der Schreibweise „Wasser bis zum Gesamtvolumen von x ccm“, oder einfacher „Wasser bis x ccm“.

Bei Entwicklern in zwei oder drei Lösungen kann man eine Ausnahme von dieser Regel machen. In diesem Falle kann man das Gesamtvolumen des Wassers an erster Stelle angeben, wenn man in ihm nur ein oder zwei Chemikalien, z. B. Natriumkarbonat (Soda), auflöst. Bei den meisten Entwicklervorschriften (Pyrogallol und Amidol ausgenommen) ist es auch angebracht, am Kopfe der Formel „heißes Wasser (von ungefähr 50° C)“ in zur raschen Lösung aller Chemikalien ausreichender Menge anzugeben. Der Einfachheit halber nimmt man diese Wassermenge gleich einem ganzen Viertelbruch des Gesamtvolumens der Lösung. Wird dann die endgültige Verdünnung durch Auffüllen mit kaltem Wasser erreicht, so ist der Wärmegrad des Entwicklers der üblichen Gebrauchstemperatur gewöhnlich näher, als wenn keine diesbezüglichen Hinweise gegeben wurden.

Wird eine Lösung zum Gebrauch verdünnt, so wird die Formel mit „Vorratslösung“ bezeichnet, wie in dem folgenden Beispiel, bei dem die eben gemachten Vorschläge berücksichtigt sind:

Vorratslösung A:

Heißes Wasser (ungefähr 50° C)	500 ccm,
Elon	4 g,
Natriumsulfit, wasserfrei	15 g,
Hydrochinon	15 g,
Wasser, kalt, bis zum Gesamtvolumen von . . .	1 l.

1) „B. J. Phot.“ 64, 535 (1917).

2) „Photographische Rundschau“ 62, 130 (1925).

Vorratslösung B:

Wasser	1 l,
Soda, wasserfrei	15 g,
Bromkalium	2 g.

*

Die Chemikalien sind stets in derselben Reihenfolge anzugeben, in der sie aufzulösen sind. Sie ist bei Entwicklern gewöhnlich die folgende:

1. Konservierende Substanz (z. B. Sulfit, Bisulfit oder Metabisulfit).
2. Entwicklungssubstanz (Elon, Hydrochinon, Pyrogallol u. a. m.).
3. Alkali oder Beschleuniger (Soda, Pottasche, Ätznatron oder -kali).
4. Bromid oder Verzögerer.
5. Wasser bis zum Volumen von x ccm.

Ist ein starkes Alkali, z. B. Natriumhydroxyd (Ätznatron) angegeben, so führt man das Wasser an erster Stelle, und zwar als „kaltes Wasser“ an, da sich bei der Auflösung des Ätzalkalis eine so beträchtliche Hitze entwickelt, daß bei Verwendung warmen Wassers zum Ansetzen die Lösung mit explosiver Heftigkeit aufkochen kann.

Ist in einer Formel Schwefelsäure vorgesehen, so muß das Wasser am Ende der Formel erscheinen; denn die konzentrierte Säure muß stets zum Wasser gegeben werden. Kehrt man die Reihenfolge um, indem man das Wasser zur Säure gibt, so kann sich die Mischung lokal derart überhitzen, daß Säurespritzer herausgeschleudert werden, die ernste Brandwunden auf der menschlichen Haut hinterlassen können.

Chemikaliennamen und -abkürzungen.

In der Bezeichnung oder Nomenklatur der Chemikalien herrscht ein ziemliches Durcheinander, so daß man vorgeschlagen hat, eine einheitliche Schreibweise, und zwar die chemische Terminologie, wie man sie in jedem guten Lehrbuch der Chemie findet, anzuwenden. Besonders die englische Sprache ist reich an veralteten Bezeichnungen, wie: carbonate of sodium, soda crystals, bichromate of pottash, pottassa oder pottassium carbonate usw. Auch im Deutschen hat man derartige Chemikaliennamen, z. B. Natron an Stelle von Natriumthiosulfat, die man besser nicht länger verwendet. Eine große Anzahl korrekter Bezeichnungen für Chemikalien findet man

im Anhang in der Löslichkeitstabelle, in der die in der photographischen Praxis gebräuchlichsten Chemikalien aufgeführt sind.

Kleine Chemikalienmengen.

Wenn in einer Vorschrift Chemikalienmengen unter 1 g vorgesehen sind, gibt man sie am besten als soundso viel Kubikzentimeter (oder als gerade Viertelbrüche eines Kubikzentimeters) einer zehnpromzentigen Lösung an. Dadurch vermeidet man Mengenangaben wie „x Tropfen“, die stets unsicher sind, da die Größe der Tropfen je nach den Umständen, unter denen sie abgemessen werden, innerhalb weiter Grenzen veränderlich ist. Der Spielraum, wieviel Tropfen von Flüssigkeiten verschiedenen spezifischen Gewichts auf 1 dram (etwa 2 ccm) gehen, ist aus einer Notiz in „The Photographic Journal of America“³⁾ deutlich zu sehen, nach der 45 Tropfen Ammoniak 138 Tropfen Alkohol (95 %) auf 1 dram gegenüberstehen. Ein Durchschnittstropfen aus den gewöhnlichen Tropfflaschen oder Büretten ist weniger als $\frac{1}{10}$ ccm.

Nähere Angaben für das Ansetzen von Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt werden im nächsten Abschnitt gemacht.

II. Prozentuale Lösungen und photographische Rechnungen.

Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt.

In der Photographie werden die beiden folgenden Arten von selbst anzusetzenden Lösungen gebraucht:

- A) Lösungen eines festen Körpers in einer Flüssigkeit,
- B) Lösungen einer Flüssigkeit in einer anderen Flüssigkeit.

*

A) Die Mißverständnisse, die des öfteren hinsichtlich der richtigen Methode zur Herstellung von Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt entstanden sind, sind darauf zurückzuführen, daß beim Ansetzen solcher Lösungen drei Möglichkeiten bestehen. Eine fünfprozentige Lösung von Bromkalium kann man z. B. auf folgende Weisen ansetzen:

1. durch Auflösen von 5 g des Chemikals in 100 ccm Wasser,
2. durch Auflösen von 5 g des Chemikals in 95 g Wasser, so daß man 100 g Lösung erhält,

3) „Phot. J. Amer.“ 59, 412 (1922).

3. indem man 5 g der Substanz in wenig Wasser löst und dann mit Wasser zum Endvolumen von 100 ccm auffüllt.

Nach 1 erhält man etwa 102 ccm, nach 2 etwa 97 ccm Lösung. Der Chemiker wird nach der zweiten Methode arbeiten, während die dritte beim Ansetzen photographischer Lösungen in Betracht kommt. Methode 1 verwendet man nicht, da, wie oben angegeben, gleiche Gewichtsmengen verschiedener Chemikalien nicht auch gleiche Räume einnehmen.

In der photographischen Praxis zeigt demnach der Prozentgehalt einer Lösung nur an, wieviel Gramm des betreffenden Chemikals in 100 ccm der Lösung gelöst enthalten sind. (Siehe Löslichkeitstabelle im Anhang.)

Zur Herstellung einer zehnprozentigen Bromkaliumlösung verfährt man also folgendermaßen: 10 g des Salzes werden in wenig Wasser gelöst, dann gibt man Wasser bis zum Gesamtvolumen von 100 ccm zu. Mißt man 100 ccm dieser Lösung ab, so mißt man damit auch 10 g Bromkalium ab.

Setzt man Lösungen mit bestimmtem Prozentgehalt nach einer der obigen Methoden 1, 2 oder 3 an, so betragen die dabei auftretenden Fehler weniger als 5 %. Da die einfachste Methode, nämlich 3, zugleich auch die genaueste ist, sollte man sie anwenden.

Als eine Anomalie mag noch angeführt sein, daß es sogar möglich ist, 100prozentige Lösungen mancher Chemikalien, z. B. von Natriumthiosulfat, herzustellen, indem man 100 g dieses Chemikals, die einen Raum von weniger als 100 ccm einnehmen, in so viel Wasser auflöst, daß sich ein Endvolumen von 100 ccm ergibt.

*

B) Eine zehnprozentige Lösung einer Flüssigkeit in Wasser stellt man her, indem man 10 ccm dieser Flüssigkeit mit Wasser auf ein Volumen von 100 ccm bringt.

*

Bei der Veröffentlichung photographischer Aufsätze könnten viele Mißverständnisse vermieden werden, wenn die Autoren, falls sie Lösungen von bestimmtem Prozentgehalt vorschreiben, auch die zur Herstellung anzuwendende Methode angeben würden. Inkonssequenzen und Irrtümer, die durch falsche Vorstellungen über prozentuale Lösungen entstehen können, sind von Dobson⁴⁾ und Lockett⁵⁾ behandelt

4) „Camera Craft“ 27, 291 (1920).

5) „B. J. Phot.“ 70, 95 (1924).

worden. Obwohl die auftretenden Fehler beim Abmessen geringer Mengen nur klein sind, nehmen die Fehler doch ernstliche Dimensionen an, wenn die Lösungen einen Gehalt von mehr als 25—30 % besitzen.

Bedeutung des Ausdrucks „Teile“.

Man findet in der Literatur oft die Angabe: „10 Teile eines Körpers sind in 100 Teilen Wasser zu lösen.“ Eine solche Angabe ist mehr oder weniger inhaltslos, da man feste Körper zu wägen und Flüssigkeiten abzumessen pflegt, obgleich im metrischen System 1 g Wasser gleichbedeutend mit 1 ccm Wasser ist, so daß Gramme und Kubikzentimeter als gleichbedeutend mit „Teilen“ betrachtet werden können.

Bei Flüssigkeiten kann man Volumeneinheiten und bei festen Körpern Gewichtseinheiten als maßgebliche „Teile“ nehmen. Ein „Teil“ kann dann alle Werte von 1 g bis zu 1 t und 1 ccm bis zu 100 l und darüber hinaus annehmen, wenn man die anderen Mengen ebenfalls in der entsprechenden Maßeinheit angibt.

Heißt es z. B. in einer Vorschrift: „Man nehme zum Gebrauch A) 3 Teile, B) 1 Teil“, so kann das bedeuten: A) 30 ccm, B) 10 ccm; oder: A) 300, B) 100; oder: A) 3 l, B) 1 l usw.

Ein anderes Beispiel: Man stelle 4 l einer Lösung nach folgender Vorschrift her:

Natriumsulfit	10 Teile,
Pyrogallol	1 Teil,
Wasser bis	100 Teile.

4 l oder 4000 ccm sind = 100 Teile, demnach ist 1 Teil = 40 ccm bzw. 40 g. Man löst also $10 \times 40 = 400$ g Natriumsulfit, danach 1×40 g Pyrogallol in Wasser und füllt mit Wasser auf 4000 ccm auf. Damit hat man 4 l einer Lösung mit der geforderten Zusammensetzung.

Aus Gründen der Einfachheit und Klarheit ist es dennoch vorzuziehen, an Stelle von „Teilen“ stets die genauen Mengen selber und das Endvolumen anzugeben. Die vorstehende Formel würde dann lauten:

Natriumsulfit	400 g,
Pyrogallol	40 g,
Wasser bis	4 l.

Diese Schreibweise ist verständlicher und gibt daher nicht zu Mißverständnissen Anlaß. Außerdem kann man aus ihr

die Reihenfolge, in der die einzelnen Chemikalien aufzulösen sind, leichter ersehen.

Gehaltsbestimmung von Lösungen mit dem Aräometer.

Manche Photographen pflegen Vorratslösungen von Natriumthiosulfat, Soda, Natriumsulfit usw. mit Hilfe des Aräometers herzustellen. Diese Methode hat in bestimmten Fällen ihre Vorteile, z. B. wenn feucht gewordenes Thiosulfat vorliegt, das eine unbekannte Menge Wasser aufgenommen hat. Zeigt das Aräometer das gleiche spezifische Gewicht an, so hat man ein Fixiernatronbad desselben Gehalts, gleichgültig, ob das Chemikal feucht oder trocken war. Andererseits können Fehler von 25—50 % unterlaufen, wenn man feucht gewordenes Thiosulfat einfach ohne Berücksichtigung seines Feuchtigkeitsgehaltes abwägt.

Der allgemeinen Anwendung des Aräometers stehen aber schwerwiegende Nachteile im Wege. Zunächst braucht man viel Zeit, um eine Lösung unter Aräometerkontrolle auf einen bestimmten Gehalt einzustellen. Außerdem sagt die Aräometeranzeige nichts über den prozentualen Gehalt der Lösung aus. Und schließlich hängt die Aräometeranzeige von der Temperatur des Bades ab. Stellt man beispielsweise eine Lösung mit warmem Wasser her und zeigt das Aräometer 45° Baumé (Bé) an, so hat dieselbe Lösung nach dem Erkalten vielleicht 48—50° Bé. Man muß daher unbedingt alle Aräometerproben stets erst nach Abkühlung der Lösung auf Zimmertemperatur vornehmen oder Tabellen aufstellen, aus denen man die Änderungen in der Dichte mit schwankender Temperatur für jede einzelne Lösung entnehmen kann.

Auf der anderen Seite leistet das Aräometer gute Dienste zur raschen Gehaltsbestimmung von gewissen flüssigen Chemikalien, wie Alkohol, Essigsäure und Schwefelsäure. Weiß man z. B. von einer Lösung, daß sie nur reinen Äthylalkohol und Wasser enthält, so kann man aus der Aräometeranzeige bei bestimmter Temperatur den prozentualen Gehalt an Alkohol mit genügender Genauigkeit schnell ermitteln.

Das Ansetzen von Vorratslösungen unter Aräometerkontrolle ist nicht empfehlenswert, da man durch Abwägen der Bestandteile schneller und einfacher zum Ziele kommt. Doch kann man die fertige Lösung mit dem Aräometer überprüfen, um sich zu vergewissern, daß bei der Herstellung kein Fehler begangen wurde.

Einen fertig gemischten Entwickler mit dem Aräometer zu prüfen ist zwecklos. Der einzige gangbare Weg zur Prüfung eines Hervorrufers besteht darin, daß man in ihm Proben des Materials entwickelt, für dessen Bearbeitung er bestimmt ist ⁶⁾.

Die Einteilung der Aräometerskalen erfolgt auf die verschiedensten Weisen, z. B. nach den Systemen von Baumé, T w a d d l e u. a. Bei manchen Aräometern oder „Spindeln“, wie man sie häufig in der Technik nennt, kann man direkt das spezifische Gewicht, d. h. das Verhältnis des Gewichts eines bestimmten Volumens der Flüssigkeit zu dem des gleichen Volumens Wasser von Standardtemperatur (4° C), ablesen.

Nutzen prozentualer Lösungen.

Der große Vorteil bei der Abgabe des Prozentgehaltes einer Lösung besteht darin, daß man sich sofort ein Bild von ihrer relativen Stärke machen und bei Vorhandensein verschiedener Vorratslösungen eine angegebene Formel durch einfaches Abmessen bestimmter Volumina jeder Lösung zusammenstellen kann, also keiner Waage benötigt. Hat man z. B. zehnprozentige Lösungen von rotem Blutlaugensalz (Kaliumferricyanid) und von Bromkalium und soll man die folgende Lösung herstellen:

Kaliumferricyanid	6,0 g,
Bromkalium	2,3 g,
Wasser bis	1000 ccm,

so braucht man nur 60 ccm der roten Blutlaugensalzlösung und 23 ccm der Bromkaliumlösung abzumessen und mit Wasser auf das Volumen von 1000 ccm zu bringen, womit die Lösung fertig ist.

Handelt es sich um sehr konzentrierte Lösungen, so kann man diese Methode nicht immer anwenden. Doch sollte man sich ihrer nach Möglichkeit bedienen, da sie viel Zeit spart und außerdem sehr genau ist, wie das folgende Beispiel zeigt:

In einem Rezept sind 0,1 g eines Chemikals vorgesehen. Diese kleine Substanzmenge kann man auf den üblichen photographischen Waagen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit abwägen. Durch Abmessung von 1 ccm einer zehnprozentigen Lösung dieser Substanz ist die ganze Aufgabe sofort gelöst.

6) „Photographic Methods of Testing Developers“ („Photographische Methoden zur Prüfung von Entwicklern“) von J. I. C r a b t r e e, „B. J. Phot.“ 69, 153 (1922); „Amer. Ann.“ 36, 184 (1922).

Photographische Arithmetik.

Man kommt oft in die Lage, von einer Lösung eine größere Menge herzustellen als in der Vorschrift angegeben. In diesem Falle muß man einige sehr einfache arithmetische Rechnungen durchführen, um zu dem angestrebten Ziele zu kommen. Die beiden folgenden Beispiele zeigen, wie unkompliziert diese Rechnungen sind:

1. Es sollen 180 ccm der nachstehenden Vorschrift angesetzt werden:

Rotes Blutlaugensalz	4 g,
Natriumthiosulfat	10 g,
Wasser bis	100 ccm.

Man benötigt dann $\frac{180 \cdot 4}{100} = 7,2$ g rotes Blutlaugensalz und $\frac{180 \cdot 10}{100} = 18$ g Natriumthiosulfat. Diese Substanzmengen löst man in etwas Wasser und füllt dann auf 180 ccm auf.

2. Es sollen 500 ccm einer siebenprozentigen Natriumsulfid-
lösung hergestellt werden:

Zu 100 ccm einer siebenprozentigen Lösung benötigt man 7 g, also zu 500 ccm $5 \cdot 7 = 35$ g. Zur Herstellung der Lösung löst man 35 g Natriumsulfid in Wasser und füllt auf 500 ccm auf.

Verdünnen von Lösungen.

Oft muß man den Prozentgehalt von Lösungen verringern, sie also verdünnen. Ein Beispiel: Es sind 81 28 prozentiger Essigsäure aus Eisessig (konzentrierter Essigsäure) herzustellen.

Zur Herstellung von 100 ccm 28 prozentiger Essigsäure gebraucht man 28 ccm Eisessig.

Für 1 ccm 28 prozentiger Essigsäure sind $\frac{28}{100}$ ccm Eisessig nötig.

Für 8000 ccm 28 prozentiger Essigsäure sind $\frac{28 \cdot 8000}{100} = 2240$ ccm Eisessig nötig.

Man nimmt also 2240 ccm Eisessig und bringt sie mit Wasser auf ein Volumen 8000 ccm.

Um eine Lösung dreifach zu verdünnen, gibt man zu einem Volumen von ihr nicht die dreifache, sondern ungefähr die zweifache Wassermenge. Bei vierfacher Verdünnung fügt man ungefähr 3 Teile Wasser zu usw. Beispiel: Ein Volumen einer

Lösung plus ungefähr zwei Volumina Wasser geben drei Volumina einer Lösung, die dreifach verdünnter oder ein Drittel so stark ist wie die ursprüngliche Lösung.

Vorratslösungen.

Eine Vorratslösung ist, wie schon oben erwähnt, eine konzentrierte Lösung, die man zum Gebrauch mit Wasser verdünnt. Einfache Lösungen, die nur ein einziges Chemikal, wie Bromkalium, Soda u. a. enthalten, setzt man mit Vorteil zehnpromentig an, da man dann, wenn man das Volumen der Lösung in Kubikzentimetern durch 10 teilt, die Anzahl der in diesem Quantum Lösung befindlichen Gramme fester Substanz findet. 75 ccm

einer zehnpromentigen Lösung von Bromkalium enthalten $\frac{75}{10}$

= 7,5 g dieses Körpers gelöst.

Die im einzelnen Fall überhaupt erzielbare größte Konzentration oder Stärke einer Lösung hängt von der Löslichkeit des betreffenden Chemikals ab. Da sich diese mit abnehmender Temperatur verringert, darf man eine Lösung nicht stärker ansetzen, als ihrem Sättigungsgehalt bei etwa 4—5° C entspricht. Andernfalls würde ein Mehr an Substanz bei kaltem Wetter auskristallisieren (siehe Löslichkeitstabelle im Anhang S. 87 ff.).

Eine Vorratslösung von Natriumsulfit ist so stark wie möglich anzusetzen (mit etwa 15 % des wasserfreien Salzes), da bei dieser Konzentration die Lösung sich sehr langsam oxydiert und daher haltbarer ist als schwächere Lösungen. In diesen nimmt Natriumsulfit sehr rasch Sauerstoff aus der Luft auf und wird dadurch in Sulfat übergeführt, wobei es seine konservierende Kraft einbüßt.

Vorratslösungen stellt man am besten in solcher Konzentration her, daß man sie leicht auf die beim Gebrauch erforderliche Stärke verdünnen kann. Eine Natriumthiosulfat-Vorratslösung setzt man beispielsweise 50% oder 60 promentig an, um durch Verdünnung mit der gleichen Menge Wasser eine 25% bzw. 30 promentige Gebrauchslösung zu erhalten. Das Ansetzen von Vorratslösungen in zwei-, drei- oder vierfacher Stärke ist oft ein wertvolles Mittel, um Zeit und Raum zu sparen.

Die Bezeichnung „Vorratslösung“ ist bei Veröffentlichung einer jeden Formel, die zum Gebrauch noch verdünnt werden muß, anzugeben. Unterläßt man diesen Hinweis, so kann man irrtümlich die Vorratslösung als fertig zum Gebrauch verdünnt betrachten.

III. Geräte zur Behandlung photographischer Chemikalien.

Waagen und Ansetzgefäße.

Zur Herstellung kleiner Entwicklermengen sowie von Farbstoff- oder Desensibilisatorlösungen benötigt man eine genügend empfindliche Waage, die $\frac{1}{100}$ g mit Genauigkeit anzeigen muß. Auf einer solchen Waage kann man Substanzmengen bis herauf zu 10 g abwägen. Für größere Mengen von Chemikalien bis zu 100 g kann man eine einfache Waage mit zwei Schalen verwenden. Eine größere Waage dieser Art ist für Substanzmengen bis zu 2 kg geeignet. (Siehe B in Abb. 1.) Eine Kilogramm anzeigende Brückenwaage dient zum Abwägen sehr großer Chemikalienmengen. (C in Abb. 1.)

Als Ansetzgefäße für kleine Flüssigkeitsmengen eignen sich konische Glaskolben, die als „Erlenmeyer-Kolben“ bekannt sind, besonders gut. Für größere Flüssigkeitsmengen kommen emailierte Eimer oder Kübel in Betracht.

Brauchbare Rührer in Gestalt einfacher oder an einem Ende schaufelartig geformter Stäbe kann man aus Holz herstellen; doch muß man dann für jedes Bad einen besonderen Rührer haben, der für keinen anderen Zweck verwendet werden darf, um Verunreinigung der Bäder durch verschleppte Chemikalien zu vermeiden.

Einen sehr praktischen Rührer, der den Vorzug hat, sich leicht säubern zu lassen, kann man aus einem dickwandigen Glasrohr („Pyrex“-Glas) von ungefähr $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser anfertigen, indem man das Rohr an beiden Enden zuschmilzt. Ein am oberen Ende des Rohres aufgesteckter Gummistopfen verhindert Zerschlagen des Glases, wenn der Rührer gegen die Wandung eines Eimers oder Steingutgefäßes schlägt.

Als Holz für Rührer eignet sich das der Pech- oder Rotanne oder das der Zypresse. HolZRührer müssen, bevor man sie in Gebrauch nimmt, mit Paraffinwachs imprägniert werden. Man weicht sie dazu vorerst einige Stunden in Wasser ein, um die Poren des Holzes zu öffnen, und taucht sie dann in geschmolzenes, heißes Paraffin, das in die Holzporen eindringt und dabei das Wasser aus ihnen her austreibt. Hält man die Paraffinlösung genügend warm, so bleibt auf dem Rührer nach dem Herausnehmen aus dem Imprägnierungsbad nur eine dünne Paraffinschicht zurück.

Abb. 2 zeigt drei verschiedene Arten HolZRührer. A ist ein Rührer von herkömmlicher Gestalt; B ist sehr praktisch, da

man mit ihm die Lösung leicht in rotierende Bewegung bringen kann; C ist eine geeignete Konstruktion für tiefe, schmale Gefäße.

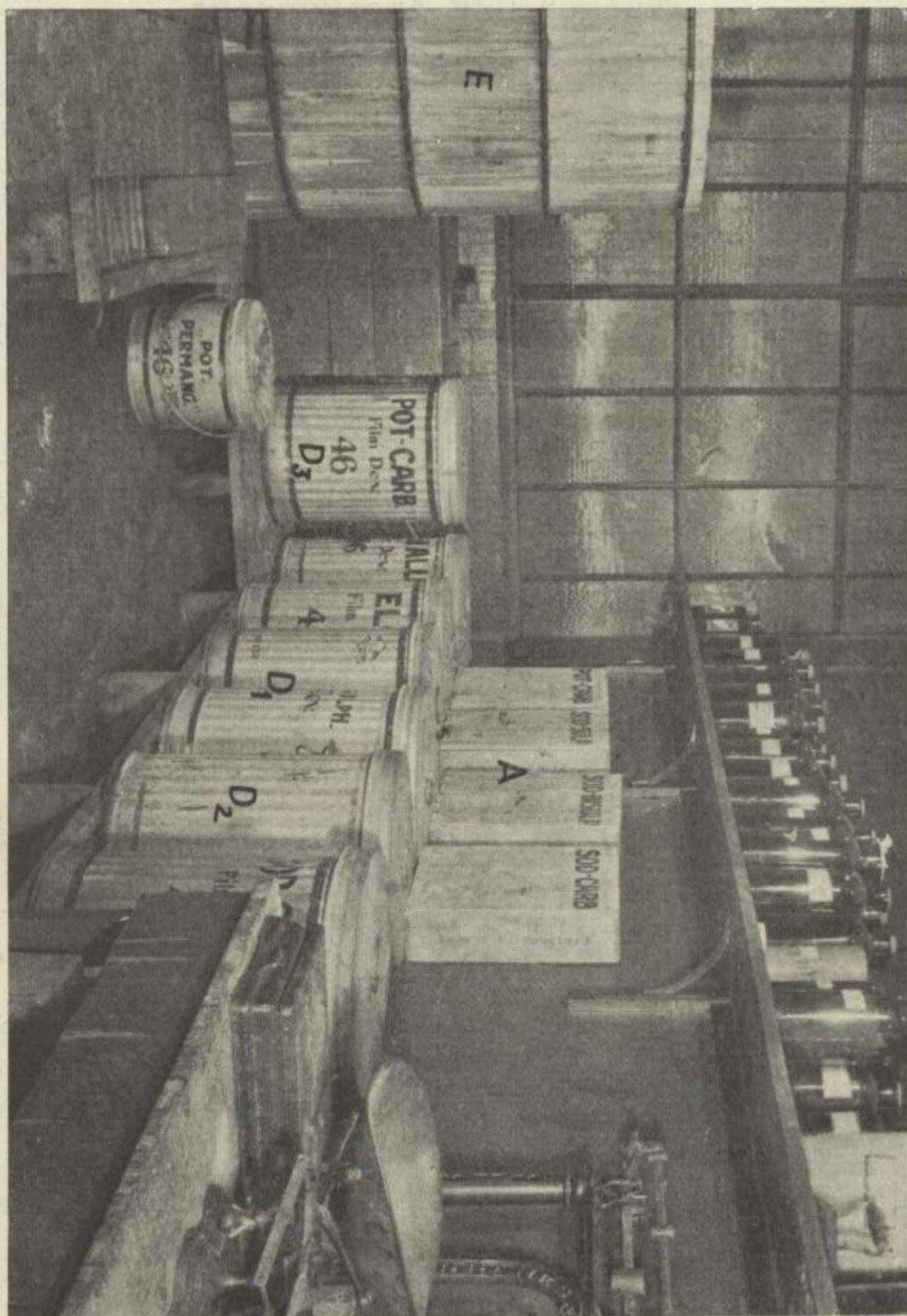


Abb. 1. Wagen und Vorratsbehälter für trockene Chemikalien.

fäße. Den Rührer B stößt man im Gebrauch senkrecht an einer Seite des Gefäßes in die Flüssigkeit, dann bewegt man ihn quer über dem Boden, wobei man den Rand des Gefäßes als Stütze

verwendet, und zieht ihn an der entgegengesetzten Seite wieder heraus. Der Rührer C wird wie bei einem Butterfaß einfach auf und ab bewegt.

Am Stiele des Rührers eingeschnittene Kerben können zum Abmessen (Abstechen) einer bestimmten Lösungsmenge in einem Gefäß dienen. Man stellt dazu den Rührer in das Gefäß senkrecht hinein und gibt Wasser dazu, bis es in Höhe der Marke steht. Verwendet man einen aus Glasrohr hergestellten Rührer, so kann man an diesem eine Marke anbringen, indem man vor dem Zuschmelzen der Enden des Rohres einen stramm passenden Korken in dieses hineinschiebt. Man kann auch den Korken so zerschneiden, daß sein unterer Teil als Marke bei Verwendung in einem Gefäß und sein oberer Teil als Marke für ein anderes Gefäß dienen kann. Ebenso können die beiden Marken zur Kennzeichnung zweier verschiedener Flüssigkeitsmengen in ein und demselben Gefäß dienen. Die Einteilung des Rührers kann man dadurch erweitern, daß man auf dem Kork mit chinesischer Tusche Marken anzeichnet, oder indem man mehrere Marken in das Glasrohr hineinbringt. Zuviel Marken sieht man besser nicht vor, da sie zu Irrtümern Anlaß geben können. Zweckmäßig steckt man in das Rohr noch ein kleines Kartonstück, auf dem die Bedeutung der Marken und ihre Entfernung von den Enden des Glasrohres angegeben sind.

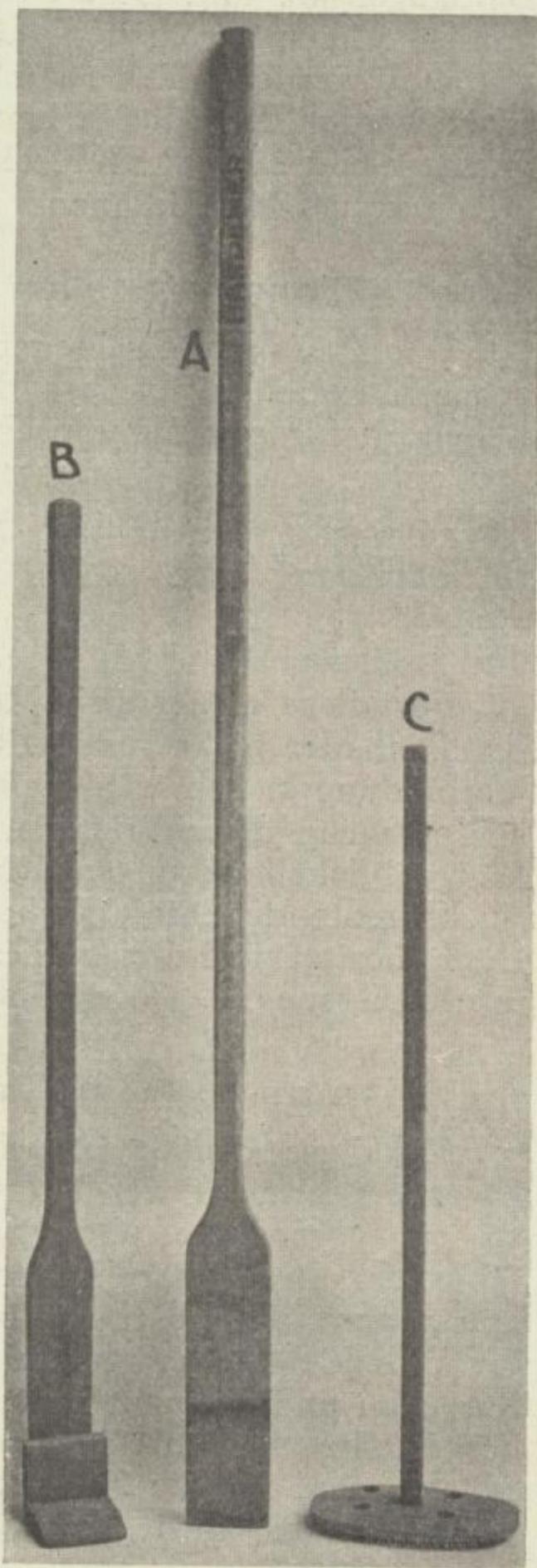


Abb. 2. Verschiedene Arten von Rührern.

Das Abwägen der Chemikalien und das Ansetzen der Lösungen nimmt man in einem besonderen Raume vor. Beim Abwägen von Hydrochinon, sublimiertem Pyrogallol, rotem Blutlaugensalz und anderen Chemikalien muß man sich sehr vorsehen, damit nicht feine Chemikalienpartikelchen in die Luft gestäubt werden, da sie dabei sehr leicht von Zugluft fortgeführt werden, sich auf Arbeitstischen, Negativen und Abzügen ablagern und dann durch Fleckenbildung unaufhörliche Schwierigkeiten verursachen können.

Konstruktionsmaterialien für photographische Geräte.

Die Prüfung verschiedener metallischer und nichtmetallischer Materialien auf ihre Brauchbarkeit zur Herstellung von Behältern für photographische Lösungen war Gegenstand ausgedehnter, von den Verfassern angestellter Untersuchungen⁷⁾, deren Ergebnisse in den nachstehenden Ausführungen zusammengefaßt sind.

Kleinere Geräte (Filmklammern und -träger).

Für diese eignet sich Monelmetall am besten, doch ist es für Tonbäder nicht verwendbar. Bei Filmträgern mit gelöteten Verbindungsstellen wird keine elektrolytische Korrosion beobachtet, wenn diese Träger nicht in dauerndem Gebrauch sind. Einige Nickellegierungen („Niaco“) und mehrere Chromstähle (nicht rostende Stähle) scheinen ebenfalls brauchbar zu sein. Doch besitzt nicht eins dieser Materialien auch nur im entferntesten Grade die erforderlichen Eigenschaften wie Monelmetall.

Schalen und kleine Tröge (Tanks, Bottiche usw.).

Da diese Gefäße im allgemeinen für die verschiedensten Zwecke gebraucht werden, muß das Material, aus dem sie bestehen, gegen alle photographischen Lösungen widerstandsfähig sein. Brauchbare Materialien sind: Glas, emaillierter Stahl, Hartgummi, mit Paraffin imprägniertes Teakholz, mit einer Gummischicht oder gummiertem Stoff belegtes Holz, sowie Porzellan und Steingut mit guter Glasur. Aus starkem Karton hergestellte und mit hochschmelzendem Wachs imprägnierte Schalen sind für die Zwecke des Amateurs leidlich brauchbar, wenn man sie nicht zu rauh behandelt. Kleinere Tröge aus

7) „B. J. Phot.“ 70, 366, 385 (1923); „Ind. and Eng. Chem.“ 16, 13 (1924); „B. J. Phot.“ 71, 415, 431 (1924); „Amer. Phot.“ 18, 148 (1924).

Monelmetall oder Nickel mit gepreßten Nähten oder an der Außenseite gelöteten Verbindungsstellen sind ebenfalls verwendbar, wenn man sie nur mit Unterbrechungen zum Entwickeln, Fixieren oder Waschen verwendet. Läßt man saure Fixierbäder einige Wochen in Monel- oder Nickeltrögen stehen, so zeigen sie besonders bei hohen Temperaturen starke Korrosionserscheinungen.

Tiefe Tanks für Kinofilme und Fertigstellung von Amateurarbeiten in Photohändler- Laboratorien.

Alberene-Stein, Schiefer, Steingut mit guter Glasur und Holz (Zypresse) sind Materialien, die sich für alle Lösungen, Tonbäder einbegriffen, eignen. Mit Blei ausgeschlagene Holztröge können für Entwickler und Fixierbäder verwendet werden, wenn die Verbindungsstellen bleigelötet sind (nicht mit einem anderen Lot). Ein Nachteil hölzerner Tanks ist, daß sich an ihren Innenwandungen leicht Schleim ansammelt. Für Entwickler mit niedrigem Alkaligehalt haben sich auch Tröge aus Portlandzement geeignet erwiesen. Tanks aus Schmiedeeisen oder weichem Stahl kann man für stark alkalische Lösungen und Entwickler mit Ätzalkali benutzen.

Radzähne und Laufrollen für Kinofilm- Entwicklungsmaschinen.

Hartgummi, Blei, Letternmetall und Pyrexglas gaben befriedigende Resultate. Auf dem Blei schlägt sich aus dem Fixierbad Silber nieder, so daß mit der Zeit die Rohrleitungen verstopft werden können, weshalb man das Silber ab und zu abkratzen muß. Messing und Kupfer darf man nicht für Rohrleitungen verwenden, da beide den Entwickler beeinflussen und durch Fixierbäder zerfressen werden. Radzähne, sowie Laufrollen u. ä. sind nach Möglichkeit aus Hartgummi, Glas oder Porzellan herzustellen, obwohl auch Stifte aus nichtrostendem Stahl und Monelmetall in gewissen Fällen befriedigen. Rohre dürfen nicht mit Zinn oder zinnhaltigen Loten gelötet werden.

Tröge für Trommelentwicklung.

Glasiertes Steingut, mit Gummi belegtes Holz und gummierter Stoff eignen sich für alle Lösungen, Blei und Monelmetall für Entwickler und Fixierbäder, wenn man die Tröge nach Gebrauch entleert. Für saure oxydierende Lösungen oder

starke Alkalien kann man im Notfall Metalltröge verwenden, wenn man sie mit Stoff auslegt und ihn mit geschmolzenem Hartparaffin imprägniert, wobei man zum Schluß die Oberfläche mit einem warmen Eisen glättet. Für derartige Lösungen benutzt man jedoch besser Steinguttröge. Lackiertes Metall eignet sich nur für zeitweiligen Gebrauch.

Rohrleitungen, Pumpen, Hähne usw.

Zum Transportieren von Entwicklern und Fixierbädern eignen sich Rohrleitungen aus Blei und Hartgummi in Verbindung mit Monel-, Nickel-, verbleiten oder silberplattierten Hähnen. Hähne aus Hartgummi oder Steingut sind besonders dann am Platze, wenn sie ständig mit den Lösungen in Berührung kommen. Verzinnete, mit Zinn belegte, Kupfer- oder Messinghähne und Rohrleitungen gebraucht man bei Entwicklern und Fixierbädern besser nicht. Für die Fortleitung von destilliertem Wasser genügen jedoch mit reinem Zinnlot gelötete Rohre und Armaturen aus Blockzinn. Verbindungen von Bleirohren müssen gehämmert oder bleigelötet, nicht mit gewöhnlichen Loten gelötet werden. Pumpen aus Monelmetall, Phosphorbronze oder Hartgummi genügen für Entwickler und Fixierbäder, wenn sie nach Gebrauch gereinigt werden. Wenn silberplattierte Apparate verwendet werden, so muß die Plattierung frei von nadelstichtartigen Löchern und Kratzern sein, die später das darunter befindliche Metall freilegen, so daß Korrosion eintreten kann.

Bei der Auswahl von Materialien für die Konstruktion von für photographisch-chemische Prozesse bestimmten Apparaten sind die folgenden Vorsichtsmaßregeln zu beachten:

A) Zinn, Kupfer oder diese Metalle enthaltende Legierungen dürfen nicht mit Entwicklerlösungen, besonders nicht mit konzentrierten Entwicklern, in Berührung kommen, da sich in diesem Falle mehr oder weniger von dem Zinn oder Kupfer auflöst und dann entweder starken chemischen Schleier oder rasche Oxydation des Entwicklers verursacht. Kontakt zweier oder mehrerer Metalle oder Legierungen, die der Einwirkung eines Entwicklers ausgesetzt sind, beschleunigt die Geschwindigkeit der Korrosion und erhöht den auftretenden Schleier. Besonders bei Entwicklern müssen gelötete Verbindungsstücke vermieden werden; sind sie aber nicht zu vermeiden, so muß man ein Lot mit wenig Zinn oder ein zinnfreies Lot verwenden und die Verbindungsstellen so anbringen, daß so wenig wie möglich von dem Lot mit der Lösung in Berührung kommt.

B) Für Fixier- und Tonbäder, sowie saure oxydierende Lösungen (wie z. B. saure Kaliumpermanganatlösung) ist Metall, wenn irgend möglich, zu vermeiden. Muß trotzdem Metall gebraucht werden, so müssen die Apparate aus einem einzigen Metall, für Fixierbäder vorzugsweise Nickel, Blei oder Monelmetall, gebaut werden. Alle Verbindungsstücke müssen entweder elektrisch geschweißt oder von der Außenseite her gelötet werden, mit Ausnahme von Blei, in welchem Falle sie bleigelötet werden müssen. Andernfalls setzt elektrolytische Korrosion ein.

C) Apparate aus Aluminium, Zink oder galvanisiertem Eisen dürfen nicht für Entwickler oder Fixierbäder gebraucht werden, da diese Metalle mit diesen Lösungen unter Bildung von Niederschlägen reagieren, die einen Niederschlag auf der Schicht hinterlassen und oftmals die Gelatine anfärben.

D) Plattierte Metalle sollen nach Möglichkeit für den Gebrauch mit photographischen Lösungen vermieden werden, da elektrolytische Korrosion einsetzt, sobald die Plattierung an einer kleinen Stelle abgenutzt ist. Hier verdienen einheitliche Metalle oder Legierungen den Vorzug.

E) Für Fixierbäder oder starke Salzlösungen sind poröse Materialien, wie z. B. unvollständig glasiertes Steingut, imprägniertes Fasermaterial oder Hartgummikompositionen zu vermeiden, da sonst Kristallisation der Salze innerhalb der Poren des Materials eine Verwitterung verursacht, ähnlich wie Eis bei Felsen, die den Einflüssen des Wetters ausgesetzt sind.

F) Schalen oder Tröge, die mit einer Lackschicht bedeckt sind, sind nicht widerstandsfähig gegen stark alkalische Entwickler oder Fixierbäder von hoher Säurekonzentration.

G) Billige Hartgummiröhren oder andere Materialien, die freien Schwefel oder Metallsulfide enthalten, sind für den Gebrauch mit Entwicklerlösungen zu vermeiden, da sich durch die Wirkung des in dem Entwickler enthaltenen Alkalis lösliche Alkalisulfide bilden, die chemischen Schleier verursachen.

Wägen und Messen.

Das Abwägen von Chemikalien nimmt man auf Papierstücken vor. Nachdem man das Chemikal in das Ansetzgefäß gegeben hat, schüttelt man das Papier nicht einfach ab, sondern wirft es in den Ausguß und spült es mit Wasser ab, um so den Chemikalienstaub aufzulösen.

Größere Mengen wägt man am besten in Eimern oder Kübeln ab. Flache, mit gummiertem Stoff bekleidete Holz-

schalen mit den Ausmaßen von etwa 40×50 cm sind nützliche Geräte zum Abwägen großer Chemikalienmengen vor der Auflösung. (Siehe A in Abb. 1.) Für jedes Chemikal ist eine besondere Schale, die als solche gekennzeichnet wird, zu benutzen.

Für kleine Flüssigkeitsmengen wird eine in Kubikzentimeter eingeteilte Glasmensur, für größere Mengen ein vorher mit einer Einteilung versehener Eimer verwendet. Auch kann man die Innenwand des Troges oder des zum Ansetzen verwendeten Topfes entsprechend markieren. (Siehe die Ausführungen über „Waagen und Ansetzgefäße“, S. 13 ff.)

Beim Abmessen einer Flüssigkeit in einer Glasmensur bringt man das Auge in gleiche Höhe mit dem betreffenden Strich der Einteilung und gießt die Flüssigkeit ein, bis ihre meniskenförmige Oberfläche mit dem unteren Teil gerade auf dem entsprechenden Maßstrich steht. Infolge der kapillaren Anziehung wird die mit den Wandungen des Meßgefäßes in Berührung befindliche Flüssigkeit an den Seiten hochgezogen, so daß bei seitlicher Betrachtung die Flüssigkeit zwei Oberflächen zu haben scheint. Alle Ablesungen müssen an der unteren Wölbung des Meniskus und außerdem bei Zimmertemperatur erfolgen, da sich eine warme Flüssigkeit beim Abkühlen zusammenzieht.

Auflösen.

Die Geschwindigkeit, mit der sich eine Substanz in irgendeinem Lösungsmittel auflöst, hängt von ihrer Löslichkeit und ihrem Feinheitsgrad, der Temperatur des Lösungsmittels, sowie der Art und der Schnelligkeit des Rührens ab. Die Art und Weise des Rührens ist sehr wichtig. Auch die Gestalt des Rührers hat einen beträchtlichen Einfluß auf die Schnelligkeit der Auflösung. (Siehe die Ausführungen über Rührer unter dem Abschnitt über „Waagen und Ansetzgefäße“, S. 13 ff.) Einige Lösungen lassen sich schwierig mischen, z. B. Ätzalkali-Entwickler, die ein hohes spezifisches Gewicht haben. Wenn derartige Lösungen nicht gut durcheinanderbewegt werden, bleibt die schwerere Flüssigkeit am Boden, so daß die Lösung beim Gebrauch nicht von einheitlicher Zusammensetzung ist.

Da ein Chemikal gewöhnlich in heißem Wasser löslicher ist als in kaltem, besteht der schnellste Weg zum Ansetzen einer Lösung darin, daß man das Chemikal pulverisiert und in heißem Wasser unter Umrühren auflöst. Bei einigen wenigen Körpern, z. B. Kochsalz, die in heißem Wasser nur wenig löslicher als in kaltem sind, bringt die Anwendung heißen Wassers keine Vorteile.

Da die meisten Lösungen für den Gebrauch bei gewöhnlichen Temperaturen (etwa 18—21 ° C) bestimmt sind, muß man, wenn heißes Wasser zur Auflösung verwendet wurde, die Lösung wieder abkühlen lassen, falls man sie für sofortigen Gebrauch benötigt. Die hierfür erforderliche Zeit ist jedoch gewöhnlich kürzer als die bei Auflösung des Chemikals in kaltem Wasser vergehende. Es ist deshalb eine allgemeine Regel, beim Ansetzen einer Lösung das Chemikal in einer möglichst kleinen Menge heißen Wassers aufzulösen, abkühlen zu lassen und mit kaltem Wasser zu verdünnen.

Nach der Verdünnung mit Wasser muß man die Lösung tüchtig umschütteln, falls sie sich in einer Flasche, oder durchrühren, wenn sie sich in einem Trog befindet. Sonst neigt das zugefügte Wasser dazu, über der spezifisch schwereren Lösung unvermischt stehenzubleiben.

Beim Ansetzen einer Lösung in einem Trog gibt man niemals die trockenen Chemikalien in ihn, sondern löst sie getrennt in besonderen Gefäßen und filtriert die Lösungen in den Tank.

Ist das zur Verfügung stehende Wasser nicht kalt genug, so daß nach dem Verdünnen der heißen Lösung die sich ergebende Flüssigkeit nicht die erforderliche Temperatur hat, so kühlt man die heiße Lösung mittels Eis ab, das man, um Schmutz abzufiltern, in einen Stoffbeutel bringt.

Bei wasserfreien Salzen, wie entwässertes Soda, wasserfreiem Sulfit u. a. gibt man stets das Chemikal zu dem Wasser. Verfährt man umgekehrt, so backt das betreffende Chemikal zu harten Klumpen zusammen, die sich nur unter Schwierigkeiten zur Auflösung bringen lassen.

Filtrieren.

Zweck des Filtrierens ist es, suspendierte Stoffe, z. B. durch die Gegenwart von Staub in den gebrauchten Chemikalien entstandenen Schmutz und irgendwelche Rückstände und ungelöste Teilchen, die sich während der Entwicklung auf den Filmen, Platten oder Papieren absetzen könnten, zu beseitigen. Es gibt verschiedene Methoden zur Entfernung derartiger fremder Bestandteile.

A) Man läßt die Lösung ruhig stehen und trennt die abgesetzten Verunreinigungen von der über ihnen stehenden klaren Flüssigkeit durch Abziehen oder Dekantieren (Abgießen)

der letzteren. Diese Methode erweist sich als besonders nützlich, wenn die suspendierten Stoffe so fein sind, daß sie durch ein gröberes Filter hindurchgehen.

Da grobe Teilchen sich rasch ablagern, kann man die Geschwindigkeit des Absetzens einer halbkolloidalen schlammigen Ausscheidung gewöhnlich beschleunigen, indem man die Lösung mit heißem Wasser ansetzt. Hitze koaguliert die Suspension und läßt die Teilchen sich zusammenballen. Löst man z. B. Schwefelnatriumkristalle, die durch die Gegenwart von Eisen braun gefärbt sind, in heißem Wasser, so koaguliert das

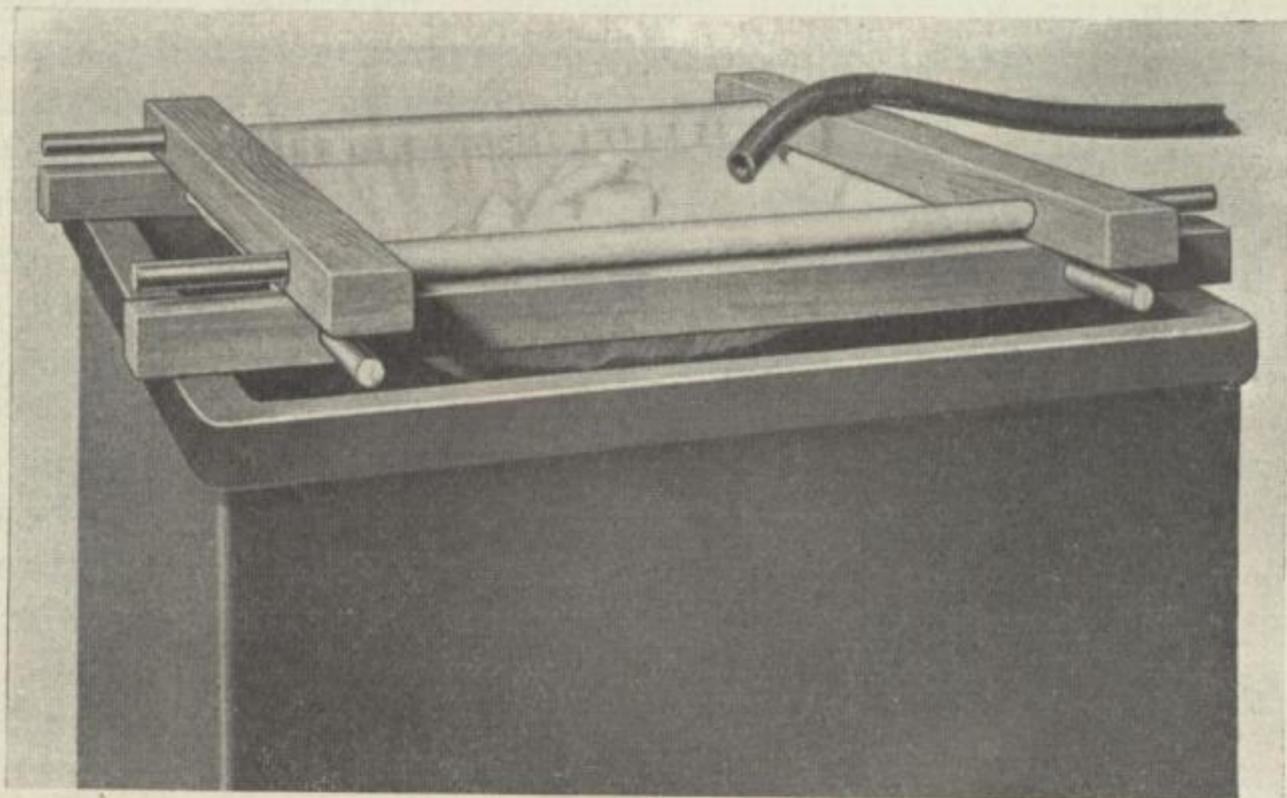


Abb. 3. Befestigungsrahmen für Filterbeutel.

kolloidale Eisensulfid und setzt sich rasch ab, wobei eine vollkommen farblose Lösung entsteht.

B) Man filtriert die Lösung durch Stoff oder Filtrierpapier. Das Filtrieren durch Papier ist gewöhnlich ein langwieriger Vorgang, bei dem die kontinuierlich abtropfende und dabei der Luft ausgesetzte Lösung eine Oxydation erfahren kann. Es genügt meistens, durch sehr feines Leinen (oder Musselin) zu filtrieren, das man über den Rand eines Glastrichters oder eines emaillierten Eimers hängt. Das Leinen muß gründlich ausgewaschen werden, da sich sonst die Appretur des Gewebes löst und in die Lösung gelangt, in der sie sich als Schlamm absetzt.

C) Eine Abänderung der unter B beschriebenen Methode ist die folgende: Beim Ansetzen einer Lösung in einem Trog

spannt man über ihn ein Filter aus starkem Handtuchdrell (28 Maschen) beutelförmig aus. Das zu lösende Chemikal bringt man in diesen etwa 15 cm tiefen Beutel und läßt heißes Wasser in ihn laufen. Auf diese Weise werden die Chemikalien gelöst, und gleichzeitig wird die Lösung filtriert. Für jede einzelne Lösung wird ein besonderer Beutel verwendet, um jede Gefahr einer Verunreinigung auszuschalten.

Die Anbringung des Filterbeutels ist aus Abb. 3 ersichtlich. Das Tuch wird über einen Holzrahmen ausgespannt und in dieser Lage durch vier Eisenstäbe gehalten, die durch an den

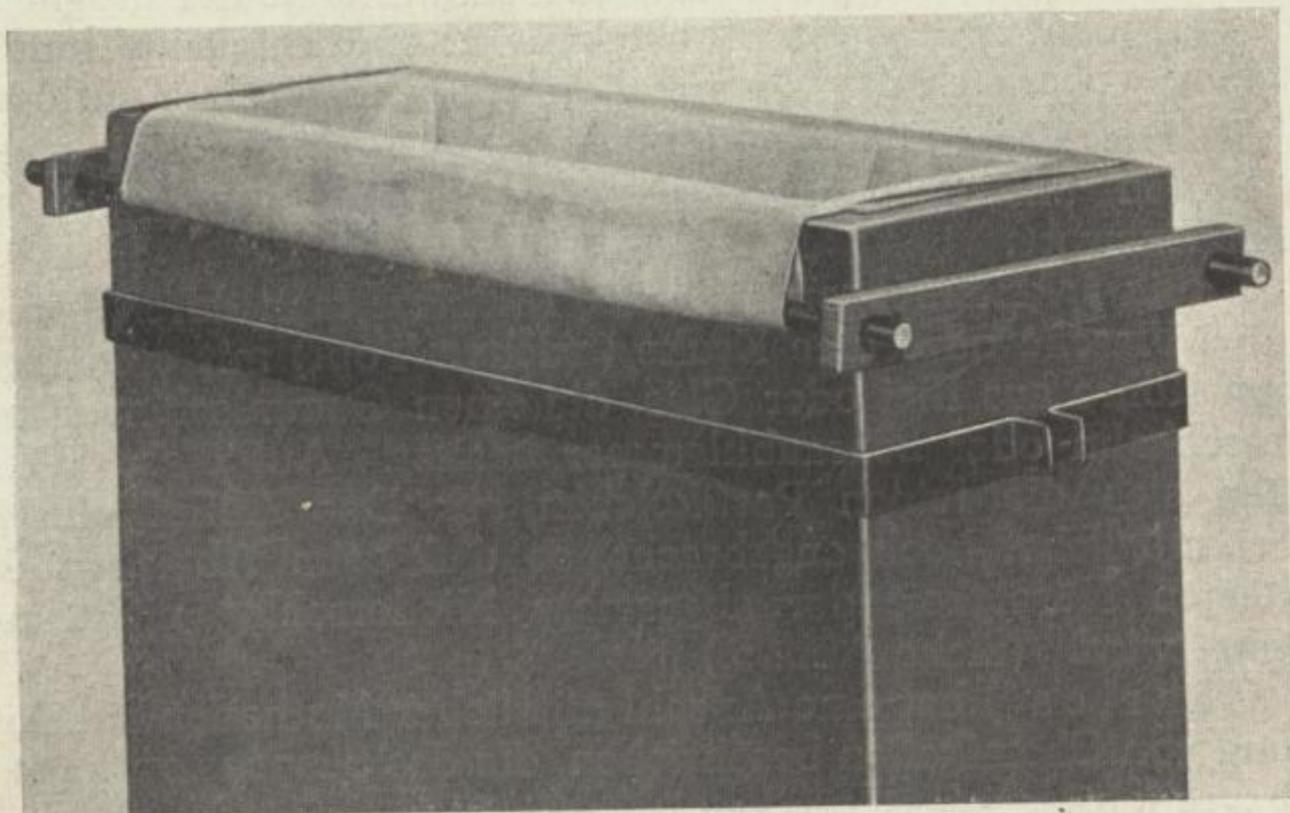


Abb. 4. Anbringung eines Filterbeutels an einem tiefen Trog.

Kanten des Beutels befindliche Hohlsäume gesteckt sind. Zum Ansetzen von Fixierbädern ist solch ein Beutel unentbehrlich.

Bei tiefen Bottichen, wie sie für die Entwicklung von Rollfilms und in der Filmindustrie verwendet werden, kann man auf den Holzrahmen verzichten, wenn man sich an die in Abb. 4 gezeigte Anordnung hält. Der etwa 15 cm tiefe Beutel wird durch Eisenstangen gehalten, die durch Säume an gegenüberliegenden Kanten des Tuches gehen. Diese Eisenstangen werden wiederum in ihrer Lage gehalten durch zwei Holzleisten mit Löchern, in die die Enden der ersteren passen (wie aus der Abbildung ersichtlich ist), oder durch an den Seiten des Troges angebrachte Metallklammern.

Manche Substanzen sind so fein verteilt, daß sie durch einen Filterbeutel hindurchgehen, wenn der Stoff nicht sehr

feinmaschig ist. Dies tritt bei den meisten Entwicklungssubstanzen ein, die man deshalb in einer möglichst kleinen Menge heißen Wassers für sich auflöst, worauf man die Lösung in den Filterbeutel gießt. Die Sulfit- und Karbonatbestandteile eines Entwicklers können jedoch mit Hilfe der beschriebenen Filterbeutelmethode aufgelöst und filtriert werden. Bei der Herstellung größerer Mengen an Vorratslösungen einzelner Chemikalien, wie Fixiernatron oder Soda, bewährt sich die Verwendung des Filterbeutels als eine rasche und vollendete Arbeitsweise.

Es ist von Wichtigkeit, daß der benutzte Beutel möglichst weit und nicht zu tief ist. Sonst kann er in die Lösung hineintauchen, wobei sich die Chemikalien nur sehr langsam auflösen.

D) Die Verbindung der Methoden A und C bewährt sich am besten, und ihre nachfolgend beschriebene Anwendung ist wünschenswert:

1. Flüssigkeitsmengen bis zu 20 l filtriert man durch Leinen in eine Flasche oder eine Kruke (irdenen Topf) mit einer seitlichen Röhre aus Blei oder Glas, die einen Gummischlauch mit Quetschhahn oder Schraubklammer besitzt. Auf diese Weise setzen sich die feinen Partikelchen ab. Das Abflußrohr ist dabei möglichst hoch angebracht, so daß beim Abziehen der geklärten Flüssigkeit der abgesetzte Niederschlag nicht aufgerührt wird. (Siehe Abb. 5.)

Charles⁸⁾ hat eine Anzahl nützlicher Methoden zur Auflösung von Chemikalien beschrieben, die das Suspensionsprinzip einbegreifen.

2. In Filmkopieranstalten oder großen Unternehmungen zur Fertigstellung von Amateurarbeiten soll der Chemikalienraum, wenn irgend möglich, in dem Stockwerk über dem Entwicklungsraum gelegen sein, da dann keine Gelegenheit zur Verunreinigung der Entwicklungs- und Trocknungsräume durch Chemikalienstaub besteht, und man gleichzeitig die Lösungen ohne Anwendung von Pumpen in die verschiedenen Räume leiten kann. Das direkte Ansetzen von Chemikalienlösungen in den Entwicklungs- und Fixiertrögen ist zu vermeiden, da es unmöglich ist, beim Ansetzen den ganzen Schmutz abzufiltrieren, der sich dann als Schlamm auf dem Boden absetzt.

Ein von verschiedenen Seiten angenommener Plan besteht darin, drei Gruppen von Trögen zu verwenden. Die Tröge sind

8) „B. J. Phot.“ 71, 519 (1924).

übereinander angeordnet, und zwar in der Reihenfolge: Ansetzgruppe, Vorratsgruppe und Zulaufgruppe. Jeder Trog ist durch Rohrleitungen und geeignete Ventile mit dem nächsten ver-



Abb. 5. Vorratsgefäß mit Abzugrohr.

bunden. Die letzten Tröge jeder Gruppe speisen direkt die Arbeitsbottiche. Bei Rahmen- oder Trommelentwicklung kann die dritte Gruppe (Zulaufgruppe) fortfallen; doch sichert man sich bei kontinuierlichen Röhren- oder Trogsystemen durch Benutzung aller drei Gruppen eine regelmäßige Versorgung mit

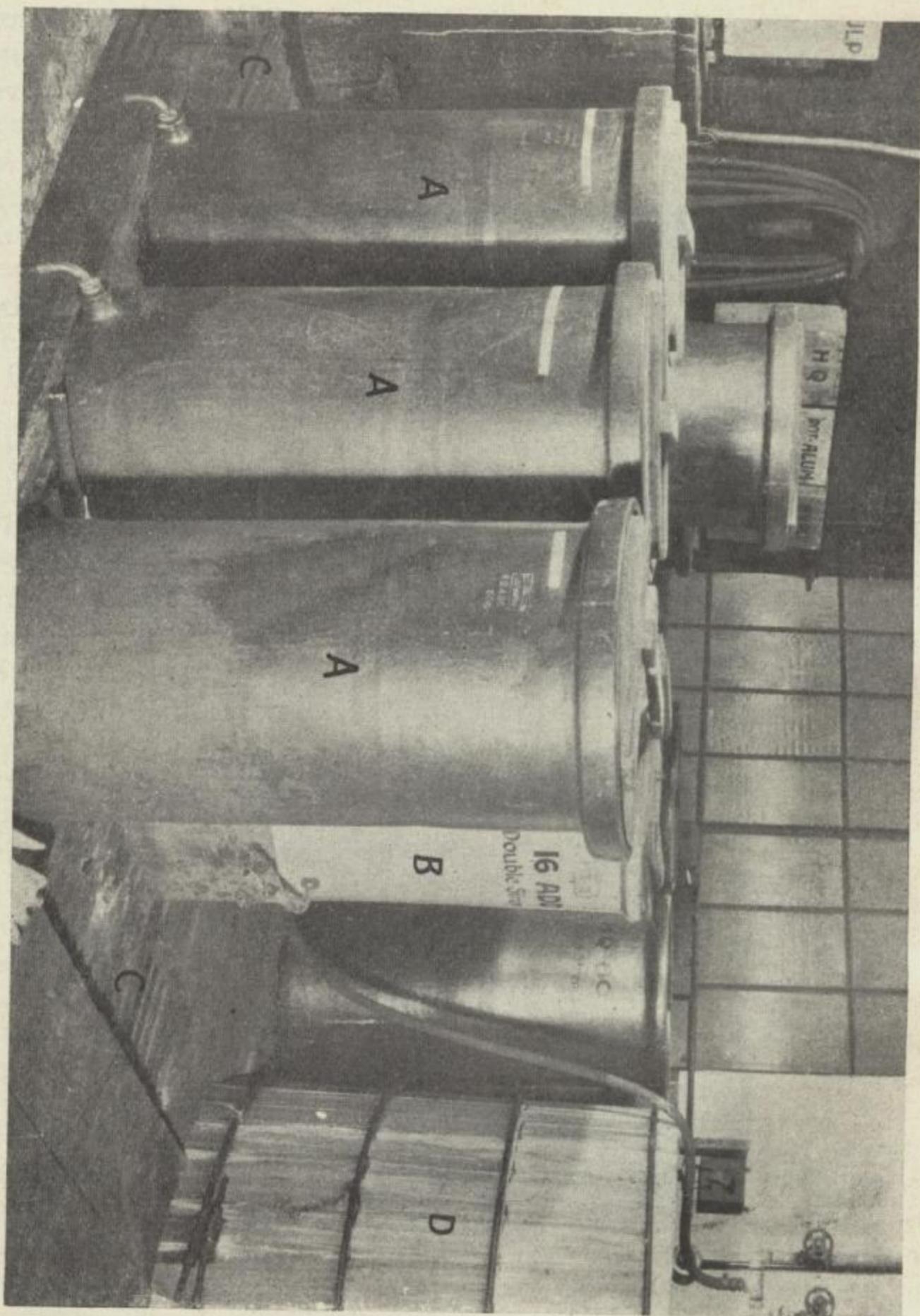


Abb. 6. Ansetzraum.

frischer Lösung. Wenn man die Tröge nicht über dem Arbeitsraum aufstellen kann, muß man zum Transport der Lösungen Pumpen verwenden.

In kleineren Betrieben setzt man die Lösungen in einzelnen Holzfässern oder Steintöpfen in dem Chemikalienraum an, wo

sie sich durch Absetzen klären können, bevor man die klaren Lösungen in die Dunkelkammer bringt.

Der Fußboden des Chemikalienraumes ist mit Mastix zu streichen. Außerdem ist eine Erhöhung mit einem Rost aus Holzlatten anzubringen, auf dem die Tröge aufgestellt werden, so daß die Säuberung durch Anwendung eines Wasserstrahles erleichtert wird. Der Abzug kann aus mit Bleiblech ausge schlagenem Holz bestehen und muß möglichst groß sein.

Einen typischen Ansetzraum zeigen die Abb. 1 u. 6. In Abb. 1 (S. 14) sind mit A Holzgefäße zur Aufbewahrung ab gewägter Chemikalien bezeichnet, B und C sind Waagen, D₁, D₂ usw. galvanisierte eiserne Vorratstonnen für trockene Chemikalien, E ist ein Tank aus Zypressenholz für Fixierbad vorratslösung. In Abb. 6 (S. 26) werden bei A tiefe Steingut töpfe zur Aufbewahrung von Entwicklerlösungen gezeigt. B ist ein kleiner Steinguttank, C die rostartige Plattform, auf der die Tanks über dem Mastixfußboden zwecks leichter Reinigung stehen. D ist ein Fixierbadtank aus Zypresse. Ein großer (in der Abbildung nicht sichtbarer) mit Blei bekleideter Abfluß befindet sich links von den mit A bezeichneten Gefäßen.

Entfernung von Schaum.

Beim Ansetzen einer Lösung, die nicht filtriert wird, bildet sich auf der Oberfläche gewöhnlich ein Schaum, der aus Fasern, Staub usw. besteht und mit einem Tuch abgenommen werden muß.

Wenn man ein einige Zeit gebrauchtes Fixierbad ein paar Tage stehen läßt, so kann in der Atmosphäre vorhandenes Schwefelwasserstoffgas auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine metallisch aussehende dünne Haut von Schwefelsilber bilden, das sich beim Einbringen von Platten oder Filmen auf der Gelatineschicht festsetzt und dort auch nach der Wässerung sitzen bleibt. Derartige Schaum- oder Hautbildungen entfernt man vor Benutzung der Lösung sorgfältig mit einem Blatt Fließpapier oder mit einem Abschäumer, der aus einem mit mehreren Stofflagen bespannten Rahmen besteht.

Messung von Temperaturen.

Die Temperaturen von Lösungen werden entweder nach dem hundertteiligen Thermometer (von Celsius) oder nach dem von Fahrenheit gemessen. Nach der hundertteiligen Celsius skala gefriert Wasser bei 0° und kocht bei 100°, während auf der Fahrenheitskala die entsprechenden Ablesungen 32° und

212° sind, so daß 100° C gleich $212 - 32 = 180$ ° F entsprechen, oder 1° C gleichbedeutend $\frac{9}{5}$ ° F ist.

Um Celsiusgrade in Fahrenheitgrade umzurechnen, multipliziert man sie mit $\frac{9}{5}$ und addiert 32. Die Umrechnung von Fahrenheitgraden in Celsiusgrade erfolgt durch Abziehen von 32 und Dividieren durch $\frac{9}{5}$.

In Amerika und England wird das Fahrenheit-Thermometer in der Photographie verwendet, während in Deutschland das Celsius-Thermometer in Gebrauch ist⁹⁾. Der Vorteil des Fahrenheit-Thermometers besteht in der Genauigkeit seiner Skala. Ein Ablesefehler von 1° C ist ein Fehler von praktisch 2° auf der Fahrenheitskala, vorausgesetzt, daß der Abstand zwischen den Einteilungsstrichen der Skala in beiden Fällen der gleiche ist¹⁰⁾.

Der Einfluß der Temperatur auf Lösungen wird später unter Abteilung VI „Verschiedene Angaben“ ausführlich behandelt.

IV. Die Technik des Ansetzens photographischer Lösungen.

Entwickler.

Photographische Entwickler enthalten gewöhnlich die vier folgenden Bestandteile:

A) Entwicklungssubstanz (Elon, Hydrochinon, Pyrogallol, Paramidophenol usw.).

B) Alkali oder Beschleuniger (Karbonate oder Hydroxyde des Lithiums, Natriums, Kaliums und Ammoniums).

C) Konservierende Mittel (Sulfite, Bisulfite und Metabisulfite des Natriums und Kaliums).

D) Verzögerer oder klarhaltende Mittel (Bromide und Jodide des Natriums, Kaliums und Ammoniums).

Löst man eine Entwicklungssubstanz wie Hydrochinon in Wasser, so entwickelt die Lösung überhaupt nicht oder nur sehr langsam. Beim Stehen an der Luft färbt sie sich durch Oxydation, d. h. chemische Vereinigung des Hydrochinons mit dem

9) Die veraltete Réaumur-Skala verwendet man bei uns kaum noch. Übers.

10) Hierzu ist zu bemerken, daß dieser Nachteil des Celsius-Thermometers doch nur ein scheinbarer ist und bei einer in halbe Grade geteilten Celsius-Skala hinfällig wird. Überdies spielen bei den meisten photographischen Prozessen Temperaturen von ± 1 ° kaum eine Rolle. Übers.

Sauerstoff der Luft, die mit der Oberfläche der Substanz in Berührung ist, allmählich braun. Das so entstandene Oxydationsprodukt besitzt Farbstoffnatur und färbt Stoffe oder Gelatine genau so wie eine Farbstofflösung an.

Sobald man jedoch die Lösung eines Alkalis, z. B. von Soda, zufügt, wird das Hydrochinon zu einem Entwickler. Zu gleicher Zeit nimmt die Geschwindigkeit der Oxydation in solchem Grade zu, daß sich die Lösung sehr rasch dunkelbraun färbt. Entwickelt man in dieser Lösung eine Emulsionsschicht, so wird die Gelatine sehr kräftig angefärbt, und außerdem tritt bisweilen Schleier auf. Das Gebiet des Entwicklungsschleiers ist in einer Reihe von Aufsätzen, auf die der Leser hingewiesen wird, erschöpfend behandelt worden ¹¹⁾.

Fügt man der vorstehend angeführten braun gefärbten Lösung etwas Natriumbisulfit zu, so verschwindet die braune Farbe oder Anfärbung und man erhält wieder eine farblose Flüssigkeit. Setzt man die konservierende Substanz dem Entwickler zuerst zu, so bleibt bei Zugabe des Alkalis die Lösung vollständig klar, weil das Sulfit oder Bisulfit die Entwicklungssubstanz gegen Oxydation durch den Luftsauerstoff schützt und so die Lösung konserviert.

Als allgemeine Regel gilt daher, die konservierende Substanz zuerst zu lösen.

Eine Ausnahme von dieser Regel muß man bei Vorschriften machen, die Elon in konzentrierter Lösung vorsehen. Diese Substanz ist in heißem Wasser (von etwa 50 °C) leicht löslich und oxydiert sich bei dieser Temperatur nur langsam. Wird das Sulfit vor dem Elon gelöst, wie das beim Hydrochinonentwickler geschieht, so entsteht oft ein weißer Niederschlag, besonders wenn die Sulfitlösung konzentriert ist.

Dieser Niederschlag bildet sich, weil Elon die Verbindung einer unlöslichen Base mit einer Säure ist, die sie (die Base) löslich macht. Wird nun dieser Säurebestandteil durch ein schwaches Alkali, wie Natriumsulfit, neutralisiert, so scheidet

11) a) „Chemical Fog“ („Chemischer Schleier“). Von J. I. Crabtree, „Amer. Ann. Phot.“ 33, 20 (1919). b) „The Fogging Properties of Developers“ („Die verschleiernenden Eigenschaften von Entwicklern“). Von M. L. Dundon und J. I. Crabtree, „Amer. Phot.“ 18, 742 (1924). c) „Sulphide Fog in Motion Picture Developers“ („Sulfid-schleier in Kinofilmentwicklern“). Von M. L. Dundon und J. I. Crabtree, 19, 96 (1925). d) „The Staining Properties of Motion Picture Developers“ („Die färbenden Eigenschaften von Kinofilm-Entwicklern“). Von J. I. Crabtree und M. L. Dundon, „Trans. Soc. M. P. Eng.“ Nr. 25 (1926).

sich die unlösliche Base aus. Dieser Elonniederschlag ist in einem großen Überschuß von Wasser löslich, ebenso in einer Lösung von Natriumkarbonat (Soda), mit dem die Base ein lösliches Natriumsalz bildet. Ist das Elon einmal gelöst, so bedarf es einer ziemlich hohen Sulfitkonzentration, um es wieder aus der Lösung auszuschcheiden. Andererseits genügt eine nur niedrige Konzentration an Sulfit, um die Auflösung des Elons zu verhindern. Bildet sich bei der Lösung von Elon und Sulfit ein Niederschlag, so geht dieser gewöhnlich nach Zusatz eines Karbonats oder Alkalis ohne Schaden wieder in Lösung.

In manchen Gebrauchsanweisungen wird, um eine Oxydation des Elons zu verhindern, empfohlen, zuerst einen Teil des Sulfits, dann das Elon selbst, und zum Schluß den Rest des Sulfits zu lösen. Manche Photographen geben ein wenig festes Sulfit zu dem Elon, wenn sie es zur Auflösung bringen. Diese Arbeitsweisen befriedigen vollkommen, obwohl sich, auch wenn man das Elon allein in Wasser von keiner höheren Temperatur als etwa 50 ° C und gleich anschließend das Sulfit löst, wenig oder keine Oxydationsprodukte bilden, die bisweilen chemischen Schleier verursachen.

Das Alkali (gewöhnlich ein Karbonat) kann auf eine der drei folgenden Weisen zugegeben werden:

1. Man löst das Karbonat für sich und gibt es zu der abgekühlten Elon-Sulfit-Lösung. Dabei besteht jedoch die Gefahr, daß sich die Elonbase ausscheidet, bevor das Karbonat zugefügt ist.

2. Man gibt das feste Karbonat zu der Elon-Sulfit-Lösung und rührt bis zur Auflösung kräftig um.

3. Nach Auflösung des Elon löst man das Sulfit zusammen mit dem Karbonat für sich, läßt abkühlen und gibt die Lösung zu der des Elons. Wird eine heiße Karbonatlösung der Entwicklungssubstanz zugefügt, so bildet sich auch bei Gegenwart eines konservierenden Mittels etwas eines Körpers, der in gewissen Entwicklern chemischen Schleier erzeugt.

Entwickler ohne Bromid, wie man sie bei der Prüfung von Platten-, Film- und Papieremulsionen auf ihre Eigenschaften, sowie zur Hervorrufung unterexponierter Negative verwendet, setzt man am besten mit kaltem Wasser an, da man in diesem Falle einen möglichst schwachen Schleier zu erzielen trachtet.

Bei Paramidophenol, das bisweilen durch die Gegenwart von Oxydationsprodukten verfärbt ist, lassen sich die letzteren durch Aufkochen nach Zusatz des Sulfits zum Teil wieder beseitigen. Dabei werden die Oxydationsprodukte durch das Sulfit wieder zu farblosen Körpern reduziert. Die Lösung muß jedoch

vor Zusatz des Karbonats erst wieder erkalten. Diese Prozedur ist natürlich vollkommen unnötig, wenn reine Chemikalien gebraucht werden.

Bromide und Jodide werden einem Entwickler beigefügt, um den Entwicklungsschleier zu verringern. Wann man während des Ansetzens das Bromid zufügt, ist gleichgültig.

*

Beim Ansetzen von Entwicklern sind nach dem eben Gesagten also die folgenden Regeln zu beachten:

1. Man löst die konservierende Substanz zuerst, ausgenommen bei Elon- oder Elon-Hydrochinon-Entwicklern, bei denen die Reihenfolge Elon—Sulfit—Hydrochinon—Karbonat einzuhalten ist. Enthält eine Formel sowohl Sulfit als auch Bisulfit, so löst man die beiden zusammen, d. h. das Bisulfit wird in derselben Reihenfolge wie das Sulfit gelöst.

2. Man vergewissert sich, daß ein Chemical vollständig gelöst ist, bevor man das nächste zugibt. Setzt man das Alkali zu, bevor die Kristalle der Entwicklungssubstanz gelöst sind, so wird jeder Kristall an der Oberfläche oxydiert, und die erhaltene Lösung gibt Schleier.

3. Das Ansetzen des Entwicklers hat bei einer möglichst niedrigen Temperatur zu geschehen. Das Wasser soll nicht über etwa 50 ° C warm sein.

4. Verwendet man wasserfreie Chemikalien, z. B. Natriumkarbonat (Soda) und Natriumsulfit, so ist das Chemical zu dem Wasser zu geben, nicht umgekehrt.

*

In der Praxis sind die beiden folgenden Ansetzmethoden möglich:

1. Man löst alle Chemikalien in einer Flasche oder einem anderen Gefäß, indem man die festen Substanzen in der richtigen Reihenfolge in das Wasser bringt. (In einer Rezeptformel sind die einzelnen Bestandteile stets in derselben Reihenfolge anzuführen, in der sie aufgelöst werden sollen.) Um z. B. die Formel:

Elon	3 g,
Natriumsulfit, wasserfrei	45 g,
Hydrochinon	9 g,
Soda, wasserfrei	75 g,
Bromkalium	1 g,
Wasser bis	1000 ccm,

anzusetzen, verfährt man folgendermaßen:

Zuerst löst man das Elon in 500 ccm warmem Wasser (etwa 50° C), dann gibt man das Sulfit zu und nach seiner vollständigen Auflösung das Hydrochinon. Zum Schluß fügt man das Karbonat und das Bromid bei und bringt die Lösung mit kaltem Wasser auf 1000 ccm.

Bei größeren Mengen ist die Filterbeutelmethode anzuwenden. Die Chemikalien werden in der vorstehend angegebenen Reihenfolge in den Beutel gebracht und durch Aufgießen warmen Wassers gelöst.

2. Eine andere Methode besteht darin, den konservierenden Körper und die Entwicklungssubstanz in einem, das Karbonat und das Bromid in einem anderen Gefäß zu lösen, abkühlen zu lassen und beide Lösungen zusammenzugießen. Diese Methode ist die sicherste und beste bei der Herstellung von Lösungen in größeren Mengen.

Man geht z. B. beim Ansetzen des nachstehenden Kinofilmentwicklers:

Natriumsulfit, wasserfrei	1800 g,
Hydrochinon	390 g,
Soda, wasserfrei	1800 g,
Bromkalium	90 g,
Wasser bis	40 l,

folgendermaßen vor:

Zuerst löst man das Sulfit in etwa 4 l warmen Wassers und danach das Hydrochinon, um dann in einem Trog zu filtrieren. Nach Zugabe von 4 l kaltem Wassers in den Trog löst man die Soda und das Bromkalium in 4 l heißen Wassers und filtriert die Lösung ebenfalls in den Trog. Unmittelbar danach gibt man in diesen so viel kaltes Wasser, daß man das Endvolumen von 40 l erhält. Der Zweck der Zugabe kalten Wassers in den Trog vor dem Zusetzen des Karbonats ist, die Lösung vorher aus dem oben erwähnten Grunde abzukühlen.

Ansetzen konzentrierter Entwickler.

Die höchste Konzentration, in der ein Entwickler angesetzt werden kann, wird durch die Löslichkeit des am schwersten löslichen Bestandteils bedingt, da eine Lösung eine Abkühlung auf etwa 4° C vertragen muß, ohne daß sich dabei einer der Bestandteile ausscheidet. (Siehe Anhang S. 87 ff.) Gewöhnlich scheiden sich das Hydrochinon und das Elon beim Abkühlen aus, was man durch Zusatz von Holzgeist oder Methanol (Methylalkohol), sowie von reinem oder denaturiertem Äthyl-

alkohol (falls er mit Holzgeist denaturiert ist) in einer Konzentration bis zu 10 % vermeiden kann. Bildet sich bei Zugabe von denaturiertem Alkohol (Brennspiritus) zu einem Entwickler ein Niederschlag, so ist der Alkohol für diesen Zweck nicht geeignet. Der Alkoholzusatz verhindert jedoch nicht das Auskristallisieren anderer Bestandteile, z. B. des Natriumsulfits, sondern er vermindert in der Tat vielmehr seine Löslichkeit und erhöht daher seine Neigung zur Ausscheidung aus der Lösung.

Ein Paramidophenolentwickler mit Karbonatalkali ist in konzentrierter Form nur schwierig herzustellen, obwohl durch Zusatz von Natriumhydroxyd die Löslichkeit des Paramidophenols erhöht wird, so daß sich auf diese Weise eine stärkere Lösung herstellen läßt.

Beim Ansetzen konzentrierter Entwickler ist es von besonderer Wichtigkeit, die aufgeführten Regeln für das Ansetzen zu beachten und vor allem dafür Sorge zu tragen, daß die Temperatur der Lösung so niedrig wie möglich ist, wenn man einen farblosen Entwickler erhalten will.

Die folgende Formel ist ein typisches Beispiel für einen konzentrierten Entwickler und wird durch Auflösen der Bestandteile in der angegebenen Reihenfolge hergestellt:

Heißes Wasser (etwa 50° C)	. . . . .	500 ccm,
Elon	. . . . .	5 g,
Natriumsulfit, wasserfrei	. . . . .	75 g,
Hydrochinon	. . . . .	22,5 g,
Soda, wasserfrei	. . . . .	105 g,
Bromkalium	. . . . .	2,5 g,
Alkohol	. . . . .	135 ccm,
kaltes Wasser bis	. . . . .	1 l.

Entwickler in zwei Lösungen.

Ein Entwickler in zwei Lösungen ist nichts anderes als ein solcher in einer Lösung, die in zwei Teile aufgespaltet wurde. Der eine enthält die Entwicklungssubstanz und das Sulfit, der andere das Alkali und das Bromid, so daß der Entwickler sich langsamer oxydiert und sich deshalb besser hält. Der Grund, weshalb man einen Entwickler wie Pyrogallol gewöhnlich in zwei Lösungen vorrätig hält, ist der, daß sich diese Entwicklungssubstanz bei Gegenwart einer bestimmten Menge konservierender Substanz wesentlich schneller oxydiert als Elon oder Paramidophenol, während sich andererseits Pyrogallol in saurer Lösung gut hält.

Was die Herstellung angeht, so brauchen hier nur Entwickler in einer Lösung behandelt zu werden, da in beiden Fällen die gleichen Ansetzregeln anzuwenden sind.

Lebensdauer von Entwicklern.

A) In ungebrauchtem Zustande.

Ein frisch mit (zur Entfernung gelöster Luft) ausgekochtem Wasser angesetzter Entwickler hält sich, wenn er in einer vollständig gefüllten und gut verkorkten Flasche (mit Wachs oder Paraffin überzogener Stopfen!) aufbewahrt wird, selbst bei Aufbewahrung am Licht, meistens unbegrenzt lange. Unter gewöhnlichen Aufbewahrungsbedingungen enthält die Flasche oder das sonst benutzte Gefäß mehr oder weniger Luft. Auch ist, wenn man gewöhnliche Korken oder einen anderen nicht luftdichten Verschuß verwendet, die Oberfläche des Entwicklers ständig in Berührung mit Luft, deren Sauerstoffanteil die Entwicklungssubstanz und das anwesende Sulfit oxydiert. Die Folge davon ist eine Verminderung des Entwicklungsvermögens im direkten Verhältnis zu dem Betrag, in dem die Entwicklungssubstanz oxydiert wird. Diese Oxydation wird beschleunigt, wenn auch der konservierende Körper (Natriumsulfit) eine Oxydation erfährt.

Die Oxydationsprodukte von Entwicklungssubstanzen sind gewöhnlich gefärbt, so daß der Entwickler beim Aufbewahren häufig eine braune Färbung annimmt. Bei Gegenwart von Natriumsulfit können jedoch die Oxydationsprodukte des Hydrochinons aus Hydrochinonmono- und -dinatriumsulfonaten, die farblos sind, bestehen *). Die Tatsache, daß ein alter Hydrochinonentwickler farblos ist, ist kein Beweis dafür, daß sein ursprüngliches Entwicklungsvermögen unbeeinträchtigt geblieben ist. Ein oxydierter Elon- und Elonhydrochinonentwickler fluoresziert häufig stark.

In einigen Fällen, wenn Elonhydrochinonentwickler in frischem Zustande einen leichten Entwicklungsschleier gibt, verschwindet die Neigung zum Schleiern bei der Aufbewahrung, was wohl auf die Luftschleier verhütende Wirkung der Entwickleroxydationsprodukte, die sich bei der Aufbewahrung bilden, zurückgeführt werden kann **).

Die Lösung einer Entwicklersubstanz, die beträchtliche Zeit aufbewahrt werden soll, hält sich besser bei Gegenwart eines

*) Siehe Anmerkung 11 a und d auf S. 29.

***) Siehe Anmerkung 11 b auf S. 29.

sauren Sulfiten, wie Natriumbisulfit oder Kaliummetabisulfit, als bei Anwesenheit von gewöhnlichem Natriumsulfit, das schwach alkalisch ist. Es ist deshalb immer vorzuziehen, den Entwickler in zwei Lösungen anzusetzen: eine enthält die Entwicklungssubstanz und Natriumbisulfit, die andere das Alkali und das Bromid. Von diesen Lösungen mischt man so viel, wie gerade gebraucht wird.

Eine reine Natriumsulfitlösung oxydiert sich rasch bei Berührung mit Luft, wenn die Konzentration unter 10 % ist. In konzentrierteren Lösungen wird Natriumsulfit sehr langsam oxydiert. Vorratslösungen, die Natriumsulfit allein oder zusammen mit einer Entwicklungssubstanz enthalten, setzt man zur Erreichung höchster Haltbarkeitseigenschaften so an, daß die Konzentration an Sulfit etwa 10 % beträgt. Da Elon verhältnismäßig unlöslich in Natriumsulfitlösungen ist, kann man derartige Vorratslösungen mit Elon nicht herstellen.

Natriumbisulfit hält sich auch in verdünnteren Lösungen befriedigend und wirkt in der Abwesenheit von Karbonat besser konservierend als Natriumsulfit. Man pflegt daher leicht oxydierbare Entwicklungssubstanzen, wie Pyrogallol, Amidol u. a. zur Vorratshaltung mit Natriumbisulfit anzusetzen.

Gibt man Natriumkarbonat zu Natriumbisulfit, so bilden sich Natriumsulfit und Natriumbikarbonat, so daß man bei der Zusammenstellung einer Formel in zwei Lösungen nach einer solchen in einer Lösung dieser Neutralisation des Karbonats durch Zugabe einer erhöhten Menge des letzteren Rechnung tragen muß. Eine vollständigere Behandlung wird diesem Gebiet später unter „Substitution von Chemikalien in Entwicklern“ zuteil.

Entwickler in einer Lösung mit Natrium- oder Kaliumhydroxyd halten sich nicht gut, wenn das Aufbewahrungsgefäß nicht sehr sorgfältig verkorkt ist.

B) I m G e b r a u c h.

Die Lebensdauer oder die Zeit der Brauchbarkeit eines Entwicklers hängt von seiner besonderen Zusammensetzung und davon ab, ob er in ständigem oder zeitweisem Gebrauch steht. Während der Entwicklung spielen sich verschiedene Reaktionen ab.

1. Die Entwicklungssubstanz und das Sulfit werden durch den Luftsauerstoff oxydiert.

2. Die Entwicklungssubstanz wird als Folge der bei der Reduktion der belichteten Halogensilberemulsion zu metallischem Silber geleisteten Arbeit verbraucht; und

3. sammeln sich Oxydationsprodukte des Entwicklers, sowie Alkalibromid und Jodid an. Das Bromid und das Jodid, sowie die Oxydationsprodukte des Entwicklers verzögern die Hervorrufung, wobei die letzteren gleichzeitig das Auftreten von Luftschleiern verhüten. Die verzögernde Wirkung des Bromids und Jodids kommt einer Verkürzung der Expositionszeit gleich, so daß es mit einem alten Entwickler auch bei Verlängerung der Hervorrufung nicht möglich ist, bei einer Unterbelichtung das letztmögliche Ergebnis herauszuholen.

Der Zeitpunkt, an dem ein Entwickler unbrauchbar wird, hängt davon ab, was man von ihm verlangt. Die Zeit, die erforderlich ist, um einen bestimmten Kontrast zu erhalten, nimmt um so mehr zu, je mehr der Entwickler gebraucht wird. Wenn die hierfür benötigte Zeit die maximale, die man der Dauer des Hervorrufungsprozesses zugestehen kann, überschreitet, so ist der Entwickler als unbrauchbar zu betrachten. Dieses ist von größter Bedeutung für die Kinofilmbearbeitung, wo rasche und gute Arbeit geleistet werden muß.

Die Lebensdauer eines Kinofilmentwicklers wird sehr häufig nach dem Zeitpunkt bestimmt, von dem ab Anfärbung der Schicht eintritt, was häufig lange bevor der Entwickler die Grenze seiner Lebensdauer erreicht hat, geschieht. Dieses Gebiet ist ausführlich in einem besonderen Aufsatz behandelt worden *).

Fehler bei Entwicklern.

Um die Ursache einer besonderen Fehlerscheinung festzustellen, muß man genau darüber unterrichtet sein, was sich abspielt, wenn die Bestandteile des Entwicklers in falscher Reihenfolge gemischt werden, oder wenn irgendein Bestandteil der Formel vergessen wird. Ferner muß man den Einfluß von Verunreinigungen in den Chemikalien kennen. Es ist unmöglich, hier alle überhaupt auftretenden Fehlerscheinungen anzugeben, weshalb nachstehend nur die wichtigeren aufgeführt sind:

A) Der Entwickler gibt Schleier.

Schleier ist der hauptsächlichste Fehler, der durch falsches Ansetzen verursacht wird. Er kann die Folge einer Verletzung der angegebenen Ansetzregeln sein, indem man z. B. das Kar-

*) Siehe Hinweis 11 d auf S. 29.

bonat vor dem Sulfit auflöst, die Lösung zu heiß ansetzt, das Bromid vergißt, zuviel Karbonat oder zuwenig Sulfit zugibt, unreine Chemikalien gebraucht usw.

Bei gewissen Entwicklern, vorzugsweise solchen, die Elon und Hydrochinon enthalten, entsteht eine besondere Form des Schleiers, die als „Luftschleier“ bekannt ist, wenn die mit Entwicklerlösung getränkte Emulsionsschicht der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird *). Kinopositivfilm erweist sich bei Entwicklung auf der Trommel als besonders empfindlich für Luftschleier. Man kann dessen Auftreten verhindern, indem man der Entwicklerlösung eine kleine Menge eines desensibilisierenden Farbstoffes, z. B. Pinakryptol-Grün, zusetzt, wie dieses in dem Abschnitt „Das Ansetzen von Desensibilisator-Lösungen“, S. 39, beschrieben ist.

Negative, die in einem Entwickler mit großem Überschuß an Sulfit oder einem Natriumthiosulfat oder Ammoniak enthaltenden Entwickler hervorgerufen wurden, können „dichroitischen“ Schleier zeigen¹²⁾, der bisweilen wegen der gelblich-grünen Färbung, die die Negative in reflektiertem Licht aufweisen, mit Grünschleier bezeichnet wird. Bei Betrachtung in der Durchsicht sieht er rosa aus. Dichroitischer Schleier entsteht, wenn gelöstes Halogensilber unter gewissen Bedingungen zu metallischem Silber in einem sehr fein verteilten Zustand reduziert wird, was besonders in den Schattenpartien eines Negativs geschieht, wo kein Bromid während der Entwicklung in Freiheit gesetzt wird. Feinkörnige Emulsionen sind besonders empfänglich für diese Art von Schleier. Genaue Anweisungen, um dem Entstehen des dichroitischen Schleiers vorzubeugen und ihn zu entfernen, sind in dem vorstehend erwähnten Aufsatz angegeben.

Entwickler, die in tiefen Trögen aufbewahrt werden, können, nachdem sie kurze Zeit im Gebrauch waren und dabei einwandfrei arbeiteten, anfangen, Schleier zu geben **). Wenn dieses eintritt, kann man daraus gewöhnlich auf die Gegenwart von Sulfid in der Lösung schließen, das durch Einwirkung von Bakterien auf das Sulfit in dem Entwickler gebildet wird. Das Sulfit wird zu Natriumsulfid reduziert, das starken Schleier verursacht. Man kann den Entwickler von dieser Eigenschaft

*) Siehe Hinweis 11 b, S. 29.

12) „Stains on Negatives and Prints“ („Anfärbungen auf Negativen und Abzügen“) von J. I. Crabtree, „Amer. Ann. Phot.“ 25, 204 (1921).

***) Siehe Hinweis 11 c auf S. 29.

befreien, indem man einige unbrauchbare Filme oder Platten in die Lösung bringt oder ihr eine kleine Menge Bleiazetat zufügt. Um weitere Bildung von Sulfid zu verhüten, entleert man den Trog und sterilisiert ihn mit Chlorkalk oder Hypochloritlösung. (Siehe unter „Die Reinigung von Schalen, Trögen usw.“, S. 77).

B) Die Lösung ist gefärbt.

Als allgemeine Regel sollen Entwickler nach dem Ansetzen farblos sein. Von gefärbten Entwicklern ist als wahrscheinlich anzunehmen, daß sie Schleier geben. Setzt man Pyrogallolentwickler mit eisenhaltigem Bisulfit an, so verbindet sich das Eisen mit dem Pyrogallol zu einem tintenartigen Körper, der der Lösung eine schmutzige bläulichrote Färbung verleiht. Diese Erscheinung ist jedoch im photographischen Sinne unschädlich.

Wird Pyrogallolentwickler in zwei getrennten Lösungen, A und B, angesetzt, so muß Lösung B, die gewöhnlich nur Karbonat und Bromid enthält, vollkommen farblos sein, obgleich sie, wenn man das Ansetzen sorglos in schmutzigen Gefäßen vornimmt, durch die Gegenwart von etwas Pyrolösung A braun gefärbt sein kann.

C) Die Lösung entwickelt nicht.

In diesem Falle wurde beim Ansetzen entweder die Entwicklungssubstanz oder das Alkali vergessen.

D) Ausscheidung eines weißen Kristallbreies.

Setzt sich beim Stehen ein weißer Niederschlag ab, so hat dieses gewöhnlich seine Ursache in einer Ausscheidung des Elons (oder mit ihm verwandter Entwicklungssubstanzen). Dieser Niederschlag kann oft wieder aufgelöst werden, indem man 5 % Alkohol (Methylalkohol oder denaturierter Alkohol, Brennspritus) zufügt. Hilft dieses nichts, so enthält die Lösung entweder zuviel Elon oder Sulfit oder nicht genügend Karbonat. Scheidet sich bei einer Vorschrift, von der man weiß, daß sie beim richtigen Ansetzen eine klare Lösung liefert, das Elon bei der Herstellung nach Zusatz des Sulfits aus, so löst sich der Niederschlag nach Zugabe des Karbonats gewöhnlich wieder auf. Ist die Lösung zum Schluß ungefärbt, so hat sie keinen Schaden genommen.

E) Schaum.

Auf Filmen oder Platten kann sich auf der Oberfläche des Entwicklers befindlicher Schaum festsetzen, der sich dort be-

sonders dann ansammelt, wenn die Lösung mehrere Tage unbenutzt gestanden hat. Der Schaum kann aus Fett, festen Stoffen oder Entwickleroxydationsprodukten (dieses besonders, wenn der Entwickler Pyrogallol enthält) bestehen. Er ist zu entfernen, indem man mit der Kante eines Fließpapierblattes über die Oberfläche der Lösung fährt oder indem man einen Abschäumer verwendet, wie dieser schon früher beschrieben ist. (Quadratischer, mit mehreren Stofflagen bespannter Drahtrahmen.)

F) Verschiedene andere Fehler.

Anfärbungen von Filmen, Platten und Papieren im Entwickler können verschiedene Ursachen haben *). Entwicklungsmarken, die aus Flecken mit größerer Dichte als der sie umgebenden Schicht bestehen, werden bisweilen auf Platten oder Filmen, die in Haltern entwickelt wurden, ebenso auch auf Kinofilmen bei Rahmenentwicklung an den Stellen, an denen der Film auf den Querholmen des Rahmens aufliegt, beobachtet¹³⁾. Diese Marken werden gewöhnlich durch Verzögerung der Entwicklung an den Seiten des Halters oder Rahmens, wo sich Entwickleroxydationsprodukte und Bromalkali ansammeln, verursacht. Man vermeidet derartige Fehler, indem man Halter oder Rahmen während der Entwicklung mehrmals tüchtig bewegt.

Ansetzen von Desensibilisatorlösungen.

Seit einiger Zeit werden Lösungen gewisser, als Desensibilisatoren bekannter Farbstoffe verwendet, um den Entwicklungsschleier, speziell den Luftschleier, zu vermeiden und um die Entwicklung bei einer helleren Dunkelkammerbeleuchtung zu ermöglichen. Diese Farbstoffe werden auf zwei Weisen benutzt:

1. Indem man sie dem Entwickler direkt zufügt, und zwar gewöhnlich in einer Verdünnung von etwa 1 Teil auf 25 000 Teile Wasser oder weniger.

2. Indem man sie vor der Entwicklung als Vorbad in einer Konzentration von ungefähr 1:5000 bis 1:10 000 anwendet.

Desensibilisierende Farbstoffe sind ziemlich hoch im Preis und müssen zur Erzielung bester Ergebnisse sorgfältig angewendet werden, da sie mit gewissen Hervorrufern nicht so

*) Siehe Hinweis auf S. 37, auch Hinweis 11 d auf S. 29.

13) „Rack Marks and Airbell Markings on Motion Picture Film“ („Rahmen- und Luftblasen-Marken auf Kinofilmen“). Von J. I. Crabtree und C. E. Ives, „Trans. Soc. M. P. Eng.“ 24, 95 (1925).

zufriedenstellend arbeiten wie mit anderen. Bevor man desensibilisierende Lösungen in größerem Maße in Gebrauch nimmt, ist es dem Verbraucher anzuraten, sich genau mit den charakteristischen Eigenschaften der Desensibilisatoren vertraut zu machen. Eine erschöpfende Darstellung der Anwendung desensibilisierender Farbstoffe haben M. L. D u n d o n und J. I. C r a b t r e e gegeben, auf die der Leser verwiesen wird ¹⁴⁾.

Die sehr starke Verdünnung, in der diese Lösungen benutzt werden, bereitet dem unerfahrenen Laboranten zuerst Schwierigkeiten beim Ansetzen. Die folgenden Anweisungen sind für den praktischen Gebrauch zu empfehlen.

Die geeignetste Methode zur Herstellung der Farbstofflösung zum Gebrauch besteht in Verwendung einer Vorratslösung. Man löst 1 g des Farbstoffes in 500 oder besser 1000 ccm warmen Wassers auf. Die Auflösung geht sehr langsam vor sich, so daß man zu ihrer Beschleunigung bisweilen die Lösung erhitzen muß ¹⁵⁾. Die erhaltene Vorratslösung hat die Konzentration 1 : 500 bzw. 1 : 1000. Die letztere ist die gebräuchlichste.

Das Zugeben der Vorratslösung des Desensibilisators zu einem Entwickler muß sehr langsam geschehen, sonst kann sich, besonders in Hervorrufnern mit Hydrochinon, ein Niederschlag bilden. Um mit Hilfe der Lösung 1 : 1000 dem Entwickler so viel Farbstoff zuzugeben, um die Konzentration von 1 : 25 000 zu erhalten, nimmt man 40 ccm der Farbstofflösung, die man langsam und unter beständigem Umrühren in 1000 ccm des gebrauchsfertigen Entwicklers einlaufen läßt. Ist die Farbstofflösung im Verhältnis 1 : 500 angesetzt, so nimmt man von ihr natürlich nur die Hälfte, also 20 ccm, auf je 1000 ccm Entwickler.

Will man mit einem desensibilisierenden Farbstoffvorbad, das eine Konzentration von 1 : 5000 hat, arbeiten, so nimmt man 200 ccm der Lösung 1 : 1000 (100 ccm der Lösung 1 : 500) und füllt sie mit Wasser auf das Volumen von 1000 ccm auf.

Fixierbäder.

Fixierbäder können in die folgenden Klassen eingeteilt werden:

A) Reine Natriumthiosulfatlösungen.

14) „The Effekt of Desensitizers in Development“ („Die Wirkung der Desensibilisatoren bei der Entwicklung“). „Trans. Soc. M. P. Eng.“ 25 (1926); „Amer. Phot.“ 20 (1926).

15) Speziell bei Pinakryptol-Grün empfiehlt sich die Verwendung kochenden Wassers zur Auflösung. Übers.

- B) Saure Natriumthiosulfatlösungen, mit einem Zusatz von Natriumbisulfit, Kaliummetabisulfit oder Natriumsulfit plus einer Säure ¹⁶⁾.
- C) Saure Natriumthiosulfatlösungen mit schichthärtenden Zusätzen.

A) Das Ansetzen reiner Natriumthiosulfatlösungen bereitet gewöhnlich keinerlei Schwierigkeiten. Sind größere Mengen herzustellen, so greift man zu der Filterbeutelmethode und löst das Thiosulfat in warmem Wasser, da bei der Auflösung dieses Chemikals die Temperatur des Wassers beträchtlich erniedrigt wird. Bildet sich beim Stehen auf der Oberfläche der Lösung Schaum, so entfernt man ihn durch Abstreichen mit der Kante eines Handtuchs oder eines Blattes Fließpapier oder mit Hilfe des Abschäumers.

Benutzt man für den Trog einen hölzernen Deckel, so imprägniert man ihn mit Paraffinwachs. Man bringt dazu den Deckel auf mehrere Stunden in Wasser, damit sich die Holzporen durch Schwellung öffnen. Darauf taucht man ihn in geschmolzenes heißes Paraffin, das sich in einem passenden Gefäß befindet und während der ganzen Behandlung heiß gehalten wird, damit auf dem Holz nach dem Herausnehmen nur eine dünne Paraffinschicht haften bleibt. Diese Behandlung verhindert die Ansiedlung von Pilzen und die Bildung von schleimigen Ansätzen an dem Holz.

Ein reines Natriumthiosulfat-Fixierbad wird nur selten benutzt, da es sich durch Ansammlung von Alkali, das von Filmen und Abzügen verschleppt ist, alkalisch wird und dann dazu neigt, die Gelatine zu erweichen. Gleichzeitig entwickeln sich die Bilder in dem alkalisch gewordenen Fixierbad noch weiter, so daß, wenn zwei Abzüge oder Filme teilweise zusammenkleben, die Entwicklung an den in Berührung befindlichen Stellen stärker fortschreitet, und ungleichmäßig entwickelte Bilder oder Filme die Folge sind. Ist das Bad jedoch sauer, so vernichtet die Säure das hereingetragene Alkali durch Neutralisation und verhütet so Ungleichmäßigkeiten.

16) An Stelle dieser Mittel verwendet man zum Ansäuern von Fixierbädern gelegentlich auch sogenannte saure Sulfitlauge. Diese ist jedoch in ihrem Gehalt nicht konstant und oft auch durch Eisen verunreinigt, das bei besonderen Prozessen (Bromöldruck) infolge der Schichthärtung stören kann. Man verwendet zum Ansäuern etwa 50 ccm der sauren Sulfitlauge auf je 1000 ccm Fixierbad. Es ist allgemein vorzuziehen, die oben genannten Mittel zum Ansäuern zu verwenden.
Übers.

B) Um ein saures Fixierbad auf die richtige Weise anzusetzen zu können, muß man einiges von seinem Chemismus verstehen.

Natriumthiosulfat kann man herstellen, indem man Natriumsulfitlösung und Schwefelblumen zusammen kocht, bis kein Schwefel mehr aufgelöst wird. Gibt man Säure zu einer Thiosulfatlösung, so bildet sich intermediär Thioschwefelsäure, die jedoch gleich zerfällt, wobei der Schwefel wieder in Freiheit gesetzt wird. Dabei entsteht eine milchige Lösung, die unter der Bezeichnung „Schwefelmilch“ bekannt ist. Bei Gegenwart von Natriumsulfit verbindet sich jedoch aller Schwefel, der Neigung zur Ausscheidung aus der Lösung zeigt, mit diesem, so wieder Natriumthiosulfat bildend, wodurch die Lösung klar bleibt.

Durch Säure aus Thiosulfat ausgeschiedener Schwefel kann nun durch einfachen Zusatz von Natriumsulfit nicht wieder aufgelöst werden, sondern nur durch Kochen, und scheidet sich gegebenenfalls beim Stehen auf Abzügen und Filmen in Gestalt einer dünnen Haut ab. Alle sauren Fixierbäder werden deshalb auf die Weise hergestellt, daß man ein saures Salz, wie Natriumbisulfit oder Kaliummetabisulfit, der Thiosulfatlösung zugibt, oder indem man Natriumsulfit mit einem kleinen Zusatz einer schwachen Säure verwendet, die geringere Neigung zur Zersetzung des Thiosulfates hat als eine starke Säure, z. B. Schwefelsäure.

Beim Ansetzen saurer Fixierbäder sind die folgenden Anweisungen zu beachten:

1. Das Bisulfit oder die angesäuerte Sulfitlösung darf nicht zu der warmen Thiosulfatlösung gegeben werden. Diese muß dazu vielmehr vollkommen erkaltet sein, da sie sich sonst durch Schwefelausscheidung milchig trübt.

2. Bei der Aufbewahrung wird eine angesäuerte Thiosulfatlösung allmählich milchig. Um dieses zu vermeiden, setzt man sich eine Vorratslösung von Natriumbisulfit usw. an und gibt von dieser die erforderliche Menge zu so viel Thiosulfatlösung, wie Fixierbad gebraucht wird. Für allgemeine Zwecke setzt man auf je 1000 ccm 35 prozentiger Thiosulfatlösung 45 ccm einer 50 prozentigen Natriumbisulfitlösung zu. Wird von der letzteren ein beträchtlicher Überschuß über diese Menge hinaus verwendet, so wird die Thiosulfatlösung, besonders bei warmem Wetter, durch in Freiheit gesetzten Schwefel rasch milchig.

Reine saure Thiosulfatlösungen werden nicht besonders häufig ohne Zusatz von Alaun verwendet, da sie rasch Schwefel

ausscheiden und härtende Eigenschaften vollkommen vermissen lassen.

C) Saure und gleichzeitig härtende Fixierbäder werden hergestellt, indem man der Thiosulfatlösung eine saure Härtelösung zufügt, die die folgenden Bestandteile enthält:

1. Eine Säure, wie Essig, Zitronen, Wein, Milch, Apfel, Malein, Schwefelsäure u. a., die die Entwicklung unterbricht.

2. Einen härtenden Körper, wie Kalialaun, Kaliumchromalaun (im folgenden kurz als Chromalaun bezeichnet) oder Formalin (40 prozentige wässrige Lösung von Formaldehyd).

3. Eine konservierende Substanz, wie Natriumsulfit oder -bisulfit. Das letztere übt eine konservierende Wirkung in doppelter Richtung aus: einmal verhindert es die Bildung von Schwefel durch die Einwirkung der Säure auf das Thiosulfat, zum anderen Mal verhütet es, daß der in das Fixierbad verschleppte Entwickler oxydiert wird und sich braun färbt.

Die saure Härtelösung setzt man für sich auf Vorrat an und gibt sie der Thiosulfatlösung in dem erforderlichen Maße zu.

Das am meisten gebrauchte Härtebad enthält Natriumsulfit, Essigsäure und Kalialaun. Als Beispiel dient nachstehende Formel:

Saure Härtevorratslösung (Formel F — 1 a).

Heißes Wasser (etwa 50° C) . . .	1680 ccm,
Natriumsulfit, wasserfrei	450 g,
Essigsäure (28 prozentig, rein) . . .	1440 g,
Kalialaun	450 g,
kaltes Wasser bis	4 l.

Zum Gebrauch gibt man 1 Teil dieser Vorratslösung je 8 Teilen eines 25 prozentigen Thiosulfatbades zu.

Die Reihenfolge des Ansetzens ist wichtig. Man halte sich an die folgende:

Beim Ansetzen in einem einzigen Gefäß löst man zuerst das Natriumsulfit in Wasser von ungefähr 50° C. Dann gibt man die Essigsäure zu und, nachdem die nunmehr saure Sulfitlösung tüchtig durchgemischt ist, den Kalialaun.

Bisweilen wird empfohlen, beim Ansetzen des Härtebades die Reihenfolge umzudrehen und an erster Stelle den Alaun und dann nach Zusatz der Säure das Sulfit zu lösen. Der Alaun löst sich jedoch in der sauren Sulfitlösung wesentlich leichter als bei der letzten Methode.

Die Thiosulfatlösung muß abgekühlt sein und darf keine ungelöste Substanz enthalten, bevor man ihr die Härtelösung

zufügt. Andernfalls kann leicht eine Ausscheidung von Schwefel entstehen.

Bei einer anderen Methode geht man so vor, daß man den Alaun und das Sulfit voneinander getrennt löst, die Säure zu der Sulfitlösung gibt und dieser dann die Alaunlösung zusetzt.

Kehrt man die Reihenfolge um, indem man den Alaun zuerst zu dem Sulfit zugibt, so entsteht ein weißer Niederschlag von Aluminiumsulfit, der sich nach Zusatz der Säure nur schwierig wieder auflöst. Trübt sich die Härtelösung nach dem Mischen unter Ausscheidung eines Schlammes, so ist dieses auf einen zu geringen relativen Gehalt an Säure zurückzuführen, d. h. entweder hatte die verwendete Säure nicht die erforderliche Konzentration oder es wurde zuviel Alaun oder Sulfit zugesetzt.

Die nachstehend angegebene Boraxhärtelösung oder Superhärtelösung macht mehr Schwierigkeiten bei ihrer Herstellung.

B o r a x h ä r t e l ö s u n g f ü r F i l m e , P l a t t e n u n d
P a p i e r e (F o r m e l S H — 1).

Lösung A:

Wasser	1 l,
Natriumsulfit, wasserfrei	45 g,
Essigsäure (28 prozentig, rein)	60 ccm,
gepulverter Kalialaun	135 g,
Wasser bis	2 l.

Lösung B:

Heißes Wasser (etwa 70° C)	500 ccm,
Borax	30 g,
kaltes Wasser (nach vollkommener Auflösung zuzusetzen) bis	2 l.

Diese Härtelösung ist als besonderes Bad zur Anwendung nach dem Fixieren zu empfehlen.

Lösung A wird auf dieselbe Weise angesetzt, wie sie für die saure Härtelösung (Formel F—1a) angegeben ist. Bei B löst man, wie in der Formel vorgesehen, den Borax in heißem Wasser und füllt mit kaltem zum Endvolumen auf. Die erkaltete Boraxlösung gießt man langsam zu der ebenfalls kalten Lösung A, die man kräftig umrührt. Werden diese Anweisungen befolgt, so erhält man eine klare Lösung. Gibt man jedoch die Boraxlösung warm und zu schnell zu Lösung A, so bildet sich ein weißer Niederschlag, der sich nicht wieder löst.

Fixierbäder mit Chromalaun als härtendem Körper enthalten gewöhnlich Schwefelsäure als wirksame Säure. Eine typische Formel ist F—16, die auf S. 51 angegeben ist. Beim Ansetzen des Bades erwachsen keine Schwierigkeiten, vorausgesetzt, daß man die Schwefelsäure der Chromalaunlösung mit Vorsicht zugibt. Die Schwefelsäure darf man nur sehr langsam einlaufen lassen, wobei man zur Erzielung einer gründlichen Durchmischung kräftig rühren muß, da sonst die Säure infolge ihres hohen spezifischen Gewichtes auf den Boden des Gefäßes sinkt. Das Wasser darf auf keinen Fall zu der Säure gegeben werden, weil die Lösung sich hierbei derart überhitzen kann, daß Säurespritzer umhergeschleudert werden, die ernste Brandwunden an den Händen und im Gesicht verursachen können.

Härte- und Unterbrechungsbäder.

Es ist wichtig, Filme, Platten und Papiere zwischen Entwickeln und Fixieren gut abzuspülen, wozu man allgemein reines Wasser, bei heißem Wetter für Platten und Filme aber auch ein Chromalaunbad nimmt, für das nachstehend eine Formel angegeben ist.

Chromalaunhärtebad für Filme und Platten (Formel SB—3).

Wasser 1 l,
Chromalaun 30 g,

Die Negative bewegt man gleich nach dem Einbringen einige Sekunden. Die Lösung ist häufig zu erneuern.

Für Abzüge verwendet man als Unterbrechungs- oder Spülbad sehr häufig 0,5% bis einprozentige Essigsäure, wie nachstehend beschrieben:

Saures Unterbrechungsbad für Papiere (Formel SB—1).

Nach der Entwicklung spült man die Abzüge tüchtig in fließendem Wasser oder bringt sie vor dem Einlegen in das Fixierbad in das folgende Unterbrechungsbad:

Wasser 1 l,
Essigsäure (28prozentig), rein 45 ccm.

Unter der Bezeichnung „Abspülen“ versteht man ein 2—30 Sekunden langes Eintauchen, während man mit „Wässern“

ein Eintauchen unter gleichzeitiger Bewegung von 1 Minute bis zu 1 Stunde meint.

Gründe für die Unterbrechung der Entwicklung von Platten und Filmen.

Wenn ein Film oder eine Platte aus dem Entwickler in das Fixierbad gebracht wird, so neutralisiert das in dem von der Schicht aufgenommenen Entwickler befindliche Alkali einen Teil der Säure des Fixierbades. Gleichzeitig vernichtet der sich im Fixierbad ansammelnde Entwickler allmählich dessen härtende Eigenschaften. Es wird deshalb, wenn man soviel wie möglich des Entwicklers von den Filmen oder Abzügen durch 10—20 Sekunden langes Abspülen mit Wasser entfernt, die Lebensdauer des Fixierbades ganz beträchtlich verlängert, während seine Neigung zur Bildung von Anfärbungen und Blasen ganz bedeutend vermindert wird.

Bei warmem Wetter kann man Filme oder Platten nur 1—2 Sekunden spülen, da sich sonst die Gelatine zu sehr erweicht. Gebraucht man das Chromalaunhärtebad (Formel SB—3), so kann man das Abspülen in Wasser unterlassen, doch wird die Lebensdauer dieses Härtebades durch vorheriges, einige wenige Sekunden dauerndes Abspülen verlängert. Die Filme und Platten müssen gleich nach dem Einbringen in das Fixierbad ein paar Sekunden bewegt werden, da sich sonst auf der Gelatine eine Chromhaut bilden kann, die schwer zu beseitigen ist. Diese Haut besteht aus Chromhydroxyd und wird durch Umsetzung des Chromalauns mit dem Alkali des verschleppten Entwicklers gebildet. Sie entsteht in einem frischen Bade nicht, wenn der Film beim Eintauchen kräftig bewegt wird. Wird das Bad alt, so kann sich eine Chromhaut auch dann auf den Negativen abscheiden, wenn sie bewegt werden. In diesem Falle ist das Bad wegzugießen. Die Schicht ist nach dem Waschen mit einem nassen Wattebausch abzuwischen, um dadurch jede Spur einer Schichtverunreinigung zu beseitigen, was auf der einmal getrockneten Schicht nicht mehr möglich ist.

Das Chromalaunhärtebad hat, wenn es frisch angesetzt ist, bei künstlichem Licht eine blauviolette Farbe, wird aber im Gebrauch schließlich gelblichgrün. In diesem Zustand hört es auf zu härten und ist durch frisches Bad zu ersetzen.

Ein Chromalaunhärtebad ist sehr nützlich bei Einschaltung zwischen Entwicklung und Fixieren. Eine reine Chromalaunlösung behält ihre härtenden Eigenschaften unbegrenzt lange, während im Gebrauch, wenn Entwickler durch Platten und Filme in die Chromalaunlösung verschleppt wird, ihre härtenden Eigenschaften infolge des im Entwickler gegenwärtigen Natriumsulfits abnehmen.

Wichtigkeit des Unterbrechungsbadés bei Abzügen.

Eine wirksame Unterbrechung der Entwicklung verhindert weitgehend bei Abzügen Fehlerscheinungen durch Anfärben der Schicht und gestattet, eine größere Anzahl Kopien in einem Bade zu fixieren, bevor es sich trübt. Ein weiterer Vorteil des sauren Unterbrechungsbadés ist, daß es die Entwicklung sofort nach dem Einbringen der Abzüge abstoppt, während beim bloßen Abspülen in reinem Wasser die Gefahr der Überentwicklung besteht, wenn man nicht durch etwas kürzer bemessene Entwicklungsdauer eine längere Spülung ermöglicht.

Stellt man nur wenige Abzüge her, so genügt es, sie auf 5—10 Sekunden in das Unterbrechungsbad zu bringen. Handelt es sich jedoch um eine größere Anzahl Drucke, so läßt man sie 1—2 Minuten in dem Unterbrechungsbadé. Es ist von Wichtigkeit, die Abzüge in dem Essigsäurebad (Formel SB—1, S. 45) und auch in dem Fixierbad zu bewegen und darauf zu achten, daß sie nicht übereinanderliegen oder zusammenkleben, damit die Lösungen eine ungehinderte Wirkung auf alle Teile sämtlicher Bilder ausüben können. Wird die Entwicklung der Abzüge nicht gestoppt, so wird Entwickler in das Fixierbad geschleppt, wobei dessen Säure durch das in dem Hervorrufé befindliche Alkali rasch neutralisiert wird. Sobald eine bestimmte Menge Entwickler in das Fixierbad gelangt ist, bildet sich eine weiße Ausscheidung, und das Bad (Formel F—1, S. 51) wird alkalisch. Abzüge, die in einem alkalischen Bade fixiert werden, neigen aber zur Braunfärbung oder Bildung brauner Flecken.

Bei Gebrauch eines sauren Unterbrechungsbadés trübt sich das Fixierbad niemals, wenn man das Bad immer sauer erhält. Eine einfache Methode zur Prüfung, ob es sauer oder alkalisch ist, besteht darin, daß man einen Streifen blaues Lackmuspapier hineintaucht. Wird das Lackmuspapier rot, so ist das Bad sauer; bleibt das Papier jedoch blau, so ist die Lösung alkalisch.

Die Lebensdauer eines für Papier gebrauchten sauren Unterbrechungsbades (Formel SB—1, S. 45) wird durch die aus dem Entwickler verschleppte Alkalimenge bedingt. Dieses hängt wiederum von der Menge des von dem Abzug zurückbehaltenen Entwicklers, der zum Abtropfen gewährten Zeit und der Menge des Karbonats in dem Entwickler ab.

Verwendet man einen der üblichen Elonhydrochinonentwickler und läßt man die aus ihm herausgenommenen Abzüge 1—2 Sekunden abtropfen, so kann man gut etwa 20 Bilder 18×24 cm (oder eine entsprechende Anzahl anderer Formate, z. B. 80 Bilder 9×12 cm) in je 1 l des sauren Unterbrechungsbades mit Sicherheit verarbeiten, ohne daß es alkalisch wird.

Eigenschaften eines Fixierbades.

Ein in seinen Leistungen befriedigendes saures Härtefixierbad muß gewisse Eigenschaften besitzen, nämlich: es soll möglichst schnell fixieren, kräftig härten und sich lange halten, bevor es sich trübt, wie überhaupt eine möglichst große Lebensdauer haben. Die Fixierzeit wird gewöhnlich als das Doppelte der Zeit genommen, die bis zum Verschwinden der durch die unreduzierten Silbersalze bedingten milchigen Trübung oder Opaleszenz verstreicht. Sie hängt von verschiedenen Faktoren ab: von der Konzentration des Bades an Thiosulfat (30—40 prozentige Thiosulfatlösung fixiert am schnellsten), dem photographischen Material (Porträtfilme fixieren verhältnismäßig langsam und erfordern gewöhnlich bis zur Klärung 3—6 Minuten, während Diapositivemulsionen rasch fixieren und sich in 30 Sekunden bis 1 Minute klären), der Temperatur der Lösung (etwa 18° C sind angebracht) und dem Erschöpfungsgrad des Bades.

Die härtenden Eigenschaften werden gleichfalls durch eine große Anzahl von Faktoren beeinflusst. Eine bestimmte Mindestmenge von Alaun ist erforderlich, um die nötige Härtung zu sichern, während ein Überschuß von Alaun zu stark härtet, so daß die Schicht spröde wird und zum Abblättern neigt. Normale Fixierbäder, wie z. B. Formel F—1 auf S. 51, sind sorgfältig zusammengesetzt, um der Gelatineschicht einen Schmelzpunkt von etwa 55 — 77° C zu geben. Dieser Schmelzpunkt wird auf folgende Weise bestimmt: Man taucht einen Streifen des gewaschenen und fixierten Films in Wasser und erhitzt es langsam, bis die Gelatine gerade von dem Schichtträger abschmilzt oder abfließt.

Der Grad der durch das Bad erzeugten Härtung hängt ab von gewissen „festen“ Faktoren, wie der vorliegenden Emulsion, der Zusammensetzung des Unterbrechungs- und des Fixierbades, sowie der Temperatur aller Lösungen und von einer Anzahl veränderlicher Faktoren, unter die man die Zeit, die der Film in dem Fixierbad verbringt, die ihm in den einzelnen Bädern erteilte Bewegung und die Wässerungszeit zu rechnen hat.

Um ein Maximum an Härtung zu erzielen, wenn man zwischen Entwicklung und Fixieren etwa 5 Sekunden in Wasser abspült und nach dem Fixieren eine Stunde in Wasser wäscht, muß die Fixierdauer bei Filmen in frischem oder teilweise erschöpftem Bade etwa 15—20 Minuten betragen.

Bei Gegenwart von Natriumsulfit büßt eine Chromalaunlösung ihre härtenden Eigenschaften entsprechend der Konzentration des Chromalauns und des Natriumsulfits ziemlich rasch ein. Ein frisches Chromalaunfixierbad, bestehend aus Thiosulfat, Chromalaun und Natriumbisulfit, verliert sein Härtungsvermögen im Laufe von 1—2 Tagen selbst dann, wenn das Bad überhaupt nicht gebraucht wird. Ein Chromalaunfixierbad, das 1—2 % Chromalaun enthält, ist nur dann mit Nutzen anwendbar, wenn es unmittelbar nach der Herstellung gebraucht, während ein Bad mit 5—10 % Chromalaun seine härtenden Eigenschaften 2—3 Tage beibehält.

Ein gutes Fixierbad darf während der Zeit, innerhalb der es verwendbar ist, nicht zu schlammigen Ausscheidungen neigen, wenn man es bei normaler Temperatur von etwa 18—21 ° C gebraucht. Ausscheidungen in Fixierbädern können auf zwei verschiedene Weisen entstehen, wie weiter unten unter „Fehler bei Fixierbädern“ behandelt wird. Wechsel in der Temperatur des Fixierbades beeinflussen die Geschwindigkeit des Fixierens und die praktische Lebensdauer der Lösung. Wenn ein Film z. B. bei 18 ° C 95 Sekunden zur Klärung benötigt, so sind dazu bei 30 ° C etwa 60 Sekunden erforderlich.

Es ist jedoch eine gefährliche Praktik, die Temperatur des Fixierbades über etwa 21 ° C ansteigen zu lassen, da hierbei die Lösung zur Ausscheidung von Schwefel neigt. Unter tropischen Bedingungen, wenn hohe Temperaturen vorherrschend sind, ist es oft ganz unmöglich, die Temperatur des Fixierbades innerhalb der angegebenen Grenzen zu halten, weshalb man es gewöhnlich öfter erneuern muß. Beim Arbeiten in den Tropen muß man ferner eine von der normalen abweichende Technik einschlagen, deren Geheimnis darin liegt, ungewöhnlich starkes Aufquellen

der Gelatine zu verhüten, das man kaum wieder rückgängig machen kann, wenn es einmal eingetreten ist. In solchem Falle ist es dann fast unmöglich, den Film zu behandeln. Wer genauere Ratschläge für dieses Gebiet sucht, findet sie in der von der Eastmann Kodak Co. herausgegebenen Broschüre „Tropical Development“ („Entwicklung in den Tropen“) oder in „The Handling of Motion Picture Film at High Temperatures“ („Die Behandlung des Kinofilms bei hohen Temperaturen“) von J. I. Crabtree, „Trans. Soc. M. P. Eng.“ 19, 39 (1924).

Praktische Lebensdauer eines Fixierbades.

Ein in Gebrauch befindliches Fixierbad erschöpft sich infolge der von ihm bei der Fixage der Emulsion zu leistenden Arbeit. Die saure Reaktion des Bades wird durch den verschleppten Entwickler abgeschwächt, was zuerst das Hinausschieben der Schwefelausscheidung begünstigt. Im Gebrauch erreicht die Lösung zu guter Letzt jedoch einen Punkt, an dem Ausscheidung von Aluminiumsulfit eintritt, die das Bad unbrauchbar macht. Während der ersten Stadien des Gebrauchs nehmen die härtenden Eigenschaften zunächst etwas zu, um dann allerdings rapide nachzulassen. Ein Fixierbad ist gewöhnlich erschöpft, wenn sich an seiner Oberfläche Schaum zeigt, wenn es sich milchig trübt oder schlammige Absetzungen enthält. Auch kann das Bad so langsam fixieren, daß man Gefahr läuft, die Filme oder Abzüge aus ihm herauszunehmen, bevor sie vollständig ausfixiert sind. Wenn die zur Klärung erforderliche Zeit bei einer langsam fixierenden Emulsion 12—15 Minuten überschreitet, ist das Bad außer Betrieb zu setzen.

Die nachstehend angegebenen Fixierbäder nach den Formeln F—1 und F—16 fixieren etwa 20 Filme oder Platten im Format von 18×24 cm je Liter Bad mit Sicherheit aus, unter der Voraussetzung, daß dem Fixieren ein gründliches Abspülen in Wasser vorausgeht, oder ein 2—3 Minuten langes Eintauchen in ein geeignetes Härtebad (Vorschrift SB—3) zwischen Entwicklung und Fixage erfolgt. Unter den gleichen Bedingungen können in je einem Liter des nach Vorschrift F—1 angesetzten Bades etwa 28—30 Bilder im Format 18×24 cm ausfixiert werden.

Verwendet man bei der Herstellung von Abzügen zwischen Entwicklung und Fixieren ein saures Unterbrechungsbad (Vorschrift SB—1), so bilden sich in dem Fixierbad weniger rasch Ausscheidungen, und man kann gut etwa 35 Abzüge im Format 18×24 (oder eine entsprechende Anzahl anderer Formate) in einem Liter Bad nach Vorschrift F—1 mit Sicherheit ausfixieren.

Diese Zahlen wurden durch sorgfältige Untersuchungen ermittelt; es ist daher dringend zu empfehlen, ein Fixierbad aus dem Betrieb zu nehmen und es durch frische Lösung zu ersetzen, wenn ungefähr diese Anzahl Filme oder Abzüge in ihm fixiert worden ist.

Saures Härtefixierbad für Filme, Platten und Papiere (Formel F — 1):

Natriumthiosulfat 450 g,
Wasser bis 2 l.

Zu dieser Thiosulfatlösung gibt man langsam die folgende Härtelösung, wobei man die erstere kräftig umrührt:

Wasser 150 ccm,
Natriumsulfit, wasserfrei 30 g,
Essigsäure (28 prozentig, rein) 90 g,
Kalialaun 30 g.

Die einzelnen Bestandteile werden in der angegebenen Reihenfolge aufgelöst.

Chromalaunfixierbad für Filme und Platten (Formel F — 16):

A.

Natriumthiosulfat 900 g,
Natriumsulfit, wasserfrei 60 g,
Wasser bis 3 l.

B.

Wasser 1 l,
Kaliumchromalaun 60 g,
Schwefelsäure, konz. rein 7,5 ccm.

Lösung B gießt man langsam in Lösung A, die man dabei rasch durchrührt.

Diese Formel ist besonders für den Gebrauch bei warmem Wetter zu empfehlen. Das Bad verliert jedoch seine härtenden Eigenschaften innerhalb von ein paar Tagen, gleichgültig, ob es gebraucht wird oder nicht. Man verwendet nach dieser Vorschrift hergestellte Bäder deshalb sobald wie möglich nach dem Ansetzen.

Fehler bei Fixierbädern.

A) Ausscheidungen im Fixierbad.

Milchigwerden eines Fixierbades tritt bisweilen gleich nach Zugabe der Härtelösung, oft aber auch erst, nachdem es einige

Zeit im Gebrauch war, auf. Man hat dabei zwischen zwei Arten von Milchigkeit zu unterscheiden:

1. Ist der Niederschlag blaß gelb gefärbt und setzt er sich beim Stehen nur langsam ab, so besteht er aus Schwefel und kann verursacht sein durch:

- a) zuviel Säure in der Härtelösung;
- b) zuwenig Sulfit oder Verwendung unreinen Sulfits, dessen Menge in diesem Falle nicht ausreichend ist, um das Thiosulfat gegen die Einwirkung der Säure zu schützen;
- c) hohe Temperatur.

Die Härtelösung darf nur zugegeben werden, wenn die Thiosulfatlösung Zimmertemperatur hat. Ist die Temperatur des sauren Fixierbades höher als 30°C , so bleibt es nicht länger als wenige Tage klar, selbst dann, wenn man das Ansetzen vorschriftsmäßig vorgenommen hatte. Die einzig mögliche Abhilfe besteht darin, das Bad fortlaufen zu lassen und frische Lösung, wie benötigt, anzusetzen.

Verwendet man ein ausgeschiedenen Schwefel enthaltendes Bad, so kann er in die Gelatine eindringen und später Verblässen des Bildes verursachen.

2. Entsteht ein weißer Niederschlag, der nach ein paar Stunden langem Stehen verschwindet, und scheidet sich gelatinöses (gallertartiges) Aluminiumsulfit aus, so kann dieses die folgenden Ursachen haben:

a) zuwenig Säure in der Härtelösung. Sieht z. B. eine Formel reinen Eisessig vor, und nimmt man an dessen Stelle irrtümlich 28prozentige Essigsäure, so hat man weniger als ein Drittel der benötigten Säuremenge zugegeben;

b) zuwenig Härtelösung in dem Fixierbad. Beim Fixieren von Abzügen wird eine verhältnismäßig große Menge Entwickler in das Fixierbad gebracht, wodurch seine Säure bald neutralisiert wird. Hierdurch nimmt die Neigung zur Ausscheidung von Aluminiumsulfit zu. Aus dem gleichen Grunde enthält ein mit der richtigen Menge Härtelösung angesetztes Fixierbad, wenn es erschöpft ist, zwar noch Alaun und Sulfit, aber keine Säure mehr, so daß sich diese beiden Körper vereinigen und einen Niederschlag von Aluminiumsulfit bilden.

Es ist deshalb außerordentlich wichtig, nur die vorgeschriebene Säure zu gebrauchen und ihre Konzentration zu kennen, da Fehler auftreten, wenn man mehr oder weniger Säure nimmt, als in der Formel vorgesehen. Es ist festgestellt worden, daß die härtenden Eigenschaften eines sauren Alaunfixierbades im Verhältnis zu der Neigung des Bades stehen,

Aluminiumsulfitniederschläge zu bilden. Enthält, mit anderen Worten, ein Bad einen Überschuß an Säure, so kann es verhältnismäßig lange gebraucht werden, bevor sich Aluminiumsulfit ausscheidet; doch härtet es dafür nicht so gut wie ein Bad, in dem sich schon nach Aufnahme einer viel kleineren Entwicklermenge ein Niederschlag von Aluminiumsulfit bildet. Bei einem solchen Bade, das ein Minimum an Säure enthält, ist es ratsam, eine weitere Menge Säure zuzufügen, sobald man die ersten Spuren einer Ausscheidung bemerkt. Die Menge der nachträglich zugesetzten Säure beträgt zweckmäßig etwa die Hälfte der in der Originalvorschrift angegebenen. Ein Bad kann auf diese Weise ein- bis zweimal aufgefrischt werden, bevor das Fixiervermögen des Thiosulfates erschöpft ist.

Andere Säuren als Essigsäure sind im allgemeinen nicht zu empfehlen. Mineralsäuren, wie z. B. Schwefelsäure, sind zu stark, während andererseits organische Säuren, wie z. B. Zitronen-, Weinsäure usw., nur unter gewissen, sehr beschränkten Bedingungen gebraucht werden können, da sie die Härtung störend beeinflussen.

B) U n g e n ü g e n d e s H ä r t u n g s v e r m ö g e n .

Ungenügende Härtung kann ihre Ursache haben in:

1. der Verwendung minderwertigen Alauns, der nicht die vorschriftsmäßige Menge Aluminiumsulfat enthält;

2. der Gegenwart von zuviel Säure oder Sulfit, oder einer nicht ausreichenden Menge Alaun. Durch Veränderung der Anteile eines Fixierbades an Säure, Alaun und Sulfit wurde festgestellt, daß die Härtung mit steigender Alaunmenge zunimmt. Hält man den Alaunzusatz konstant und erhöht man die Menge der Essigsäure, so nimmt die Härtung bis zu einem Maximum zu, über das hinaus sie wieder abnimmt. Eine bestimmte Menge Essigsäure ist jedoch erforderlich, um dem Fixierbad eine genügend lange praktische Lebensdauer zu sichern, bevor sich in ihm Aluminiumsulfit ausscheidet. Die hierfür benötigte Säuremenge ist aber gewöhnlich größer als die, bei deren Verwendung man die stärkste Härtung erzielt. Während des Gebrauchs nimmt daher das Härtungsvermögen bei den meisten Fixierbädern, wenn Entwickler in sie hineingetragen wird, bis zu einem Maximum zu und läßt über dieses hinaus rasch nach. (Siehe den Absatz über „Gründe für die Unterbrechung der Entwicklung von Platten und Filmen“, S. 46).

C) Blasenbildung.

Wird das Natriumkarbonat des Entwicklers durch die Säure des Fixierbades neutralisiert, so wird dabei gasförmiges Kohlendioxyd (Kohlensäure) entwickelt, das Blasen verursachen kann, wenn die Gelatine zu weich ist, um der auftreibenden Wirkung des Gases zu widerstehen. Enthält das Fixierbad einen Überschuß an Säure, und sind die Filme oder Abzüge nicht genügend abgespült worden, oder wurde ein zu stark saures Unterbrechungsbad verwendet, so können sich leicht Blasen bilden. Auf der trockenen Schicht erscheinen Blasen, bei Betrachtung in auffallendem Licht als winzige kraterähnliche Vertiefungen. Dieser Fehler tritt vorzugsweise bei heißem Wetter und besonders, wenn das Bad nicht genügend härtet, auf.

D) Dichroitischer Schleier.

Enthält das Fixierbad keine Säure, ist es zu alt und erschöpft, oder befinden sich übermäßig viel gelöste Silbersalze in ihm, so entsteht bisweilen eine Anfärbung der Schicht, die man als dichroitischen Schleier bezeichnet *). In reflektiertem Licht sieht eine auf diese Weise angefärbte Schicht gelblichgrün, bei Betrachtung in der Durchsicht rosa aus. Dichroitischer Schleier tritt in einem frischen sauren Bade oder, wenn der Film von der Fixage abgespült und die Temperatur des Bades zwischen 18—21 ° C gehalten wurde, niemals auf.

E) Hautbildung auf Fixierbädern.

Wenn ein teilweise erschöpftes Fixierbad mehrere Tage außer Gebrauch steht, so reagiert das in der Luft gewöhnlich vorhandene Schwefelwasserstoffgas mit dem Silberthiosulfat des Bades und bildet so eine metallisch aussehende Haut auf der Oberfläche der Lösung. Diese Haut besteht aus Schwefelsilber und muß beseitigt werden, wozu man entweder mit der Kante eines Stückes Fließpapier über die Oberfläche des Bades fährt oder den wiederholt erwähnten Abschäumer benutzt.

Bisweilen findet man eine weiße Haut aus Aluminiumsulfid auf Filmen und Abzügen. Sie entsteht durch:

1. ungenügendes Abspülen nach der Entwicklung,
2. zu geringe Säurekonzentration des Fixierbades,
3. ungenügende Bewegung des Filmes gleich nach dem Eintauchen in das Fixierbad **).

*) Siehe Hinweis auf S. 37.

***) Siehe Hinweis auf S. 37.

Da Aluminiumsulfid in Alkali löslich ist, kann man diese weiße Haut entfernen, indem man den Film oder den Abzug mit einer zehnpromzentigen Sodalösung abwäscht und anschließend gut wässert.

F) Anfärbungen.

Es gibt verschiedene Arten von Färbungen: Weiße Anfärbungen durch Aluminiumsulfid (siehe vorstehende Ausführungen), Schwefelanfärbungen und gelbliche Silberanfärbungen kommen gelegentlich vor. Erschöpfende Ausführungen über die im Fixierbad entstehenden Anfärbungen befinden sich in dem dieses Gebiet behandelnden erwähnten Aufsatz *).

G) Flecken größerer Dichte.

Wenn man Filme oder Platten in senkrecht hängenden Rahmen bearbeitet, so erhält man gelegentlich ungleichmäßige, fleckige Negative, wenn die Rahmen gleich beim Eintauchen in das Fixierbad nicht genügend bewegt wurden oder wenn der Film zwischen Entwicklung und Fixage ungenügend abgespült wurde. Bei Unterlassung kräftigen Abspülens und guter Bewegung setzt sich die Entwicklung die ersten Minuten während des Fixierens lokal fort, und das Bild erhält an diesen Stellen eine größere Dichte. Ungleichmäßigkeit wird auch erzeugt, wenn die Enden der Rahmen, besonders während der ersten Stadien des Fixierprozesses, über die Oberfläche des Fixierbades hinausragen.

Verschiedene Lösungen.

Die Anzahl der verschiedenen, sonst noch in der Photographie für Abschwächung, Verstärkung, Tonung und andere Prozesse gebrauchten Lösungen ist so groß, daß es über den Rahmen dieses Werkes hinausgeht, andere als die wichtigeren Bäder hier zu behandeln. Die Arbeitsweise gleicht allgemein in vielem der beim Ansetzen von Entwicklern üblichen; die Reihenfolge bei der Auflösung der einzelnen Chemikalien ist hier durchweg sehr genau angegeben.

A) Persulfatabschwächer.

Ammoniumpersulfat ist der einzige in der Photographie bekannte abschwächende Körper, der mehr auf die dichteren Silberniederschläge eines Negativs als auf seine zarten einwirkt.

*) Siehe Hinweis auf S. 37.

Es muß in saurer Lösung angewendet werden, wie dies die folgende Formel angibt, und ist etwas unzuverlässig in seinen Eigenschaften. Gelegentlich verweigert das Persulfat jede Einwirkung, während es stets um so schneller wirkt, je weiter die Abschwächung fortschreitet.

Persulfat abschwächer (Formel R—1).

Wasser	1 l,
Ammoniumpersulfat	60 g,
Schwefelsäure, konz., rein	3 ccm.

Zum Gebrauch verdünnt man einen Teil dieser Vorratslösung mit zwei Teilen Wasser.

Sobald die Abschwächung genügend weit gediehen ist, bringt man den Film oder die Platte auf ein paar Minuten in ein saures Fixierbad und wässert anschließend.

Nach S. E. Sheppard¹⁷⁾ ist das launenhafte Benehmen des Persulfats in hohem Grade von seinem schwankenden Gehalt an Eisen abhängig. Bei der Herstellung von Abschwächerlösungen dieser Art sollte man daher nur geprüftes Persulfat benutzen.

B) Permanganat abschwächer.

Bei der Herstellung des Permanganat abschwächers, für den nachstehend eine typische Vorschrift angegeben ist, hat man oft Schwierigkeiten, das ganze Permanganat zur Auflösung zu bringen, da die Kristalle, obwohl an sich ziemlich löslich, sehr hart sind und sich deshalb, besonders in kaltem Wasser, nur langsam lösen. Die beste Methode ist, die Kristalle unter Umschütteln in sehr heißem Wasser (etwa 80° C) zur Auflösung zu bringen und dann mit kaltem Wasser zu verdünnen.

Permanganat abschwächer (Formel R—2).

Vorratslösungen:

A) Wasser	30 ccm,
Kaliumpermanganat	1,6 g.
B) Wasser	30 ccm,
Schwefelsäure, konzentr., rein	1 ccm.

Zum Gebrauch nimmt man 1 Teil A, 2 Teile B und 8 Teile Wasser. Sobald das Negativ genügend abgeschwächt ist, taucht man es ein paar Minuten in eine reine Thiosulfatlösung oder in ein frisches saures Fixierbad, um die gelblichbraune Anfärbung der Gelatine zu entfernen, worauf man gut wäscht.

17) „Phot. J.“ 45, 450 (1921).

Außer zur Abschwächung und zum Ausbleichen benutzt man das Permanganat auch zum Nachweis von Thiosulfat. Permanganat wird durch Thiosulfat reduziert; und eine Permanganatlösung verliert bei Gegenwart eines Thiosulfats ihre charakteristische Farbe. Man kann daher Negative oder Positive beim Wässern mit Hilfe von Permanganat auf noch vorhandenes Thiosulfat prüfen. Bei der Reduktion des Permanganats entsteht ein bräunlicher Niederschlag von Mangandioxyd. Bisweilen werden durch diesen Körper mit Permanganat behandelte Negative oder Abzüge braun angefärbt. Zum Glück wird Mangandioxyd durch Natriumbisulfit entfernt, das das Mangandioxyd noch weiter reduziert und in ein lösliches Mangansalz verwandelt. Die Braunfärbung kann daher durch Eintauchen der betreffenden Platten, Filme oder Abzüge in eine Bisulfitlösung beseitigt werden.

C) F a r m e r s A b s c h w ä c h e r.

Dieser besonders die silberärmeren Bildteile stärker angreifende und daher die Kontraste steigernde Abschwächer besteht aus einer Mischung von rotem Blutlaugensalz und Natriumthiosulfat. Er zersetzt sich sehr rapide, sobald man das rote Blutlaugensalz dem Thiosulfat zugefügt hat. Aus diesem Grunde mischt man die beiden Bestandteile des Abschwächers erst kurz vor seinem Gebrauch. Am besten stellt man sich eine starke, etwa 20 prozentige Lösung von rotem Blutlaugensalz her, von der man die erforderliche Menge einer zehnprozentigen reinen Thiosulfatlösung zufügt. Die Stärke des Abschwächers hängt von der Menge des ihm zugefügten roten Blutlaugensalzes ab.

D) J o d = Z y a n a b s c h w ä c h e r.

Ein sehr stark wirkender Abschwächer besteht aus einer Lösung von Jod in Jodkalium, der man Zyankalium zugibt, um das während der Abschwächung gebildete Jodsilber aufzulösen. Jod ist in Wasser nicht löslich, wohl aber in einer Lösung von Kaliumjodid. Zur Herstellung des Abschwächers löst man daher ein paar Jodkristalle in einer zehnprozentigen Jodkaliumlösung. 5 Teile dieser Lösung gibt man zu 1 Teil einer zehnprozentigen Zyankaliumlösung und füllt zum Gebrauch mit Wasser auf 100 Teile auf.

E) M o n c k h o v e n s V e r s t ä r k e r.

Die Silbernitrat und Zyankalium enthaltende Lösung B des Monckhovenschen Verstärkers nach der untenstehenden Vor-

schrift ist bei den ersten Versuchen stets ein Stein des Anstoßes. Das Geheimnis des fehlerlosen Ansetzens dieser Lösung besteht darin, in ihr einen Überschuß an Silber zu haben. Man erreicht das dadurch, daß man der Zyanidlösung so viel Silbernitrat zugibt, daß auch beim Stehen stets ein Niederschlag in der Lösung vorhanden ist. Vor dem Gebrauch filtriert man die Lösung von dem Niederschlag ab. Ist kein Überschuß an Silber vorhanden, so wird das in der Lösung A ausgebleichte Bild durch das Zyanid aufgelöst.

Monckhovens Verstärker (Formel I—1).

Lösung A:

Bromkalium	22,5 g,
Quecksilberchlorid	22,5 g,
Wasser bis	1 l.

Man bleicht das Negativ in dieser Lösung, bis es vollständig weiß geworden ist und wässert es gründlich.

Das Negativ kann nun mit einer zehnprozentigen Natriumsulfitlösung, einem Entwickler (z. B. Kodak Nepera-Lösung) oder zehnprozentigem Ammoniak geschwärzt werden, wobei die Dichte in der gleichen Reihenfolge, in der die drei Mittel hier angeführt sind, ansteigt.

Um den Kontrast ohne Erhöhung der Dichte in den Schattenpartien beträchtlich zu steigern, schwärzt man mit folgender Lösung B:

Lösung B:

Natrium- oder Kaliumzyanid .	15 g,
Silbernitrat	22,5 g,
Wasser bis	1 l.

F) Kaustische oder ätzende Alkalien.

Bei der Auflösung von Ätznatron (Natriumhydroxyd) oder Ätzkali (Kaliumhydroxyd) darf man niemals heißes Wasser nehmen, da die hierbei entwickelte Lösungswärme so groß ist, daß die Lösung mit explosiver Gewalt ins Sieden geraten kann. Man verwendet deshalb stets kaltes Wasser und rührt kräftig durch, um lokale Überhitzung der Lösung zu vermeiden.

Gibt man eine dieser Ätzkalilösungen einer anderen Lösung als Bestandteil zu, so muß man das Bad sorgfältig durchrühren, da sonst die Ätzkalilösung wegen ihres höheren spezifischen Gewichtes auf den Boden sinkt.

G) Schwefelsäure.

Zur Herstellung verdünnter Schwefelsäurelösungen sowie beim Zusetzen von Schwefelsäure zu einem Entwickler oder einem Fixierbad gibt man stets die konzentrierte Säure unter Umrühren zu dem Wasser und niemals das Wasser zu der Säure. Im letzten Fall wird, wenn das Wasser mit der Säure zusammenkommt, eine übermäßige Hitze entwickelt, so daß Säurespritzer auf die Hände oder in das Gesicht geschleudert werden und dort schwere Brandwunden verursachen können.

H) Alaunthiosulfat-Tonbad.

Gelegentlich wird ein Alaunthiosulfat-Tonbad bei der Herstellung infolge der Bildung von Schwefelsilber trüb-schwarz. Dieses Tonbad besteht aus einer Mischung von Thiosulfat und Alaun mit oder ohne Zusatz von Chlor- oder Jodsilber. Benutzt man zum Ansetzen des Tonbades nach der folgenden Vorschrift kochendes Wasser, kehrt man die Reihenfolge beim Lösen der Bestandteile um oder rührt man die Thiosulfatlösung bei Zusatz des weißen Chlorsilberniederschlags nicht durch, so wird das Bad schmutziggrau oder schwarz. Ist das einmal geschehen, so kann man die Lösung selber nicht wieder klären. Meistens wird sich jedoch der Niederschlag beim Stehen über Nacht absetzen, und man kann dann die über ihm stehende klare Flüssigkeit abgießen und zur Tonung verwenden.

Sepiatonbad mit Alaun und Thiosulfat (Formel T—1a).

Kaltes Wasser 2700 ccm,
Natriumthiosulfat 450 g.

Nach vollkommener Auflösung gibt man folgende Lösung zu:

Heißes Wasser (ungefähr 70° C) 600 ccm,
Kalialaun 120 g.

Darauf gibt man die nachstehende Lösung mitsamt dem in ihr befindlichen Niederschlag langsam zu der Thiosulfatlösung, wobei man sie rasch umrührt:

Kaltes Wasser 60 ccm,
Silbernitrat (in Kristallen) . . . 4 g,
Chlornatrium (Kochsalz) 4 g.

Das Silbernitrat muß vollständig aufgelöst sein, bevor man das Chlornatrium zufügt. Unmittelbar danach muß die Lösung, die einen weißen milchigen Niederschlag enthält, der Alaunthiosulfatlösung zugefügt werden, wie vorstehend angegeben ist.

Zum Gebrauch gießt man das Sepiatonbad in eine Schale, die im Wasserbad steht und auf etwa 50 ° C erwärmt wird. Die Tonung der Bilder ist in 12—15 Minuten beendet.

V. Ersatz von Chemikalien durch andere.

Es kommt gelegentlich vor, daß einem Photographen gerade ein bestimmtes Chemikal fehlt, so daß er in die Versuchung gerät, an seiner Stelle ein anderes zu nehmen. Aufgabe dieses Kapitels ist es, zu zeigen, innerhalb welcher Grenzen ein solcher Ersatz möglich ist, besonders bei Entwicklern und Fixierbädern, obwohl sich die Angaben durchweg auch auf Lösungen im allgemeinen beziehen.

Substitution von Chemikalien in Entwicklern.

A) Entwicklungssubstanz.

Im allgemeinen ist es nicht möglich, eine Entwicklungssubstanz durch eine andere zu ersetzen und dabei einen Entwickler mit unveränderten Eigenschaften zu erhalten; denn jede Entwicklungssubstanz hat ihre besonderen charakteristischen Eigenschaften, was die Geschwindigkeit der Hervorrufung, Schleierbildung, Farbe des Silberniederschlages usw. angeht. In manchen Fällen erzielt man jedoch eine gute Annäherung in den Ergebnissen, indem man z. B. das Elon durch das Mehrfache seines Gewichtes an Paramidophenol ersetzt, wobei Voraussetzung ist, daß der Entwickler genügend verdünnt ist, damit er eine ausreichende Menge Paramidophenol zu lösen vermag. Dieses gilt sowohl für alle Elon- als auch für alle Elonhydrochinonvorschriften.

Ersetzt man in einer Elonhydrochinonformel das Elon durch Paramidophenol und steigert man gleichzeitig die Aktivität des Entwicklers durch Zusatz von Alkali, so ist dessen Wirkung auf das Hydrochinon verhältnismäßig größer als auf das Paramidophenol. Infolgedessen erhält man einen schnell und hart arbeitenden Entwickler. Um dieses zu vermeiden, muß man verhältnismäßig mehr Paramidophenol nehmen als dem Verhältnis zum Elon entspricht.

B) Konservierende Substanz.

Es ist jetzt üblich, Natriumbisulfit an Stelle von Kaliummetabisulfit in gleicher Menge zu nehmen, obwohl in einem reinen Thiosulfatfixierbad das Natriumbisulfit eine etwas

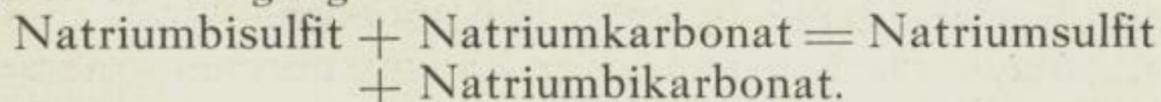
größere Neigung, Schwefelausscheidung zu verursachen, als das Kaliumsalz aufweist.

Harrison und Carroll¹⁸⁾ haben gezeigt, daß die Beständigkeit oder Stabilität des Natriumbisulfits des Handels eine Funktion seiner kristallinen Struktur ist und auch von der Abwesenheit von Feuchtigkeit abhängt. Ferner bewiesen diese Autoren durch Analyse, daß nur sehr wenig wirksames Natriumbisulfit in dem handelsüblichen Chemikal enthalten ist, und daß dessen größter Teil aus Natriummetabisulfit besteht. Neuerdings ist eine Handelsware von wasserfreiem Natriumbisulfit in sehr reiner Form erhältlich, die man ohne Sorge bei der Herstellung von Lösungen an Stelle des Metabisulfits oder des Bisulfits verwenden kann.

Sehr interessante Ausführungen über Vergleiche zwischen den Eigenschaften von Sulfiten, Metabisulfiten und sauren Sulfiten wurden von Wall veröffentlicht¹⁹⁾.

Oft wird die Frage aufgeworfen, worin der Unterschied in der Wirkungsweise des Natriumsulfits und der des Natriumbisulfits bestehe. Natriumbisulfit kann als eine Verbindung von Natriumsulfit mit schwefliger Säure betrachtet werden; es reagiert daher sauer, während Natriumsulfit alkalisch ist, so daß bei einem Pyrogallolentwickler in zwei Lösungen, bei dem die Pyrolösung A mit Oxalsäure oder Natriumbisulfit konserviert wird, die gleiche Gewichtsmenge Natriumsulfit nicht so gut konservieren würde, da Pyrogallol in alkalischer Lösung viel schneller oxydiert wird als in saurer.

In einem Entwickler in einer Lösung, die beispielsweise Natriumsulfit, Natriumbisulfit und Natriumkarbonat enthält, wird das Bisulfit durch das Natriumkarbonat in Sulfit verwandelt, wobei gleichzeitig eine äquivalente Menge Natriumbikarbonat gebildet wird. Die nachfolgende Reaktionsgleichung belegt diese Vorgänge:



Natriumbisulfit vernichtet also durch Neutralisation eine äquivalente Menge Natriumkarbonat. Dadurch wird die Alkalimenge verändert, was eine sichtbare Verzögerung der Entwicklung im Gefolge hat, während andererseits der Entwickler sich infolge des verminderten Alkaligehalts etwas länger hält. Setzen wir den Fall, daß ein Entwickler vorliege, der 10 g

18) „J. Soc. Chem. Ind.“ 44, 127 T. (1925).

19) „Amer. Phot.“ 16, 137 (1922).

Natriumbisulfit, 10 g Natriumsulfit und 20 g Natriumkarbonat enthält, so bekommt man auf Grund theoretischer Erwägungen ungefähr dasselbe Resultat, wenn man 20 g Natriumsulfit und 10 g Natriumkarbonat verwendet. Versuche beweisen jedoch, daß der bisulfithaltige Entwickler sich länger hält und auch etwas weniger Schleier gibt als ein ihm entsprechender Hervorrufer, der nur mit Sulfit abgesetzt wurde. Aus diesem Grunde ist die Gegenwart von Natriumbisulfit in einem in einer einzigen Lösung angesetzten Entwickler von Vorteil.

C) Alkali.

Die gebräuchlichen Alkalien sind die Karbonate und Hydroxyde des Natriums, Kaliums oder Ammoniums. Körper, wie Aceton, dreibasisches Natriumphosphat, Borax und Amine werden nur gelegentlich gebraucht und sollen hier außer Betracht bleiben.

Beim Lösen von Natriumkarbonat in Wasser reagiert ein Teil des ersteren mit dem Wasser unter Bildung von Natriumhydroxyd (Ätznatron) und Natriumbikarbonat. Diesen Vorgang nennt man *Hydrolyse* oder hydrolytische Aufspaltung, wobei jedoch an jedem Zeitpunkt nur ein kleiner Teil des Karbonats tatsächlich hydrolytisch gespalten ist. Wenn das auf diese Weise entstandene Natriumhydroxyd während der Entwicklung verbraucht ist, wird weiteres Karbonat hydrolysiert, so daß das Karbonatalkali gleichsam als ein Reservoir für Ätzalkali betrachtet werden kann. Gebraucht man von vornherein eine Natriumhydroxydlösung von derselben Alkalinität wie die Karbonatlösung, so wird das Natriumhydroxyd bald verbraucht. Die Anwendung von Karbonaten ermöglicht daher, mit einer geringen Alkalikonzentration zu arbeiten und diese trotzdem während der Entwicklung konstant zu erhalten.

Aus diesem Grunde ist es selten möglich, Ätzalkali durch Karbonatalkali, wie Natrium- oder Kaliumkarbonat zu ersetzen.

Bezüglich des Ersatzes von Natriumkarbonat durch das entsprechende Kalisalz haben *Sheppard* und *Anderson*²⁰⁾ gezeigt, daß bei einem kontrastreich arbeitenden Elonhydrochinonentwickler kein wahrnehmbarer Unterschied gefunden werden konnte, wenn das Kalisalz durch äquivalente Mole des Natriumsalzes ersetzt wurde. Da die Molekulargewichte dieser zwei Körper 138 und 106 sind, kann man daraus folgern, daß für

20) „B. J.“ 72, 232 (1925).

alle praktischen Zwecke gleiche Gewichtsmengen beider Salze ähnliche Ergebnisse liefern werden.

Kaliumkarbonat ist löslicher als das Natriumsalz, hat aber den Nachteil, daß es gewöhnlich etwas teurer ist und rasch Wasser absorbiert. Wegen seiner größeren Löslichkeit ist Kaliumkarbonat bei der Herstellung konzentrierter Entwicklerlösungen mit Vorteil zu verwenden.

Bei der Entwicklung von Kinofilmen auf Trommeln, wobei häufig Entwicklerlösung auf den Fußboden verspritzt wird, kann das Kaliumkarbonat des Hervorrufers nicht durch Natriumkarbonat ersetzt werden, da wegen der Zerfließlichkeit des Kalisalzes die Entwicklerpfützen nicht eintrocknen, so daß auf diese Weise verhütet wird, daß staubförmiges Karbonat in die Luft gelangt (was die Ursache von Fehlerscheinungen sein kann).

Ätznatron kann in den meisten Formeln durch die gleiche Gewichtsmenge Ätzkali (und umgekehrt) ersetzt werden.

Ammoniumhydroxyd (Ammoniak) und Ammoniumkarbonat werden in Entwicklern wegen ihres Geruches und ihrer Neigung zur Erzeugung dichroitischen Schleiers nur selten verwendet²¹⁾. Eine ausführlichere Behandlung wird der Rolle der Alkalien in Entwicklern in einem Aufsatz von Wall zuteil²²⁾.

Entwässerte und Kristallsoda.

Natriumkarbonat und -sulfid werden in zwei Formen gehandelt, in Kristallen und in der entwässerten oder als „siccum“ bezeichneten Form, die man, da sie kein Kristallwasser mehr enthält, auch mit dem Ausdruck „wasserfrei“ belegt²³⁾.

Entwässerte Soda hat den Vorteil, daß sie weniger als die Hälfte des Raumes wie die Kristallsoda einnimmt. Entwässertes Sulfid neigt weniger zu Oxydation durch den Luftsauerstoff als das kristallförmige Salz.

Wasserfreies und kristallisiertes Natriumkarbonat bzw. Natriumsulfid können in folgenden Mengen gegeneinander ausgetauscht werden:

- 1 Gewichtsteil entwässerte Soda gegen 3 Gewichtsteile Kristallsoda,
- 1 Gewichtsteil entwässertes Sulfid gegen 2 Gewichtsteile kristallisiertes Sulfid.

21) Ammoniak verwendet man vielfach in Entwicklern für Farbrasterplatten, Ammoniumkarbonat als Zusatz zu Entwicklern, um auf Diapositivplatten und Gaslichtpapieren warme Töne zu erhalten. Übers.

22) „Amer. Phot.“ 16, 481 (1922).

23) Man spricht auch von „kalzinierter“ Soda. Übers.

• D) Verzögerer.

Bromkalium kann durch eine gleiche Gewichtsmenge Bromnatrium ersetzt werden. Bromammonium ist in Entwicklern nicht zu verwenden, da das Alkali Ammoniak in Freiheit setzt, wodurch der Entwickler zur Erzeugung dichroitischen Schleiers neigt.

E) Ersatz für Kalisalze.

Für photographische Zwecke kann als allgemeine Regel ein Kalisalz durch das gleiche Gewicht des entsprechenden Natronsalzes ersetzt werden; der dabei durch die Differenz der Molekulargewichte der beiden Salze entstehende Fehler ist gewöhnlich zu vernachlässigen. Es gibt jedoch viele Ausnahmen, bei denen ein Unterschied in den physikalischen Eigenschaften der zwei Salze besteht. Z. B.: Kaliumkarbonat und Natriumbichromat absorbieren Feuchtigkeit, wenn sie einer feuchten Atmosphäre ausgesetzt sind, während Natriumkarbonat und Kaliumbichromat dieses nur in einem zu vernachlässigenden Umfange tun.

Substitution von Chemikalien im Fixierbad.

A) Sulfite und Bisulfite.

Für sie gelten die eben für die konservierenden Substanzen im Entwickler gemachten Angaben.

B) Alaune.

Ein Alaun ist eine Verbindung oder ein Doppelsalz von Aluminium- oder Chromsulfat mit Natrium-, Kalium- oder Ammoniumsulfat. Die härtende Wirkung wird nur durch das Aluminium- oder das Chromsulfat bedingt, so daß äquivalente Gewichte von Aluminiumsulfat einerseits und Natron-, Kali- oder Ammoniakalaun andererseits die gleiche härtende Wirkung zeigen.

Bei einer Reihe praktischer Versuche ist man zu nachstehenden Folgerungen gelangt:

a) Äquivalente Mengen von Kalialaun und Aluminiumsulfat üben die gleiche härtende Wirkung aus, wobei zwei Gewichtsteile Aluminiumsulfat in ihrer Wirkung drei Gewichtsteilen Kalialaun entsprechen. Das reine Aluminiumsulfat des Handels gibt befriedigende Resultate, wenn es nicht zu sehr durch Eisen verunreinigt ist. Ist seine Lösung sauer, so ist sie mit Ammoniak zu neutralisieren. Bei der Herstellung von Härtelösungen mit Aluminiumsulfat nach den üblichen Vorschriften bildet sich eine

schwache milchige Suspension, die man absetzen läßt und dann durch Filtrieren beseitigt.

b) Es besteht kein wahrnehmbarer Unterschied zwischen Natron_z, Kali_z und Ammoniakalaun bezüglich ihrer härtenden Wirkung, wenn sie Gewicht für Gewicht in den gebräuchlichen Vorschriften gegeneinander ausgetauscht werden. Treten in der Praxis Unterschiede im Härungsvermögen auf, so ist dieses auf Anwendung unreiner Alaune zurückzuführen. Unter der Voraussetzung, daß die Unreinigkeiten nicht schädlich sind, vermehrt man in diesem Falle die Menge des Alauns um so viel, daß der Gehalt der Lösung an Aluminiumsulfat der in der betreffenden Formel vorgesehenen Kalialaunmenge entspricht.

Wird bei Verwendung von Ammoniakalaun das Fixierbad infolge der Neutralisation seiner Säure durch verschleppten Entwickler alkalisch, so wird Ammoniak in Freiheit gesetzt, was dichroitischen Schleier und Anfärbungen im Gefolge haben kann. Es ist deshalb, wenn irgend möglich, stets Kalialaun zu verwenden. Steht jedoch nur Ammoniakalaun zur Verfügung, so muß man das Fixierbad ständig in saurem Zustande erhalten, um dichroitischen Schleier zu vermeiden *) **).

Reiner Kalichromalaun kann ebenfalls an Stelle von Kali_zalaun verwendet werden. Eine einfache Lösung von Chrom_zalaun behält ihre härtenden Eigenschaften unbegrenzt lange, verliert sie aber ziemlich rasch bei Gegenwart von Sulfit. (Siehe die diesbezüglichen Ausführungen über Chromalaun auf S. 46 unter „Gründe für die Unterbrechung der Entwicklung usw.“) Chromalaun hat aber den Vorzug, nicht so schnell ein basisches Sulfat zu bilden wie Kalialaun. Infolgedessen bleibt ein Chrom_zalaunfixierbad selbst dann noch klar, wenn es schon beträchtlich alkalisch geworden ist.

C) Säuren.

Die gebräuchlichsten Säuren sind: Essig_z, Zitronen_z, Wein_z und bisweilen Milchsäure. Starke Säuren, wie z. B. Schwefelsäure, sind wegen ihrer großen Neigung, in Fixierbädern Schwefel auszuscheiden, selten im Gebrauch. Schwächere Säuren, wie die obigen, stehen in demselben Verhältnis zu einer starken Säure, wie Karbonatalkali zu kaustischem Alkali, d. h. sie wirken wie ein Säurereservoir, so daß an jedem Zeitpunkt nur ein kleiner Teil Säure ²⁴⁾ in der Lösung reaktionsfähig ist.

*) Siehe Hinweis auf S. 29.

***) Siehe Hinweis auf S. 37.

24) In demselben Maße, wie dieser verbraucht wird, wird die vorhandene Säure hydrolysiert. Übers.

Essigsäure wird gewöhnlich in zwei Konzentrationen geliefert, als Eisessig (98 %) und mit 28 %, so daß 1 Volumenteil Eisessig $3\frac{1}{2}$ Volumenteilen der 28 prozentigen Essigsäure gleichkommt. Eine allgemeine Regel darüber, in welchem Falle Essigsäure durch Zitronen-, Wein-, Apfel- oder eine andere organische Säure ersetzt werden kann, läßt sich nicht geben. Denn es dreht sich dabei nicht nur um die relative Azidität, da der Härtegrad der Gelatine, der durch eine bestimmte Menge Alaun in Verbindung mit äquivalenten Mengen verschiedener Säuren erzielt wird, von der im einzelnen Falle gebrauchten besonderen Säure abhängt. Der Zusatz von steigenden Säuremengen zu einer Alaunlösung setzt ihre härtende Wirkung herab, wobei die Härtung bei steigender Zugabe von Zitronen- und Weinsäure rascher nachläßt als bei Verwendung von Essigsäure. Es ist darum in der Regel nicht ratsam, Essigsäure durch Zitronen- oder eine andere organische Säure zu ersetzen ²⁵⁾.

Was die Azidität angeht, so ist hierzu zu sagen, daß 1 g Zitronensäure 3 ccm 28 prozentiger Essigsäure äquivalent ist.

VI. Reinheit und Aufbewahrung photographischer Chemikalien und Lösungen.

Wasser.

Wasser ist das in der Photographie am meisten gebrauchte Chemikal. Es ist deshalb von Wichtigkeit zu wissen, in welchem Maße sich Unreinigkeiten bei den verschiedenen Prozessen auswirken können und wie diese Unreinigkeiten sich entfernen lassen.

Verunreinigungen.

Abgesehen von destilliertem und Regenwasser sowie Wasser aus geschmolzenem Schnee oder Eis können die folgenden Unreinigkeiten vorhanden sein:

A) Gelöste Salze, wie Bikarbonate, Chloride und Sulfate des Kalziums, Ammoniums, Natriums und Kaliums. Falls man einen Entwickler, der Natriumbisulfit oder Kaliummetabisulfit enthält, mit kalkhaltigem Wasser ansetzt, kann sich in der Lösung beim Stehen ein Brei nadelförmiger Kalziumsulfit-

25) Sheppard, Elliot und Sweet, „J. Franklin Inst.“ 196, 45 (1923); auch die Monographie „Investigations on Fixing Baths and Stop Baths“ („Untersuchungen über Fixier- und Unterbrechungsbäder“) von H. A. Hart und J. I. Crabtree, Eastman Kodak Co. Rochester, N. Y.

kristalle ausscheiden. Läßt man diese Ausscheidung absitzen, so verursacht sie keinen Schaden, obgleich der Entwickler um so viel Sulfid ärmer wird, wie zu der Bildung des Kalziumsulfids nötig ist. Wird der Entwickler bewegt, so kann sich das ausgeschiedene Kalziumsulfid auf der Emulsionsschicht von Platten, Filmen und Papieren ablagern und so Fehlerscheinungen verursachen²⁶⁾.

Andere Salze haben gewöhnlich einen geringeren Einfluß auf den Entwickler, obgleich Chloride und Bromide eine verzögernde Wirkung ausüben können. Es wurde experimentell festgestellt, daß Kalzium- oder Magnesiumchlorid oder -sulfat in einer höheren Konzentration als 0,1 % vorhanden sein müssen, um auf Negativen, die in einem 0,3 % Natriumkarbonat enthaltenden Elonhydrochinonentwickler hervorgerufen werden, eine tatsächliche Herabsetzung des relativen Kontrastes zu verursachen. Derartige Konzentrationen an Kalzium- oder Magnesiumsulfat treten aber kaum auf, so daß eine Herabsetzung des Negativkontrastes durch derartige Wasserverunreinigungen nicht zu befürchten ist.

Gelöste Salze stören oft dadurch, daß sie auf der Schicht beim Trocknen auskristallisieren und deren Durchsichtigkeit vermindern, obwohl sie dem unbewaffneten Auge nicht als Kristalle sichtbar sind.

B) Suspendierte feste Stoffe in Gestalt von Schmutz und Eisenrost, die Flecken verursachen, wenn man sie nicht abfiltriert oder sie nicht absetzen läßt.

C) Schleim, bestehend aus tierischen oder pflanzlichen kolloidalen Stoffen, die sich nicht abfiltrieren lassen. Wird ein derartiges Wasser zum Ansetzen von Lösungen verwendet, so koagulieren diese Kolloide allmählich und setzen sich in der Lösung als Bodensatz ab.

D) Gelöste Gase, wie Luft, Schwefelwasserstoff u. a. Wasser vermag bei 21 ° C etwa 2 % Luft zu lösen. Wird in ihm eine Entwicklersubstanz wie Hydrochinon ohne Zusatz von Sulfid gelöst, so verbindet sich mit ihr der in dem Wasser befindliche Sauerstoff unter Bildung eines Oxydationsproduktes, das Anfärbung der Gelatine und in manchen Fällen chemischen Schleier verursachen kann.

26) „The Nature of a Developer Sludge“ („Die Natur einer Entwicklerausscheidung“). J. I. Crabtree, „Amer. Phot.“ 12, 126 (1918).

In Schwefelwässern vorhandenes Schwefelwasserstoffgas verursacht ebenfalls starken chemischen Schleier; doch kann man das Gas durch Auskochen oder durch Fällung mit Bleiazetat entfernen *).

Reinigung des Wassers.

Wasser kann auf die folgenden Weisen gereinigt werden:

A) *D u r c h D e s t i l l a t i o n*. Wenn irgend möglich, ist für die Herstellung von Lösungen destilliertes Wasser zu gebrauchen.

B) *D u r c h K o c h e n*. Hierdurch werden kolloidale Stoffe koaguliert und gewisse Kalksalze in unlöslichen Zustand übergeführt, so daß sie sich absetzen, während gelöste Gase, wie Luft, Schwefelwasserstoff u. a., ausgetrieben werden. Es genügt deshalb gewöhnlich, das Wasser, wenn es nicht übermäßige Mengen gelöster Salze enthält, auszukochen und es zwecks Absetzens stehenzulassen.

C) *D u r c h c h e m i s c h e B e h a n d l u n g*. Wenn große Wassermengen benötigt werden, muß man chemische Reinigungsmethoden anwenden, die sich aber nur zur Beseitigung von Kalksalzen, Schleimen und kolloidalen Stoffen eignen.

Übermäßig große Mengen gelöster Kalksalze sind sehr zu beanstanden, da sie, wenn nach dem Wässern auf Platten oder Filmen Wasser in Tropfen stehenbleibt und verdunstet, als weißer Belag sichtbar werden.

Die folgenden Methoden der Wasserreinigung auf chemischem Wege sind anwendbar:

1. Man gibt dem Wasser Alaun in einer Menge von 1 g auf 4 l zu. Dieser koaguliert die schleimigen Verunreinigungen, die sonst noch vorhandene suspendierte Teilchen mit sich niederreißen, so daß sich die Lösung rasch klärt. Durch diese Methode lassen sich gelöste Salze nicht entfernen. Die in das Wasser hineingebrachte kleine Menge Alaun übt keinen nachteiligen Einfluß auf den Entwickler aus.

2. Man gibt so viel Natriumoxalatlösung zu, bis sich kein weiterer Niederschlag mehr bildet. Diese Methode beseitigt Kalzium- und Magnesiumsalze und koaguliert schleimige Bestandteile; Natron- und Kalisalze läßt sie jedoch in Lösung.

Lösungen von Natriumphosphat und -sulfid können ebenfalls zur Ausfällung des Kalziums und Magnesiums verwendet werden. Die Geschwindigkeit, mit der sich die ausgeschiedenen

*) Siehe Hinweis 11 b und c auf S. 29.

Salze absetzen, ist am größten bei Verwendung von Natriumsulfit.

3. Die meisten der gebräuchlichen technischen Methoden können ebenfalls zur Enthärtung des Wassers herangezogen werden; sie entfernen jedoch nicht die Kalium- und Natriumsalze. Das Wasser muß hierbei z. B. einen Tank durchlaufen, der mit Natriumaluminiumsilikat (Zeolith) gefüllt ist. Dieser Körper tauscht dabei sein Natrium gegen das im Wasser befindliche Kalzium und Magnesium aus. Wenn der Zeolith mit Kalzium und Magnesium angereichert ist, wäscht man ihn mit einer starken Kochsalzlösung (ungefähr 12 % Chlornatrium) aus, wobei er jetzt umgekehrt das aufgenommene Kalzium und Magnesium wieder gegen Natrium austauscht. Nach dieser Regeneration kann der Zeolith weiter zur Wasserenthärtung verwendet werden.

Verunreinigungen in Chemikalien für Entwickler und Fixierbäder.

Es geht über den Umfang dieses Werkes hinaus, alle Verunreinigungen, die in photographischen Chemikalien vorhanden sein können, anzuführen. Eingehendere Angaben findet der Leser in einem Aufsatz von H. T. Clark: „The Examination of Organic Developing Agents“ („Die Prüfung organischer Entwicklungssubstanzen“) („Phot. J. Amer.“, Nov. 1918, S. 481).

Diese Ausführungen befassen sich nur mit den gewöhnlich in Chemikalien befindlichen Verunreinigungen, die nicht absichtlich zur Verfälschung zugesetzt worden sind.

Verunreinigungen können auf drei Wegen in photographische Chemikalien hineinkommen:

- A) während der Herstellung,
- B) während der Aufbewahrung der Chemikalien, und
- C) während des Ansetzens und der Aufbewahrung der Lösungen.

*

A) Erwirbt der Photograph Chemikalien von gutem Rufe, so ist er keinerlei Beschwerden durch Verunreinigungen ausgesetzt.

Sind Elon, Hydrochinon oder Pyrogallol gefärbt, so ist die Gegenwart schleiererzeugender Substanzen zu befürchten, obgleich manche gefärbten Erzeugnisse nicht mehr Schleier geben als farblose.

Viele Metallverbindungen, z. B. Kupfer und Zinnsalze, Metallsulfide u. a. üben eine kräftige Schleierwirkung aus, selbst

wenn sie nur in verschwindend geringer Menge vorhanden sind, so daß sie unbedingt vermieden werden müssen. Eine ausführlichere Behandlung ist der schleiererzeugenden Wirkung von Metallsalzen in einem anderen Aufsatz zuteil geworden *) **).

In folgender Tabelle sind Art und Wirkung der häufiger vorkommenden Verunreinigungen der für Entwickler und Fixierbäder gebrauchten Chemikalien zusammengestellt:

Chemikal	Hauptsächlichste Verunreinigung	Wirkung der Verunreinigung
Pyro, Hydrochinon u. andere Entwicklungssubstanzen	Oxydationsprodukte und Verfälschungen	Chemischer Schleier. Verfälschungen schwächen die Wirkung des Entwicklers
Natriumsulfit	Natriumsulfat	Die Haltbarkeit des Entwicklers wird beeinträchtigt
Natriumbisulfit	Eisen und Natriumsulfat	Eisen gibt mit Pyrogallol eine schmutzige, bläulichrote Lösung
Natriumhydroxyd	Natriumkarbonat	Beeinträchtigung des Beschleunigungsvermögens
Natriumthiosulfat	Natriumsulfit	Herabsetzung des Fixiervermögens
Alaun	Natrium- und Ammoniumsulfat	Verminderung der härtenden Wirkung
Chromalaun	Ammoniumsulfat und Schwefelsäure	Überschuß an Säure neigt dazu, Schwefelausscheidung im Fixierbad zu verursachen
Essigsäure	Wasser	Unterschluß an Säure verursacht milchige Trübung des sauren Härtefixierbades durch Ausfällung von Aluminiumsulfit

B) Während der Aufbewahrung aufgenommene Verunreinigungen werden unter „Aufbewahrung von Chemikalien“ behandelt.

C) Enthält das zum Ansetzen verwendete Wasser Luft und wird die Entwicklungssubstanz vor dem Sulfit gelöst, so wird sie oxydiert. Das gebildete Oxydationsprodukt kann An-

*) Siehe Hinweis auf S. 16.

***) Siehe Hinweis auf S. 29.

färbungen und bisweilen Schleier verursachen. (Siehe die Absätze über „Ansetzen der Entwickler“, „Aufbewahrung von Lösungen“ und den erwähnten Aufsatz über „Chemischen Schleier“ [vgl. Fußnote 11 a, S. 29]).

Aufbewahrung von Chemikalien.

Chemikalien sind in gut verkorkten oder sonstwie luftdicht verschlossenen Krügen, Pulverflaschen oder anderen Gefäßen an einem kühlen und trockenen Platz aufzubewahren, da die meisten Chemikalien durch die A) Sauerstoff, B) Kohlendioxydgas und C) Feuchtigkeit enthaltende Luft beeinflusst werden.

A) Sauerstoff greift Körper wie Natriumsulfit besonders in Gegenwart von Feuchtigkeit leicht an, wobei er dieses Chemical in Natriumsulfat überführt, das keinerlei konservierende Wirkung ausübt. Bei kristallisiertem Natriumsulfit bildet sich das Natriumsulfat auf der Oberfläche der Kristalle in Gestalt eines Pulvers, das sich abwaschen läßt, worauf man die Kristalle wieder trocknet. Abgesehen von chemischen Proben kann man vorhandenes Natriumsulfat bei entwässertem Sulfit weniger leicht als bei kristallisiertem entdecken.

Andere Körper, die sich mit Sauerstoff verbinden und deshalb als oxydabel bezeichnet werden, sind: Natriumbisulfit und Kaliummetabisulfit, ebenso alle Entwicklungssubstanzen, wie Pyrogallol, Hydrochinon u. a., die sich mehr oder weniger braun färben, wobei die Stärke der Verfärbung den ungefähren Grad der Oxydation anzeigt.

B) Kohlendioxydgas verbindet sich mit Körpern wie Ätznatron und -kali, indem es sie in die entsprechenden Karbonatalkalien, die weniger reaktionsfähig sind, verwandelt. Wird Ätznatron in einer mit einem eingeschliffenen Glasstopfen verschlossenen Flasche aufbewahrt, so wird der Stopfen gewöhnlich mit dem Flaschenhals durch das entstandene Natriumkarbonat verkittet. Man verschließt deshalb Flaschen, die zur Aufbewahrung von Ätzalkali dienen, besser mit einem paraffinierten Korkstopfen. Infolge der lösenden Wirkung kaustischer Alkalien auf Glas wird das Innere von Flaschen, die Ätz- oder starke Karbonatalkalilösungen enthalten, mattgeätzt, ohne daß jedoch die auf diese Weise in Lösung gegangene Glasmenge eine schädliche Wirkung ausübt.

C) Gewisse Chemikalien zeigen ein starkes Anziehungsvermögen oder eine große Affinität gegen in der Atmosphäre vorhandene Feuchtigkeit und lösen sich allmählich in dem auf diese Weise aufgenommenen Wasser auf, so daß eine richtige

Lösung entsteht. Diese Eigenschaft wird als „Zerfließlichkeit“ bezeichnet; mit ihr behaftete Chemikalien spricht man als „zerfließlich“ an. Wohlbekannte Beispiele dieser Art sind: Rhodan ammonium, Kaliumkarbonat, Natrium- und Kaliumhydroxyd, Natriumsulfid, Uranyl nitrat, Natriumbichromat u. a. Derartige Chemikalien sind in fest verkorkten Flaschen, deren Hals man in geschmolzenes Paraffin taucht, aufzubewahren.

Nach dem vorstehend Gesagten ist es schwierig, eine Lösung bestimmter Konzentration von einem Chemikal, das Feuchtigkeit aufgenommen hat, herzustellen. Oft genügt es, die Kristalle zu trocknen oder ein Aräometer zu verwenden, wobei man sich einer Tabelle bedient, die an Hand der Aräometerablesungen den Prozentgehalt angibt.

Gute derartige Tabellen sind in jedem Band des „British Journal Almanac“ enthalten.

D) Während manche Chemikalien, wie eben gesagt, Feuchtigkeit absorbieren, gibt es wiederum andere, die ihr Kristallwasser an die Atmosphäre abgeben, wobei sie ihre Kristallgestalt verlieren und zu Pulver zerfallen. Man bezeichnet diesen Vorgang als „Verwitterung“ und solche Körper als „verwitternd“. Manche Kristalle enthalten kein Wasser und können deshalb auch nicht verwittern.

Eine sehr trockene Atmosphäre ist zwar sehr günstig für die Aufbewahrung der zerfließlichen Salze, aber nicht für die der verwitternden. Der einzig richtige Weg, Chemikalien aufzubewahren, besteht darin, sie vollständig gegen die Luft zu isolieren, indem man die Flaschen entsprechend verschließt (Paraffinüberzug über den Stöpsel).

E) Es gibt eine Reihe von Chemikalien, die, wenn sie lange dem Licht, besonders dem Sonnenlicht, ausgesetzt sind, zersetzt werden. Solche Chemikalien verändern sich gewöhnlich schneller, wenn sie sich in Lösung befinden als bei Aufbewahrung in fester Form. Silbernitrat ist wahrscheinlich das bekannteste Beispiel hierüber. Kristalle dieses Salzes schwärzen sich am Licht; Silbernitratlösungen tun es noch viel schneller. Um dieses zu verhüten, bewahrt man Silbernitrat, gleichgültig ob im festen oder gelösten Zustand, in dunkelbraunen Flaschen auf. Kaliumjodidlösungen nehmen durch in Freiheit gesetztes Jod oft eine tiefgelbe Farbe an. Salpetersäure wird beim Stehen in Flaschen aus weißem Glas über längere Zeitläufte bisweilen gelblichbraun. Kaliumferrizyanid färbt sich blau infolge der Bildung von „Preußischblau“.

Aufbewahrung von Lösungen.

Vorratslösungen und Entwickler bewahrt man entweder in großen Glasflaschen, Kruken oder Töpfen aus Steingut, Holzfässern oder Tanks aus widerstandsfähigem Material auf, wobei man die Behälter so einrichtet, daß die Flüssigkeit an der Seite und nahe dem Boden abgezogen werden kann.

Hartglasierte Steinguttöpfe (Abb. 5) bewähren sich sehr gut für die Aufbewahrung von Entwicklervorratslösungen und Fixierbädern in Mengen von 20 l und mehr. Die Art, den Ausfluß anzubringen, ist von Wichtigkeit. Werden die Töpfe nicht mit einem etwas über dem Boden befindlichen Loch geliefert, so ist eins zu bohren. Dann führt man in den Topf ein rechtwinklig gebogenes Bleirohr durch einen Gummistopfen ein; Rohr und Stopfen befestigt man mit Hilfe eines um den Topf gelegten Reifens aus Messing oder Monelmetall, wie dies aus Abb. 5 ersichtlich ist. Über das herausragende Ende des Bleirohres zieht man ein Stück Schlauch aus reinem Gummi, das man mit einer Schraubklammer verschließt. Große Glasflaschen, die man als Aufbewahrungsgefäße verwendet, versieht man auf ähnliche Weise mit Glas- oder Bleirohren.

Hat man eine Pyrogallollösung, von der man nur in Zwischenräumen etwas entnimmt, längere Zeit aufzubewahren, so ist es angebracht, der oberen Öffnung der Vorratsflasche eine Absorptionsflasche mit alkalischer Pyrogallollösung vorzuschalten. Entnimmt man der Vorratsflasche Lösung, so muß die angesaugte Luft die Absorptionsflasche durchstreichen, wobei der Luftsauerstoff von der alkalischen Pyrogallollösung absorbiert und somit unschädlich gemacht wird (siehe Abb. 7).

Verschiedentlich hat man vorgeschlagen, eine Schicht gereinigten Mineralöles auf die Oberfläche einer Lösung zu gießen, um sie so vor der Einwirkung des Luftsauerstoffes zu schützen. Das Wiederauffüllen der Flasche mit Flüssigkeit ist jedoch eine wenig saubere Arbeit.

Abb. 7 zeigt eine Batterie von Vorratslösungsflaschen. Sie sind auf einem mit Bleiblech beschlagenen Regal aufgestellt, unter dem sich ein geräumiger Trog befindet. Man kann auch den Fußboden nach Art eines Abflusses einrichten, so daß bei einem vorkommenden Glasbruch kein ernsthafter Schaden angerichtet werden kann. Diese Vorsichtsmaßregel ist besonders bei Natriumthiosulfatlösungen von Wichtigkeit, da sie sonst ein ganzes Gebäude überschwemmen und dadurch die verschiedenen Räume mit Thiosulfatstaub verpesten können, was

eine Epidemie von weißen Flecken auf lichtempfindlichen Materialien verursachen kann.

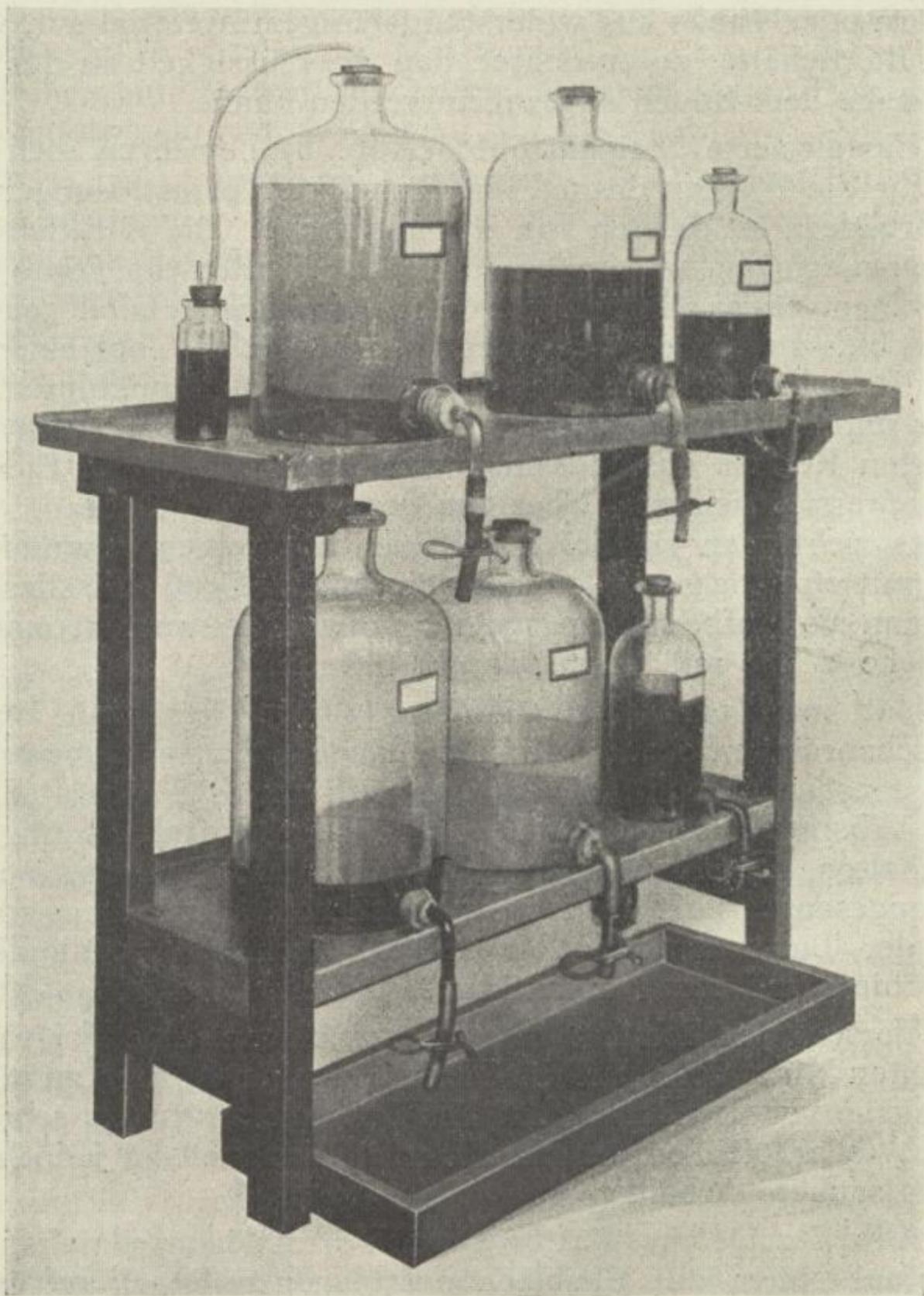


Abb. 7. Batterie von Vorratsflaschen für Lösungen.

Batterien von Töpfen, wie ein solcher in Abb. 5 gezeigt ist, gewährleisten eine Methode zur sauberen Aufbewahrung von Vorratslösungen. Die Töpfe werden mit paraffinierten Holzdeckeln verschlossen. Steinguttöpfe sind zwar schwerfälliger

als große Glasflaschen, haben dafür aber den Vorzug, weniger zerbrechlich zu sein.

Über die Aufbewahrung sehr großer Lösungsmengen findet man Genaueres in dem die Apparate behandelnden Abschnitt III.

VII. Verschiedene Angaben.

Einfluß der Temperatur auf photographische Chemikalien und Lösungen.

Nahezu alle für photographische Zwecke benutzten Chemikalien haben einen genügend hohen Schmelzpunkt, so daß wenig Gefahr besteht, daß die festen Körper bei der Aufbewahrung in Flaschen oder anderen Behältern schmelzen. Es ist jedoch eine bewährte Praktik, Chemikalien an einem möglichst trocknen und kühlen Platz aufzubewahren. Flaschen, Blechdosen oder andere Gefäße mit Chemikalien dürfen nicht in Regalen oder Borden einem Ofen nahegebracht oder an einem Platz, der von direktem Sonnenlicht getroffen werden kann, aufbewahrt werden.

Sobald sich die Chemikalien in Lösungsform befinden, ist der Einfluß der Temperatur viel größer und muß daher bei jeder photographischen Lösung in Rechnung gezogen werden.

Die meisten chemischen Reaktionen verlaufen rascher, wenn die Temperatur erhöht wird. Dieses trifft auch für alle chemischen Reaktionen in der Photographie zu; Entwickler und Fixierbäder arbeiten deshalb im warmen Zustand schneller als im kalten. Verschiedene Reaktionen werden auch in verschiedenem Maße durch Erhöhung der Temperatur beschleunigt. Die Wirkung der Temperatur läßt sich zahlenmäßig feststellen, wobei man das erhaltene Ergebnis als „Temperaturkoeffizienten“ der Reaktion bezeichnet.

Im allgemeinen wird der Temperaturkoeffizient für den Unterschied von 10°C (entsprechend 18°F) bestimmt. Ist z. B. eine Reaktion bei 15°C nach 4 Minuten beendet, bei 25°C nach 2 Minuten, so ist der Temperaturkoeffizient gleich 2. Demnach wird die Geschwindigkeit der Reaktion verdoppelt, wenn man die Temperatur um 10°C erhöht.

Der Temperaturkoeffizient der Entwicklung verändert sich je nach der vorliegenden Entwicklungssubstanz. Er ist am kleinsten bei den Entwicklern mit hohem Reduktionsvermögen, wie z. B. Elon, und am größten bei Entwicklern mit niedrigem Reduktionspotential, wie Hydrochinon. Hieraus ergibt sich eine

wichtige Folgerung, nämlich die, daß das Verhalten eines Elonhydrochinonentwicklers sehr von der Temperatur, bei der er verwendet wird, abhängt. Bei niedriger Temperatur arbeitet Hydrochinon sehr träge, während die Wirkungsgeschwindigkeit des Elons nicht in gleichem Maße vermindert wird, so daß der Entwickler sich so verhält, als wäre er mit einem Überschuß an Elon angesetzt. Bei höheren Temperaturen wird die Wirksamkeit des Hydrochinons weit mehr als die des Elons erhöht, so daß hier die Verhältnisse gerade umgekehrt sind.

Ein ähnliches Prinzip ist auf die schleiernde Wirkung der Entwickler anzuwenden. Wenn die Entwicklung genügend lange fortgesetzt wird, so geben alle Entwickler Schleier, wobei jedoch die Schleierreaktion sich von der der Entwicklung unterscheidet und augenscheinlich einen anderen Temperaturkoeffizienten hat, der wesentlich größer als der Temperaturkoeffizient der Entwicklungsreaktion selber ist. Infolgedessen kann ein Entwickler, der ein Material bei normaler Temperatur zu guter Deckung bei niedrigem Schleier hervorruft, bei hoher Temperatur starken Schleier erzeugen.

Aus vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß die Überwachung der Temperatur in der Photographie von großer Wichtigkeit ist. Wenn irgend möglich, führt man die Entwicklung und Fixage bei einer normalen Temperatur von etwa 18—21° C aus. Ist die Temperatur zu hoch, so kann man Schwierigkeiten durch Schleier, Erweichung und Kräuseln der Schicht haben. Ist umgekehrt die Temperatur zu niedrig, so wird die Hervorrufung verzögert, und es besteht die Gefahr der Unterentwicklung, während die Fixiergeschwindigkeit so gering wird, daß man die größte Sorge tragen muß, um gründliches Ausfixieren mit Sicherheit zu erreichen.

Fixierbäder zersetzen sich oft rapide unter Entbindung freien Schwefels, wenn sie ein paar Stunden bis zu wenigen Tagen auf Temperaturen über 35° C gehalten werden. Obgleich die Fixiergeschwindigkeit bei höherer Temperatur gesteigert wird, ist es doch eine schlechte Praktik, die Temperatur eines Fixierbades über 24° C ansteigen zu lassen. Für die Praxis ist eine Temperatur von etwa 18° C empfehlenswert.

Bei der Vorratshaltung großer Fixierbadmengen ist es das beste, Thiosulfat- und Härtelösung getrennt aufzubewahren und die letztere der Thiosulfatlösung erst dann zuzugeben, wenn sie in den Arbeitstrog gebracht ist. Es ist ratsam, passende Kühlschlangen anzuwenden, die aus einem metallischen oder einem anderen Material, das unempfindlich gegen Korrosion

durch diese Lösungen ist, hergestellt sind. (Siehe den Abschnitt über „Konstruktionsmaterialien für photographische Geräte“ Seite 16—19.)

Einige starke Oxydationslösungen, im besonderen saures Permanganat, verlieren, wenn sie bei hohen Temperaturen angewendet werden, infolge sekundärer Reaktion rasch ihre Wirksamkeit für photographische Zwecke. Gewöhnlich arbeiten derartige Lösungen am besten bei Temperaturen unter 21° C.

Manche photographische Lösungen, darunter vorzugsweise das Alaunthiosulfattonbad, sind bei Temperaturen von etwa 50—55° C zu verwenden. Hierbei muß man jedoch diese Bäder genau überwachen, damit ihre Temperatur diese Höhe nicht überschreitet. Temperaturen über 55° C haben Blasenbildung, Anfärbung und Verschlechterung der Töne im Gefolge.

Die beste Regel, die über einzuhaltende Temperaturen gegeben werden kann, ist: alle Lösungen bei der Temperatur, die von Fabrikanten in der Gebrauchsanweisung angegeben ist, herzustellen, aufzubewahren und zu verwenden.

Wo sich die Temperatur nicht regeln läßt, was z. B. in den Tropen der Fall sein kann, muß man besondere Maßnahmen treffen, über die in der von der Eastman Kodak Co. herausgegebenen Broschüre „Tropical Development“ („Entwicklung in den Tropen“) berichtet wird. Ebenso findet man diesbezügliche Angaben in „The Handling of Motion Picture Film at High Temperatures“ („Die Behandlung des Kinofilms bei hohen Temperaturen“) von J. I. Crabtree, „Trans. Soc. M. P. Eng.“ 19, 39 (1924).

Reinigung von Schalen, Trögen und Flaschen.

Zum Ansetzen von Lösungen und zum Aufbewahren photographischer Chemikalien benutzte Geräte werden im Laufe der Zeit verfärbt und überziehen sich mit Zersetzungsprodukten der Lösungen. In bestimmten Fällen ist diese Erscheinung harmlos, besonders wenn der Behälter stets für ein und dieselbe Lösung genommen wird. Es ist jedoch ein besserer technischer Standpunkt, alle Gefäße jedesmal, wenn sie entleert sind, zu säubern. Billigere Behälter, wie Flaschen und alte Tröge, sind den zur Reinigung nötigen Zeitaufwand oft nicht wert, wenn sie sich nur unter Schwierigkeiten säubern lassen. In dem Falle setzt man die betreffenden Behälter besser außer Betrieb und verwendet an ihrer Stelle neue.

Die meisten Reinigungsflüssigkeiten sind entweder starke Alkalien oder Säuren, die mit derselben Vorsicht zu verwenden

sind, wie man sie diesen Chemikalien beim Ansetzen photographischer Lösungen angedeihen läßt. Das Prinzip einer Reinigungsflüssigkeit besteht darin, daß sie auf die Anfärbungen oder Niederschläge einwirkt und sie in lösliche Formen überführt, die sich entweder in dem Säuberungsmittel auflösen oder mit Wasser ausgewaschen werden können. Zuweilen erweicht das Reinigungsmittel den Niederschlag nur so weit, daß es sich mit Scheuermitteln, wie Sand oder Glasperlen, entfernen läßt.

Das gebräuchlichste Mittel zur Reinigung von Schalen und Trögen ist eine saure Lösung von Kaliumbichromat, die man erhält, indem man 90 g dieses Chemikals in einem Liter Wasser auflöst und langsam unter Umrühren 100 ccm konzentrierte Schwefelsäure zugibt. Diese Lösung ist ein sehr nützliches Reinigungsmittel, das durch Entwickleroxydationsprodukte verursachte Anfärbungen, Silberausscheidungen und manche Anfärbungen durch Farbstoffe beseitigt.

Ferner bewähren sich die folgenden Säuberungsmittel: einprozentige Permanganatlösung (der eine Behandlung mit 50 prozentiger Bisulfitlösung zur Beseitigung der zurückbleibenden braunen Manganfärbung folgen muß); vierprozentige Natriumhydroxydlösung sowie eine der starken Mineralsäuren (Schwefel-, Salz- und Salpetersäure). Nach Entfernung der Anfärbungen sind die Gefäße gründlich mit Wasser auszuwaschen, um alle Reste des Säuberungsmittels vollkommen zu beseitigen.

Der aus sauren Fixierbädern ausgeschiedene kolloidale Schwefel läßt sich mit Säuberungsflüssigkeiten sehr schwer entfernen, doch kommt man zum Ziel, wenn man Glasperlen oder Sand in die Flasche oder das sonst benutzte Gefäß gibt und tüchtig schüttelt. Gewöhnlich löst auch eine heiße konzentrierte Natriumsulfitlösung (von ungefähr 20 %) den Schwefel auf.

Emaillierte Schalen oder Tröge, die für stark alkalische Entwickler oder Lösungen kaustischer Alkalien verwendet wurden, verlieren rasch ihre glänzende Oberfläche und werden rauh, wobei sie sich bald anfärben. Werden solche Behälter für Farbstofflösungen verwendet, so dringt der Farbstoff in die Poren der Emaille ein, aus denen er sich nur mit sehr großen Schwierigkeiten vollständig entfernen läßt. Tröge, die auf diese Weise stärker angefärbt wurden, sind die zur Reinigung erforderliche Zeit gewöhnlich nicht wert.

Große Tröge aus Holz oder Steingut überziehen sich nach mehrwöchigem Gebrauch mit einer Schicht von Schleim und Schimmelpilzen, von der man die Behälter dadurch säubert,

daß man ihre Wandungen durch tüchtiges Abschrubben von dem Niederschlag befreit und dann mit einer Natriumhypochloritlösung behandelt. Im einzelnen geht man bei dieser Methode folgendermaßen vor:

Zunächst stellt man eine Hypochloritvorratslösung her, indem man eine vierprozentige Lösung von Kalziumhypochlorit (Chlorkalk) ansetzt und es in Natriumhypochlorit überführt. Hierzu setzt man so lange Natriumkarbonatlösung (etwa zehnprozentig) zu, bis sich kein weiterer Niederschlag mehr bildet, worauf man die Lösung stehen läßt, bis sich die gesamten Ausscheidungen am Boden des Behälters abgesetzt haben. Für einen Trog von 200 l Inhalt nimmt man drei Eimer dieser klaren Lösung. Nachdem der Schleim aus dem Trog oder dem Topf durch Ausschrubben entfernt ist, füllt man ihn bis nahezu an den Raum mit Wasser und gibt die Hypochloritlösung hinein. Man läßt dann das Gefäß über Nacht stehen, entleert es und schrubbt es nochmals aus, um es nach der Schlußwässerung wieder in Dienst zu nehmen.

Giftwirkung photographischer Chemikalien.

Beim Umgang mit photographischen Chemikalien und Ansetzen von Lösungen können Vergiftungen auf die folgenden Weisen zustande kommen:

A) durch Oberflächenwirkung als Folge einer fortgesetzten Berührung mit spezifischen Chemikalien;

B) durch innere Wirkung, verursacht durch Einatmung von Dämpfen oder Staub und durch Absorption durch die Poren der Haut;

C) durch Kombination der Wirkungen unter A und B.

Man muß sich zunächst darüber klar sein, daß die Empfindlichkeit gegen Vergiftungen durch Chemikalien in einem hohen Grade individuell ist, und daß praktisch alle Chemikalien verschieden schwere Reizwirkungen auf die Haut aller Personen ausüben, vorausgesetzt, daß sie mit der betreffenden Substanz wiederholt und unter Bedingungen, die die Einwirkung begünstigen, umgehen. Von manchen Chemikalien genügt die kleinste Spur, um bei hierfür empfänglichen Individuen schwere Einwirkungen zu verursachen, wie dieses z. B. Efeuvergiftungen beweisen, die durch ein chemisches Gift verursacht werden, das von dem Efeu in ganz winzigen Mengen abgesondert wird.

Die meisten Vergiftungen durch photographische Chemikalien werden durch gewisse Entwicklungslösungen verursacht.

Gewöhnlich fängt das Leiden mit Jucken und lokaler Rötung der Haut an; es folgen Anschwellungen und Bildungen von Wasserbläschen, die besonders in der Nägelgegend und zwischen den Fingern ihren Sitz haben. In schweren Fällen vereinigen sich diese Bläschen und bilden eine große, die ganze Hand umgebende Blase. Wenn man sich in diesem Zustand vorsichtig verhält, so schrumpfen die Blasen allmählich ein. Nach etwa zwei Wochen fängt die Haut an, sich abzuschälen, und der Patient befindet sich wieder wohl. Platzen jedoch die Blasen, so entstehen offene Wunden, die nur schwer verheilen, wobei die Gefahr einer Infektion durch Bakterien droht.

In jedem Falle ist es streng anzuraten, einen Arzt aufzusuchen, da der Gesundheitszustand der betreffenden Person einen wichtigen Einfluß auf derartige Erkrankungen ausübt. Ein spezifisches Heilmittel scheint bisher nicht entdeckt zu sein; die üblichen Kuren, die in der Anwendung von Salben bestehen, dienen nur dazu, die Entzündung zu mildern. Oft wird Anwendung von Zinksalbe oder Resorzin und Ichthyol enthaltenden Salben empfohlen. Gewöhnlich genügt es, die betroffenen Stellen nur zu verbinden. Nachdem sich die Haut abgeschält hat, sind diese Stellen regelmäßig überempfindlich gegen das Gift, so daß man in der Zukunft besondere Vorsichtsmaßregeln treffen muß, zumal kein Mittel bekannt ist, das zukünftige Schäden vermeidet, wenn die Haut der Person der Einwirkung des Chemikals, das die Vergiftung verursachte, wieder ausgesetzt wird. Manche Individuen haben durch Einnahme von Kalziumsulfid Besserung und stellenweise Immunität erzielt. Der Schwefel wirkt wahrscheinlich in einer Weise, die an die besonders in früheren Jahren üblichen Frühlingsblutreinigungskuren mit Schwefel und gewissen Universalmitteln erinnert, blutreinigend. Man muß dabei aber besonders beachten, daß diese Mittel zwar bei einer Person anschlagen können, ohne daß deshalb die Gewißheit besteht, daß sie auch bei einer anderen wirksam sind. In Fabriken, in denen photographische Entwickler hergestellt werden, beobachtet man, daß neueingestellte Personen besonders empfindlich sind, und teilt deshalb Werkangehörigen eine andere Beschäftigung zu, sobald sich bei ihnen Vergiftungserscheinungen bemerkbar machen. Personen mit sehr dünner Haut neigen besonders leicht zu Affektionen.

Aus Steinkohlenteer hergestellte Entwickler stehen in bezug auf Schwere der schädlichen Wirkung an erster Stelle, obwohl Vergiftungsfälle bekannt sind, in denen die betreffenden Personen nur mit Pyrogallol umzugehen hatten. Andererseits sind

manche Personen gegen einen Entwickler empfindlich, gegen einen anderen aber immun.

Ermens Entdeckung²⁷⁾, daß der als symmetrisches Dimethylparaphenylendiamin bekannte Körper den giftigen Bestandteil gewisser Steinkohlenteerentwickler darstellt, ist ein interessanter Beitrag zu diesem Gebiet und wertvoll für die Hersteller dieser Chemikalien. Die hochtoxische Natur der Verbindungsreihe, der dieser Körper angehört, wurde durch Hanzlik festgestellt²⁸⁾.

Was Chemikalien, die örtliche Entzündungen verursachen, angeht, so bestehen Zweifel bei den Medizinern darüber, ob das Gift in die Blutbahn eintritt. In den meisten Fällen beschränkt sich die Affektion auf die unteren Hautschichten der Hand, wobei das Chemikal einen lokalen Reiz ausübt. Es sind jedoch Fälle bekannt geworden, daß Personen, die mit großen Mengen dieser trocknen Chemikalien umzugehen hatten, den Chemikalienstaub einatmeten, und daß dann die Wirkung des Giftes an verschiedenen Teilen des Körpers zum Ausbruch kam. Das ist ein starker Beweis für eine Vergiftung der gesamten Blutbahn.

Bei der gewöhnlichen Dunkelkammerarbeit tritt das Gift ohne Zweifel in die Haut durch Risse ein, die durch Aufspringen oder Rauhwerden infolge der Wirkung des Alkalis im Entwickler entstehen. Läßt man dann den Entwickler oder andere Chemikalien an den Händen eintrocknen, so kristallisieren die Salze in den Poren aus und bringen die Haut noch weiter zum Aufspringen. Dabei werden die unteren Hautschichten freigelegt, so daß den Chemikalien der Eintritt in die Blutbahn ermöglicht wird.

Nachdem nun die Art und Weise, wie das Gift sich Zutritt verschafft, erkannt ist, ergeben sich Vorbeugungsmaßnahmen von selbst. Sie können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

A) Man lasse niemals Entwickler oder andere Chemikalienlösungen auf der Haut eintrocknen. Wenn man mit Lösungen mit Unterbrechungen arbeitet, ist es besser, die Hände vollständig naß zu erhalten, als sie nach unvollkommenem Waschen abzutrocknen.

B) Das Waschen der Hände nimmt man während 2 bis 3 Minuten in heißem Wasser vor, bis das seifig-glitschige Gefühl vollständig verschwunden ist, sonst kristallisieren die in den

27) „The Phot. J.“ 63, S. 223 (1923).

28) „J. Ind. Hygiene“, Bd. IV, S. 386 u. 448 (1923).

Poren zurückgehaltenen Salze aus und verursachen Risse in der Haut. Die Ursache, weshalb die meisten Vergiftungen durch Entwickler entstehen, ist die, daß es schwierig ist, Alkali durch Waschen von der Haut zu entfernen, besonders, wenn sie schon überall aufgesprungen ist. Durch Baden der Hände vor dem Waschen in einem schwach sauren Fixierbade wird das Alkali neutralisiert, und das auf diese Weise gebildete Salz läßt sich durch Waschen weit leichter entfernen.

C) Die Anwendung von Vaseline oder Kampferis, die man in dünner Schicht auf die Hände aufbringt, trägt dazu bei, die Lösungen am Eindringen in die Hautporen zu hindern, während Gummihandschuhe, wenn man sie schon in einem frühen Stadium gebraucht, sich fast stets als sicheres Präventivmittel bewähren. Benutzt man Vaseline oder Kampferis, so reibt man sie in die Poren der Haut ein, wonach man die Hautoberfläche zur Entfernung der Fettigkeit abwischt, da man sonst während der Arbeit auf den Materialien Fingerabdrücke hinterlassen würde.

Schwefeldioxydgas, das beim Ansetzen saurer Härte- lösungen entsteht; Schwefelwasserstoffgas, das sich bei Herstellung einer Vorratslösung von Natriumsulfid bildet, und Ammoniakdämpfe reizen die Schleimhäute der Nase und der Kehle, sind aber in bezug auf ihre toxische Wirkung als harmlos zu bezeichnen. In größeren Mengen eingeatmeter Schwefel- wasserstoff verursacht in manchen Fällen Erbrechen. Die Dämpfe starker Salz-, Salpeter- und Essigsäure sind aus- gesprochen unangenehm, aber nicht besonders giftig.

Das Formalin ist gewissen Personen durch seinen Geruch lästig und wirkt als inneres Gift. Formalindämpfe greifen auch die Luftröhre und die Nasenschleimhaut an und verursachen krankhafte Veränderungen der Haut²⁹⁾. Manche Laboranten finden es sehr unangenehm, zu rauchen, nachdem sie Form- aldehyddämpfen ausgesetzt waren, was wahrscheinlich auf eine Einwirkung dieses Chemikals auf die Lungenschleimhäute zu- rückzuführen ist.

Ein interessanter Artikel, der sich des längeren über indu- strielle Vergiftungen durch aromatische Verbindungen ausläßt, wurde von K i l l e f f e r veröffentlicht³⁰⁾.

Die Giftigkeit der Zyanide und mit diesem verwandter Ver- bindungen, wie der Rhodanide, Ferrizyanide usw., ist so allge-

29) „Bull. Phot.“, Bd. 38, 357 (1926).

30) „Ind. and Eng. Chem.“ 17, 820 (1925).

mein bekannt, daß hier keine anderen Warnungen zu erlassen sind als die, die üblichen Bedingungen für den Umgang mit diesen Chemikalien streng einzuhalten. Bichromatvergiftungen sind eine allgemeine Erscheinung bei Personen, die viel mit diesen Körpern zu tun haben. Die Wirkung kann sowohl eine innerliche als auch äußerliche sein.

VIII. Anhang.

Umrechnung englischer und amerikanischer Gewichte und Höhlmaße.

In englischen und amerikanischen Rezepten werden feste Körper gewogen und Flüssigkeiten gemessen nach dem „Avoirdupois“. Man kann die Umrechnung an Hand der nachstehenden Ausführungen vornehmen. Im „Avoirdupois“ gelten die folgenden Gewichte und Maße:

Gewichte:

437 $\frac{1}{2}$ grains	= 1 ounce,
8 drams (drachms)	= 1 ounce,
16 ounces	= 1 pound.

Höhlmaße:

60 minims	= 1 fluid dram (drachm),
8 fluid drams (drachms)	= 1 fluid ounce,
480 minims	= 1 fluid ounce,
16 ounces *)	= 1 pint,
128 ounces *)	= 1 gallon.

Bei der Umrechnung von im Avoirdupois angegebenen Vorschriften muß man berücksichtigen, daß

15 grains	= 1 g,
1 ounce	= 30 g,
1 pound	= 450 g,
1 fluid ounce	= 30 ccm,

*) Es handelt sich hier um amerikanische Maßeinheiten, während im British Imperial Measure 20 ounces (ozs) = 1 pint und 160 ozs. = 1 Gallon sind. Diese Abweichungen des englischen Maßsystemes von dem amerikanischen verursacht oft Mißverständnisse. Es ist deshalb freudig zu begrüßen, daß die Association of the British Chambers of Commerce durch einen Entschluß vorgeschlagen hat, das Liter als Standard zu nehmen. („Ind. and Eng. Chem. News Ed. Oct.“ 10, 1924, S. 2.) Das Metric Committee of the American Chemical Society hat gleichfalls vorgeschlagen, in photographischen Rezepten neben dem Avoirdupois-System auch die entsprechenden metrischen Werte anzugeben. („Proc. Amer. Chem. Soc.“, S. 81, 1925.)

1 pint = 500 ccm,
 1 gallon = 4 l

ist. Die nachstehende Formel mag als Beispiel zur Umrechnung dienen:

Wasser	5 gallons =	20 l,
Elon	1 oz. 22 grains =	32 g,
Natriumsulfit, wasserfrei	52 ozs. =	1560 g,
Kaliummetabisulfit	1 oz. 273 grains =	48 g,
Hydrochinon	4 ozs. 88 grains =	126 g,
Pyrogallol	10 ozs. =	300 g,
Natriumkarbonat, wasserfrei	27 ozs. 359 grains =	834 g,
Bromkalium	263 grains =	17 g,
Wasser bis zu	42 gallons =	168 l.

Die obigen Umrechnungszahlen sind nicht absolut korrekt. So ist z. B. 1 g genau = 15,432 grains, 1 oz. = 28,35 g und 1 fluid oz. = 29,57 ccm. Setzt man 15 grains = 1 g, so begeht man einen Fehler von etwa 3%. In der Photographie ist jedoch in den meisten Fällen ein Gesamtfehler von etwa 10% bedeutungslos. Sieht z. B. eine Formel von einer Substanz 453¹/₂ grains vor und man verwendet an ihrer Stelle nur 450, so ist auf photographischem Wege kein Unterschied feststellbar. Setzt man jedoch eine Substanzmenge von 6¹/₂ auf 5 grains herab, so ist der entstehende Fehler von 20% schon bedenklich.

Rundet man in einem Elonhydrochinonentwickler die Mengen der Bestandteile ab, so entsteht z. B. beim Elon ein Fehler von 6%, wenn man statt 3,86 g 4,0 setzt. Wird jetzt die Menge des Hydrochinons nach der entgegengesetzten Richtung abgerundet, z. B. von 25,6 auf 24,0 g, so führt man einen Fehler von 7% in die Formel ein. Keiner dieser Fehler spielt, für sich betrachtet, in der Photographie eine Rolle. Da sie jedoch im vorliegenden Falle nach entgegengesetzten Richtungen begangen werden, ergibt sich ein Gesamtfehler von 13%, wobei das Verhältnis zwischen dem Elon und dem Hydrochinon verschoben wird. Es ist aber beim Abrunden von Formeln wichtig, daß die Verhältnisse der Bestandteile nicht verändert werden. Die beste Regel, um dieses zu vermeiden, ist, die Größe des Fehlers unter 5% zu halten. Der maximale Fehler, der dann entstehen kann, ist dann weniger als 10%, also, wie eben gesagt, für photographische Arbeiten zu vernachlässigen.

Wert der englischen Grain in Gramm.

Grain	g								
1	0,065	3	0,194	5	0,324	7	0,454	9	0,583
2	0,130	4	0,259	6	0,389	8	0,518	10	0,648

Grain	g	Grain	g	Grain	g	Grain	g	Grain	g
11	0,713	62	4,018	119	7,711	221	14,320	330	21,384
12	0,778	63	4,082	121	7,841	223	14,450	333	21,578
13	0,842	64	4,147	123	7,970	225	14,580	336	21,773
14	0,907	65	4,212	125	8,100	227	14,709	339	21,967
15	0,972	66	4,277	127	8,220	229	14,839	342	22,161
16	1,037	67	4,341	129	8,359	231	14,969	345	22,356
17	1,102	68	4,406	131	8,489	233	15,098	348	22,550
18	1,166	69	4,471	133	8,618	235	15,228	351	22,745
19	1,231	70	4,536	135	8,748	237	15,357	354	22,939
20	1,296	71	4,601	137	8,877	239	15,487	357	23,133
21	1,361	72	4,666	139	9,007	241	15,617	360	23,327
22	1,426	73	4,730	141	9,137	243	15,746	363	23,522
23	1,490	74	4,795	143	9,266	245	15,876	366	23,717
24	1,555	75	4,860	145	9,396	247	16,005	369	23,911
25	1,620	76	4,925	147	9,525	249	16,135	372	24,105
26	1,685	77	4,989	149	9,655	251	16,265	375	24,300
27	1,750	78	5,054	151	9,785	253	16,394	378	24,494
28	1,814	79	5,119	153	9,914	255	16,524	381	24,689
29	1,879	80	5,184	155	10,044	257	16,653	384	24,883
30	1,944	81	5,249	157	10,173	259	16,783	387	25,077
31	2,009	82	5,313	159	10,303	261	16,913	390	25,272
32	2,074	83	5,378	161	10,433	263	17,042	393	25,466
33	2,138	84	5,443	163	10,562	265	17,172	396	25,661
34	2,203	85	5,508	165	10,692	267	17,301	399	25,855
35	2,268	86	5,573	167	10,821	269	17,431	402	26,049
36	2,332	87	5,638	169	10,951	271	17,561	405	26,244
37	2,398	88	5,702	171	11,081	273	17,690	408	26,438
38	2,462	89	5,767	173	11,210	275	17,820	411	26,633
39	2,527	90	5,832	175	11,340	277	17,949	414	26,827
40	2,592	91	5,897	177	11,469	279	18,079	417	27,021
41	2,657	92	5,962	179	11,599	281	18,209	420	27,215
42	2,722	93	6,026	181	11,729	283	18,338	423	27,410
43	2,786	94	6,091	183	11,858	285	18,468	426	27,604
44	2,851	95	6,156	185	11,988	287	18,597	429	27,799
45	2,916	96	6,221	187	12,117	289	18,727	432	27,993
46	2,981	97	6,285	189	12,247	291	18,857	435	28,187
47	3,046	98	6,350	191	12,377	293	18,986	438	28,382
48	3,110	99	6,415	193	12,506	295	19,116	441	28,576
49	3,175	100	6,480	195	12,636	297	19,245	444	28,771
50	3,240	101	6,545	197	12,765	299	19,375	447	28,965
51	3,305	102	6,609	199	12,895	301	19,505	450	29,159
52	3,370	103	6,674	201	13,025	303	19,634	453	29,354
53	3,434	104	6,739	203	13,154	305	19,764	456	29,548
54	3,499	105	6,804	205	13,284	307	19,893	459	29,743
55	3,564	106	6,869	207	13,413	309	20,023	462	29,937
56	3,629	107	6,934	209	13,543	312	20,217	465	30,131
57	3,693	109	7,063	211	13,672	315	20,412	468	30,326
58	3,758	111	7,193	213	13,802	318	20,606	471	30,520
59	3,823	113	7,322	215	13,931	321	20,801	474	30,715
60	3,888	115	7,452	217	15,061	324	20,995	477	30,909
61	3,953	117	7,581	219	14,191	327	21,189	480	31,103

Umwandlung der englischen Hohlmaße in Kubikzentimeter.

Minims	ccm	Minims	ccm	Drachms	ccm	Ounces	ccm	Pints	ccm
1	0,0591	31	1,8338	1	3,5492	1	28,394	1	567,9
2	0,1183	32	1,8929	2	7,0985	2	56,788	2	1135,8
3	0,1775	33	1,9521	3	10,6477	3	85,182	3	1703,6
4	0,2366	34	2,0112	4	14,1970	4	113,576	4	2271,5
5	0,2957	35	2,0704	5	17,7462	5	141,970	5	2839,4
6	0,3549	36	2,1295	6	21,2954	6	170,364	6	3407,3
7	0,4141	37	2,1887	7	24,8447	7	198,757	7	3975,1
8	0,4732	38	2,2478	8	28,3939	8	227,151	8	4543,0
9	0,5324	39	2,3070			9	255,545		
10	0,5915	40	2,3662			10	283,939		
11	0,6507	41	2,4253			11	312,333		
12	0,7098	42	2,4845			12	340,727		
13	0,7690	43	2,5436			13	369,120		
14	0,8282	44	2,6028			14	375,515		
15	0,8873	45	2,6619			15	425,909		
16	0,9465	46	2,7211			16	454,303		
17	1,0056	47	2,7802			17	482,697		
18	1,0648	48	2,8394			18	511,091		
19	1,1239	49	2,8985			19	539,484		
20	1,1831	50	2,9577			20	567,878		
21	1,2422	51	3,0169						
22	1,3014	52	3,0760						
23	1,3605	53	3,1352						
24	1,4197	54	3,1943						
25	1,4789	55	3,2535						
26	1,5380	56	3,3126						
27	1,5972	57	3,3718						
28	1,6563	58	3,4309						
29	1,7155	59	3,4901						
30	1,7746	60	3,5492						

Löslichkeitstabelle photographischer Chemikalien.

Die nachstehende Tabelle kann beim Ansetzen von Vorratslösungen zu Rate gezogen werden. Da sich in der kalten Jahreszeit die Lösungen bis auf Temperaturen von etwa 4° C abkühlen können, ist es nicht ratsam, stärkere Vorratslösungen anzusetzen, als der Löslichkeit des betreffenden Chemikals bei dieser Temperatur entspricht.

In der Tabelle sind, um den weniger in der Chemie bewanderten Lesern das Nachschlagen zu erleichtern, neben den korrekten chemischen Bezeichnungen, unter denen Formeln und Löslichkeitsverhältnisse zu finden sind, auch die bekannteren Vulgarnamen der photographischen Chemikalien mit angegeben.

Laufende Nummer	Chemikal	Formel	100 ccm gesättigter Lösung enthalten in Gramm bei	
			4,4° C	21,1° C
1	Ätzkali (siehe Nr. 50)	—	—	—
2	Ätznatron (siehe Nr. 76)	—	—	—
3	Amidol (siehe Nr. 25)	—	—	—
4	Ammoniakalaun (siehe Nr. 5)	—	—	—
5	Ammoniumaluminiumsulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	6	15
6	Ammoniumbromid	NH_4Br	50	55
7	-chlorid	NH_4Cl	25	29
8	-jodid	NH_4J	100	105
9	-karbonat	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25	30
10	-oxalat	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2,8	5
11	-persulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	50	60
12	-sulfozyanid	NH_4CNS	60	70
13	Bleiazetat	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	30	45
14	-nitrat	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	38	49
15	Blutlaugensalz, gelbes (siehe Nr. 49)	—	—	—
16	„ rotes (siehe Nr. 48)	—	—	—
17	Borax (siehe Nr. 73)	—	—	—
18	Bromammonium (siehe Nr. 6)	—	—	—
19	-kalium (siehe Nr. 45)	—	—	—
20	-natrium (siehe Nr. 74)	—	—	—
21	Chlorammonium (siehe Nr. 7)	—	—	—
22	-kalium (siehe Nr. 46)	—	—	—
23	-natrium (siehe Nr. 75)	—	—	—
24	-quecksilber (siehe Nr. 66)	—	—	—
25	Diamidophenol, salzsaures	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{HCl}$ (1, 2, 4)	20	25
26	Doppeltchromsaures Kali (siehe Nr. 44)	—	—	—
27	Doppeltkohlensaures Natron (siehe Nr. 71)	—	—	—
28	Eisensulfat (siehe Nr. 33)	—	—	—
29	Elon (siehe Nr. 68)	—	—	—
30	Essigsaures Natron, kristallisiert (Trihydrat) (siehe Nr. 69)	—	—	—
31	Essigsaures Natron, wasserfrei (siehe Nr. 70)	—	—	—

Laufende Nummer	Chemikal	Formel	100 ccm gesättigter Lösung enthalten in Gramm bei	
			4,4° C	21,1° C
32	Ferrizyankalium (siehe Nr. 48)	—	—	—
33	Ferrosulfat	FeSO ₄ ·7 H ₂ O	28	40
34	Ferrozyankalium (siehe Nr. 40)	—	—	—
35	Fixiernatron (siehe Nr. 86)	—	—	—
36	Gelbes Blutlaugensalz (siehe Nr. 49)	—	—	—
37	Hydrochinon (Paradioxybenzol)	C ₆ H ₄ (OH) ₂ (1, 4)	4,25	6,5
38	Hypermannsaurer Kali (siehe Nr. 55)	—	—	—
39	Jodammonium (siehe Nr. 8)	—	—	—
40	-kalium (siehe Nr. 51)	—	—	—
41	Kalialaun (siehe Nr. 43)	—	—	—
42	-chromalaun (siehe Nr. 47)	—	—	—
43	Kaliumaluminiumsulfat	K ₂ Al ₃ (SO ₄) ₄ ·24 H ₂ O	6	11
44	-bichromat	K ₂ Cr ₂ O ₇	6,5	14
45	-bromid	KBr	48	54
46	-chlorid	KCl	25	30
47	-chromsulfat	K ₂ Cr ₂ (SO ₄) ₄ ·24 H ₂ O	15	20
48	-ferrizyanid	K ₃ Fe(CN) ₆	29	35
49	-ferrozyanid	K ₄ Fe(CN) ₆ ·3 H ₂ O	17	25
50	-hydroxyd	KOH	75	80
51	-jodid	KJ	95	100
52	-karbonat, wasserfrei	K ₂ CO ₃	80	82
53	-metabisulfit	K ₂ S ₂ O ₅	45	55
54	-oxalat	(COOK) ₂ ·H ₂ O	28	35
55	-permanganat	KMnO ₄	3,25	6,5
56	-zitrat	(CH ₂ COOK) ₂ ·C·(OH)COOK·H ₂ O	90	100
57	-zyanid	KCN	44	50
58	Kaustische Pottasche (siehe Nr. 50)	—	—	—
59	" Soda (siehe Nr. 76)	—	—	—
60	Kochsalz (siehe Nr. 75)	—	—	—
61	Kodelon (siehe Nr. 90)	—	—	—
62	Kohlensäures Ammonium (siehe Nr. 9)	—	—	—

Laufende Nummer	Chemikal	Formel	100 ccm gesättigter Lösung enthalten in Gramm bei	
			44° C	21,1° C
63	Kohlensaures Kali, wasserfrei (siehe Nr. 52)	—	—	—
64	" Natron (siehe Nr. 77 und 78)	—	—	—
65	Kupfersulfat, kristallisiert	$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	25	30
66	Mercurichlorid	HgCl_2	4	6
67	Metol (siehe Nr. 68)	—	—	—
68	Monomethyl-para-amidophenolsulfat (Metol, Génol, Adilol, Motol, Detectol, Metagol, Monomet, Phenomet)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{NHCH}_3) \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$	5	8
69	Natriumazetat, kristallisiert (Trihydrat)	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	50	60
70	" wasserfrei	CH_3COONa	30	35
71	-bikarbonat	NaHCO_3	7	9
72	-bisulfid	NaHSO_3 [$\text{Na}_2\text{S}_3\text{O}_6$]	50	50
73	-borat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	2,5	7
74	-bromid	NaBr	65	70
75	-chlorid	NaCl	30	30
76	-hydroxyd	NaOH	48	80
77	-karbonat, kristallisiert	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	28	63
78	-karbonat, wasserfrei	Na_2CO_3	10	23
79	-phosphat, dreibasisch, kristallisiert	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	3,5	25
80	" wasserfrei	Na_3PO_4	1,5	11
81	-sulfat, kristallisiert	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	10	40
82	" wasserfrei	Na_2SO_4	5	20
83	-sulfid, geschmolzen	Na_2S	13	17
84	" kristallisiert	$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	35	45
85	-sulfid, wasserfrei	Na_2SO_3	17	27
86	-thiosulfat, kristallisiert	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	70	90
87	Oxalsäure	$(\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	7	14
88	Oxalsaures Ammonium (siehe Nr. 10)	—	—	—
89	" Kali (siehe Nr. 54)	—	—	—
90	Paramidophenol, oxalsaures	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{NH}_2) \cdot \frac{1}{2} (\text{COOH})_2$ (1, 4)	1,25	2,5
91	Phosphorsaures Natron, dreibasisch, kristallisiert (siehe Nr. 79)	—	—	—

Laufende Nummer	Chemikal	Formel	100 ccm gesättigter Lösung enthalten in Gramm bei	
			4,4 °C	21,1 °C
92	Phosphorsaures Natron, dreibasisch, wasserfrei (siehe Nr. 80)	—	—	—
93	Pottasche (siehe Nr. 52)	—	—	—
94	Pyrogallol (Trioxybenzol)	—	35	55
95	Pyrogallussäure (siehe Nr. 94)	—	—	—
96	Quecksilberchlorid (siehe Nr. 66)	—	—	—
97	Rhodanammonium (siehe Nr. 12)	—	—	—
98	Rotes Blutlaugensalz (siehe Nr. 48)	—	—	—
99	Salpetersaures Silber (siehe Nr. 106)	—	—	—
100	Blei (siehe Nr. 14)	—	—	—
101	Schwefelnatrium, geschmolzen (siehe Nr. 83)	—	—	—
102	„ kristallisiert (siehe Nr. 84)	—	—	—
103	Schwefelsaures Natron, kristallisiert (siehe Nr. 81)	—	—	—
104	Schwefelsaures Natron, wasserfrei (siehe Nr. 82)	—	7	—
105	Schwefligsaures Natron, wasserfrei (siehe Nr. 85)	—	—	—
106	Silbernitrat	AgNO ₃	105	130
107	Soda, kristallisiert (siehe Nr. 77)	—	—	—
108	„ wasserfrei (siehe Nr. 78)	—	—	—
109	Sublimat (siehe Nr. 66)	—	—	—
110	Trinatriumorthophosphat, kristallisiert (siehe Nr. 79)	—	—	—
111	Trinatriumorthophosphat, wasserfrei (siehe Nr. 80)	—	—	—
112	Übermangansaures Kali (siehe Nr. 55)	—	—	—
113	Uranylнитrat	UO ₂ (NO ₃) ₂ · 6 H ₂ O	110	125
114	Weinsäure (rechtsdrehend)	(CHOHCOOH) ₂ · H ₂ O	70	75
115	Zitronensäure	(CH ₂ COOH) ₂ · C(OH)COOH	75	85
116	Zitronensaures Kali (siehe Nr. 56)	—	—	—
117	Zyankali (siehe Nr. 57)	—	—	—

Tabelle zur Reduktion der Thermometerskalen
von Fahrenheit und Celsius.

F	C	F	C	F	C	F	C
0	- 17,78	48	8,89	96	35,55	144	62,22
1	17,22	49	9,44	97	36,11	145	62,78
2	16,67	50	10,00	98	36,67	146	63,33
3	16,11	51	10,55	99	37,22	147	63,89
4	15,55	52	11,11	100	37,78	148	64,44
5	15,00	53	11,67	101	38,33	149	65,00
6	14,44	54	12,22	102	38,89	150	65,55
7	13,89	55	12,78	103	39,44	151	66,11
8	13,33	56	13,33	104	40,00	152	66,67
9	12,78	57	13,89	105	40,55	153	67,22
10	12,22	58	14,44	106	41,11	154	67,78
11	11,67	59	15,00	107	41,67	155	68,33
12	11,11	60	15,55	108	42,22	156	68,89
13	10,55	61	16,11	109	42,78	157	69,44
14	10,00	62	16,67	110	43,33	158	70,00
15	9,44	63	17,22	111	43,89	159	70,55
16	8,89	64	17,78	112	44,44	160	71,11
17	8,33	65	18,33	113	45,00	161	71,67
18	7,78	66	18,89	114	45,55	162	72,22
19	7,22	67	19,44	115	46,11	163	72,78
20	6,67	68	20,00	116	46,67	164	73,33
21	6,11	69	20,55	117	47,22	165	73,89
22	5,55	70	21,11	118	47,78	166	74,44
23	5,00	71	21,67	119	48,33	167	75,00
24	4,44	72	22,22	120	48,89	168	75,55
25	3,89	73	22,78	121	49,44	169	76,11
26	3,33	74	23,33	122	50,00	170	76,67
27	2,78	75	23,89	123	50,55	171	77,22
28	2,22	76	24,44	124	51,11	172	77,78
29	1,67	77	25,00	125	51,67	173	78,33
30	1,11	78	25,55	126	52,22	174	78,89
31	0,55	79	26,11	127	52,78	175	79,44
32	0,00	80	26,67	128	53,33	176	80,00
33	+ 0,55	81	27,22	129	53,89	177	80,55
34	1,11	82	27,78	130	54,44	178	81,11
35	1,67	83	28,33	131	55,00	179	81,67
36	2,22	84	28,89	132	55,55	180	82,22
37	2,78	85	29,44	133	56,11	181	82,78
38	3,33	86	30,00	134	56,67	182	83,33
39	3,89	87	30,55	135	57,22	183	83,89
40	4,44	88	31,11	136	57,78	184	84,44
41	5,00	89	31,67	137	58,33	185	85,00
42	5,55	90	32,22	138	58,89	186	85,55
43	6,11	91	32,78	139	59,44	187	86,11
44	6,67	92	33,33	140	60,00	188	86,67
45	7,22	93	33,89	141	60,55	189	87,22
46	7,78	94	34,44	142	61,11	190	87,78
47	8,33	95	35,00	143	61,67	191	88,33

F	C	F	C	F	C	F	C
192	88,89	198	92,22	204	95,55	210	98,89
193	89,44	199	92,78	205	96,11	211	99,44
194	90,00	200	93,33	206	96,67	212	100,00
195	90,55	201	93,89	207	97,22		
196	91,11	202	94,44	208	97,78		
197	91,67	203	95,00	209	98,33		

Künstlerische Photographie.

- Künstlerische Landschaftsphotographie.** Zwölf Kapitel zur Aesthetik photographischer Freilichtaufnahmen. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Mieth. Neu bearbeitet von Prof. O. Mente. 6. — 7. Auflage. Mit 115 Textabbildungen und Reproduktionen nach Schöpfungen hervorragender Lichtbildner. In geschmackvoller und sorgfältigster Ausstattung. 9,—, gebunden 10,80.
- Bildmäßige Photographie.** Von Kunstmaler F. Matthies-Masuren. 4. Auflage. Mit 24 ganzseitigen Tafelbildern in feinsten Buchdruckausführung auf Chamoiskunstdruckpapier nach Landschafts- und Porträtarbeiten der bekanntesten Lichtbildner des In- und Auslandes. 4,80, gebunden 6,—.

Angewandte Photographie.

- 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 Abbild. 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 E. Kuchinka. Mit 23 Abbildungen. 3,80.
- Hochgebirgs- und Winterphotographie.** Praktische Ratschläge für Ausrüstung und Arbeitsweise. Von Dr. Kuhfahl. 6. u. 7. Auflage. Mit 32 Bildtafeln. 3,90, gebunden 5,70.
- Heimatphotographie.** Die Photographie im Dienste von Heimatschutz und Heimatforschung. Von Dr. Kuhfahl. Mit 12 Abbildungen. 1,80.
- Pflanzenphotographie.** Von B. Halcy. Mit 9 Abbildungen. 1,80.
- Tierphotographie.** Von E. Lutz. Mit 8 Abbildungen. 1,80.
- Architekturphotographie.** Von B. Halcy. Mit 8 Tafeln. 1,80.
- Kunstgewerbliche Photographie.** Von B. Halcy. Mit 14 Abbild. 1,80.
- Die Aktphotographie.** Von L. Herrlich und Dr. W. Warstat. Mit 9 Abbildungen. 1,80.
- Sportphotographie.** Von M. Schirner. Mit 22 Abbildungen. 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 und 2 farbigen Tafeln. 3,50, gebunden 4,60.
- Die Photographie aus der Luft.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Mieth. 2. Auflage. 2,—, gebunden 2,70.
- Die Photographie im Dienste der Presse.** Von P. Knoll. Mit 26 Abbildungen. 2,50, geb. 3,90.
- Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen.** Von Dr. F. Eichberg. Mit 21 Abbildungen. 1,60.
- Die Palimpsestphotographie** (Photographie radiierter Schriften) in ihren wissenschaftlichen Grundlagen und praktischen Anwendungen. Von P. R. Kögel, O. S. B. Mit 42 Abbildungen. 3,—.

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.
Hilfsbuch für den Kameramann. Mit 65 Abbildungen. 1,50.
Der gezeichnete Film. Von E. Lutz. Uebersetzt 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.
Der sichtbare Mensch. Eine Filmdramaturgie. Von Bela Balazs. 3,50, gebunden 4,80.

Reproduktionstechnik und Graphik.

- Lexikon der graphischen Techniken.** Von Prof. K. Albert. 13,60, geb. 15,80.
Der Halbtonprozeß. Ein praktisches Handbuch für Halbtonhochätzung auf Kupfer und Zink. Autorisierte Uebersetzung aus dem Englischen. Von Prof. Dr. G. Aarland. Mit 78 Abbild. und 5 Tafeln 3,—.
Verschiedene Reproduktionsverfahren mittels lithographischen und typographischen Druckes. Von Professor A. Albert. Mit 22 Abbildungen und 15 Tafeln. 5,—.
Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse samt allen Nebenarbeiten. Von Professor A. Albert. 2. Auflage. Mit 71 Abbildungen und 8 Tafeln. 5,50.
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.
Lehrbuch der Reproduktionstechnik. Mit ausschließlicher Berücksichtigung der auf photographischer Grundlage beruhenden Methoden zur ein- und mehrfarbigen Wiedergabe von Bildern durch Druck. Von C. Blecher.
Band I: Einleitung und Theoretischer Teil. Mit 190 Abbildungen und 9 zum Teil farbigen Beilagen. 9,20, gebunden 10,30.
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 Dreifarbindruck“. Von Professor K. H. Broum. Mit 78 Abbildungen und 8 Tafeln. 7,80, gebunden 9,40.
Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. Von Prof. Dr. E. Goldberg. 2. Auflage. Mit 48 Abb. und 2 farbigen Tafeln. 3,50, gebunden 4,60.
Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. Herausgegeben von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 12.—13. Auflage. 6,50, gebunden 7,50.
Heliogravüre und Rotationsdruck, ferner Photogalvanographie, Photoglyptie, Asphaltverfahren und photographische Aetzkunst. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Aufl. Mit 136 Abb. 17,—, geb. 19,50.

Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale).

- 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 Chromolithographie** mit besonderer Berücksichtigung der modernen, auf photographischer Grundlage beruhenden Verfahren und der Technik des Aluminiumdruckes. Von Oberfaktor F. Hesse. 2. Auflage. Mit 131 Abbildungen und 20 Tafeln. 14,—, geb. 17,80.
- 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,—.
- Die Dreifarbenphotographie** mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbindruckes und ähnlicher Verfahren. Von Dr. A. Freiherr von Hübl. 4. Auflage. 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.
- Der Offsetdruck.** Von K. Gnoth, Offsetinstrukteur. Mit zahlreichen ein- und mehrfarbigen Illustrationen. Gebunden 4,50.
- Hand- und Maschinenschriftsatz.** Von Dr. R. A. Winkler. 6,40.
- Die Herstellung von Büchern, Illustrationen, Akzidenzen usw.** Von A. W. Unger, Professor an der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. 3. Auflage. Mit 231 Abbildungen, 10 Beilagen und 87 Tafeln. 16,—, in Halbleinen geb. 18,70, in Ganzleinen geb. 19,20.
- Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe.** Von Professor Dr. 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 Stempelfarben usw.). 2. Auflage. Mit 90 Abbildungen. 15,20, gebunden 17,—.
- Band III: **Die bunten Druckfarben.** Mit 48 Abbildungen. 9,70, gebunden 11,80.
- 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.

Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale).

Das Atelier des Photographen

Zeitschrift für Bildnisphotographie

Schriftleiter: Prof. O. Mente, F. Matthies-Masuren und Dir. H. Spörl.

Jährlich erscheinen in vornehmster Ausstattung 12 Hefte, enthaltend rund 100 Kunstdrucktafeln mit Bildern führender Berufsphotographen (vorwiegend Porträts und Gruppenaufnahmen).

35. Jahrgang. **Bezugspreis vierteljährlich 3,60.** Probehefte kostenfrei.

Photographische Chronik

Verbandszeitschrift des Central-Verbandes Deutscher Photographen-Vereine und -Innungen.

Schriftleiter: C. Emmermann, Halle (Saale).

Erscheint wöchentlich. Der Text behandelt alle für Fachphotographen wichtigen fachtechnischen, beruflichen, gewerblichen, rechtlichen, steuerlichen und sonstigen wirtschaftlichen Fragen, wie Richtpreise, Tarife, Gehilfen- und Lehrlingswesen. Enthält ferner Vereinsnachrichten und umfassenden Fragekasten.

35. Jahrgang. **Bezugspreis vierteljährlich 2,40.** Probehefte kostenfrei.

Filmtechnik

Filmindustrie, Filmtechnik, Filmkunst

Schriftleitung: A. Kraszna-Krausz, Berlin.

Aller 14 Tage ein Heft in gediegener Aufmachung. Der Text behandelt alle Fragen des Filmwesens, so daß jedem, der irgendwie mit dem Film zu tun hat, Interessantes geboten wird. Technische, künstlerische, wirtschaftliche und rechtliche Berichterstattung.

4. Jahrgang. **Bezugspreis vierteljährlich 5,25.** Probehefte kostenfrei.

Film für Alle

Monatsschrift für Amateurkinematographie

Herausgegeben von A. Kraszna-Krausz, Berlin.

Die einzige Zeitschrift in deutscher Sprache, die sich ausschließlich dem Liebhaberkinematographen widmet.

Erscheint monatlich einmal.

Einzelheft 0,75. **Preis vierteljährlich 2,25.** Probehefte kostenlos.

Photographische Rundschau und Mitteilungen

Schriftleiter: Chemiker P. Hanneke; Prof. Dr. R. Luther; Heinrich Kühn; F. Matthies-Masuren.

Monatlich 2 Hefte in vornehmster Ausstattung mit vielen Kunstdrucktafeln und Abbildungen vorbildlicher Arbeiten der bedeutendsten Lichtbildner. Die „Rundschau“ ist unentbehrlich für jeden vorwärtstrebenden Amateur.

65. Jahrgang. **Bezugspreis vierteljährlich 4,20.** Probehefte kostenfrei.

Gebühr für Verpackung und Versendung im Inland: 10 Pf. Bei Kreuzbandzustellung wird das entstehende Porto berechnet

3

~~25 91~~

~~R~~

~~Ans. 1. Teil.~~

Arno Pabst
Buchbinderei * Kartonnagen
DRESDEN-N. 6
Königstraße 6
Fernsprecher Nr. 57 839

[(1) Techn. N]

Schlagwort-Kat.

S. W. : + Photographie.

Photographische Lösungen

Art. plast. 2597 $\frac{1}{2}$

i

SLUB DRESDEN



3 2853049