

STAPF

FOTOGRAFISCHE  
*Praxis*









STAPPF

FOTOGRAFISCHE  
*Praxis*

## DIE „FOTOGRAFISCHE PRAXIS“

ist weit mehr als ein Fotolehrbuch etwa in dem Sinne: Sie knipsen — das Übrige besorgt Ihr Fotohändler. Der durch seine zahlreichen Veröffentlichungen bekannte Verfasser erklärt nicht nur das Wie, sondern auch das Warum der fotografischen Praxis und wendet sich mit diesem Buch an alle, die sich, sei es aus Liebhaberei oder beruflich, mit der Fotografie beschäftigen. Zuerst werden die optischen Gesetze erläutert. Alles, was der Lichtbildner über den Bau und die Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Objektive wissen muß, wird hier in leichtverständlicher Form gesagt. Damit ist der Übergang zu einer kurzgefaßten Kamerakunde von der einfachen Box bis zur komplizierten Spezialkamera geschaffen. In den Abschnitten über die Aufnahmetechnik wird gezeigt, wie man seinen Fotoapparat technisch voll ausnützen kann. Dabei kommen auch die Farbenfotografie und die Diaprojektion nicht zu kurz. Mit der gleichen Anschaulichkeit werden dann die chemischen Vorgänge in den Emulsionen des Aufnahmematerials erklärt und praktische Anweisungen für das Entwickeln, Kopieren, Vergrößern und Reproduzieren gegeben. Ein Fotobuch dieser Art wäre unvollständig, wenn es nicht auch auf die Gesetze der Bildästhetik einginge. Die Ausführungen darüber und die sorgfältig ausgewählten Bildbeispiele sollen den Leser überzeugen, daß das Endresultat allen fotografischen Schaffens die technisch einwandfreie und bildmäßig gestaltete Aufnahme sein muß.

Aufnahmedaten zum Umschlagbild:

Wartburg, Hof mit schmiedeeisernem Ziehbrunnen und Nürnberger Erker. Kraftvoll wirken die Farben im grellen seitlichen Licht des Frühsommers. — H. Stapf, Leipzig; Leica-Aufnahme; Elmar 3,5/35

Vom gleichen Verfasser  
erscheinen in unserem Verlag:

### GRUNDLAGENCHEMIE FÜR TECHNISCHE BERUFE

10. Aufl. · 272 S. mit 149 Bildern u. 4 Tafeln  
DIN C 5 · Hlw. 7,80 DM

Die verwirrende Vielfalt der Anwendungsgebiete der Chemie macht es dem Nichtchemikeraußerordentlich schwer, sich ein ausreichendes Wissen über die Grundgesetze der Chemie zu verschaffen. Es bedarf hier einer sachkundigen Führung, wie sie z. B. in der „Grundlagenchemie“ von Helmut Stapf zur Verfügung steht. Durch den Verzicht auf chemische und technische Einzeldaten und durch straffe Zusammenfassung unter einheitlichen Gesichtspunkten ist eine klare Übersicht über das Gesamtgebiet der Chemie entstanden. Die Darstellung regt den Leser an, leicht durchführbare Versuche selbst vorzunehmen.

### BERGBAUCHEMIE

427 S. mit 244 Bildern, 85 Tabellen u. 4 Tafeln  
DIN C 5 · Hlw. 18,50 DM

Die Art und Weise, in der hier das Grund- und teilweise schon Spezialwissen der Chemie vermittelt wird, nimmt diesem Stoff erfreulicherweise den Charakter des Abstrakten. An Hand von Beispielen aus dem Bergbau wird dem Leser immer wieder vor Augen geführt, welche eine bedeutende Rolle die Chemie auch im Bergbau spielt. Immer wieder ist zu erkennen, daß Chemie ein Grundlagenwissen des Bergmannes ist und daß die Beherrschung des Bergbaues die Beherrschung der Grundlagenchemie voraussetzt. Auf diese Weise vermittelt die „Bergbauchemie“ die wichtigsten Kenntnisse für alle, die als Bergingenieure und Chemiker im Bergbau und seinen Nebenbetrieben beschäftigt sind.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

FACHBUCHVERLAG LEIPZIG

STAPF · FOTOGRAFISCHE PRAXIS





HELMUT STAPF

FOTOGRAFISCHE  
*Praxis*

Mit 417 Bildern, 1 Originalfoto, 4 Farbtafeln und

16 Typentafeln

---

3., verbesserte Auflage



FACHBUCHVERLAG LEIPZIG 1956

Zell 1 z-fhp  
AP  
96500  
S 793(3)

Sächsische  
Landesbibliothek  
Dresden

Redaktionsschluß 1.3.1956

Alle Rechte vorbehalten · Fachbuchverlag Leipzig  
Satz und Druck: Oswald Schmidt KG, Leipzig  
Veröffentlicht unter der Lizenznummer 114-210/272/56 des Amtes für Literatur  
und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik

DNA 56/29/478

1956 III 1453

## VORWORT

Viele Menschen beschäftigen sich heute beruflich oder aus Liebhaberei mit der Fotografie. Die Arbeitskreise der Fotofreunde im Kulturbund zur Demokratischen Erneuerung Deutschlands nehmen sich ihrer an und suchen sie zu immer höheren Leistungen zu führen. Auch die moderne Publizistik hat einen riesigen Bedarf an zeitnahen Fotos, und die Aufnahmen, die für technische und wissenschaftliche Zwecke gemacht werden, erreichen nahezu astronomische Zahlen.

Der außerordentlich große Verbrauch von Aufnahme- und Positivmaterial steht leider in vielen Fällen in keinem Verhältnis zu den erreichten Resultaten. Das liegt daran, daß nur wenige die optischen, physikalischen und chemischen Gesetze kennen, die der Aufnahmetechnik und dem Entstehen des fotografischen Bildes zugrunde liegen. Die Kenntnis dieser Gesetzmäßigkeiten ist aber unerläßlich, wenn man die technischen Möglichkeiten voll auswerten will, die uns mit den modernen Fotoapparaten und Filmen in die Hand gegeben sind.

Die »Fotografische Praxis« will hier eine schon lange bestehende Lücke in der fotografischen Literatur ausfüllen und dazu führen, den Ausgangspunkt des Knipsers zu überwinden und zur bewußten Bildgestaltung anzuregen. Ein weiteres Ziel des Buches besteht darin, durch klare Arbeitsanweisungen Mißerfolge auf ein Mindestmaß zu beschränken und damit wertvolles Aufnahmematerial einzusparen.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden zunächst die gesetzmäßigen Zusammenhänge des fotografischen Prozesses in Wort und Bild klar und übersichtlich dargestellt, ohne daß spezielle Kenntnisse vorausgesetzt werden. Der Leser wird mit Bau und Funktion der Einzelteile eines fotografischen Apparates bekannt gemacht. Durch die Kenntnis der Zusammenhänge wird er dann in die Lage versetzt, die Einzelteile sinnvoll anzuwenden und technisch voll auszuwerten.

Wir wollen lernen, die Natur und das uns umgebende pulsierende Leben im Bild einzufangen und darzustellen. Dabei müssen wir die technischen Schwierigkeiten überwinden, die einzelne Aufgabengebiete der Fotografie bieten. Und außerdem wollen wir lernen, bildhaft zu gestalten und unsere innersten Erlebnisse in unseren Bildern widerklingen zu lassen. Dann werden wir uns selbst viele frohe Stunden bereiten.

Die »Fotografische Praxis« gliedert sich in zwei Hauptteile. Der erste Teil macht mit den Aufnahmeapparaten und ihren Hilfsmitteln bekannt. Er zeigt uns die

Möglichkeiten auf, die uns die fotografische Technik an die Hand gibt. Aus den gewonnenen theoretischen Erkenntnissen folgen jeweils praktische Hinweise für die Aufnahmetechnik.

Der zweite Teil lehrt uns das Negativ- und Positivmaterial kennen und macht uns mit den chemischen Gesetzen der Fotografie und mit den Prozessen des Entwickelns, Kopierens, Vergrößerns sowie der Dia-Herstellung bekannt. Der letzte Abschnitt behandelt die Farbenfotografie.

Zahlreiche technische Zeichnungen erläutern den Bau der Apparate und ihre Wirkungsweise. Viele Tabellen geben uns das praktische Rüstzeug für die fotografische Arbeit an die Hand. Typentafeln erleichtern die Übersicht über die Produktion und das Angebot des Handels. Eine nach bestimmten Motiven zusammengestellte Auswahl bildmäßiger Fotos soll Anregungen für das eigene fotografische Schaffen geben und auch über Schwierigkeiten bei der Bildkomposition hinweghelfen.

An dieser Stelle möchten wir allen Betrieben bestens danken, die uns durch Überlassung von Bildmaterial bei der Gestaltung des Werks unterstützt haben, ebenso den Bildautoren, die uns Fotos für die Illustrierung überließen, und dem Grafiker Paul Alfred Czerner, Leipzig, der die technischen Zeichnungen ausführte.

#### VORWORT ZUR DRITTEN AUFLAGE

Die ersten beiden Auflagen waren wenige Monate nach Erscheinen vergriffen. Bei der Neuauflage wurden Typentafeln und Text der Weiterentwicklung unserer fotografischen Industrie angeglichen und in enger Fühlungnahme mit den in Betracht kommenden Herstellerwerken überprüft sowie neu entwickelte Geräte aufgenommen.

Der Verfasser ist auch in Zukunft für Verbesserungsvorschläge und Ergänzungswünsche jederzeit dankbar und wird sie nach Möglichkeit bei Neuauflagen berücksichtigen.

*Leipzig, im März 1956*

*Verfasser und Verlag*

## INHALTSVERZEICHNIS

### Die optischen Gesetze der Fotografie

I. Die optische Entstehung des Bildes	
a) Der fotografische Prozeß .....	1
b) Die Wahl des Apparates .....	4
c) Das Licht .....	15
d) Von der Linse zum Objektiv .....	18
1. Bau und Wirkungsweise der Linsen .....	18
2. Die Monokellinse und ihre wichtigsten Fehler .....	22
3. Von der Monokellinse zum Aplanaten .....	25
4. Vom Aplanaten zum Anastigmaten .....	27
5. Vom »Adlerauge der Kamera« zum Weichzeichner .....	30
II. Praktisches Arbeiten mit den fotografischen Objektiven	
a) Brennweite und Bildwinkel .....	36
1. Die Brennweite des Objektivs .....	36
2. Das Weitwinkelobjektiv und seine Anwendung .....	41
3. Das Teleobjektiv und seine Anwendung .....	50
4. Auswechselbare Objektive in den Kleinformatapparaten .....	55
5. Veränderung der Brennweite durch Vorsatzlinsen .....	58
6. Brennweite und Perspektive .....	60
b) Lichtstärke und Beleuchtung .....	61
1. Die relative Öffnung des Objektivs .....	61
2. Extrem lichtstarke Objektive .....	63
3. Lichtverluste in den Linsen und ihre Ausschaltung (Vergütete Objektive) .....	64
4. Die Gegenlichtblende und ihre Aufgaben .....	68
5. Das Polarisationsfilter und seine Funktion .....	70
6. Beleuchtungsstärke und Objektumfang .....	72
c) Blende und Tiefenschärfe .....	74
1. Die Blende .....	74
2. Auflösungsvermögen und Beugungsunschärfe .....	76
3. Die Tiefenschärfe .....	80
4. Die Tiefenschärfe an praktischen Beispielen .....	85

5. Brennweite und Tiefenschärfe. — Die Tiefenschärfetabelle .....	86
6. Naheinstellung auf Unendlich .....	89
7. Das Arbeiten mit dem Tiefenschärfering .....	90
8. Der Schnappschuß .....	92
<b>III. Die Bildfeldeinstellung</b>	
a) Vom Mattscheibenapparat zur Spiegelreflexkamera .....	99
1. Die Mattscheibeneinstellung .....	99
2. Die kastenförmige Spiegelreflex .....	100
b) Die Sucher .....	103
1. Durchsichtsucher .....	103
2. Aufsichtsucher .....	105
3. Die Sucherfehler .....	106
c) Die Bildfeldeinstellung am modernen Kleinbildgerät .....	107
1. Fernrohrsucher, optischer Durchsichtsucher und Winkelsucher .....	107
2. Entfernungsmesser und Meßsucher .....	111
3. Die Kleinbildspiegelreflex und die Doppelsystemkamera .....	115
<b>IV. Verschuß und Belichtung</b>	
a) Verschlüsse .....	125
1. Bau und Arbeitsweise der Verschlüsse .....	125
2. Verschuß und Bewegungsablauf .....	126
3. Die Verschußzeiten .....	129
b) Die Belichtungszeit .....	133
1. Die richtige Belichtungszeit .....	133
2. Objektiv und Belichtungszeit .....	135
3. Aufnahmematerial und Belichtungszeit .....	136
4. Filmentwicklung und Belichtungszeit .....	136
5. Standort, Beleuchtung und Belichtungszeit .....	137
6. Aufnahmezeit und Belichtung .....	138
7. Eigenbewegung des Aufnahmegegenstands und Belichtungszeit .....	138
8. Bewegungsunschärfe und Verwacklungsunschärfe .....	145
c) Belichtungshilfen .....	150
1. Faustregel .....	150
2. Kleine Belichtungstabelle für alle Fälle .....	150
3. Die Belichtungstabellen des Handels .....	154
4. Die optischen Belichtungsmesser .....	155
5. Der elektrische Belichtungsmesser .....	155
6. Lichtwert, Lichtwertskala und Lichtwertverschuß .....	163
<b>V. Beleuchtung mit Regie</b>	
a) Das Tageslicht .....	166
1. Gerichtetes Licht und Streulicht .....	166
2. Vorder-, Seiten- und Oberlicht .....	169
3. Gegenlicht .....	171

## VIII

b) Das Arbeiten mit Kunstlicht .....	173
1. Einfache Lichtquellen .....	173
2. Elektrische Beleuchtung .....	173
3. Das Nitrafotlicht .....	180
4. Blitzlicht .....	183
5. Magnesiumband .....	187
6. Vakublitz .....	188
7. Vom Vakublitz zur Blitzleuchte .....	190
8. Das Blitzröhrengerät (Elektronenblitzer) .....	193

## VI. Das technische und wissenschaftliche Foto

a) Das technische Foto .....	204
1. Vergrößerung der Tiefenschärfe ohne Abblenden .....	205
2. Stürzende Linien bei Architekturaufnahmen .....	206
3. Das Werbefoto in der Übersicht .....	211
4. Spiegelnde Flächen .....	212
5. Nachträgliche Entzerrung .....	212
b) Die Nahaufnahme und Lupenaufnahme .....	212
c) Die Mikrofotografie .....	217
d) Die Reproduktionsfotografie .....	222

## Die chemischen Gesetze der Fotografie

### VII. Die lichtempfindliche Schicht

1. Lichtempfindliche Salze .....	227
2. Belichten und Entwickeln .....	229

### VIII. Der fotografische Film

1. Lichtempfindlichkeit .....	231
2. Auflösungsvermögen und Körnigkeit .....	233
3. Reflexionslichthof und Diffusionslichthof .....	236
4. Gradation und Belichtungsspielraum .....	238
5. Technisch-wissenschaftliche Spezialfilme .....	246
6. Die Filmformate .....	248
7. Die Kleinfilmpackungen .....	250
8. Haltbarkeit und Filmlagerung .....	251

### IX. Die Farbempfindlichkeit des Films

1. Die Farbenempfindung .....	252
2. Die Filterwirkung .....	255
3. Das orthochromatische Aufnahmematerial .....	256
4. Der Rotpanfilm .....	260
5. Der Orthopanfilm oder Rectepanfilm .....	261
6. Die fototechnischen Filme und ihre Spektralkurven .....	263

<b>X. Die Filter</b>	
1. Wann wenden wir ein Filter an? .....	266
2. Das Gelbfilter .....	267
3. Das Grünfilter .....	267
4. Das Orangefilter .....	268
5. Das Rotfilter .....	268
6. Das Schwarzfilter und die Infrarotfotografie .....	271
7. Fotografische Nachweise durch Infrarot- und Ultraviolettstrahlung .....	274
8. Das Ultraviolettfilter .....	277
9. Das Blaufilter .....	279
10. Filter und Bildschärfe .....	279
11. Aufnahmen ohne Filter .....	280
12. Technische Aufnahmen mit Effektfiler .....	281
<b>XI. Das Entwickeln</b>	
1. Die Dunkelkammer .....	282
2. Die Entwicklung nach Zeit und die Dosenentwicklung .....	287
3. Die Hellichtentwicklung .....	288
4. Zusammensetzung und Wirkungsweise des fotografischen Entwicklers .....	289
5. Praktisches Entwickeln .....	294
6. Die Rapidentwicklung .....	299
7. Die Feinkornentwicklung .....	301
8. Ansetzen von Entwicklern .....	303
9. Die Beurteilung des Negativs .....	305
10. Die Fehler im Negativ .....	309
<b>XII. Fixieren, Wässern und Aufbewahren der Negative</b>	
1. Fixieren .....	312
2. Die Zusammensetzung des Fixierbades .....	313
3. Die Ausnutzbarkeit des Fixierbades .....	315
4. Das Wässern und Trocknen .....	316
5. Nachbehandlung der Negative .....	317
6. Aufbewahrung der Negative .....	318
7. Das Duplikatnegativ .....	320
<b>XIII. Die Kopie</b>	
1. Die fotografischen Papiere .....	321
2. Die Papiergradation .....	323
3. Die Papiereigenschaften .....	324
4. Das Kopieren .....	326
<b>XIV. Die Vergrößerung</b>	
1. Der Vergrößerungsapparat .....	328
2. Die Vergrößerungspapiere .....	335
3. Die Dunkelkammerbeleuchtung .....	337



4. Die Wahl des Ausschnitts .....	337
5. Die Scharfeinstellung .....	339
6. Streulicht .....	339
7. Die Belichtung .....	340
8. Abwedeln .....	340
9. Entzerren .....	341
10. Korn und Vergrößerung .....	342
XV. Die Entwicklung	
1. Ansetzen des Entwicklers .....	343
2. Das Entwickeln .....	344
3. Zwischenwässerung .....	345
4. Fixieren und Wässern .....	345
5. Trocknen .....	345
6. Die Bildtonung .....	345
7. Die Positivretusche .....	345
XVI. Diapositiv und Projektion	
1. Diaherstellung und Projektion .....	350
2. Das Kleinbilddia .....	350
3. Das Einbetten der Dias .....	353
4. Die Projektion .....	354
5. Die Dia-Aufbewahrung .....	356
XVII. Naturfarbenfotografie	
1. Das Wesen des Farbfilms .....	356
2. Die Farbtemperatur .....	360
3. Farbfilm und Belichtungsspielraum .....	361
4. Die Belichtungszeit .....	362
5. Farbenabweichungen und Farbkorrektur .....	366
6. Farbnegativfilm, farbige Kopie und Farbpositivfilm .....	369
7. Der neue Agfacolor Ultra .....	371
Anhang: Normen in der Fotografie .....	373
Stichwortverzeichnis .....	377

Aufnahmedaten und Bildcharakteristiken zu den 4 farbigen Tafeln befinden sich auf Seite 372



# DIE OPTISCHEN GESETZE DER FOTOGRAFIE

## I. Die optische Entstehung des Bildes

### a) Der fotografische Prozeß

»Aufzeichnen mit Licht« bedeutet das Wort Fotografie<sup>1)</sup>. Gemeint ist damit das Aufzeichnen der Eindrücke, die wir mit den Augen als Licht und Schatten, als Farbe und Form empfinden. Beide Systeme, das menschliche Auge und die fotografische Kamera, haben ihre Vorzüge und Nachteile. Das Auge paßt sich blitzschnell den verschiedenen Entfernungen an, in denen sich die beobachteten Objekte<sup>2)</sup> befinden. Die zeitlich hintereinander registrierten Lichteindrücke gehen fließend ineinander über und verschmelzen zu einem bewegten und sich ständig verändernden Bild der Umwelt, das keinen Stillstand und kein Zurückschalten kennt. Die Einzeleindrücke werden dabei nur flüchtig registriert, so daß die Erinnerung zwangsläufig unklar und lückenhaft sein muß.

Der fotografische Apparat besitzt nicht die Beweglichkeit und Wendigkeit des Auges, das die Umgebung abtastet und die Einzelbilder zu einem Gesamteindruck vereinigt. Er fixiert Einzelbilder aus dem zeitlichen Ablauf des Geschehens. In diesem dokumentarischen Festhalten des Augenblicks liegt der Wert des fotografischen Verfahrens begründet. Mit Hilfe der Fotografie können wir sowohl die Einzelphasen einer schnellen Bewegung (Vogelflug) sichtbar machen als auch in der Kinematografie<sup>3)</sup> mit Zeitraffern die Einzelphasen langsamer Bewegungen (Wachstum der Pflanzen, Öffnen einer Blüte) zu einem sichtbaren Bewegungsablauf zusammenfügen. Die Infrarotfotografie vermittelt uns den Blick in dunstige Fernen, die Röntgenfotografie den Blick ins Innere des menschlichen Körpers. So ist die Fotografie auf allen Gebieten zu einem unentbehrlichen Helfer bei der wissenschaftlichen Erforschung unserer Umwelt geworden.

Neben der wissenschaftlichen Fotografie steht gleichberechtigt das einfache Erinnerungsbild des Amateurs (Bild 7). Der fotografische Prozeß gibt auch dem im Zeichnen und Malen Unbegabten eine Möglichkeit zu schöpferischer Tätigkeit, zur bildmäßigen Gestaltung seiner Eindrücke und Erlebnisse. Dieses allmähliche und stufenweise Fortschreiten vom einfachen fotografischen Registrieren der Umwelt, vom Erinnerungsbild, zur bildmäßigen Gestaltung (Bilder 48 und 221), zur Lichtbildkunst, kann viel Schaffensfreude und Erbauung vermitteln.

Der *Strahlengang* im Auge ist vergleichbar dem Strahlenbündel, das durch ein *Brennglas* fällt. Es sammelt die Lichtstrahlen von Gegenständen, die sich vor ihm

<sup>1)</sup> photon (griech.) = das Licht; grápho (griech.) = ich schreibe. <sup>2)</sup> obiectum (lat.) = Gegenstand.

<sup>3)</sup> kínema (griech.) = Bewegung; grápho (griech.) = ich schreibe.

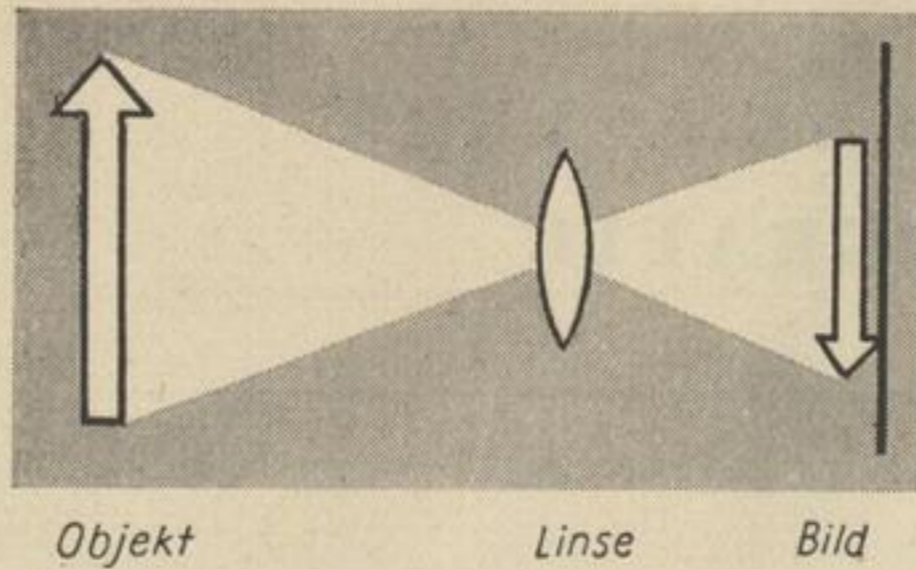


Bild 1. Strahlengang durch die Sammellinse

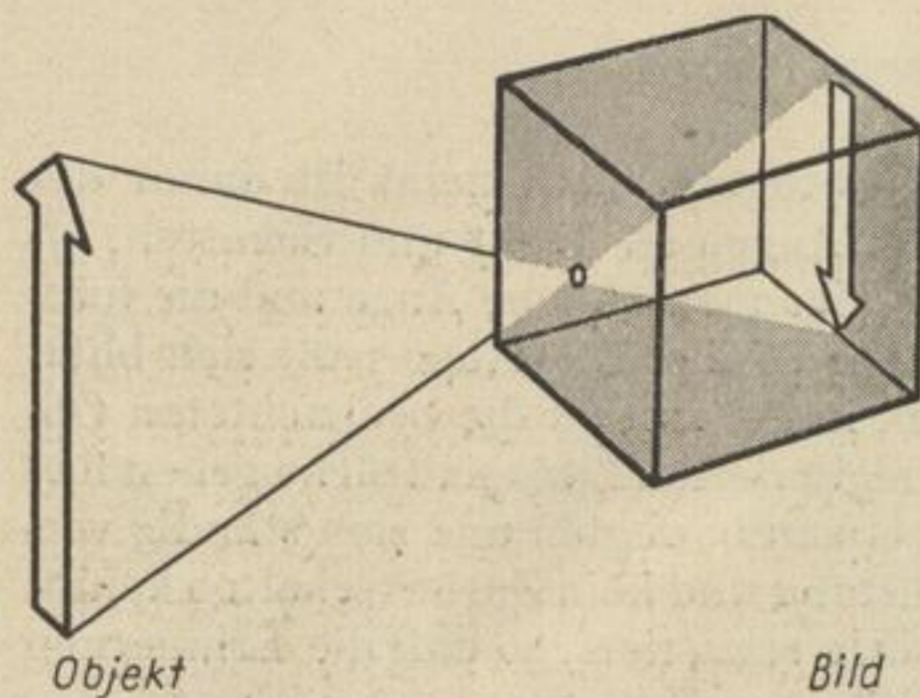


Bild 2. Strahlengang in der Camera obscura

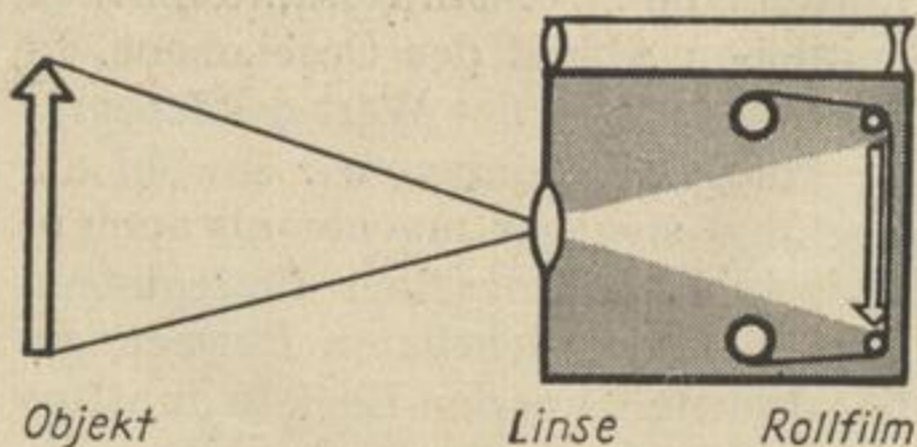


Bild 3. Bauprinzip der Boxkamera

befinden. Setzt man hinter das Brennglas eine helle Auffangfläche, so entwirft es auf dieser ein umgekehrtes und verkleinertes Abbild der Gegenstände (Bild 1). Nun fügen wir das Brennglas in die Vorderwand eines Kastensein, der innen mit schwarzem Papier bekleidet ist. Der Kasten verhindert den Einfall von Seitenlicht. Ersetzen wir die Rückwand durch eine mattierte Glasscheibe, so entsteht auf dieser *Mattscheibe* ein klares und deutliches Abbild (Bild 2). Es ist dann die einfachste technische Nachbildung des Auges in seiner Funktion, die *Camera obscura*<sup>1)</sup>, entstanden. Das gleiche Bauprinzip besitzt der einfachste fotografische Apparat des Handels, die *Box*. An die Stelle der Mattscheibe ist dann lediglich ein aufgespannter Rollfilm getreten, der die lichtempfindliche Aufnahmeschicht trägt (Bild 3). Am Gehäuse ist ein Sucher angebracht. Da die Mattscheibe fehlt, müssen wir mit seiner Hilfe Lage und Größe des Teilbildes bestimmen, das von der Linse erfaßt wird.

Die Aufgabe der Fotografie, die bildmäßige Erfassung der Umwelt, wird durch zwei Teilvorgänge gelöst. Mit Hilfe einer Linse entwerfen wir das Abbild des aufzunehmenden Objekts. Das ist ein rein physikalischer Vorgang. Er beruht auf den Gesetzen der Fortpflanzung von Lichtstrahlen und der Lichtbrechung. Das Abbild wird von einer lichtempfindlichen Schicht bildmäßig festgehalten. Das ist ein rein chemischer Vorgang.

Durch die einstrahlende Lichtenergie wird eine chemische Reaktion ausgelöst. Ihre sichtbaren Endprodukte setzen mosaikartig das fotografische Bild zusammen. Das Aufnahmematerial kann außerhalb des Apparates nur in lichtdicht schließenden *Kassetten*<sup>2)</sup> oder *Patronen* untergebracht werden. Man legt die fotografische Schicht, die sich auf Glas (Platte) oder einem zelluloidartigen Kunststoff (Film) befindet, erst im Dunkelraum des Apparates frei. Die Boxkamera besitzt ein einfaches Linsensystem. Ersetzt man es durch das komplizierte Linsensystem eines modernen fotografischen Objektivs, so wird zwar die Bildleistung verbessert, aber gleichzeitig wird auch der technische Vorgang des im Grundprinzip einfachen fotografischen Verfahrens wesentlich kompliziert.

<sup>1)</sup> camera (lat.) = Raum; obscurus (lat.) = finster. <sup>2)</sup> cassette (franz.) = Kästchen.



Bild 4. Altissa-Box des VEB Altissa, Dresden, einfache Boxkamera starrer Bauart



Bild 5. Perfekta II, Boxkamera in neuartiger Form mit herausziehbarem Tubus des VEB Rheinmetall, Sömmerda

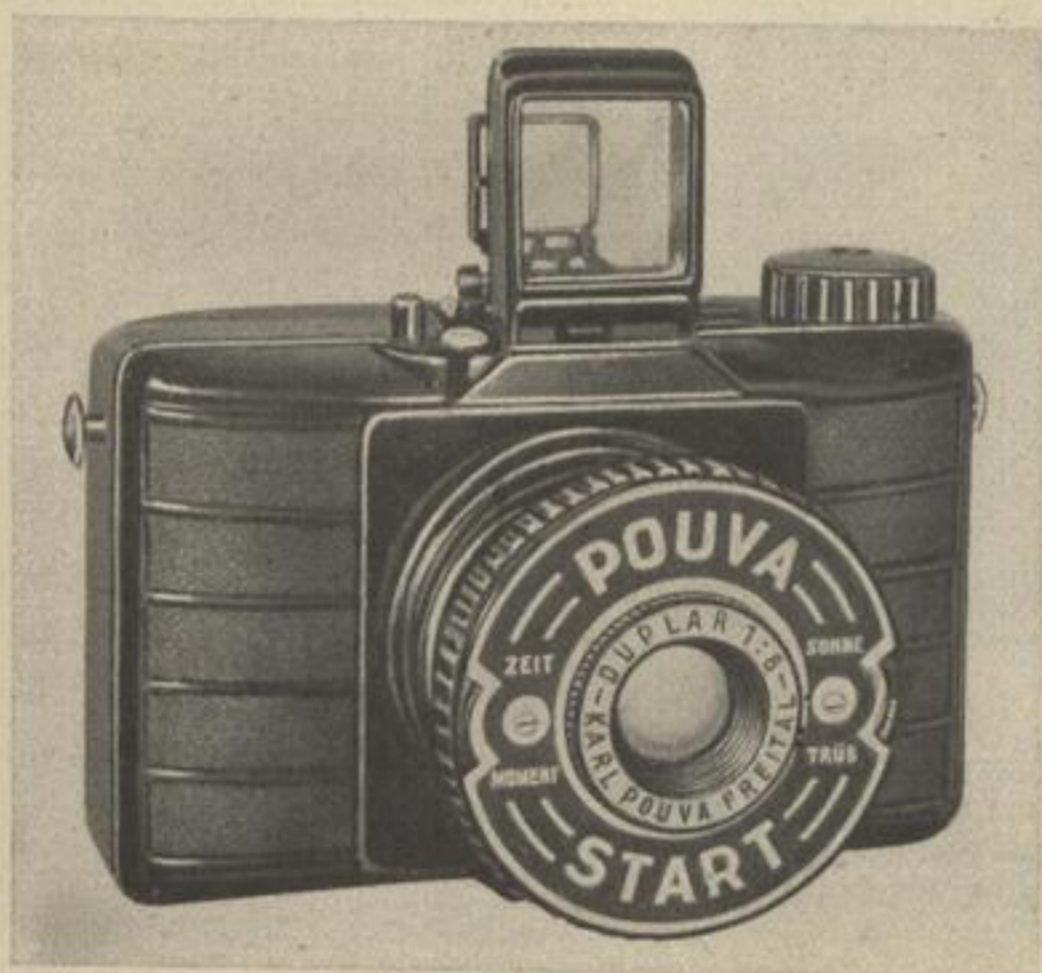


Bild 6. Pouva Start, eine moderne Box mit versenkbarem Objektivtubus mit Gewinde (Pouva, Freital)

## b) Die Wahl des Apparates

Meist wählt man zuerst das Aufnahmegerät. Man sollte es eigentlich erst wählen, nachdem man das fotografische Verfahren kennt. Entscheidend für das Endergebnis ist nicht der fotografische Apparat, sondern der Mensch, der ihn bedient. Ein guter Fotograf kann auch mit dem einfachsten Apparat qualitativ gute Bilder erzielen; er kann aus der Kamera technisch das Letzte herausholen. Für einen Anfänger ist ein technisch vollkommener, neuzeitlicher Apparat viel zu kompliziert gebaut. Der Anfänger erzielt mit einer billigen Box weit bessere Bilder als mit der teuersten Markenkamera. Die erste arbeitet voraussetzungslos »richtig«, die zweite setzt spezielle technische Kenntnisse zu ihrer Bedienung voraus. Diese speziellen Kenntnisse der fotografischen Optik und ihrer Funktionen wollen wir uns in den folgenden Kapiteln erarbeiten.

Der Laie beginnt mit dem *Box-Typ*. Ohne Vorkenntnisse kann er mit ihm fotografieren. Der Apparat läßt keine Wahl; die Bedienung setzt kein Überlegen voraus. Mutet man dem Apparat nichts Unmögliches zu, so arbeitet er automatisch richtig. Seine technischen Grenzen lernt man nach kurzer Benutzung kennen. Die Box ist daher auch der Fotoapparat des Schulkindes. Sie ist in der einfachsten Form ein starrer Kasten (Altissa; Bild 4), der bisweilen schon recht geschmackvolle Form annimmt. Bei der Pouva (Bild 6) ist er besonders klein und handlich und mit herausdrehbarem Objektivstutzen versehen; sie sieht dann schon einem vornehmen Kleinbildapparat ähnlich. Das gleiche gilt für das verbesserte Modell Perfekta II (Bild 5), das ebenfalls einen versenkbaren Objektivtubus besitzt. In Fachkreisen bezeichnet man den Box-Typ bisweilen wenig schmeichelhaft als »Idiotenkamera«. Aber gerade dieses Scherzwort bringt zum Ausdruck, daß

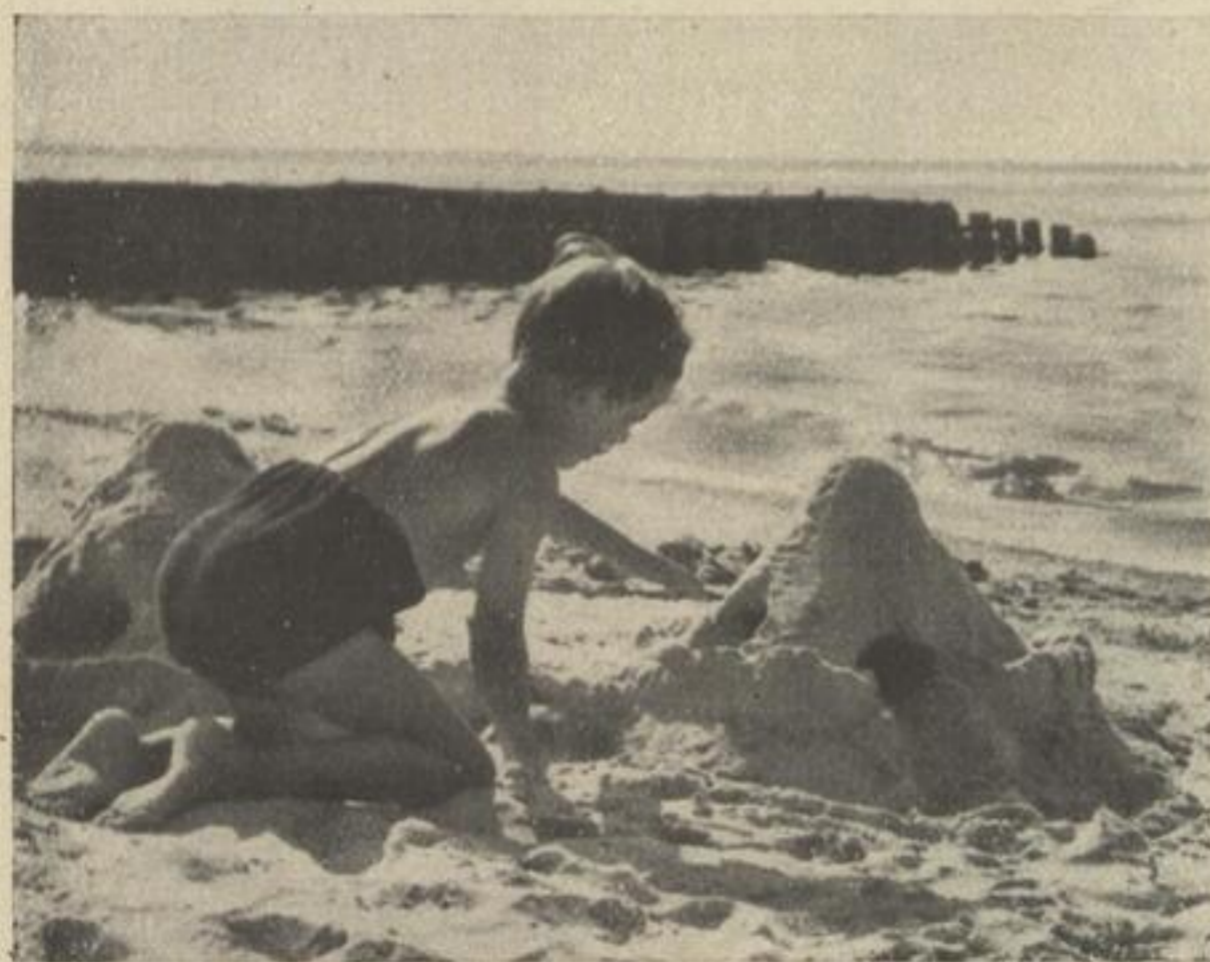


Bild 7. Kleiner Baumeister.

Schnappschuß am Strande mit einfacher Boxkamera. Gegenlicht legt reizvolle Lichtsäume um das Kind, das plastisch im Bild steht. Die Schattenpartien sind durch den sonnenbeschienenen Sand gut aufgehellt. Helmut Stapf, Leipzig; Pouva-Aufnahme; Juli 15 Uhr; Moment ( $\frac{1}{25}$  s); Sonne (Blende 11); Agfa-Isopan-Film 17/10° DIN

jeder ohne Kenntnisse und Überlegungen mit ihr gute Bilder erzielen kann. Damit sind Pouva, Perfekta, Altissa und Box die Apparate des Schulkindes und des Laien, der gelegentlich Erinnerungsbilder knipst.

Das *Arbeiten mit der Pouva* ist denkbar einfach. Ein Druck, und das Kameragehäuse springt auf. Bei Tageslicht wird ein Rollfilm 6×9 cm eingelegt und die Rückwand wieder aufgedrückt. Dann legt man den Film frei, indem man mit dem Aufwickelknopf die Papierhülle des Films aufwickelt, bis im Fenster der Rückwand die Filmnummer »1«

sichtbar wird. Durch Herausdrehen des Objektivstutzens (Bild 6) wird gleichzeitig der Auslöseknopf funktionsfähig. Wir stellen den Verschuß auf »Moment« oder bei längeren Stativaufnahmen auf »Zeit«. Die Blende steht bei sonnigem Wetter und hellen Motiven auf »Sonne«, bei beschatteten Objekten oder bei trübem Wetter auf »Trüb«. Im Sommer und bei sonnigem Wetter verwenden wir 17/10° DIN-Film (Bild 7), bei ungünstigen Aufnahmebedingungen (Winter; düstere Objekte) 21/10° DIN-Film. Filmwahl und Blende sind die beiden Freiheiten, die uns der Apparat läßt. Wir heben das Gerät in Augenhöhe, visieren durch den Sucher das Objekt an, wählen den günstigsten Bildausschnitt und drücken mit dem Zeigefinger den Auslöseknopf langsam und ruhig nieder. Wir belichten dann automatisch  $\frac{1}{25}$  Sekunde bei Blendenzahl 8 (Trüb) oder 11 (Sonne).

Bei der Aufnahme treten wir so nahe wie möglich an das Objekt heran, damit das Bildformat gut ausgefüllt ist. Unsere erste und wichtigste Aufnahmeregel, besonders im Zeichen der Kleinformatfotografie, ist:  
*Heran an das Motiv!*

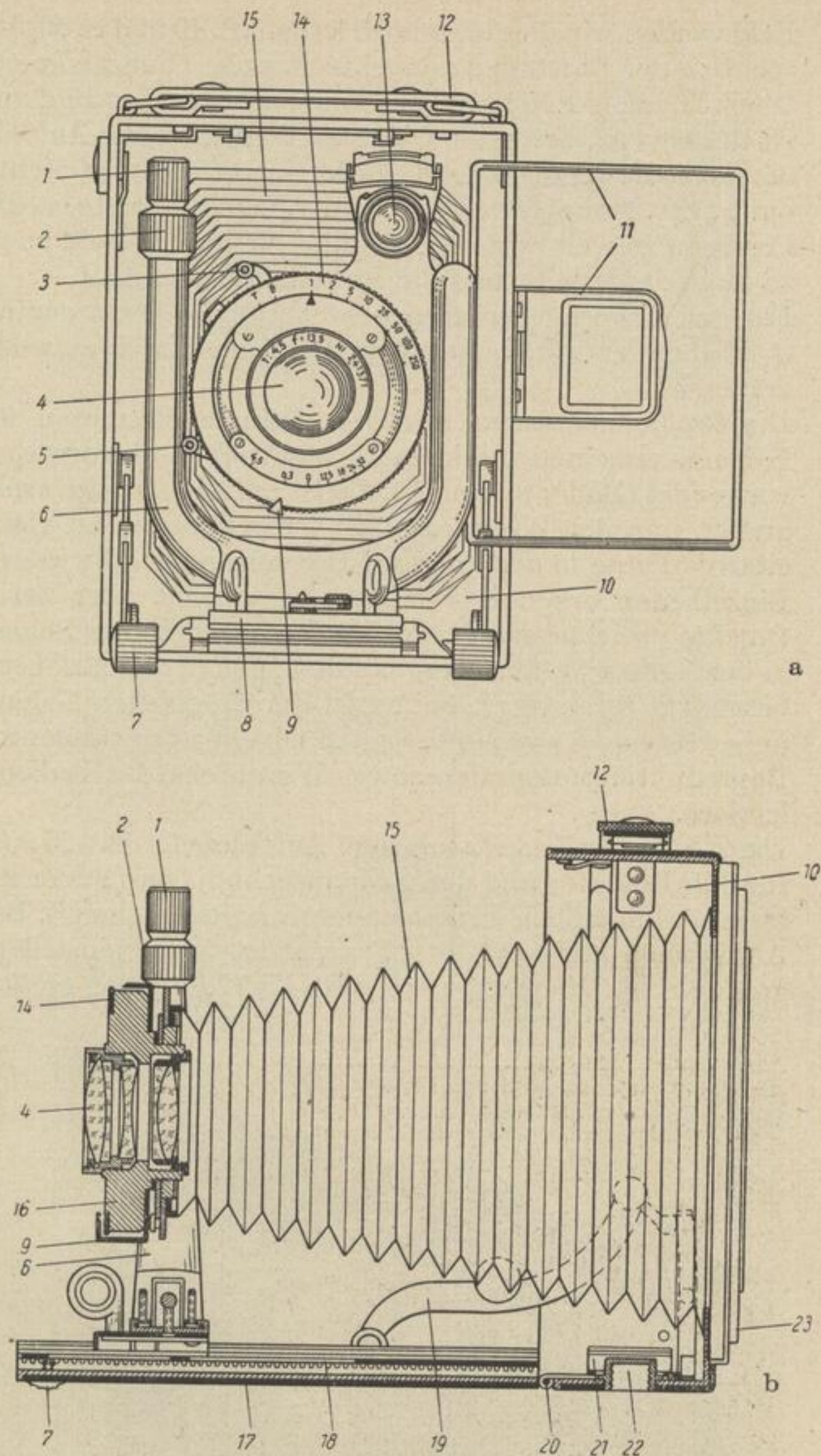


Bild 8. Großformatkamera; a) in Vorderansicht, b) in Seitenansicht. (1) Seitenverstellknopf und (2) Höhenverstellknopf der Standarte, (3) Verschlussauslösung, (4) Objektiv, (5) Verschlussspanner, (6) Standarte (Objektivträger), (7) Triebknopf für Auszugsverlängerung, (8) Standarte, Unterteil, (9) Blendeneinstellung, (10) Kameragehäuse, (11) Rahmensucher, (12) Tragriemen, (13) Brillantsucher, (14) Verschlusszeitenskala, (15) Balgen, (16) Objektivplatte, (17) Laufboden, (18) Auszugsschlitten, (19) Spreize, (20) Laufbodenscharnier, (21) Schlittenverlängerung, (22) Stativmutter, (23) Mattscheibenrahmen

Bald werden wir allerdings noch lernen (S. 49 und S. 60/61), daß uns durch die Perspektive der Darstellung dabei technische Grenzen gesetzt sind und wir uns dem Objekt nur bis 1,50 m nähern können, wenn das Bild verzeichnungsfrei sein soll. Auch bei stark bewegten Objekten vermeiden wir Aufnahmen aus nächster Nähe, damit die Bewegungsunschärfe verringert wird und nicht mehr störend in Erscheinung tritt. Hauptgebiet des kleineren Bildformats ist die Großaufnahme. Stehen Personen zu weit entfernt, so füllen sie das Bildfeld zu wenig aus, werden im Bild zu klein dargestellt, und die Aufnahme enttäuscht.

Für den Anspruchsvolleren richtet sich die Wahl der Kamera nach dem hauptsächlichsten Verwendungszweck. Leitfrage ist: Was wollen wir vorwiegend fotografieren?

Die *Großformatkamera* mit den Aufnahmeformaten  $9 \times 12$  und  $6 \times 9$  cm, mit Balgenauszug und dunklem Einstelltuch wird vorwiegend für Stativaufnahmen verwendet (Bilder 8a und b). Sie ist die Kamera des ernsthaften Landschaftsfotografen, und der Wissenschaftler verwendet sie im Gelände und im Atelier. Sie gibt die Ferne in der Landschaft genügend groß wieder, so daß man in ihr viele Einzelheiten erkennt. Der Apparat versagt aber bei der Aufnahme bewegter Objekte aus nächster Nähe, bei den sogenannten Schnappschüssen. Denn er ist in der Nähe sehr einstellempfindlich, und der Schärfereich seiner Optik ist dann besonders gering. Erst bei exakt durchgeführten Nahaufnahmen vom Stativ am unbewegten oder wenig bewegten Objekt ist er wieder unübertroffen. Berufs- und Reproduktionsfotografen sowie Wissenschaftler bedienen sich der Großformatkamera.

Die *Kleinformatkamera* mit dem Aufnahmeformat  $24 \times 36$  mm ist der Kamerateyp für den Reporter und den Schnappschußjäger (Bilder 9 und 10). Der Apparat ist klein und handlich, wendig und stets aufnahmebereit. Besonders geeignet ist er für Aufnahmen aus der Nähe; denn er ist wenig einstellempfindlich und hat einen großen Schärfereich. Das heißt: Er bildet einen größeren Tiefenraum scharf ab

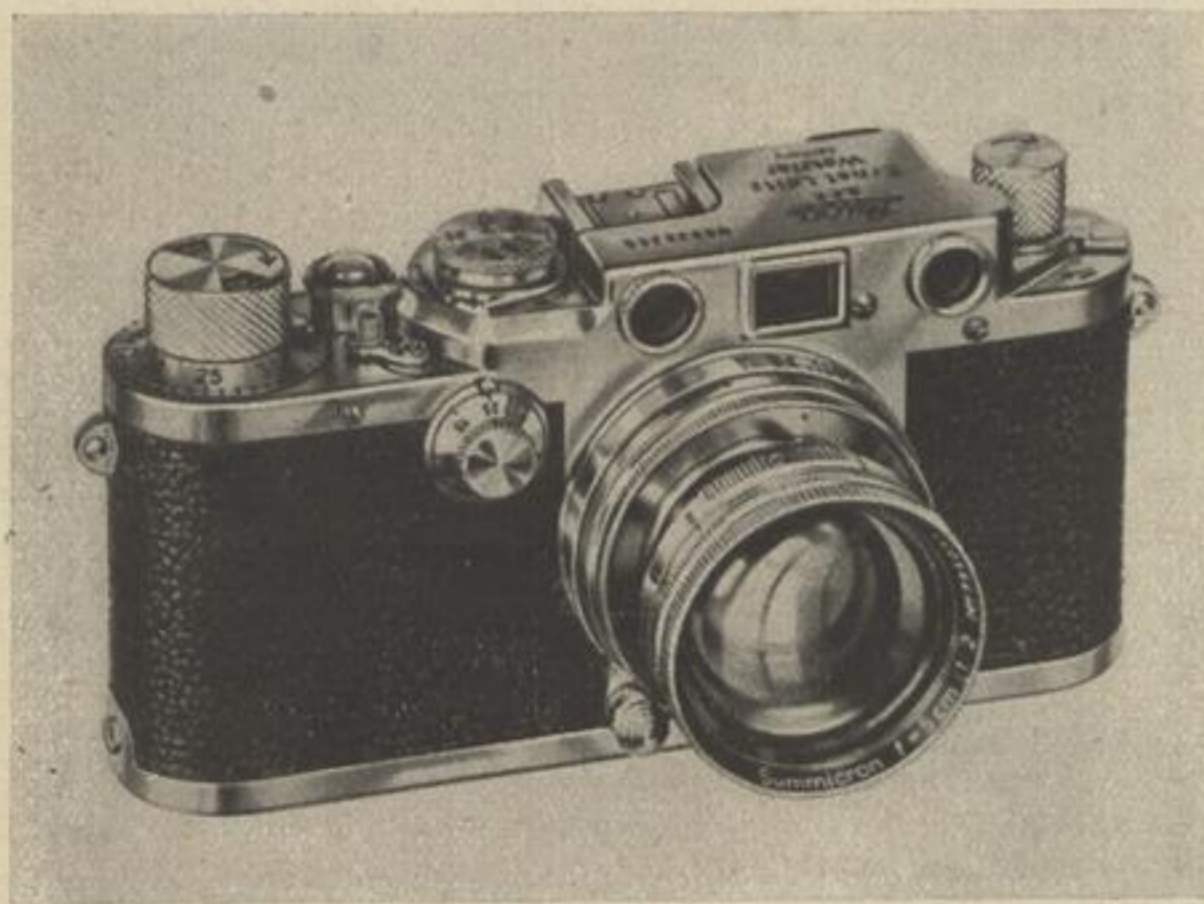


Bild 9. Leica, der erste Kleinbildapparat im Aufnahmeformat  $24 \times 36$  mm, eine Kamera für alle Anwendungsgebiete der Fotografie; Leitz, Wetzlar

als der Großformatapparat (S. 85/86; 87). Wegen der Kleindarstellung und des geringeren Auflösungsvermögens ist er weniger geeignet für die Darstellung der Ferne und der großräumigen Landschaft. Den Vorteilen des geringen Gewichts und der Handlichkeit stehen auch Nachteile gegenüber. Das Kleinformat setzt stärkste Vergrößerungsfähigkeit und damit präziseste und sauberste Aufnahme-, Entwicklungs- und Vergrößerungstechnik voraus. Die technisch gut durchkon-



struierten Kleinapparate (Bild 10) verlangen technische Spezialkenntnisse zur Bedienung und Einarbeitung auf das betreffende Kameramodell.

Eine Universalkamera für alle Zwecke gibt es noch nicht. Ihr am nächsten kommt das *Mittelformat*  $6 \times 6$  cm. Im Nahbereich ist die Mittelformatkamera nicht so einstellempfindlich; wir brauchen nicht so genau auf die Entfernung zu achten wie bei der Großformatkamera. In der Ferne gibt sie die Einzelheiten besser wieder als die Kleinformatgeräte. Sie ist die Kamera für den ernsthaften Amateur, der weder auf saubere Landschaftsaufnahmen noch auf den Schnappschuß verzichten will. Sie ist auch die Kamera des Berufsfotografen und hat im Atelier schon die Großformatkamera weitgehend verdrängt. Die  $6 \times 6$ -Kamera hat darüber hinaus den Vorteil des quadratischen Formats. Wir brauchen nicht zu entscheiden zwischen Hoch und Quer, und es gibt nur *eine* Aufnahmestellung des Geräts.

So ist die Wahl des Apparats zunächst eine Formatfrage geworden, und das Aufnahmeformat wird klar und eindeutig durch den Verwendungszweck vorgeschrieben. Die weitere Wahl zwischen den speziellen Typen der einzelnen Formate richtet sich nach den technischen Einzelheiten des Kamerabaus.

Viele Vorteile für den Anfänger und Laien, aber auch für den Berufsfotografen und den ernsthaften Amateur bietet das *Mattscheibenbild*. Es vermittelt eine exakte Bildfeldbegrenzung und Scharfeinstellung und zeigt offenkundige Vorteile und Mängel der Beleuchtung auf den ersten Blick. Man hat daher den Mattscheibenapparat auch als »die anschauliche Kamera« bezeichnet. Bei den älteren Balgenreäten muß die Mattscheibe vor der Aufnahme gegen die Kassette mit dem Aufnahmematerial ausgewechselt werden. Das engt die Verwendung des Apparats

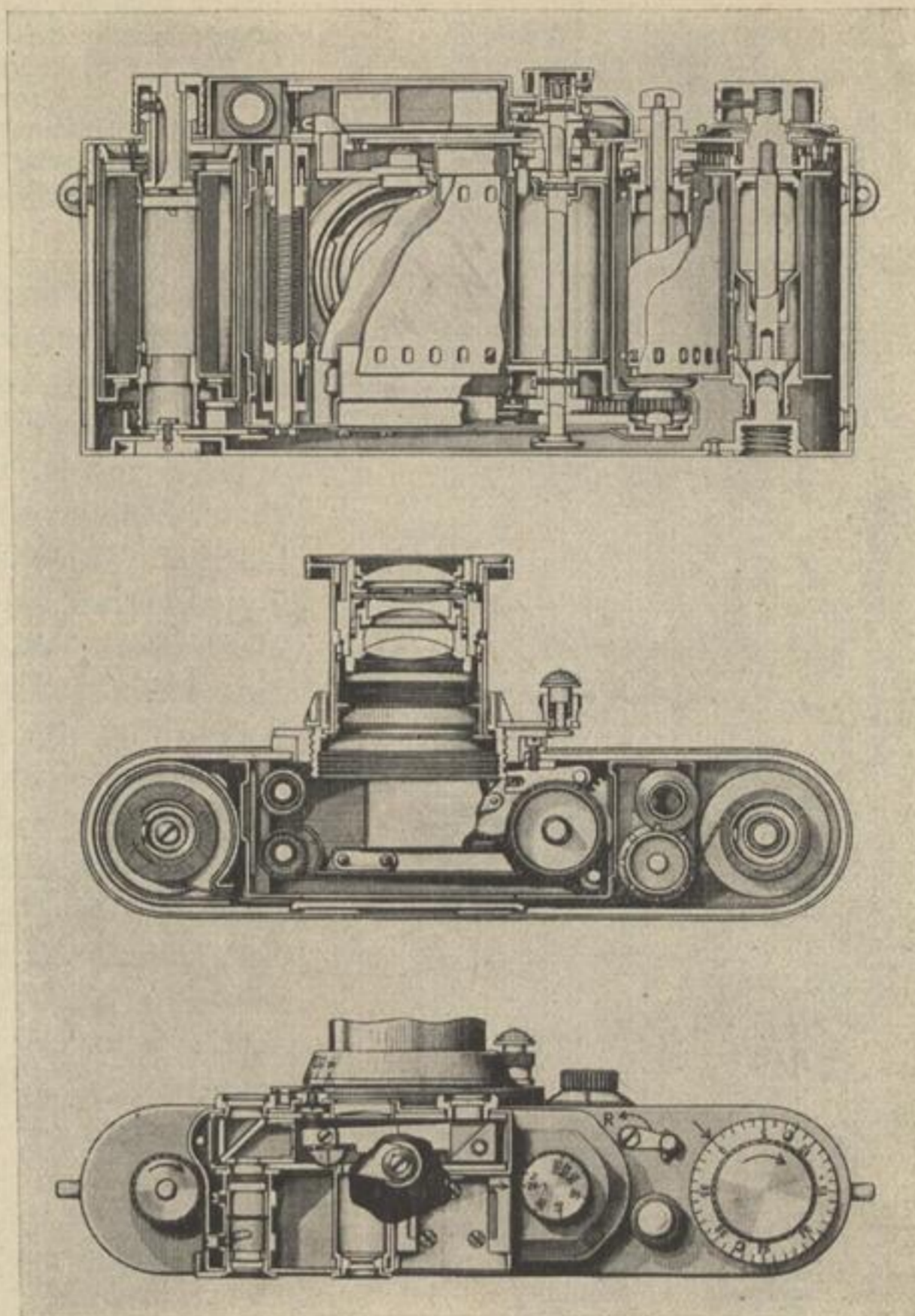


Bild 10. Leica, oben im senkrechten, Mitte im waagrechten Schnitt, unten in der Aufsicht. Die Schnitte geben einen Einblick in den feinmechanischen Bau dieser Präzisionskamera. Auf kleinstem Raum sind unzählige Einzelteile untergebracht. Das Fotografieren mit einer solchen Kamera erfordert gründliches Einarbeiten

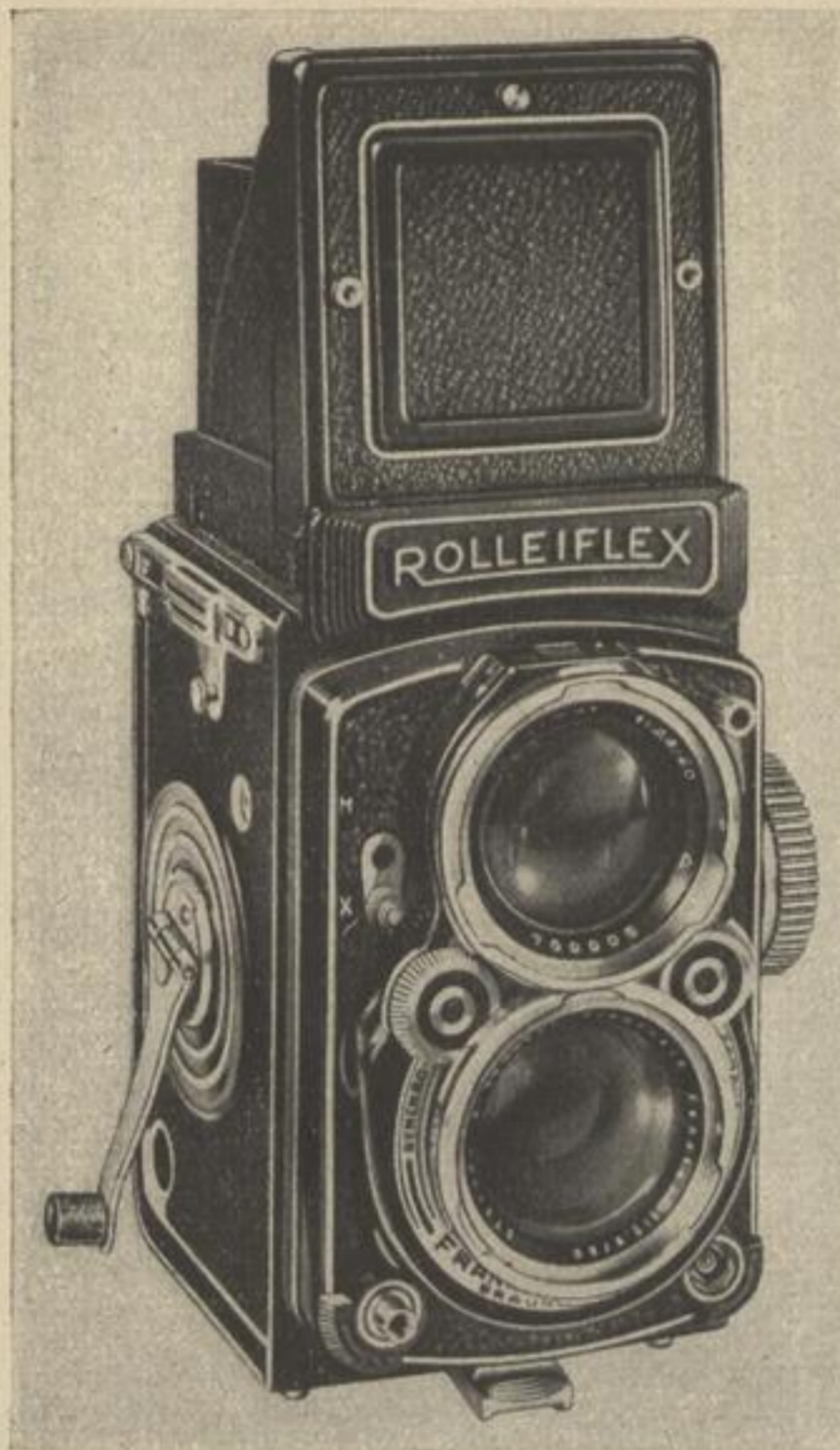


Bild 11. Rolleiflex, die erste zweiäugige Spiegelreflex im Aufnahmeformat  $6 \times 6$  cm; Franke und Heidecke, Braunschweig. Die Rolle 2,8 C ist ausgerüstet mit Schneider-Xenotar 2,8/80, Synchro-Compur-Verschluß  $\frac{1}{500} \dots 1$  s und T, mit Lichtwertskala und Selbstauslöser. Die Zeit-Blende-Kupplung vermittelt automatische Blendenverstellung beim Übergang zu einer anderen Verschlusszeit

stark ein; denn bewegte Objekte verändern inzwischen ihre Lage im Raum. Dieser Schwierigkeit begegnet man bei der *Spiegelreflexkamera* (Bilder 11 und 12) durch Einbau eines Spiegels. Er wirft das vom Objektiv (bzw. Sucherobjektiv) eingefangene Strahlenbündel als aufrechtes und bei modernen Typen auch seitenrichtiges Bild auf eine Mattscheibe an der Oberseite des Apparats. Man kann dann das Bild entweder bis zum Augenblick der Aufnahme (einäugiger Typ) oder auch noch während derselben (zweiäugiger Typ) auf der Mattscheibe beobachten. Das wirkt sich sehr vorteilhaft bei bewegten Objekten aus. Die Nachteile der Spiegelreflexkamera sind der starre und relativ große Kasten und der höhere Preis. Sie ist aber der anschauliche moderne Kamertyp und das bevorzugte Aufnahmegerät des Sportfotografen und Reporters.

Zu den unanschaulichen, da »blinden«, Kamertypen gehören die billige Rollfilmkamera und die teure Präzisions-Kleinbildkamera. Beide verzichten bewußt auf das Mattscheibenbild. Das verringert die Größe des Apparats und sein Gewicht und steigert die Aufnahmebereitschaft. Die Bildfeldbegrenzung wird durch einen *Sucher* festgelegt. Das Sucherbild ist klein und deshalb weniger anschaulich. Zur guten Bildgestaltung gehört dann eine gewisse Erfahrung in der richtigen Beurteilung des kleinen Sucherbildes.

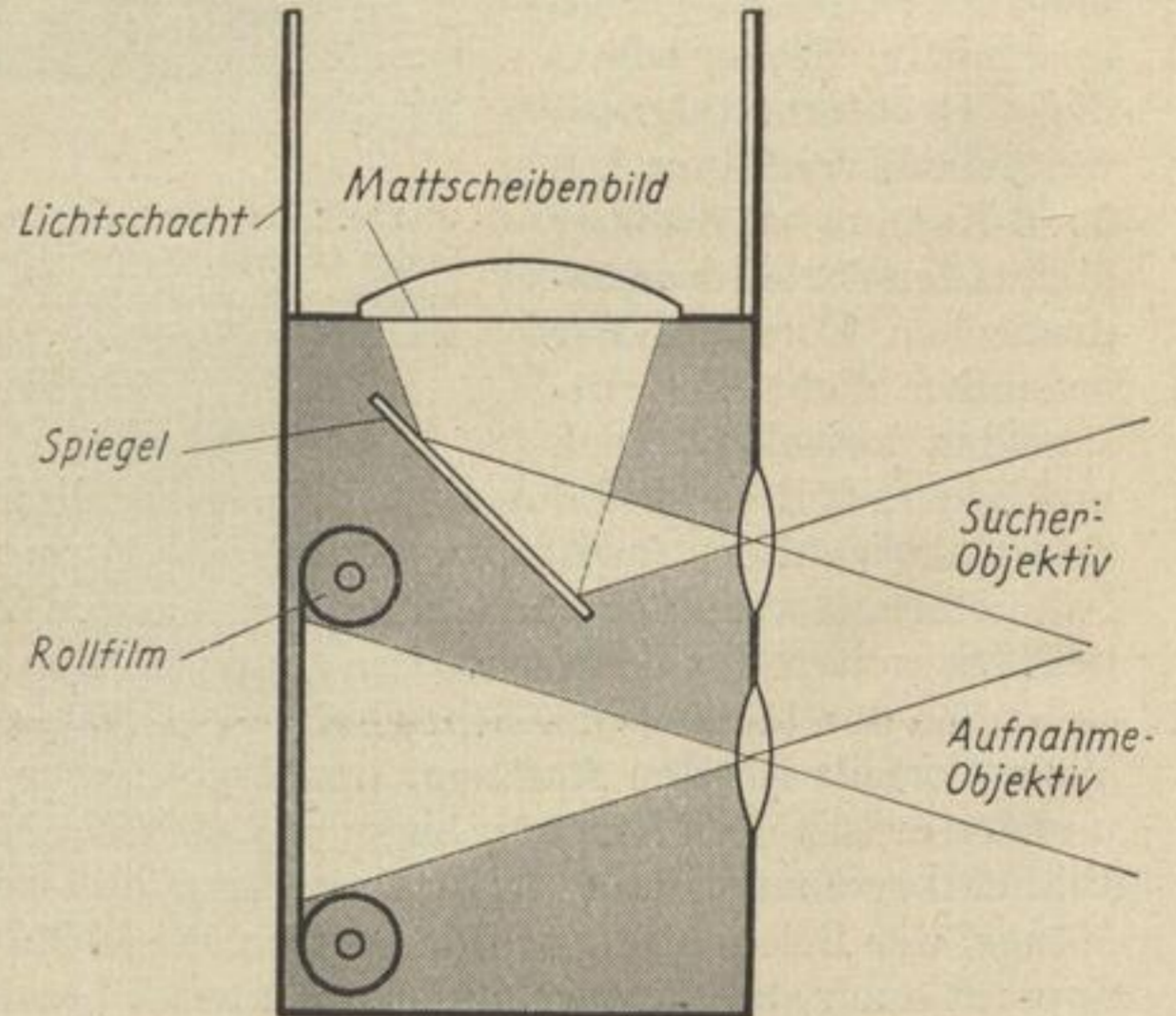


Bild 12. Schnitt durch eine zweiäugige Spiegelreflexkamera (schematisch)

Bei der billigen *Rollfilmkamera* arbeitet der Sucher häufig nicht so exakt, daß man das Bildfeld bis zum äußersten Rande ausnutzen kann. Man riskiert sonst bei Personenaufnahmen abgeschnittene Füße oder Köpfe. Man schätzt die Entfernung des Aufnahmegegenstandes. Den Schätzwert stellt man auf einer Meterskala ein, während sich die Einstellung auf einer Mattscheibe absolut sicher und anschaulich vollzieht (Bilder 13...17). Das verursacht eine doppelte Ungenauigkeit; denn Entfernungsschätzen erfordert Übung, oder man muß einen optischen Entfernungsmesser verwenden. Und die Entfernungsskala der billigen Apparate ist nicht immer vollkommen zuverlässig; man muß sie überprüfen. Wegen dieser Unsicherheitsfaktoren hat man auch die wohlfeile Rollfilmkamera als die »schätzende« Kamera bezeichnet. Trotz dieses Nachteils ist sie wegen des niedrigen Preises die am meisten angewendete Kamera. Gegenüber den Plattenappa-

Bild 14. Belfoca, Filmeinlegen (I). Nach seitlichem Verschieben der Verriegelung unter dem Tragenkel wird die Kamerarückwand aufgeklappt, die durch ein Scharnier beweglich mit dem Kameragehäuse verbunden ist

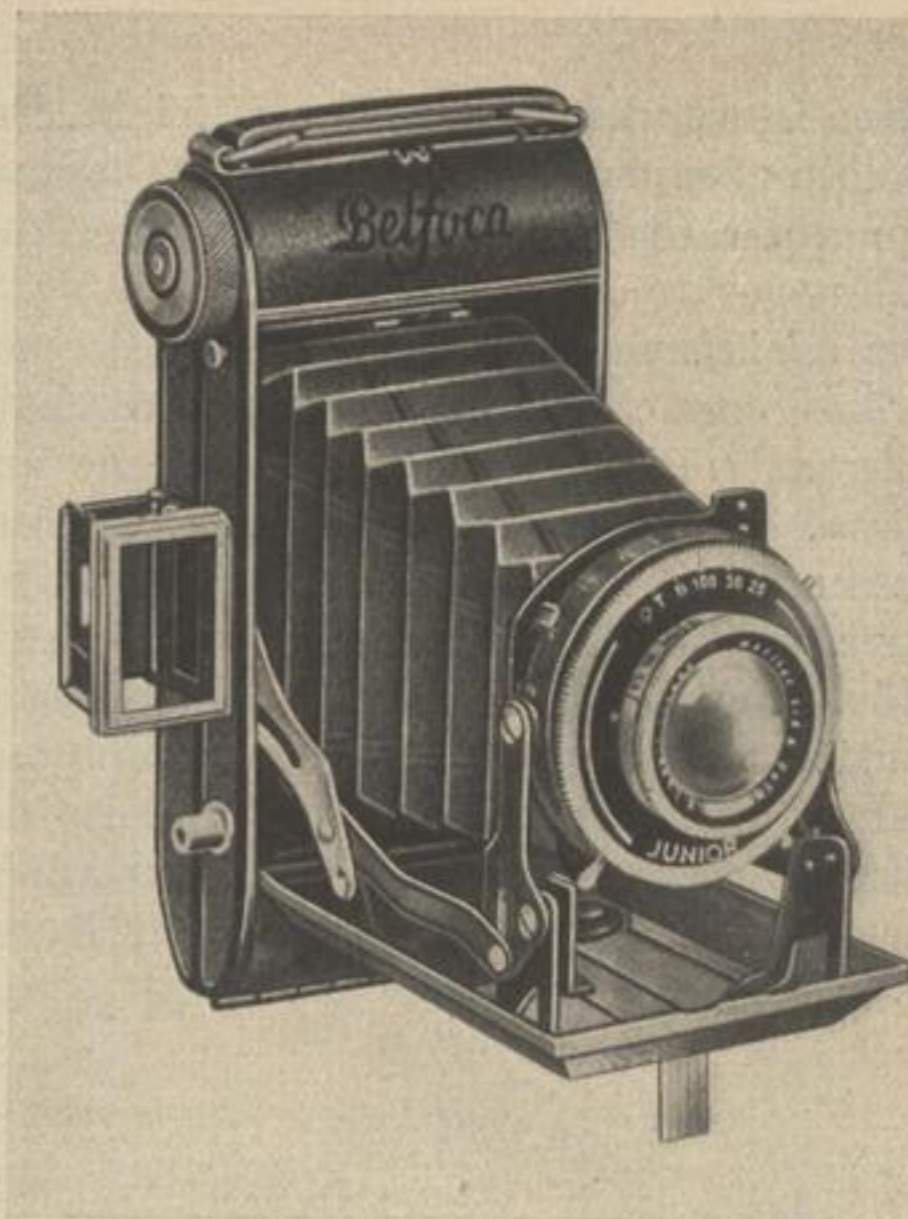


Bild 13. Belfoca, eine Rollfilm-Klappkamera 6×9 mit Doppelformateinrichtung (6×6); VEB Belca-Werk, Dresden

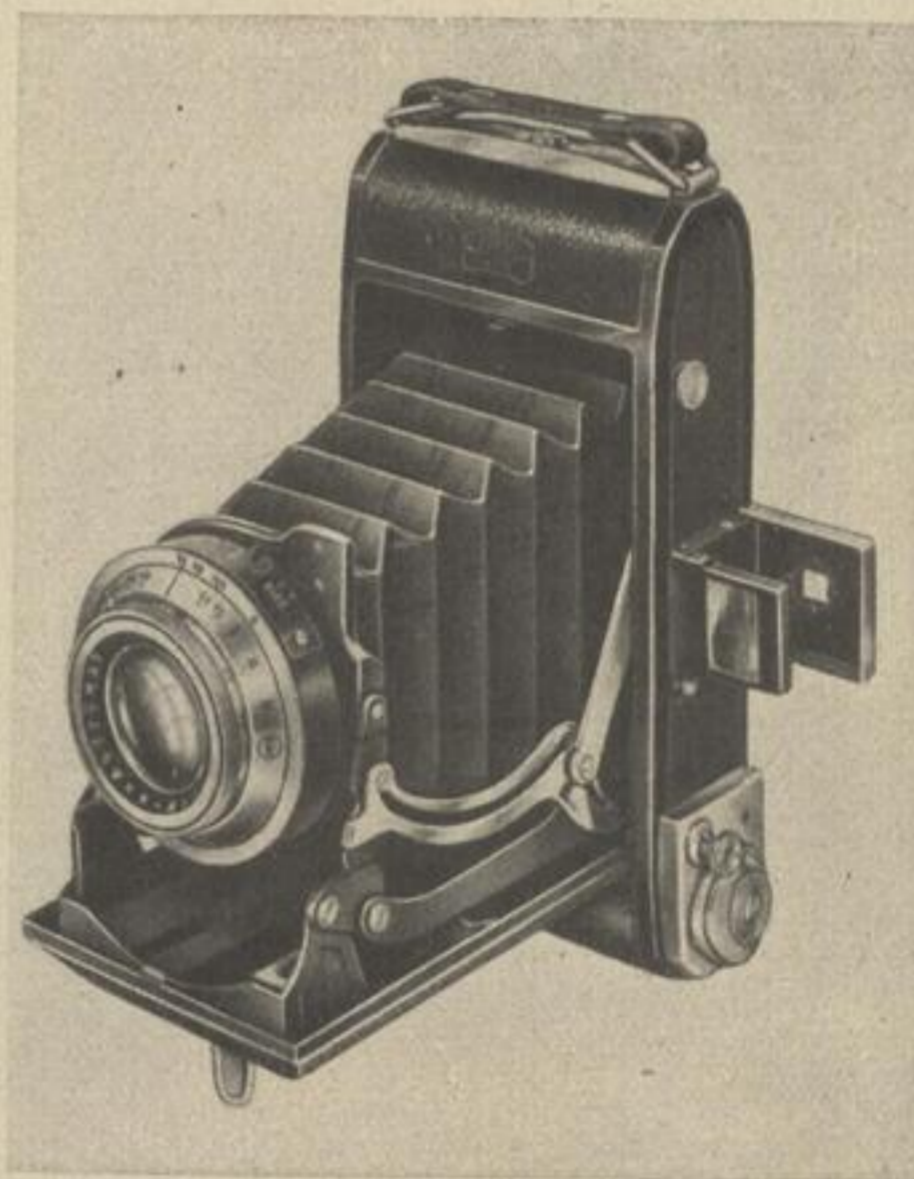


Bild 15. Ercona, eine Rollfilm-Klappkamera 6×9 mit Doppelformateinrichtung (6×6) und Doppelbelichtungssperre; VEB Zeiss-Ikon, Dresden

raten ist sie klein, handlich und leicht. Der Rollfilm beansprucht wenig Platz. Die Rollfilmapparate sind die preiswürdigsten Aufnahmegeräte der Serienproduktion.

Die *Kleinformatkamera* verfügt über einen Präzisionssucher mit klarem und exakt begrenztem Bildausschnitt für Ferne und Nähe. Kleinheit, Handlichkeit, Aufnahmebereitschaft und Präzision sind bei ihr zu höchster Vollendung entwickelt. Häufig hat sie einen eingebauten optischen Entfernungsmesser, der automatisch mit der Objektiv-einstellung gekuppelt ist. Beim Meßvorgang wird damit die Kamera zwangsläufig auch richtig eingestellt. Durch

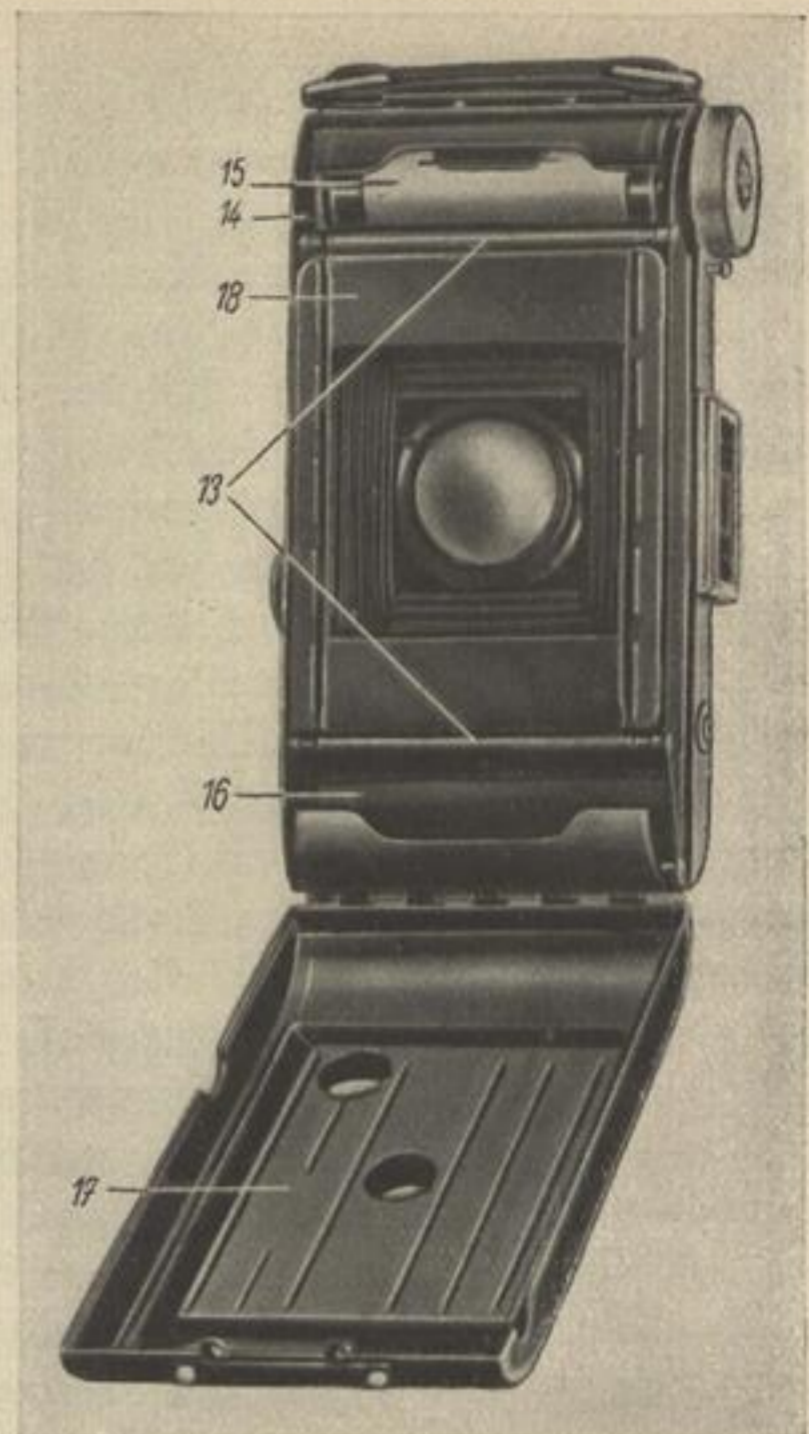
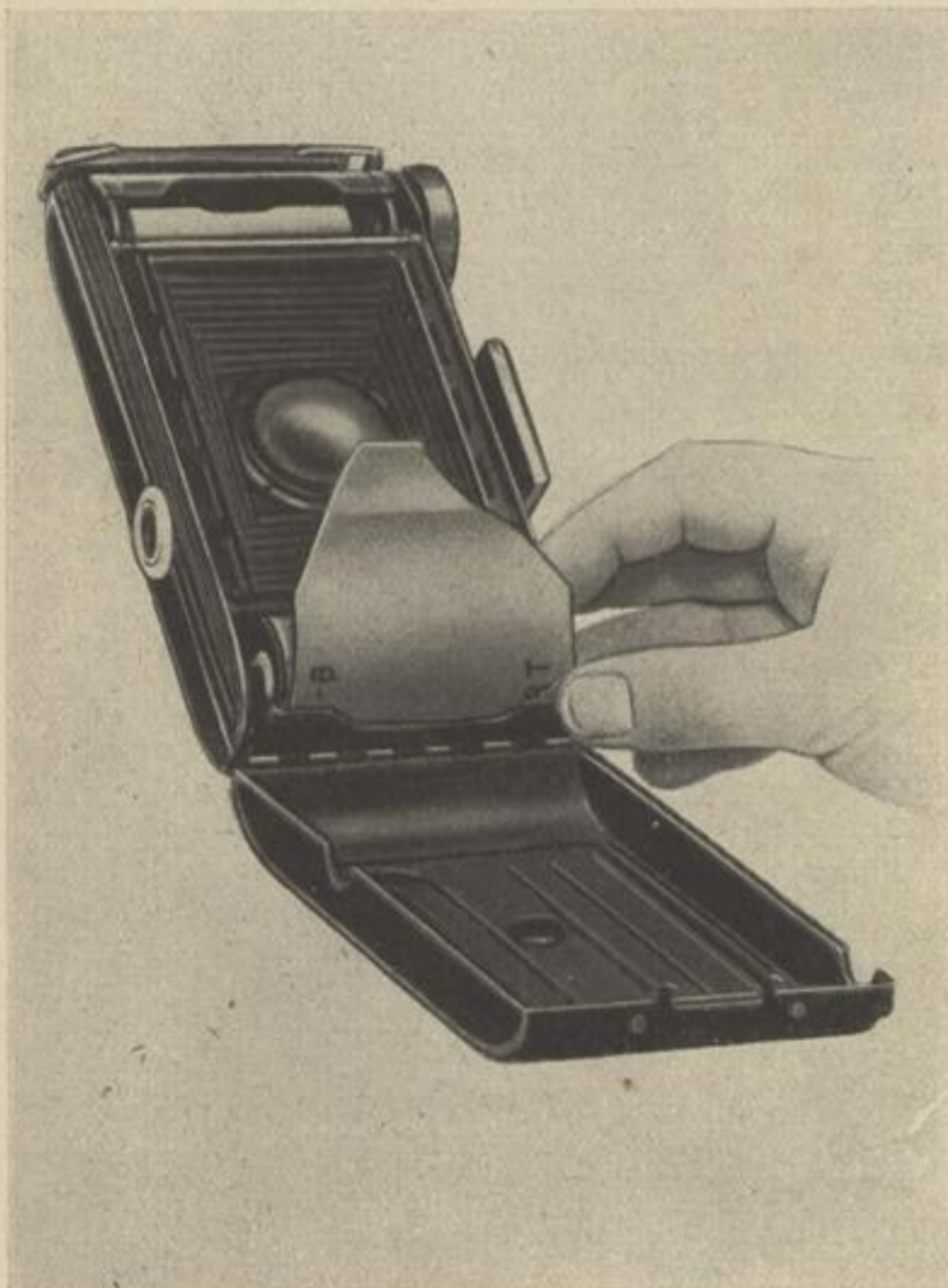


Bild 16. Belfoca, geöffnet. (13) Filmgleitrollen, (14) Spulenhalter, (15) obere Filmkammer mit Leerspule zum Aufwickeln des belichteten Films, (16) untere Filmkammer mit Film-lagerungswanne zum Einlegen des unbelichteten Films, (17) Filmdruckplatte mit Filmfenster für das Aufnahmeformat 6×9 (links oben) und 6×6 (in der Mitte), (18) herausnehmbare Bildmaske für das Aufnahmeformat 6×6

Bild 17. Belfoca, Filmeinlegen (II). Am Rollfilm 6×9 cm reißt man den Verschlußstreifen ab und legt den Film nach Ausschwenken der Film-lagerungswanne in die untere Filmkammer. Beim Abwickeln zeigt die rote Seite des Schutz-papiers nach außen. Man zieht die Papierzunge über die Gleitrollen, steckt das zugespitzte Ende in den Schlitz der Leerspule der oberen Filmkammer und zieht den Film durch drei Umdrehungen des Filmtransportknopfes straff. Nach Schließen der Kamerarückwand dreht man den Filmtransportknopf so lange, bis die Zahl 1 im Filmfenster sichtbar wird. Damit ist die Kamera aufnahme-bereit mit Film geladen

automatischen Filmtransport werden Doppelbelichtungen verhindert. Damit entfällt eine beachtliche Fehlerquelle vieler Rollfilmapparate. Zahlreiche Zusatzgeräte machen die Kleinbildkamera universell verwendbar, wodurch allerdings zum kleinen und leichten Apparat der große und schwere Musterkoffer der

Zusatzgeräte tritt. So ist die Kleinbildkamera ein Meisterwerk der Präzisionsmechanik. Sie ist das teure Handwerkszeug des anspruchsvollen und vielseitigen ernsthaften Lichtbildners und setzt zu ihrer Anwendung die Kenntnis aller Apparateile und ihrer Funktionen voraus.

Soweit die kurze Übersicht der wesentlichsten Kameratypen. Sie gab uns gleichzeitig ein Stück Geschichte der letzten hundert Jahre wieder. Im Jahre 1861 rüstete August Bisson eine Expedition aus, um auf dem Montblanc drei fotografische Aufnahmen durchzuführen. 25 Träger waren nötig, um das fotografische Gepäck auf Europas höchsten Gipfel zu tragen (Bild 18). Charakteristisch für diese Zeit war die transportable Dunkelkammer, in der die lichtempfindliche Emulsion unmittelbar vor der Aufnahme auf die Glasplatte gegossen, in noch feuchtem Zustande belichtet und anschließend sofort entwickelt wurde (nasses Kollodiumverfahren Archers; 1851). In der durch Maddox (1871) eingeführten Trockenplatte und in der 9×12-Plattenkamera feierten Handlichkeit und geringes Gewicht um die Jahrhundertwende Triumphe. Überall auf der Welt stellten nun die Amateurfotografen ihre breitbeinigen Stative auf, befestigten auf ihnen die Kamera und



Bild 18. Fotografisches Atelier auf Reisen. — Aus der Frühzeit der Fotografie. Im Dunkelkammerzelt wird die Plattenemulsion bereit und auf die Glasplatte aufgetragen; in noch feuchtem Zustand wird diese in die Kassette gelegt, belichtet und sogleich entwickelt und fixiert (nasses Kollodiumverfahren)

verkrochen sich hinter ihr unter dem schwarzen Einstelltuch. Es war die Zeit der »langen Momente«. Das »Bitte recht freundlich!« des Berufsfotografen ließ das Lächeln seiner Kunden einfrieren, bis die Aufnahme fertiggestellt war. Heute sind die Stativapparate seltener geworden. Fast werden sie nur noch von Berufsfotografen und Fanatikern unter den Amateuren für hochwertige Aufnahmen verwendet. Aus der schweren Plattenkamera wurde die leichte Rollfilmkamera, und aus dieser hat sich der Kleinbildapparat entwickelt. Schon gibt es Aufnahme-geräte in der Größe einer Zündholzschachtel oder einer Taschenuhr. Daneben kennen wir die Kleinstkamera Minox mit einem Aufnahmeformat  $8 \times 11$  mm. Ihre Maße sind  $82 \times 28 \times 16$  mm; ihr Gewicht beträgt 75 g. Sie besitzt eine Blendenöffnung  $1:3,5$ , ein vierlinsiges Objektiv (Complan) der Brennweite 15 mm, das von 20 cm Entfernung bis Unendlich alles scharf abbildet, Verschlusszeiten bis  $\frac{1}{1000}$  s, einen hellen Lichtrandsucher und 2 eingebaute Filter; ein Präzisionsmechanismus für Schnappschüsse aus nächster Nähe bei jeder Gelegenheit. Inzwischen wurde die Minox-Kamera zu einem Minox-System ausgebaut. Es umfaßt Tischstativ, Tageslicht-Entwicklungsdose, Vergrößerungs- und Reproduktionsgerät, Reprostativ, Feldstecheransatz und Heimprojektor. Um von der Kleinheit dieser Geräte eine Vorstellung zu geben, sei erwähnt, daß das mit Kugelgelenk versehene Tischstativ in zusammengelegtem Zustande kaum größer als ein normaler Bleistift ist und daß die Tageslicht-Entwicklungsdose eine Füllung von 40 ml Entwicklerflüssigkeit aufnimmt. Und eine moderne 8-mm-Schmalfilmkamera, die wohlgerne nicht zur Aufnahme von Einzelbildern, sondern zum Filmen verwendet wird, ist kleiner und leichter als die  $9 \times 12$ -Klappkamera (Bilder 19...23). Die Verringerung der toten Last, die Kleinheit und Handlichkeit der modernen Apparate und die Vereinfachung der fotografischen Verfahren hat den ungeahnten Aufschwung der Amateurfotografie gebracht. Viele Amateure beschränken sich auf die Aufnahme

der Bilder; die Entwicklung und das Kopieren überlassen sie den Fachgeschäften. Die »Schwarze Kunst« einiger weniger hat sich immer mehr Anhänger erobert und ist zu einer wahren Volkskunst geworden. Sie findet ihren sichtbaren Ausdruck in den zahllosen Sektionen und Arbeitskreisen des Kulturbundes, in denen sich die begeisterten Anhänger der Fotografie zusammenfinden, um sich weiterzubilden und ihre fotografische Technik zu vervollkommen.

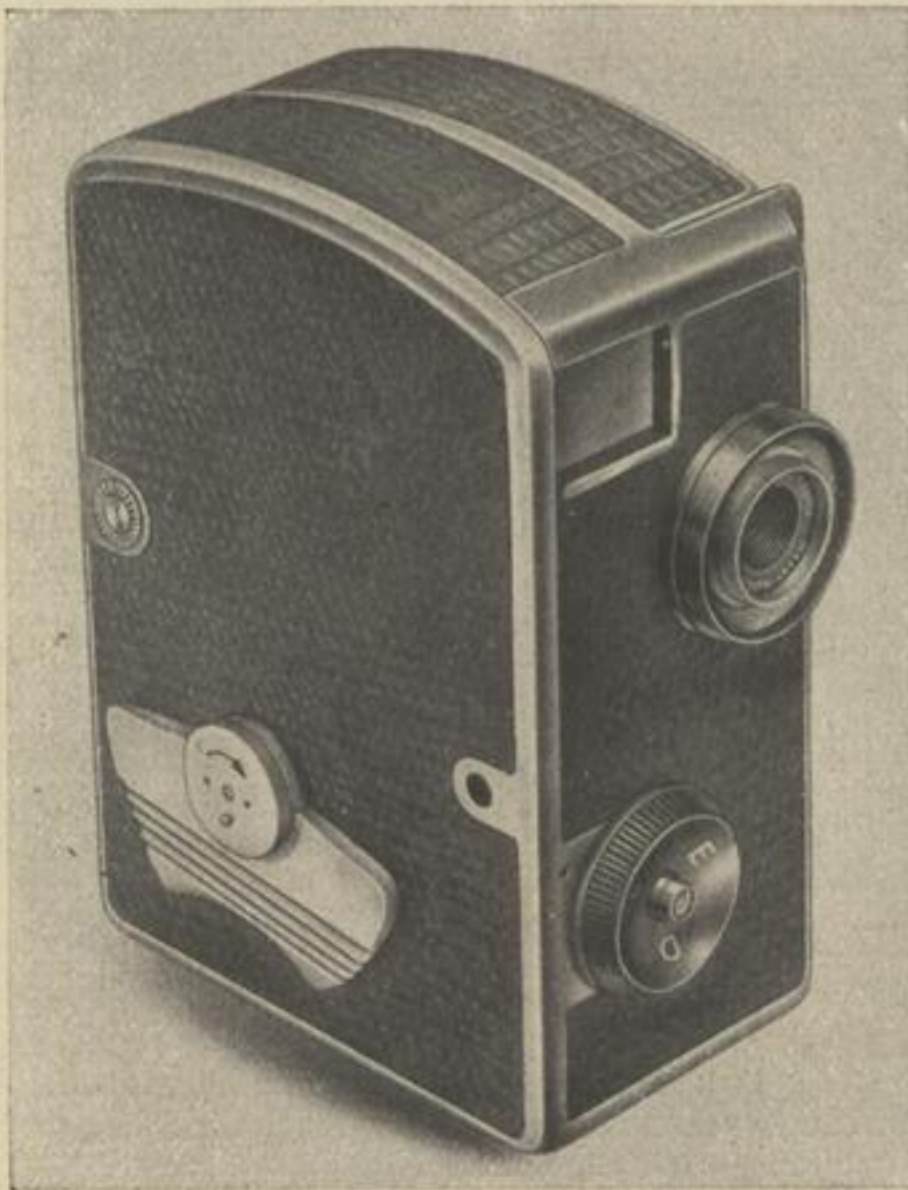


Bild 19. AK 8, eine 8 mm-Schmalfilm-Kamera des VEB Zeiss-Ikon, Dresden. Ihre Merkmale sind: einfache Filmführung, einfache Bedienung, fest eingebautes Fix-Fokus-Objektiv  $2,8/10$  mit Schärfenbereich von 1,5 m bis Unendlich, einfacher optischer Sucher ohne Parallaxenausgleich, Belichtungszeit  $\frac{1}{32}$  s, 16er Gang

Bild 20  
AK 8 mit Lederschutzbeutel



Bild 21. Ein Blick in die geöffnete AK 8, der den einfachen Bau dieses Amateurgeräts zeigt



Bild 22







Bild 23

Bild 22. Ein Stück belichteter Film einer Doppel-8-mm-Tageslichtspule; Aufnahme mit der AK 8. Das Filmband ist 16 mm breit. Zunächst wird die eine Hälfte der Filmbahn und dann die andere belichtet. So entstehen zwei Vorführstreifen von je 8 mm Breite

Bild 23. Ein Einzelbild des Filmstreifens von Bild 22 in mehr als sechsfacher linearer Vergrößerung. Das Bildfeld ist 4,5 mm breit und 3,5 mm hoch. Trotzdem sind noch eine Unmenge Einzelheiten auf diesem kleinen Bildfeld zu sehen

Tabelle 1: Übersicht über die Haupttypen der fotografischen Kameras

Plattenkamera	Spiegelreflex	Rollfilmkamera	Kleinfilmkamera
			
<i>Das große Gepäck</i>		<i>Das kleine Gepäck</i>	
<p>Große Klappkamera mit Stativ und vielen Kassetten.</p> <p>Das Mattscheibenbild ergibt genauen Bildausschnitt und genaue Schärfenkontrolle. Die Mattscheibe muß jedoch vor der Aufnahme gegen die Kassette ausgewechselt werden (Tempoverlust).</p> <p>Brennweite ausgesprochen lang (für 9×12 etwa 135 mm). Infolge des großen Formats gute Wiedergabe der Ferne (hohes Auflösungsvermögen).</p> <p>In der Nähe sehr einstellempfindlich, da außerordentlich geringe Tiefenschärfe. Nicht geeignet für Schnappschuß.</p> <p>Formate: (10×15), 9×12, 6×9 Platte und Filmpack. Einzelaufnahmen. Dauernder Kassettenwechsel. Möglichkeit der Einzelentwicklung.</p> <p>Die Präzisionskamera für das Atelier, für Landschaftsfotografie, wissenschaftliche Aufnahmen, Aufnahmen im vergrößerten Maßstab und Reproduktion.</p>	<p>Kamera mit dem großen, starren Kasten. Mit oder ohne Stativ.</p> <p>Das Mattscheibenbild ist aufrecht und gibt genauen Bildausschnitt und Schärfenkontrolle bis zur oder noch während der Aufnahme.</p> <p>Brennweite mittel (etwa 75...85 mm). Gleich gut geeignet für Nähe und Ferne.</p> <p>In der Nähe nicht so einstellempfindlich; außerdem Dauerkontrolle. Nachstellung am Mattscheibenbild möglich.</p> <p>Format: 6×6. Platte, Filmpack für Einzelaufnahmen; Rollfilm für 12 Aufnahmen. Filmwechsel nach je 12 Aufnahmen.</p> <p>Die Präzisionskamera für das Atelier, für Bildreporter, Sportaufnahmen, Tierfotografie.</p>	<p>Handliche, mittelgroße bis kleine Klappkamera. Vorwiegend ohne Stativ.</p> <p>Blinde Kamera ohne Mattscheibe. Der Bildausschnitt wird mit Hilfe eines Suchers annähernd festgestellt. Entfernungseinstellung zum Teil auf Skala nach Schätzwert (ungenau).</p> <p>Brennweite mittel (etwa 75 mm). Gleich gut geeignet für Nähe und Ferne.</p> <p>Weniger einstellempfindlich in der Nähe; auch für den Schnappschuß geeignet.</p> <p>Formate: 6×9, 6×6. Rollfilm für 8 bzw. 12 Aufnahmen. Filmwechsel nach je 8 bzw. 12 Aufnahmen.</p> <p>Die billige Amateurkamera für Reise und Erholung.</p>	<p>Starr, aber sehr klein, leicht und handlich. Fast ausschließlich ohne Stativ (Ausnahme: der ernsthafte Amateur und der Berufsfotograf).</p> <p>Die Mattscheibe zur direkten Kontrolle fehlt. Exakter Bildausschnitt im Präzisionssucher. Exakte Einstellung der Entfernung, da der Entfernungsmesser mit dem Schneckengang des Objektivs automatisch gekuppelt ist.</p> <p>Brennweite sehr kurz (etwa 50 mm). Für die Ferne weniger geeignet, da zu geringes Auflösungsvermögen (zu kleines Aufnahmeformat).</p> <p>Besonders geeignet für Nahaufnahmen, da relativ großer Tiefenschärfenbereich. Die typische Schnappschußkamera.</p> <p>Format: 24×36 mm. Kinofilm für 36 Aufnahmen. Immer einsatzbereit. Filmwechsel nach 36 Aufnahmen.</p> <p>Die teure Präzisionskamera für Reporter und für den anspruchsvollen Amateur.</p>
<i>Kosten je Fotografie</i>			
<p>Aufnahme 9×12 —,22 Entwicklung —,15 Abzug 9×12 —,30</p> <p>Gesamt 9×12 —,67</p>	<p>Aufnahme 6×6 —,11 Entwicklung —,06 Vergrößerung<sup>1)</sup> 12×12 —,75</p> <p>Gesamt 12×12 —,92 <sup>1)</sup> Großkopie</p>	<p>Aufnahme 6×9 —,16 Entwicklung —,09 Vergrößerung 13×18 1,50</p> <p>Gesamt 13×18 1,75</p>	<p>Aufnahme 24×36 —,07 Entwicklung —,03 Vergrößerung<sup>1)</sup> 13×18 —,75</p> <p>Gesamt 13×18 —,85 <sup>1)</sup> Großkopie</p>



### c) Das Licht

Voraussetzung jeder fotografischen Aufnahme ist das Vorhandensein einer Lichtquelle. Sie strahlt Licht aus, das sich als elektromagnetische Schwingung geradlinig durch den Raum bewegt. Die Schwingungen erfolgen dabei senkrecht zur Richtung der Fortbewegung; solche Wellen nennt man Transversalwellen.

Das Tageslicht, das wir als farblos empfinden, ist in Wirklichkeit ein Gemisch sämtlicher Spektralfarben<sup>1)</sup>. Die einzelnen Farben sind Lichtschwingungen verschiedener Wellenlänge; letztere bezeichnet den Weg, der während einer Schwingung zurückgelegt wird. Die Verschiedenheit der Wellenlänge ist also Ausdruck eines unterschiedlichen Energiegehaltes. Das menschliche Auge nimmt nur einen eng begrenzten Teil der Lichtschwingungen auf; es empfindet nur solche mit einer Wellenlänge von 400...700 m $\mu$ <sup>2)</sup> als Licht und Farbe. Schwingungen mit Wellenlängen unter 400 m $\mu$  (Ultraviolettstrahlung) und über 700 m $\mu$  (Infrarotstrahlung) werden vom Auge nicht wahrgenommen (Tabelle 2).

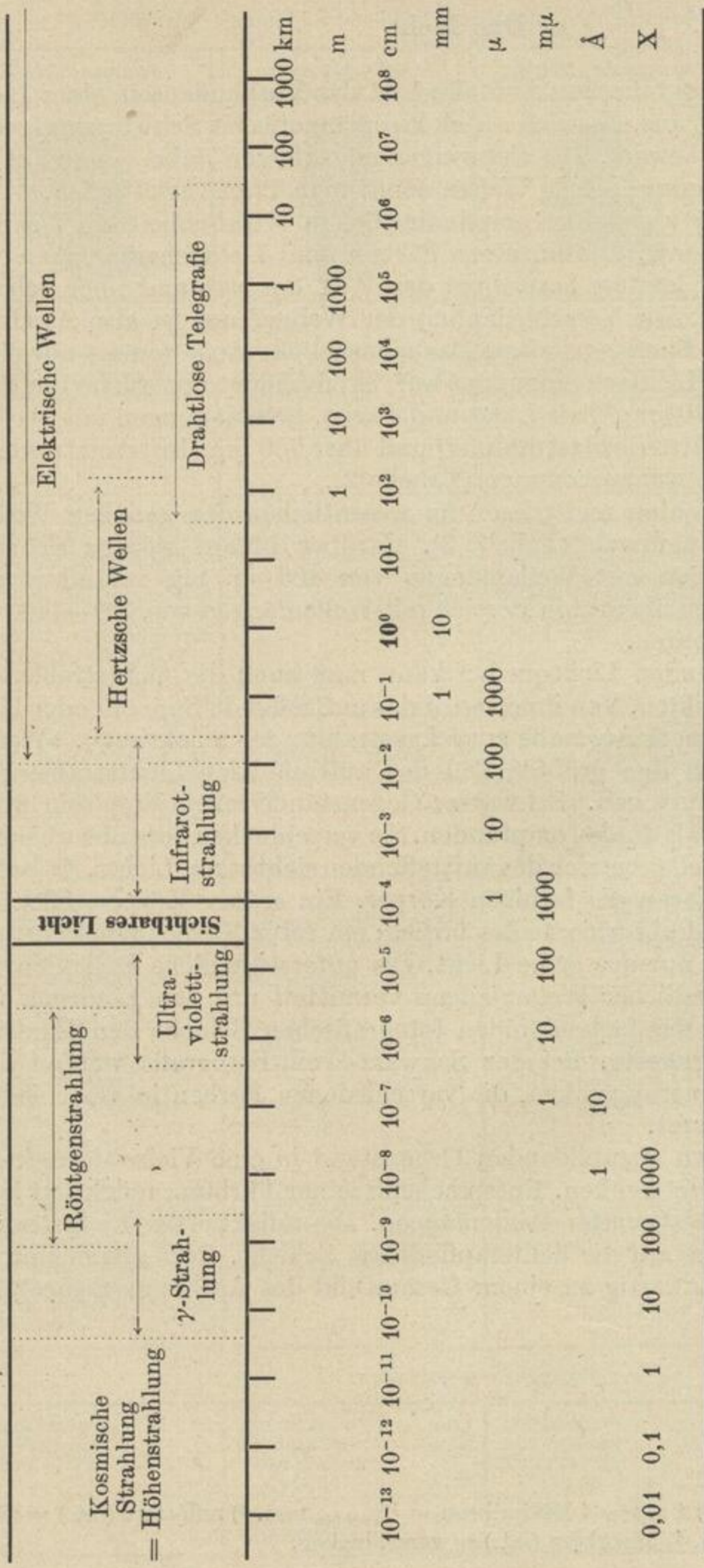
Die fotografischen Schichten registrieren im wesentlichen den gleichen Wellenbereich der Lichtschwingungen (Tabelle 3). Darüber hinaus werden sie auch durch Ultraviolettstrahlen mit Wellenlängen von 400...10 m $\mu$  verändert und können außerdem für den ultraroten Bereich mit Wellenlängen von 700...1400 m $\mu$  empfindlich gemacht werden.

Außer den selbststrahlenden Lichtquellen kann man auch die nichtstrahlenden Körper fotografisch abbilden. Von ihnen wird das auftreffende Sonnen- oder Himmelslicht in verschiedenem Ausmaße zurückgestrahlt oder reflektiert<sup>3)</sup>. »Weiße« Gegenstände reflektieren den größten Teil der auftreffenden Lichtstrahlen; sie erscheinen daher dem Auge hell. »Schwarze« Gegenstände reflektieren sehr wenig Licht und werden daher als dunkel empfunden. Sie verschlucken oder absorbieren<sup>4)</sup> nahezu den gesamten Wellenbereich des auftreffenden sichtbaren Lichts. Zwischen den beiden Extremen liegen die farbigen Körper. Ein grüner Körper reflektiert nur das grüne Licht und absorbiert alles übrige; ein roter Körper reflektiert nur das rote und ein gelber nur das gelbe Licht. Die unterschiedliche Reflexion von Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen vermittelt uns den Eindruck verschiedener Farben und der farbenblinden fotografischen Schicht den Eindruck verschiedener Helligkeitswerte. Bei der Schwarz-Weiß-Fotografie werden also, ähnlich wie beim Dämmerungssehen, die verschiedenen Farben in verschiedene Helligkeitswerte umgesetzt.

Wir können uns nun den abzubildenden Gegenstand in eine Vielzahl punktförmiger Einzelbezirke zerlegt denken. Entsprechend seiner Färbung reflektiert jeder von ihnen Licht ganz bestimmter Wellenlängen. Die reflektierten Lichtstrahlen gelangen durch die Linse auf die lichtempfindliche Schicht. Dort setzen sich die Bildpunkte wieder mosaikartig zu einem Gesamtbild des Aufnahmegegenstands zusammen.

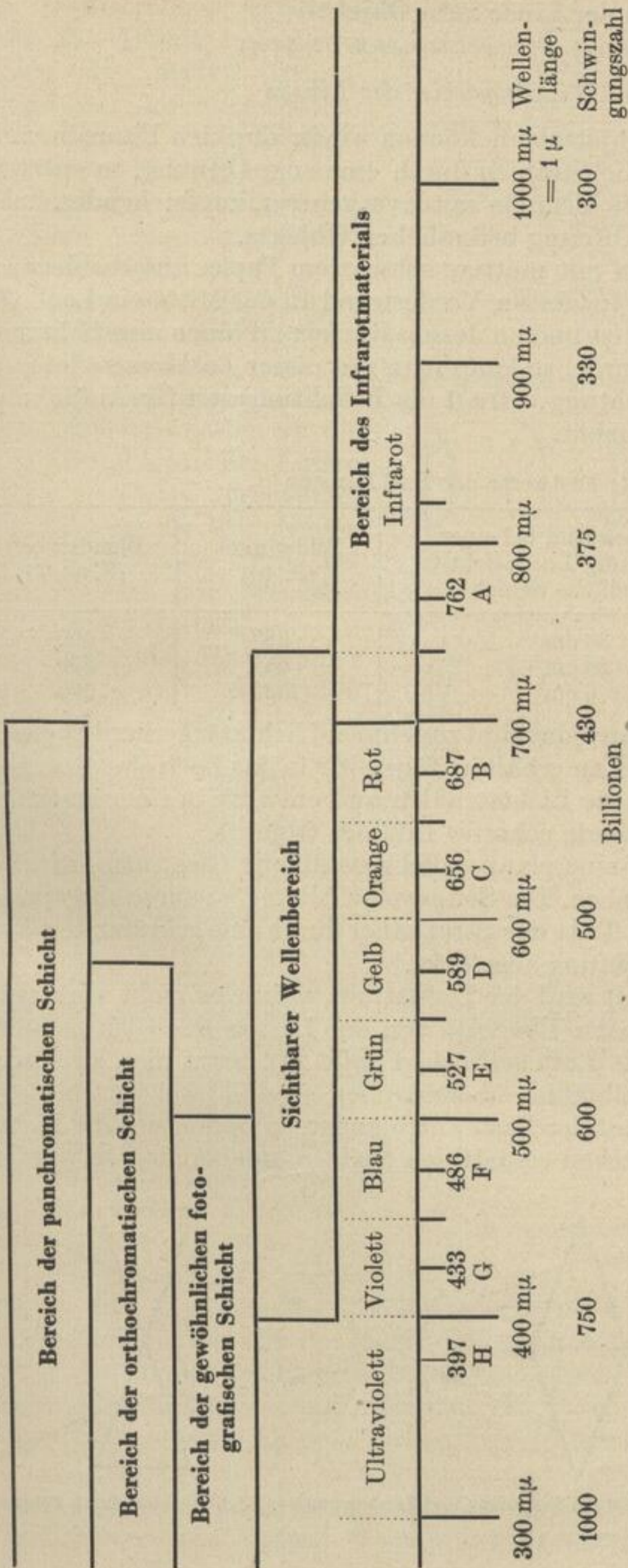
<sup>1)</sup> spéctrum (lat.) = Bild. <sup>2)</sup> 1 m $\mu$  = 1 Millimikron =  $\frac{1}{1\,000\,000}$  mm. <sup>3)</sup> refléctere (lat.) = rückwärts biegen, zurückwerfen. <sup>4)</sup> absorbēre (lat.) = verschlucken.

16 *Table 2: Gesamtspektrum der elektromagnetischen Wellen mit dem schmalen Bereich des sichtbaren Lichtes*



- $1 \mu$  (Mikron) =  $\frac{1}{1000}$  mm =  $\frac{1}{10\,000}$  cm =  $1 \cdot 10^{-4}$  cm
- $1 \text{ m}\mu$  (Millimikron) =  $\frac{1}{1000}$   $\mu$  =  $\frac{1}{10\,000\,000}$  cm =  $1 \cdot 10^{-7}$  cm
- $1 \text{ \AA}$  (Ångström) =  $\frac{1}{10}$   $\text{m}\mu$  =  $\frac{1}{100\,000\,000}$  cm =  $1 \cdot 10^{-8}$  cm
- $1 \text{ X}$  (X-Einheit) =  $\frac{1}{1000}$   $\text{Å}$  =  $\frac{1}{100\,000\,000\,000}$  cm =  $1 \cdot 10^{-11}$  cm

Table 3: Die mit dem Auge wahrnehmbaren und von fotografischen Schichten registrierbaren Teile des Spektrums



## d) Von der Linse zum Objektiv

(Hierzu Typentafel I: Wichtige fotografische Objektive)

### 1. Bau und Wirkungsweise der Linsen

Den geradlinigen Weg der Lichtstrahlen können wir in dunklen Räumen, z. B. im Kino, beobachten. Treten die Strahlen durch eine enge Öffnung, so entsteht auf einem dahinter stehenden Schirm ein seitenverkehrtes, kopfstehendes, lichtschwaches Abbild des vor der Öffnung befindlichen Objekts.

Nimmt man zum Beispiel einen mit mattem schwarzem Papier ausgeschlagenen Kasten von 10...15 cm Länge, in dessen Vorderwand in der Mitte ein Loch von 0,4 mm Durchmesser gestochen ist und an dessen Rückwand innen eine lichtempfindliche Schicht angebracht wurde, so kann man mit dieser *Lochkamera* fotografieren. Bei heller Sonnenbeleuchtung beträgt die Belichtungszeit für Aufnahmen im Freien etwa  $\frac{1}{2}$  Minute und mehr.

Tabelle 4: Festwerte der Lochkamera

Lochdurchmesser	Schärfstes Bild bei einer Entfernung Loch: lichtempfindliche Schicht	Bildwinkel (S. 40)	Blendenwert (S. 63; 77)
0,6 mm	30 cm	28°	500
0,4 mm	10 cm	53°	250
0,3 mm	6 cm	103°	200

Durch Erweiterung des Lochs wird das Bild zunehmend lichtstärker und zugleich unschärfer. Um es wieder scharf zu erhalten, fügen wir in das Loch eine Sammellinse (Bild 26) ein; sie sammelt die Lichtstrahlen und entwirft in einer bestimmten Entfernung hinter der Linse ein scharfes Bild des Objekts.

Trifft ein Lichtstrahl schräg auf eine planparallel geschliffene Glasplatte, so wird er parallel zu sich selbst verschoben. Die Seitenverschiebung ist um so ausgeprägter, je dicker die Glasplatte ist. Tritt der Strahl aber durch eine gekrümmte Glasfläche, so wird er aus seiner Richtung abgelenkt.

Beim Auftreffen auf ein *Prisma*<sup>1)</sup> wird der Lichtstrahl, sofern er nicht senkrecht auf das Glas auftrifft, sowohl beim Übertritt von der Luft in das Glas als auch beim Austritt aus dem Glas in die Luft gebrochen (Bild 24). Setzt man zwei geometrisch gleiche Prismen spiegelbildlich übereinander, so sind zwei verschiedene Stellungen denkbar. Sitzen sie mit der Basis aufeinander, so treffen sich die Lichtstrahlen hinter den Prismen. Stehen sie mit den Spitzen aufeinander, so werden

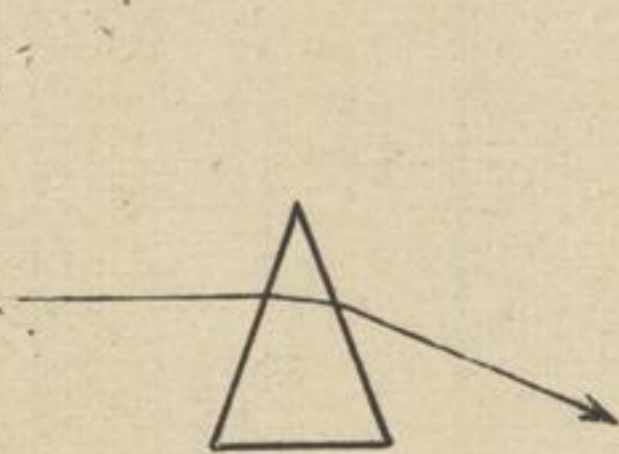


Bild 24. Brechung eines Lichtstrahls durch ein Prisma

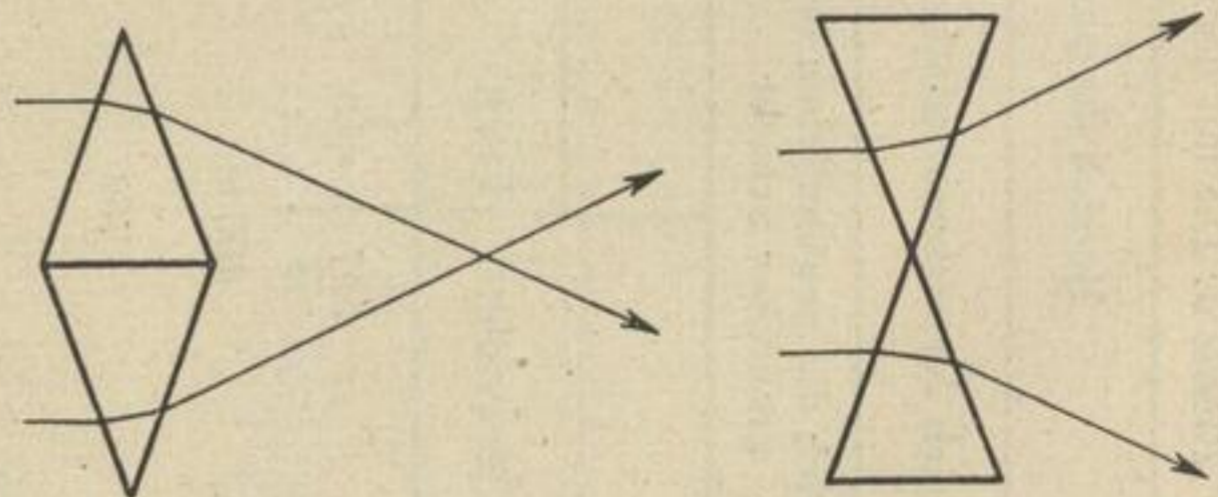


Bild 25. Sammlung und Zerstreung von Lichtstrahlen durch Prismen

<sup>1)</sup> *prisma* (griech.) = das Abgesägte.

die Lichtstrahlen zerstreut (Bild 25). Damit haben wir bereits die beiden Grundformen der Linsen erhalten: *Sammellinsen* und *Zerstreuungslinsen*. Beide kann man sich aus Prismen und Prismenstümpfen zusammengesetzt denken (Bild 26).

Die *Linsen* sind Glaskörper mit gekrümmten Oberflächen. Durch Kombination von gewölbten, gehöhlten und geraden Flächen erhalten wir die sechs Grundtypen der Linsen (Bild 27). Dabei bezeichnet man Linsen, die auf beiden Seiten in gleichem Sinne gekrümmt sind, als *Menisken* [Einzahl: *Meniskus*<sup>1)</sup>].

Ein Lichtbündel, das von einer unendlich weit entfernten Lichtquelle ausgeht, besteht aus einander parallel verlaufenden Strahlen. Treffen sie auf eine Sammellinse, so geht nur der Strahl geradlinig durch das Glas, der senkrecht auf den Krümmungsmittelpunkt der Linse trifft (Bild 28). Alle übrigen Strahlen werden gebrochen, und zwar um so stärker, je stärker die Oberflächenkrümmung ist. Am stärksten werden also die Randstrahlen gebrochen, da sie auf die stärker gekrümmten Außenbezirke der Linse treffen. Hinter der Linse vereinigen sich alle Strahlen nahezu in einem Punkte, dem *Brennpunkt F*. In ihm vereinigen sich zum Beispiel die Licht- und Wärmestrahlen, die von der Sonne ausgehen, zu einem sehr kleinen und heißen Abbild der Sonne. Leicht brennbare Gegenstände, wie Papier, entzünden sich in diesem »Brennpunkt«. Die Entfernung des Brennpunktes von der Linse ist die *Brennweite*; sie wird mit dem Buchstaben *f* bezeichnet.

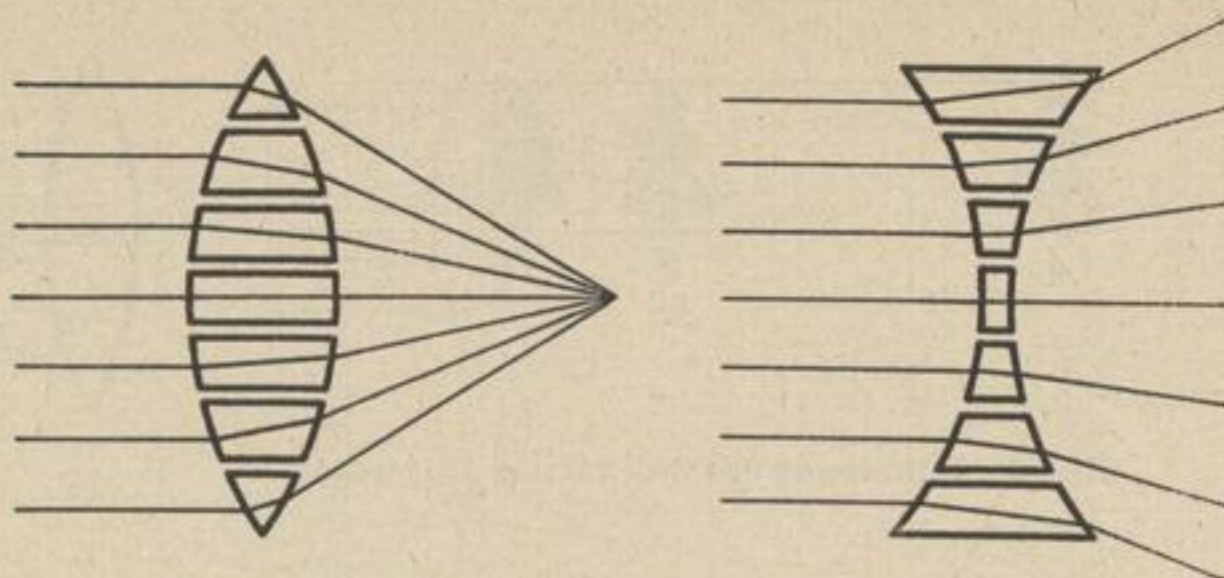
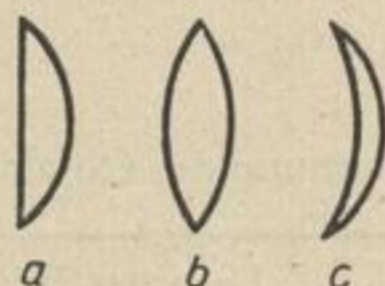


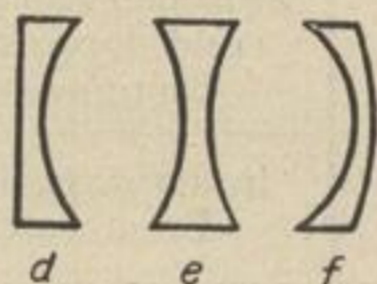
Bild 26. Prinzipieller Bau der Sammellinsen und Zerstreuungslinsen

a...c) Sammellinsen = positive Linsen = Konvexlinsen<sup>2)</sup>



a) plankonvex<sup>2)</sup>,  
(in der Taschenlampe)  
b) bikonvex<sup>4)</sup>,  
(gewöhnliches Leseglas)  
c) konkav-konvex  
(Brillenglas für Weitsichtige)

d...f) Zerstreuungslinsen = negative Linsen = Konkavlinsen<sup>5)</sup>



d) plankonkav,  
e) bikonkav,  
(Verkleinerungsglas)  
f) konvex-konkav  
(Brillenglas für Kurzsichtige)

Bild 27. Die sechs Grundtypen der Linsen

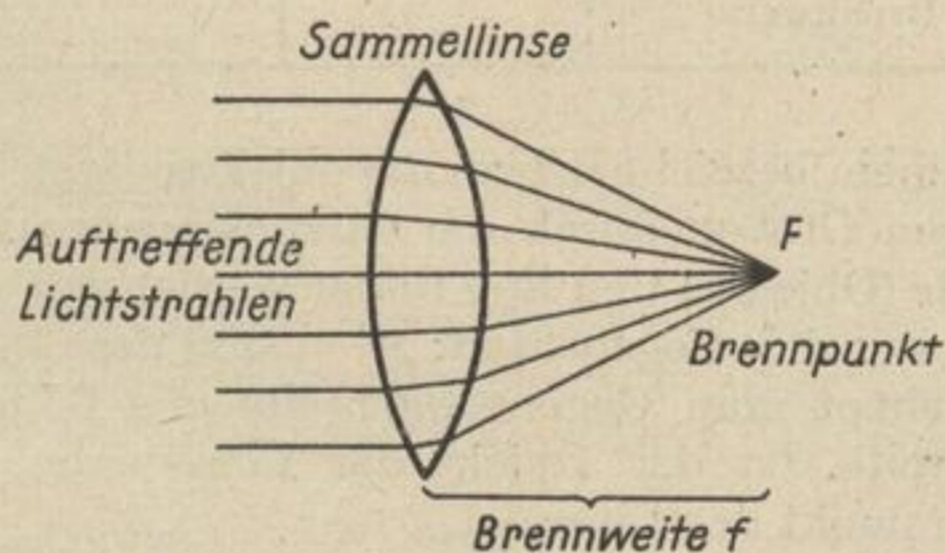


Bild 28. Brennpunkt und Brennweite der Sammellinse

<sup>1)</sup> meniskos (griech.) = das Mündchen. <sup>2)</sup> convexus (lat.) = gewölbt. <sup>3)</sup> planus (lat.) = eben. <sup>4)</sup> bis (lat.) = zweimal, doppelt. <sup>5)</sup> concavus (lat.) = gehöhl.

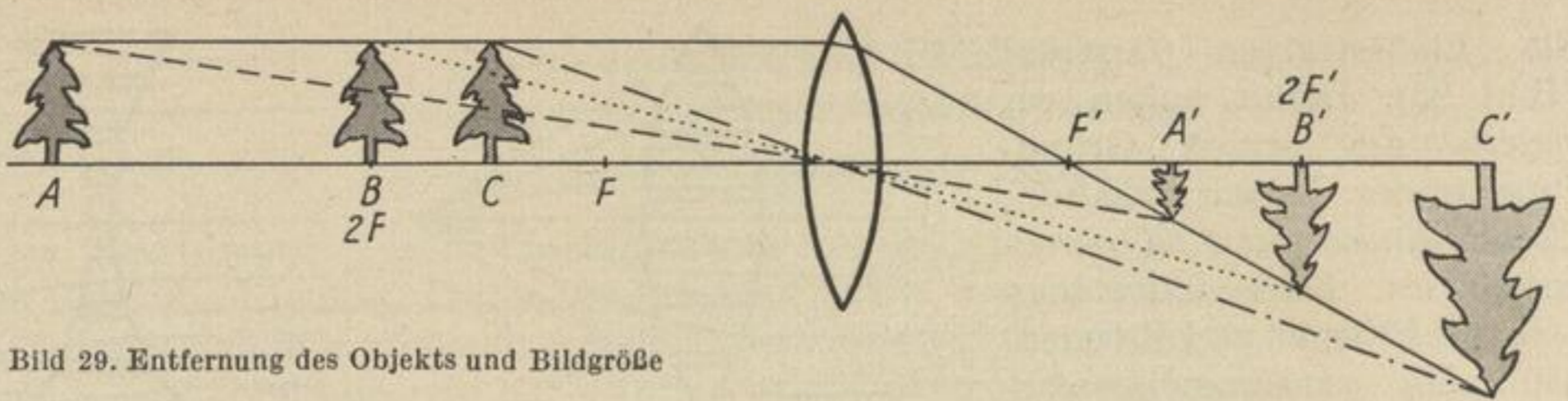


Bild 29. Entfernung des Objekts und Bildgröße

Der Strahlenverlauf näher gelegener Objekte ist aus Bild 29 ersichtlich. Hierbei verlaufen die Parallelstrahlen parallel zur Achse und hinter der Linse durch den Brennpunkt, die Mittelpunktstrahlen hingegen geradlinig vom Objekt durch den optischen Mittelpunkt der Linse. Wir erhalten dann folgende Lagebeziehungen und Größenverhältnisse:

Tabelle 5: Entfernung des Objekts und Bildgröße

Entfernung des Objekts von der Linse	(in Bild 29)	Lage des Bildes hinter der Linse	(in Bild 29)	Bildgröße
mehr als doppelte Brennweite	außerhalb $2F$	zwischen einfacher und doppelter Brennweite	zwischen $F'$ und $2F'$	Bild ( $A'$ ) kleiner als Objekt ( $A$ )
in der doppelten Brennweite	in $2F$	in der doppelten Brennweite	in $2F'$	Bildgr. ( $B'$ ) = Objektgr. ( $B$ )
zwischen doppelter und einfacher Brennweite	zwischen $2F$ und $F$	außerhalb der doppelten Brennweite	außerhalb $2F'$	Bild ( $C'$ ) größer als Objekt ( $C$ )

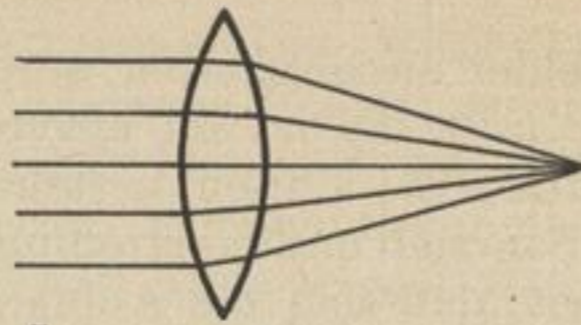
Allgemein bezeichnet man die objektseitigen Größen durch Buchstaben, die bildseitigen Größen durch die entsprechenden Buchstaben mit Strich. Die Gegenstände (Objekte) und ihre Bilder werden mit großen Buchstaben bezeichnet, zum Beispiel:  $A$  = Gegenstand;  $A'$  = Bild des Gegenstandes. Mit kleinen Buchstaben bezeichnet man Gegenstandsweite und Bildweite:  $a$  = Gegenstandsweite;  $a'$  = Bildweite. Ist das Objekt der Linse nahe, so liegt das Bild *weit hinter* dem Brennpunkt der Linse.

Man unterscheidet:

- stark gewölbte Linsen mit *kurzer Brennweite*. Die Strahlen treffen sich in kurzer Entfernung von der Linse (Bild 30 a).
- schwach gewölbte Linsen mit *langer Brennweite*. Die Strahlen treffen sich in großer Entfernung von der Linse (Bild 30 b).

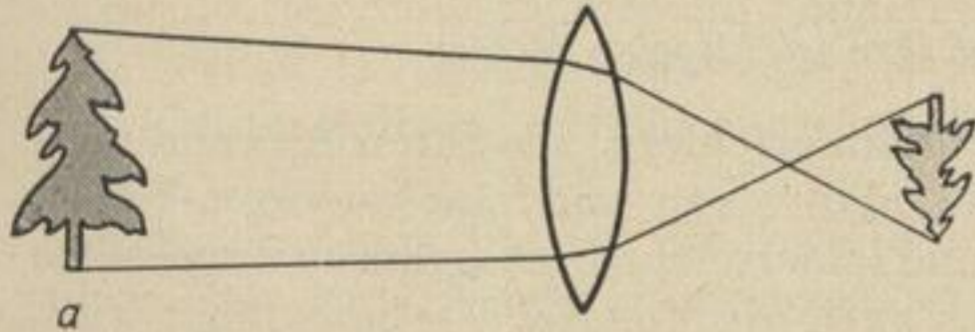
Durch die Brennweite wird gleichzeitig der *Abbildungsmaßstab* festgelegt. Je länger die Brennweite ist, desto größer ist das Bild und demzufolge auch der Abbildungsmaßstab (Bild 31). Kurzbrennweitige Linsen (a) bilden viel ab, aber in stark verkleinertem Maßstab, langbrennweitige Linsen (b) bilden wenig ab, dafür aber in relativ großem Maßstab.

Bild 30. Linsenkrümmung und Brennweite  
 a) Starke Krümmung: kurze Brennweite  
 b) Schwache Krümmung: lange Brennweite

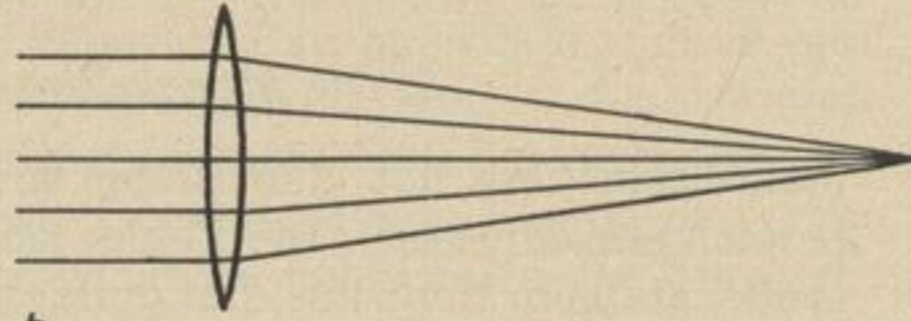


a

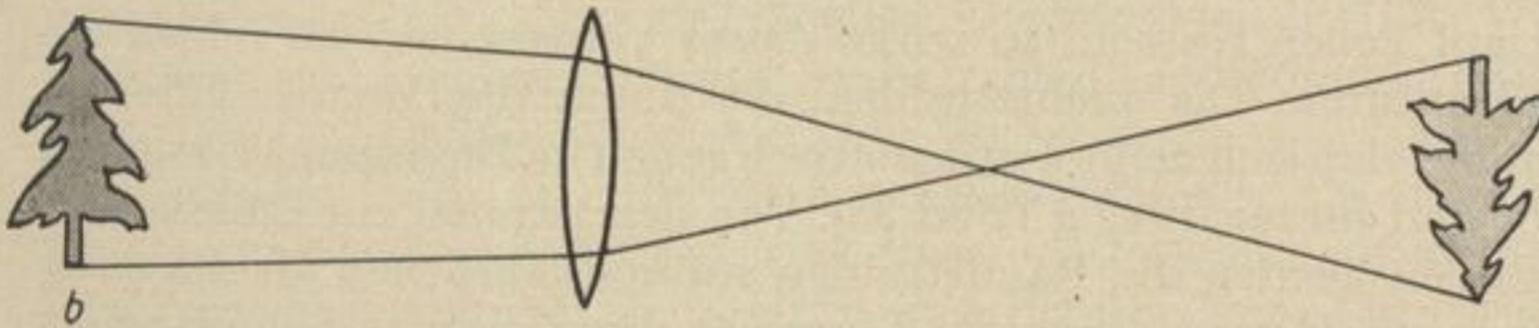
Bild 31. Linsenkrümmung und Abbildungsmaßstab  
 a) Kurze Brennweite: kleines Bild  
 b) Lange Brennweite: großes Bild



a



b



b

Es ergeben sich also folgende Beziehungen aus der Oberflächenkrümmung von Sammellinsen mit gleichem Durchmesser:

Wölbung	stark	schwach
Brennweite	kurz	lang
Abbildungsmaßstab	klein	groß
Bild	umfassend	wenig umfassend
Bildgröße	klein	groß
(als Lupe verwendet)	starke Vergrößerung	schwache Vergrößerung

Von weit entfernten Objekten (20 m und mehr entfernt) erzielt man mit der doppelten Brennweite annähernd die doppelte Abbildungsgröße, bei geringerem Abstand des Aufnahmegegenstandes von der Linse wesentlich größere Abbildungen.

Abbildungsmaßstab Original : Bild	Abstand Objekt : Linse	Abstand Linse : Bild	Abstand Brennpunkt : Bild
1 : 1	2f	2f	1f
1 : 1/2	3f	3/2f	1/2f
1 : 1/3	4f	4/3f	1/3f
1 : 1/4	5f	5/4f	1/4f
1 : 1/5	6f	6/5f	1/5f
1 : 1/6	7f	7/6f	1/6f

Nur in Ausnahmefällen werden Einzellinsen für fotografische Aufnahmen verwendet; denn sie haben eine Reihe von Abbildungsfehlern. Sie liefern nur unvollkommene Bilder mit mangelnder Schärfe und perspektivischen Verzeichnungen.

Um diese Fehler auszuschalten, vereinigt man mehrere Linsen zu einem fotografischen *Objektiv*<sup>1)</sup>. Es ist im allgemeinen aus drei bis sieben Einzellinsen zusammengesetzt. Die Linsen bestehen aus verschiedenen brechenden Glassorten. Man wählt Sammel- und Zerstreulinsen. Ihre Oberflächenkrümmung ist derart berechnet, daß sich die Abbildungsfehler der Einzellinsen weitgehend ausgleichen. So liefert ein gutes Objektiv scharfe und verzeichnungsfreie Abbilder.

## 2. Die Monokellinse und ihre wichtigsten Fehler

Jede Einzellinse hat eine Reihe von Abbildungsfehlern, die ihren Anwendungsbereich einschränken. Die Fehler sind bei bikonvexen und plankonvexen Linsen größer als beim Meniskus. Der einfachste und fehlerreichste fotografisch verwendete Linsentyp ist das einfache Brillenglas, das auch als *Monokellinse* bezeichnet wird. Es ist ein konkavkonvexer mondsichelförmiger Meniskus (Bild 32). Entwirft man mit ihm ein Bild auf hellen Karton, so wirkt dieses verwaschen. Es fehlen die klaren, scharfen Konturen. Die Lichtstrahlen, die durch die Monokellinse gebrochen werden, schneiden sich nicht mathematisch genau im Brennpunkt, sondern zum Teil auch vor und hinter diesem (Bild 33). Von den parallel zur Linsenachse auftreffenden Strahlen werden die Randstrahlen stärker gebrochen als die mittleren Strahlen. Jede ringförmige Zone der Linse hat ihren eigenen Schnittpunkt

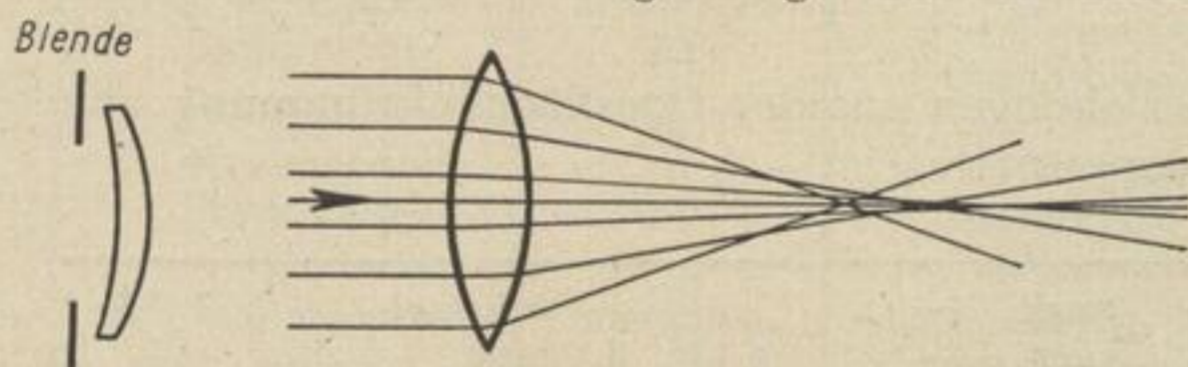


Bild 32. Die Monokellinse (Meniskus), die einfachste und fehlerreichste fotografisch angewandte Linse

Bild 33. Der Kugelgestaltfehler (sphärische Aberration). Jede Ringzone der Linse hat ihren eigenen Brennpunkt

für die Lichtstrahlen und entwirft ihr Bild entsprechend auch in einem bestimmten Abstand von der Linse. Die einzelnen Teilbilder überlagern sich. Sie haben einen verschiedenen Abstand von der Linse und infolge der unterschiedlichen Brennweite auch eine verschiedene Größe. Die Einzelpunkte des Objekts erscheinen im Bild als kleine Zerstreungskreise. Am brauchbarsten ist die Sammellinse, die die kleinsten Zerstreungskreise entwirft. Die Größe der Lichtscheibchen, zu denen die Punkte des Objekts verzerrt werden, ist abhängig von der Wölbung der Linse.

So entsteht ein Bild mit mehreren Konturen, das zwangsläufig unscharf sein muß. Nur das in der Schichtebene des lichtempfindlichen Materials liegende Bild ist scharf, die davor und dahinter liegenden Teilbilder sind unscharf. Es kommt der typische *Weichzeichner-Effekt* zustande. Jede Kontur ist von hellen Lichtsäumen (Bild 48) umgeben und wirkt daher verwaschen und weich. Diesen Linsenfehler, der durch die Krümmung der Linsenfläche hervorgerufen wird, bezeichnet man als *Kugelgestaltfehler* [*sphärische Aberration*<sup>2)</sup>]. Der Fehler nimmt mit steigendem Linsendurchmesser sehr rasch zu. Bei einer Einzellinse mit der Öffnung 1:11 (S. 62/63) ist er nur wenig wahrnehmbar, bei 1:8 stört er bereits empfindlich, und bei 1:4 ist das Bild wegen totaler Unschärfe unbrauchbar.

<sup>1)</sup> obicere (lat.) = entgegentreten. Das Objektiv ist das dem Objekt zugekehrte optische System. <sup>2)</sup> sphaíra (griech.) = Kugel; aberarre (lat.) = abweichen.



Man verwendet die Monokellinse heute fotografisch als *Weichzeichnerlinse* für künstlerische Porträtstudien und auch in anderen Fällen, in denen Einzelheiten zugunsten großer Flächen und einheitlicher Linienführung unterdrückt werden sollen, zum Beispiel für großräumige Landschaften und Stimmungsbilder; man kann dann das Flimmern in der Luft an heißen Sommertagen und andere stimmungsmäßige Momente darstellen. Schließlich dient die Monokellinse auch als *Vorsatzlinse*, um die Brennweite eines mehrlinsigen Objektivs zu verändern (S. 58/59). Um mit der Monokellinse ein einigermaßen scharfes Bild zu erhalten, muß man die besonders stark abweichenden Randstrahlen abdecken; man muß abblenden. Zur Bildgestaltung werden dann nur diejenigen Lichtstrahlen herangezogen, die auf die mittleren Partien der Linse auftreffen. Die abdeckende Blende setzt man im Abstand von  $\frac{1}{10}$  der Brennweite vor die konkave, hohle Seite der Linse, die dem Aufnahmegegenstand zugewendet ist (Bild 32).

In ähnlicher Weise wirkt noch ein zweiter Linsenfehler, der ebenfalls die nahezu parallel zur Linsenachse einfallenden Lichtstrahlen betrifft. Wir können uns jede Linse aus zahlreichen Teilprismen zusammengesetzt denken (Bild 26). Die Prismen brechen Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge zwar gleichsinnig, aber in verschiedenem Ausmaße. Ein weißer Lichtstrahl, der aus dem Licht aller Wellenlängen zusammengesetzt ist, wird durch die Prismen in ein Spektrum zerlegt, das von Rot über Orange, Gelb, Grün und Blau bis zum Violett reicht [Dispersion<sup>1)</sup>

Bild 34. Farbenstreuung des Sonnenlichts (Dispersion) durch ein Prisma. Am stärksten werden die violetten, am schwächsten die roten Strahlen gebrochen

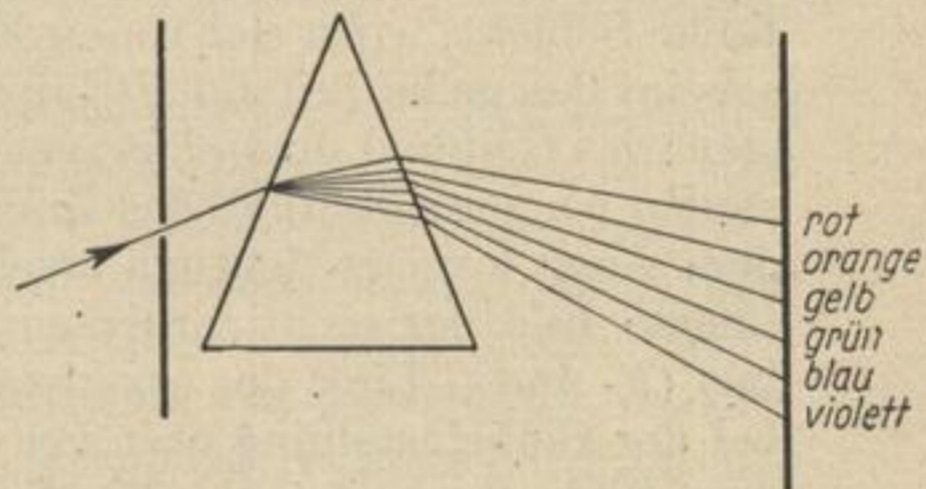
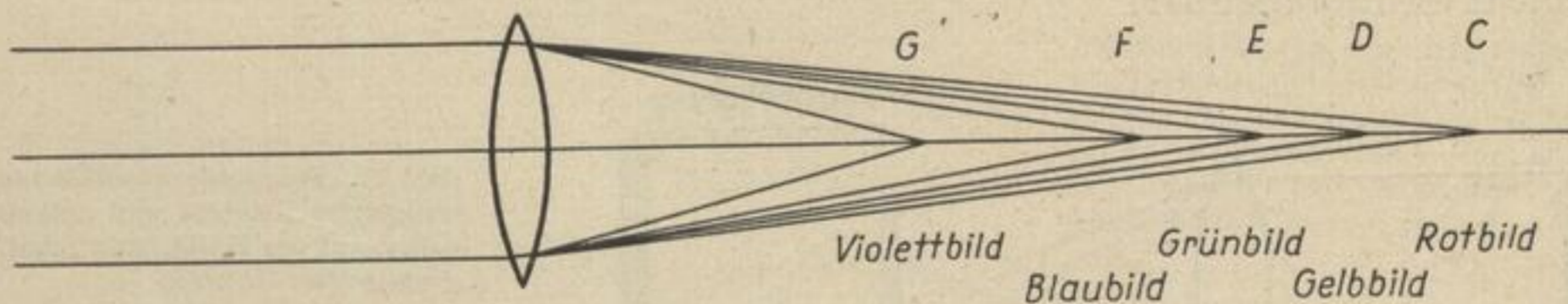


Bild 35. Farbige Längsabweichung (chromatische Längsdifferenz) der Sammellinse. Die Strahlen unterschiedlicher Wellenlängen werden von der Linse verschiedenartig gebrochen, die violetten am stärksten, die roten am schwächsten



des Sonnenlichts; Bild 34]. Die Breite des entstehenden Spektrums ist die *Farbenstreuung*; sie ist bei den einzelnen Glassorten verschieden groß.

Am stärksten werden die violetten Strahlen gebrochen; ihr Brennpunkt liegt der Linse am nächsten. Daher ist das violette Teilbild auch am kleinsten. Die roten Strahlen werden am schwächsten gebrochen; ihr Brennpunkt liegt weiter entfernt von der Linse; sie ergeben das Teilbild mit dem größten Abbildungsmaßstab (Bild 36). So entstehen die einzelnen Farbenbilder in verschiedenem Abstand hinter der Linse [*farbige Längsabweichung* oder *chromatische*<sup>2)</sup> *Längsdifferenz*; Bild 35] und

<sup>1)</sup> dispérgere = zerstreuen. <sup>2)</sup> chróma (griech.) = Farbe.

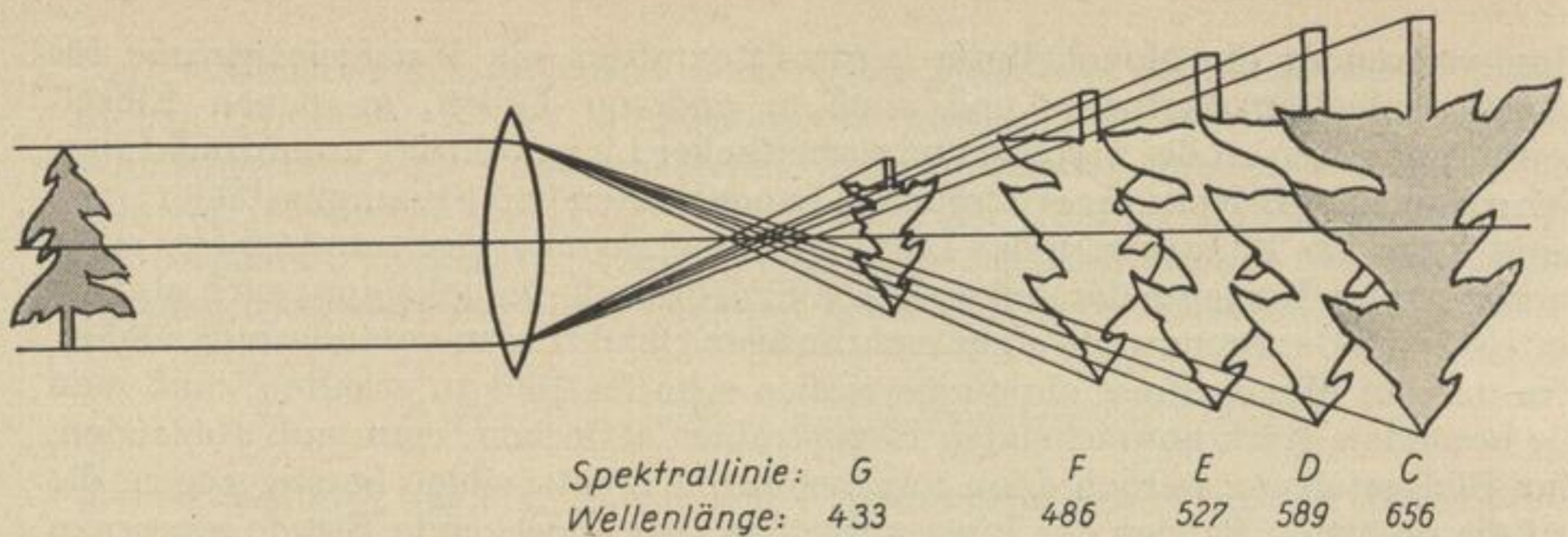


Bild 36. Farbige Größenabweichung (chromatische Vergrößerungsdifferenz) der Sammellinse. Die unterschiedliche Brechung bedingt auch eine unterschiedliche Bildgröße; das Violettbild ist am kleinsten, das Rotbild am größten

daher auch in verschiedener Größe (*farbige Größenabweichung oder chromatische Vergrößerungsdifferenz*; Bild 36). Nur eines von ihnen kann im Schärfebereich der fotografischen Schicht liegen. Alle übrigen liegen dahinter oder davor und werden zwangsläufig unscharf abgebildet. Das Gesamtbild wirkt wiederum verwaschen und unscharf.

Da das Auge auf die verschiedenen Farbbilder anders anspricht als die fotografische Schicht, wirkt sich dieser Fehler besonders unangenehm aus. Dem Auge erscheint das gelbe Teilbild (*D-Linie des Spektrums*; Tabelle 3 und Bild 35) am hellsten; das Gelbbild dominiert; es ist das optisch hellste Bild. Auf der Mattscheibe stellen wir unwillkürlich das Gelbbild scharf ein und vernachlässigen die übrigen dem Auge weniger deutlich erscheinenden Farbenbilder. Das fotografisch wirksamste Bild der nicht farbenempfindlich gemachten Schicht aber ist das Blaubild (*F- und G-Linie des Spektrums*). Infolge seiner kürzeren Brennweite liegt es bei der Gelbeinstellung weit vor der lichtempfindlichen Schicht und kommt auf dem Bild unscharf (Bild 37). Seine Unschärfe beherrscht das Gesamtbild und macht es unbrauchbar.

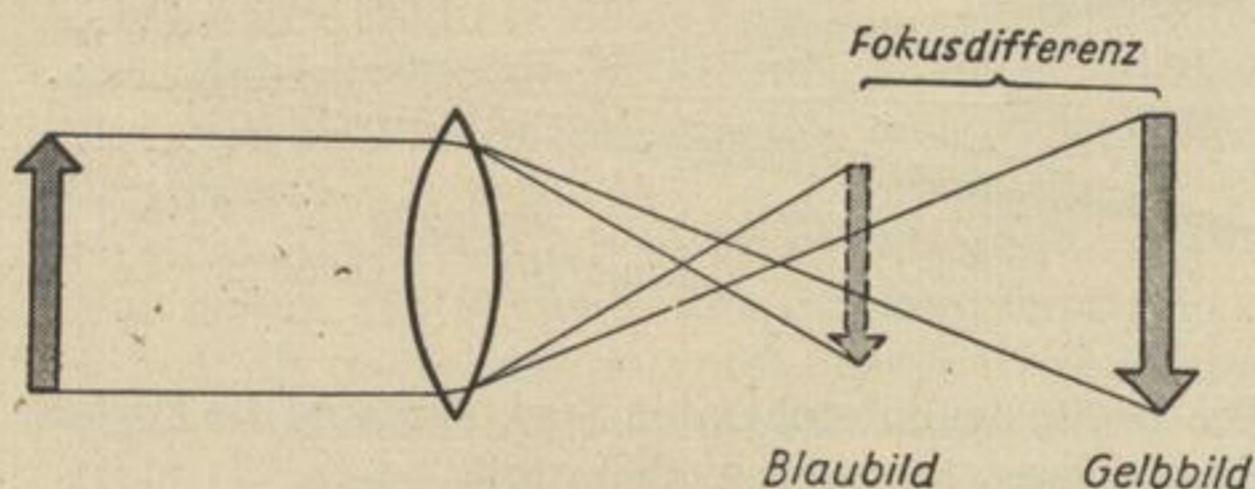


Bild 37. Fotografisch wirksames unscharfes Blaubild und optisch helles, auf der Mattscheibe scharf eingestelltes Gelbbild

Den Unterschied zwischen der Brennweite des Gelb- und Blaubildes bezeichnet man als *Fokusdifferenz*. Bei älteren Apparaten mußte man nach der Mattscheibeneinstellung den Balgenauszug zum Ausgleich bei Porträtaufnahmen um  $\frac{1}{40}$ , bei Landschaftsaufnahmen um  $\frac{1}{50}$  der Gesamtlänge verkürzen, um scharfe Bilder zu erhalten. Die gleiche Fokusdifferenz tritt auch heute noch bei den billigsten Apparaten des Handels, den Box-Apparaten, auf. Der Benutzer der Box allerdings

merkt nichts mehr davon. Die Box hat keine Mattscheibe zur Scharfeinstellung; die Bildfeldbegrenzung wird mit Hilfe eines Durchsichtsuchers ermittelt. Die Box-Apparate haben einen starren Kasten, bei dessen Bau bereits die Fokussdifferenz ausgeglichen wurde. Die Filmebene liegt in der Ebene des fotografisch wirksamen Blaubildes.

### 3. Von der Monokellinse zum Aplanaten

In den Box-Apparaten hat man zwei Monokellinsen symmetrisch gegenübergestellt und zwischen beiden eine feste Blende angeordnet; sie deckt die besonders stark abweichenden Randstrahlen ab (Bild 38). Damit ist das einfachste fotografische Objektiv, das *Periskop*, entstanden. Es muß stark abgeblendet werden, ist daher lichtschwach und erfordert lange Belichtungszeiten. Diese werden durch neuzeitliche lichtempfindliche Filme abgekürzt, so daß man mit einer Standardbelichtung von  $\frac{1}{25}$  Sekunde arbeiten kann.

Das Periskop weist alle Abbildungsfehler auf, die an Linsen vorkommen. Kugelgestaltfehler und Farbenfehler sind allerdings durch die symmetrische Gegenüberstellung zweier Linsen auf ein erträgliches Maß herabgemindert, da außerdem die besonders abweichenden Randstrahlen durch starkes Abblenden ausgeschaltet sind.

Die verschiedenen Glassorten brechen die Lichtstrahlen verschieden stark und haben auch eine unterschiedliche Farbenzerlegung (Dispersion). Gläser mit starker Farbenzerstreuung bezeichnet man als *Flint*<sup>1)</sup>, solche mit geringer als *Kron*. Flint bricht nur wenig stärker als Kron, hat aber eine doppelt so große Farbenstreuung (Bild 39 oben). Durch Kombination von Gläsern verschiedener Brechkraft und verschiedener Farbenstreuung erhält man ein korrigiertes fotografisches Objektiv. Man koppelt zum Beispiel eine Kronglaslinse mit einer Flintglas-

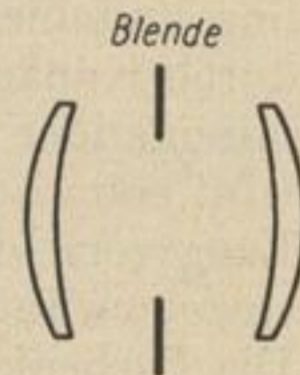


Bild 38. Das Periskop, das einfachste fotografische Objektiv

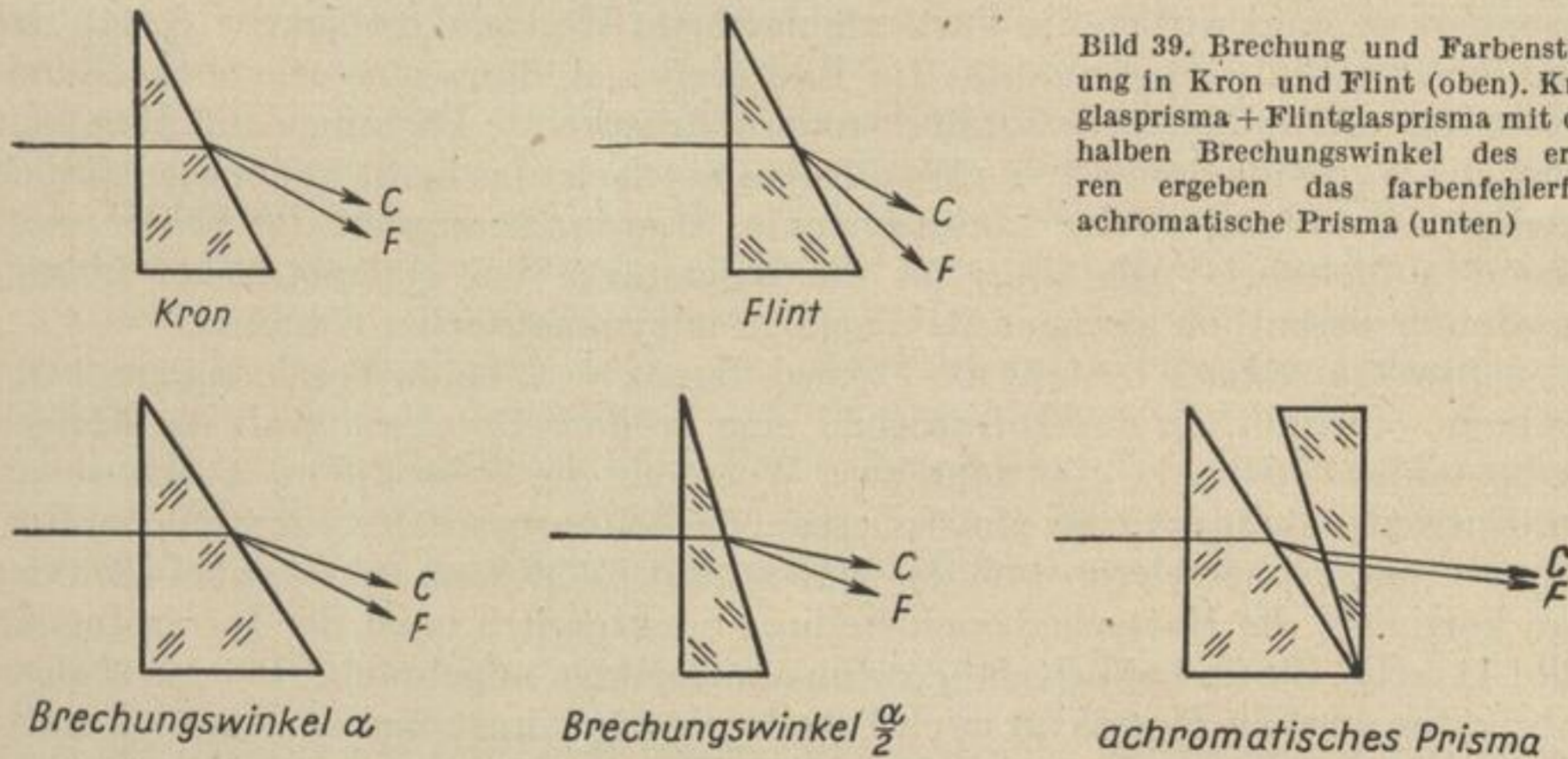


Bild 39. Brechung und Farbenstreuung in Kron und Flint (oben). Kronglasprisma + Flintglasprisma mit dem halben Brechungswinkel des ersten ergeben das farbenfehlerfreie achromatische Prisma (unten)

<sup>1)</sup> flint (engl.) = Feuerstein.

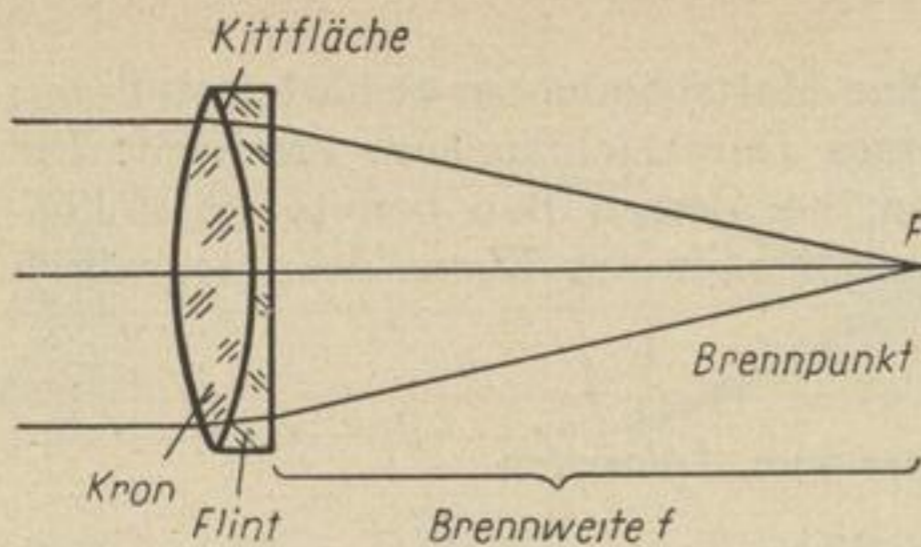


Bild 40. Der Achromat, das auf Farbenfehler korrigierte Landschaftsobjektiv

linse, die nur den halben Brechungswinkel der ersten besitzt. Setzt man beide gegeneinander, so heben sich ihre Farbenfehler weitgehend auf (Bild 39 unten). Es entsteht das farbenfehlerfreie *achromatische* Prisma. Nach diesem Prinzip ist auch das auf Farbenfehler korrigierte achromatische Objektiv, der *Achromat*, entstanden. Er wird besonders als Landschaftsobjektiv verwendet.

Er besteht aus einer Kronglas-Sammel-

linse und einer Flintglas-Zerstreuungslinse von halber Brechkraft (Bild 40). Beide sind durch Kanadabalsam, ein glasklares Harz der nordamerikanischen Balsamtanne, miteinander verkittet. Durch Vereinigung von Kron und Flint berechneter Dicke wird beim Achromaten erreicht, daß der Kugelgestaltfehler und die chromatische Längsverschiebung und Vergrößerungsdifferenz weitgehend aufgehoben sind und die einzelnen Teilbilder in nahezu der gleichen Größe an der gleichen Stelle liegen.

Die Farbenkorrektur bezieht sich, strenggenommen, nur auf zwei Farben, deren Bilder dann zusammenfallen. Man läßt das optisch hellste Bild, das Gelbbild (*D*-Linie) der Mattscheibeneinstellung, mit dem fotografisch wirksamsten Bild, dem Blaubild (*F*- und *G*-Linie) bzw. auch mit dem Rotbild, zusammenfallen. Dann ist die Fokusdifferenz beseitigt. Für den Dreifarbedruck und die Farbenfotografie ist die Farbenkorrektur der fotografischen Objekte von besonderer Bedeutung geworden, ebenso auch für die Verwendung von Pan-Film, der alle Farben des sichtbaren Spektrums wiedergibt. Für den Dreifarbedruck hat man speziell Linsensysteme entwickelt, die aus drei verschiedenen Glassorten zusammengesetzt sind und drei oder auch mehr Farbenbilder zur Deckung bringen. Diese vervollkommnete Farbenfehlerkorrektur bezeichnet man als *Apochromasie*<sup>1)</sup> und die entsprechend korrigierten Linsensysteme als *Apochromate*. Die Korrektur beschränkt sich allerdings auf die chromatische Längsverschiebung.

Besonders störend wirken die Farbenfehler beim Weitwinkelobjektiv (S. 41), das einen großen Bildwinkel umfaßt. Im Bild zeigt sich dann eine erhebliche Randunschärfe, und im Mattscheibenbild treten sehr störende Farbringe auf. Man baut daher die Weitwinkelobjektive vielfach symmetrisch, das heißt mit spiegelbildlich gleicher Anordnung zweier Linsensysteme. Hierdurch werden die Fehler weitgehend aufgehoben. Allerdings ist die Lichtstärke bei symmetrischer Linsen-anordnung wesentlich geringer als diejenige unsymmetrischer Systeme.

Bei *Infrarotaufnahmen* besteht die Fokusdifferenz auch bei farbenkorrigierten Objektiven weiterhin, da das Infrarotbild eine größere Brennweite als die übrigen Farbenbilder besitzt. Es gibt dann zwei Wege, um die Fokusdifferenz auszuschalten. Entweder stellt man das Mattscheibenbild bei vorgeschaltetem strengem Rotfilter ein; das ist schwierig, weil das Mattscheibenbild dann sehr dunkel ist. Oder man korrigiert die Mattscheibeneinstellung nachträglich nach der Infrarotmarke (Bild 41, »R«). Sie ist bei Leitzfabrikaten am Objektiv angebracht. Bei den übrigen Fabrikaten wird die Korrektur nach Tabellenwerten vorgenommen. Auch bei mattscheibenlosen Apparaten, zum Beispiel den Kleinbildapparaten, muß die Korrek-

<sup>1)</sup> apo (griech.) = weg, ab; chróma (griech.) = Farbe.

tur von der fotografischen Normalstellung auf die Infrarotstellung nachträglich vorgenommen werden, wobei der Auszug des Apparates bei Einstellung auf  $\infty$  um etwa  $\frac{3}{4}\%$  verlängert wird (S. 271/272). Kugelgestaltfehler und Farbenfehler kommen durch Lichtstrahlen zustande, die annähernd parallel zur Linsenachse auf die Linse treffen. Die schief zur Achse auftreffenden Lichtstrahlen haben außerdem eine stärkere Streuung der Bildpunkte, die besonders in den Bildecken kometenschweifartig verzerrt werden. Man nennt diesen Fehler die *Koma* (Bild 42). Durch symmetrische Linsen-anordnung zur Mittelblende läßt sich die Koma nahezu völlig beseitigen. Man erhält dann ein symmetrisches System aus vier Linsen, den Aplanaten<sup>1)</sup> (Bild 43). Der *Aplanat* liefert ohne Abblen-

dung ein Bild von beträchtlicher Mittelschärfe und nur leichter Randunschärfe. Im Gegensatz zu den anderen Objektiven entwickelt er seine größte Schärfe bei voller Öffnung. Da die Randstrahlen stärker gebrochen werden als die Mittelstrahlen, sinkt die Abbildungsschärfe mit zunehmendem Abblenden beträchtlich; diese Eigentümlichkeit wird als *Blendendifferenz* bezeichnet. Gleichzeitig wird auch die Koma, besonders in den Randpartien des Bildes, verstärkt. Der Aplanat ist ein *Doppelobjektiv*, das aus zwei achromatischen Teilobjektiven besteht. Man kann das vordere Linsenpaar abschrauben und das hintere für sich als achromatische Landschaftlinse verwenden. Sie besitzt dann die doppelte Brennweite des Gesamtobjektivs. Sie bildet bei unverändertem Aufnahmestandpunkt das Objekt in doppelter Größe ab. Das hintere Linsensystem ist also ein Ersatz für ein Teleobjektiv, das die Ferne heranholt und stärker auflöst. Die Lichtstärke der Hinterlinse ist allerdings nur  $\frac{1}{4}$  so groß wie diejenige des Gesamtobjektivs; denn sie besitzt nur die halbe relative Öffnung (S. 62/63).

#### 4. Vom Aplanaten zum Anastigmaten

In den Randzonen der Linse werden die senkrecht auftreffenden Lichtstrahlen anders gebrochen als die schräg einfallenden, die von seitlich gelegenen Objekt-

<sup>1)</sup> aplanatisch = nicht abweichend.

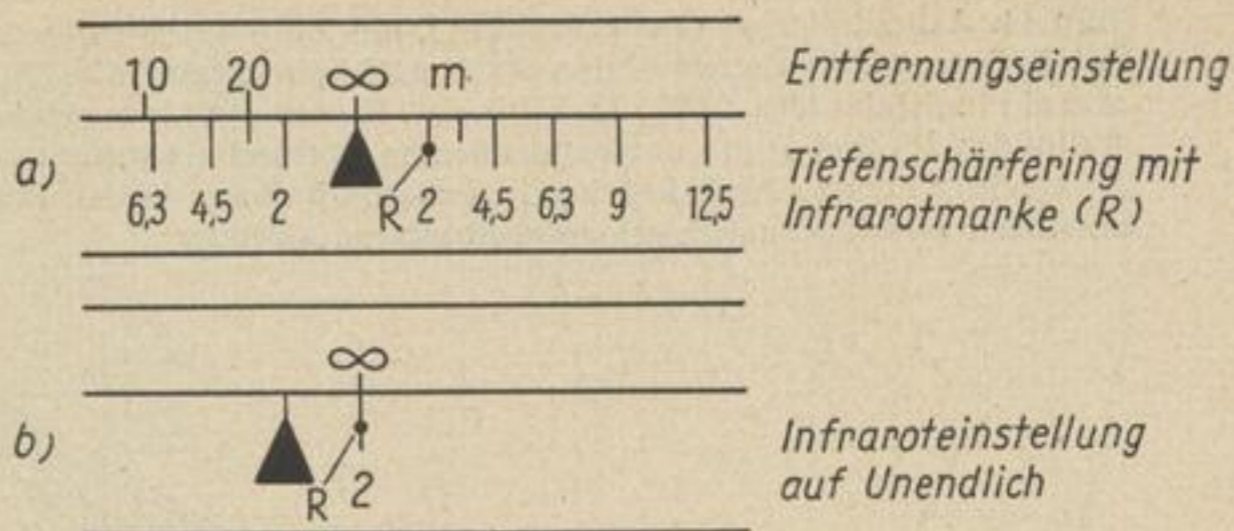


Bild 41. Korrektur der Unendlichstellung auf die Infrarotstellung bei der Leica

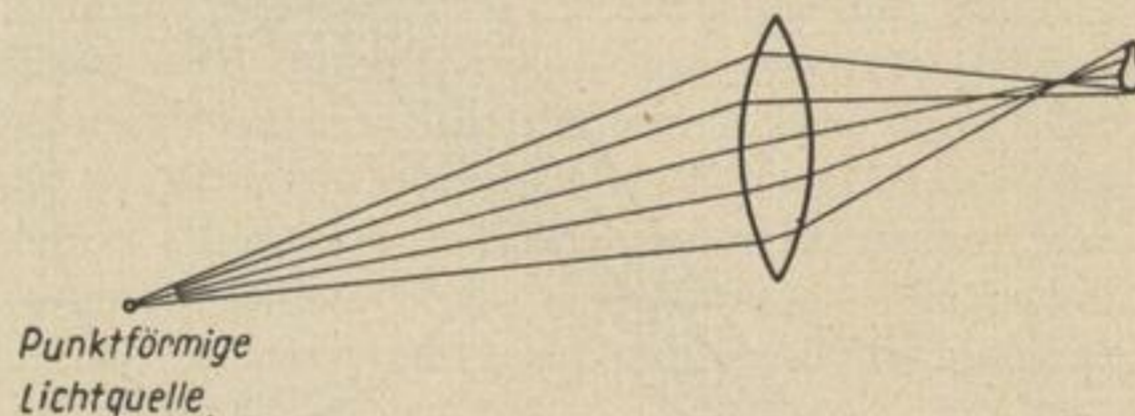


Bild 42. Die Koma, Abbildungsfehler bei schräg zur Achse einfallenden Lichtstrahlen. Die Objektpunkte werden in den Bildecken kometenschweifartig verzerrt

Bild 43. Der Aplanat, ein symmetrisches System aus vier Linsen mit nur leichter Randunschärfe; korrigiert auf Kugelgestaltfehler, Farbenfehler und Koma

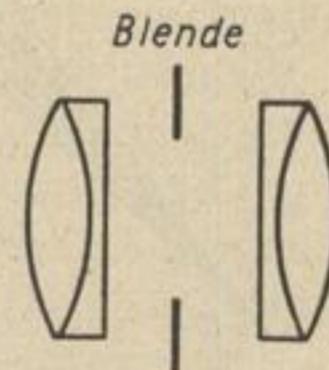
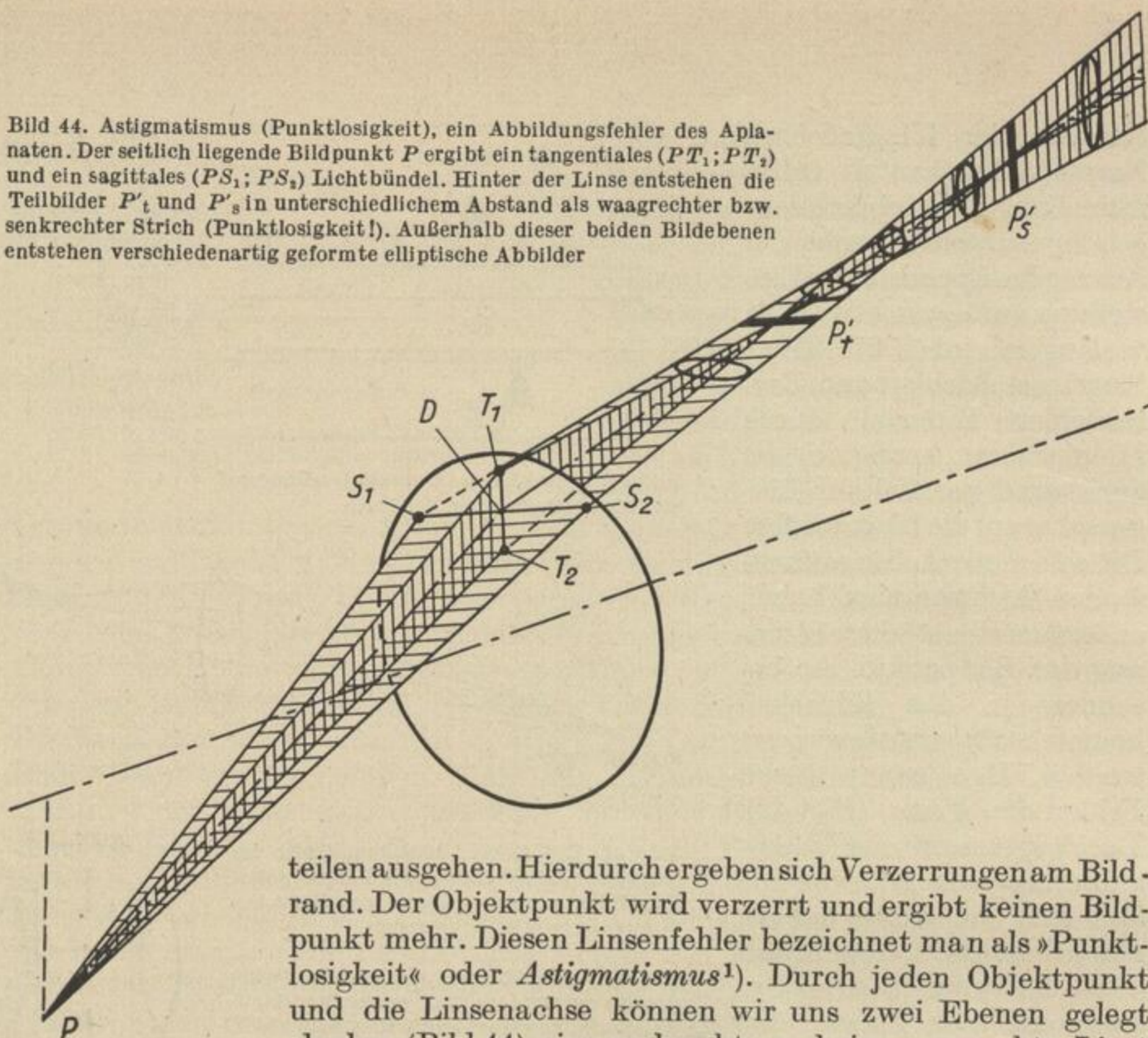


Bild 44. Astigmatismus (Punktlosigkeit), ein Abbildungsfehler des Aplanaten. Der seitlich liegende Bildpunkt  $P$  ergibt ein tangentiales ( $PT_1; PT_2$ ) und ein sagittales ( $PS_1; PS_2$ ) Lichtbündel. Hinter der Linse entstehen die Teilbilder  $P'_t$  und  $P'_s$  in unterschiedlichem Abstand als waagrecht bzw. senkrechter Strich (Punktlosigkeit!). Außerhalb dieser beiden Bildebenen entstehen verschiedenartig geformte elliptische Abbilder



teilen ausgehen. Hierdurch ergeben sich Verzerrungen am Bildrand. Der Objektpunkt wird verzerrt und ergibt keinen Bildpunkt mehr. Diesen Linsenfehler bezeichnet man als »Punktlosigkeit« oder *Astigmatismus*<sup>1)</sup>. Durch jeden Objektpunkt und die Linsenachse können wir uns zwei Ebenen gelegt denken (Bild 44), eine senkrechte und eine waagrechte. Liegt der Objektpunkt schräg zur Linsenachse, so vereinigen sich

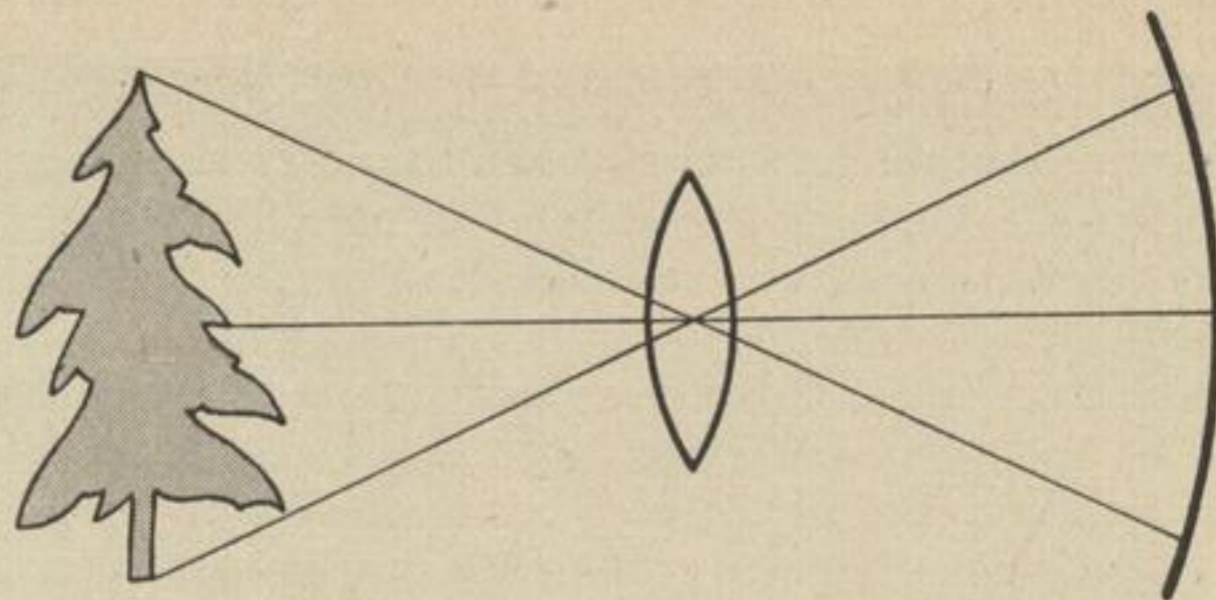
die Lichtstrahlen beider gedachter Ebenen in verschiedenem Abstand hinter der Linse; sie haben verschiedene Brennweiten. Wird der Objektpunkt durch die Strahlen der senkrechten Ebene als Bildpunkt dargestellt, so erscheint er durch die Strahlen der waagrechten Ebene als waagrecht, unscharfer Bildstrich. Stellt man hingegen auf die waagrechte Ebene ein, so erscheint er dort als Bildpunkt, während die Lichtstrahlen der senkrechten Ebene einen senkrechten, unscharfen Bildstrich ergeben. Die Unschärfen an den Bildrändern betreffen daher entweder vorwiegend die horizontalen oder vorwiegend die vertikalen Linien. Bildet man ein schwarzes Kreuz auf hellem Grund bei schrägstehender Linse ab, so wird entweder nur der senkrechte oder nur der waagrechte Balken des Kreuzes scharf abgebildet, da beide in verschiedenen Bildebenen liegen.

Infolge der Linsenwölbung werden zudem die einzelnen Bildpunkte je nach dem Einfallswinkel der Lichtstrahlen in verschiedenen hintereinander liegenden Bildebenen scharf abgebildet. Das vom Objektiv entworfene Bild ist also gewölbt (Bild 45). Die planliegende lichtempfindliche Schicht kann nur bestimmte Zonen dieses Bildes scharf erfassen. Diesen Abbildungsfehler bezeichnet man als *Bildfeldwölbung*.

Außerdem machen sich *perspektivische Verzerrungen* bemerkbar, da nicht alle Bildteile im gleichen Maßstab abgebildet werden. Die Randteile des Bildes werden

<sup>1)</sup> stigma (griech.) = Punkt.

Bild 45. Bildfeldwölbung, ein  
Abbildungsfehler des Aplanaten



in größerem oder kleinerem Abbildungsmaßstab dargestellt als die Mittelpartien. Die Verzerrungen entstehen durch die Abblendung des Objektivs. Steht die Blende vor der Linse, so erscheinen die Randpartien zu klein, die Mittelpartien zu groß. Ein Gitter aus quadratischen Feldern wird dann tonnenförmig verzerrt (Bild 46 links). Befindet sich die Blende hinter der Linse, so werden die Eckpartien größer als die Mittelpartien abgebildet, und wir erhalten zipfelförmige Erweiterungen; das Gesamtbild wirkt kissenförmig verzerrt (Bild 46 rechts). Die perspektivischen Verzerrungen können nicht auftreten, wenn die Blende in der Mitte eines symmetrischen Objektivs angeordnet ist oder wenn sie bei unsymmetrischen Konstruktionen an einer genau berechneten Stelle eingebaut wird.

Auch diese durch schief zur Linsenachse einfallende Lichtstrahlen verursachten Abbildungsfehler können durch Linsenkorrekturen ausgeschaltet werden. Der Objektpunkt wird dann in jedem Falle als Bildpunkt ohne Verzerrung dargestellt. Derart korrigierte Objektive bezeichnet man als *Anastigmat*<sup>1)</sup>. In ihnen sind der Astigmatismus, die Bildfeldwölbung und die perspektivischen Verzeichnungen ausgeglichen, und die Koma ist behoben. Auch bei großer Lichtstärke entstehen scharfe, verzeichnungsfreie Bilder. Damit ist der *Anastigmat* das bestkorrigierte, allerdings zugleich auch das teuerste Objektiv der fotografischen Praxis. Er zeichnet auch bei voller Öffnung randscharf.

Bei symmetrisch gebauten *Doppelanastigmaten* kann man die vordere Objektivhälfte abschrauben und das hintere Linsensystem als Teleobjektiv verwenden. Es hat dann die doppelte Brennweite, stellt das Objekt im doppelten Abbildungsmaßstab dar, besitzt aber nur  $\frac{1}{4}$  der Lichtstärke des Gesamtobjektivs. Bei *unsymmetrischen Anastigmaten* besteht diese Möglichkeit nicht. Bei *halbsymmetri-*

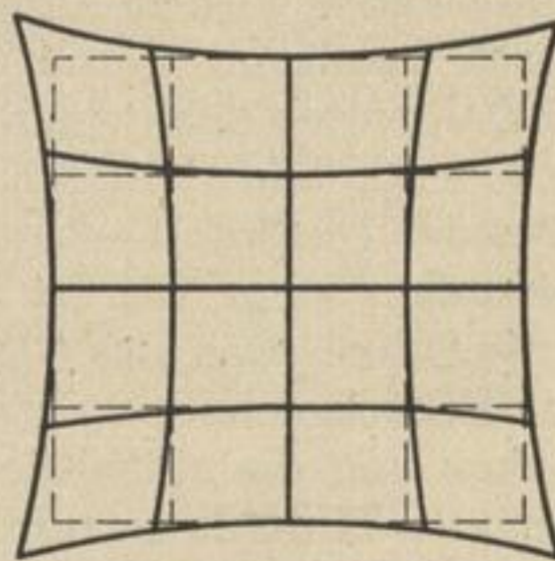
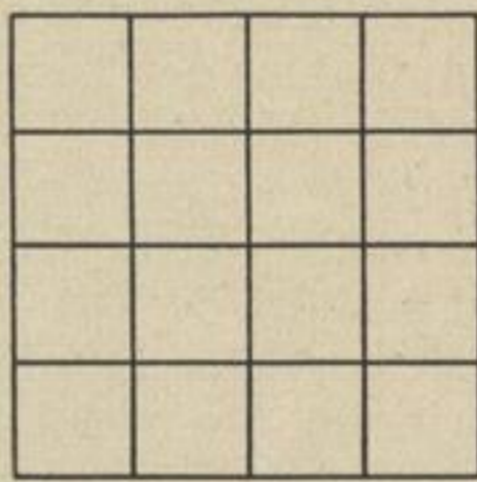
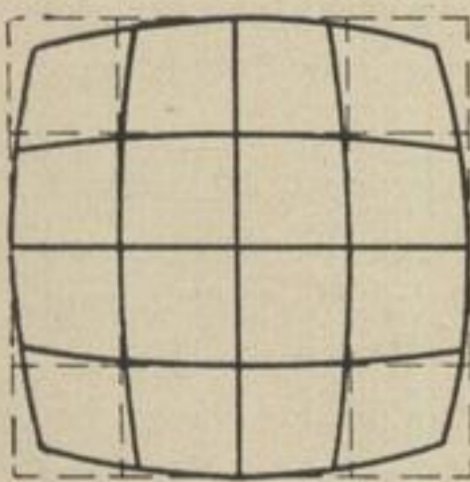


Bild 46. Perspektivische Verzeichnungen des Bildes beim Abblenden, bedingt durch die Stellung der Blende. In der Mitte die verzeichnungsfreie Abbildung. Links die tonnenförmige Verzerrung bei Blendenanordnung vor der Linse. Rechts die kissenförmige Verzerrung bei Blendenanordnung hinter der Linse

<sup>1)</sup> »Ohne Punktlosigkeit«.

*schen Anastigmaten* kann man ebenfalls die einzelnen Teile für sich verwenden. Für eine Aufnahme vom gleichen Standort stehen dann drei verschiedene Brennweiten zur Verfügung, je nachdem man die Vorderlinsen, die Hinterlinsen oder das Gesamtobjektiv verwendet. Man muß jedoch beim Gebrauch einer Objektivhälfte scharf abblenden, damit die Bilder randscharf ausfallen.

Die Linsen in den Objektiven sind teils miteinander verkittet, teils sind sie unverkittet und durch Lufträume getrennt. Die unverkitteten Systeme sind billiger und lichtstärker. Die verkitteten Systeme sind teurer; das scharfe Bildfeld erstreckt sich bei ihnen über eine größere Fläche; sie erreichen aber nicht die Lichtstärke der unverkitteten Systeme. Daher werden in der Praxis häufig halbverkittete Systeme verwendet, besonders wenn bei höchster Lichtstärke kürzeste Aufnahmezeiten erreicht werden sollen.

In letzter Zeit ist ein speziell gegen Farbenabweichungen nochmals durchkorrigierter Anastigmatentyp geschaffen worden, der *Apochromat*. Man wendet ihn besonders bei der Reproduktion von Farbaufnahmen und in der Mikrofotografie an.

### 5. Vom »Adlerauge der Kamera« zum Weichzeichner

Das Hauptaugenmerk war bei den optischen Werken lange Zeit ausschließlich auf beste Korrektur der fotografischen Objektive, auf die Beseitigung all ihrer Fehler und Mängel gerichtet. Das führte schließlich zur Entwicklung so hochwertiger Typen, wie des *Zeiss-Tessars*, das man auch als »Adlerauge der Kamera« bezeichnet hat (Bild 53). Es ist das Objektiv der vollendeten Schärfe. Wir wenden es stets an, wenn es auf gestochene Schärfe ankommt, zum Beispiel bei Industriaufnahmen, bei Reproduktionen und vielen anderen Gelegenheiten (Bild 47). Das Wesen der fotografischen Aufnahme liegt darin begründet, daß eine ganz bestimmte Schnittebene durch das Objekt in vollendeter Schärfe dargestellt wird. Die räumlich vor oder hinter dieser Ebene liegenden Teile liefern nicht scharfe Bildpunkte, sondern Zerstreungsscheibchen, weil die Spitzen ihrer Lichtkegel vor oder hinter der Mattscheibenebene liegen. Die Zerstreungsscheibchen weisen auf ihrer Gesamtfläche eine gleichmäßige Helligkeit auf. So werden aus feinen Konturen, die außerhalb der Schärfenebene liegen, wollige Fäden, und das Bild des Objekts wird in diesen Teilen verwaschen und unscharf. Besonders unangenehm wirken derartig wollig-wattig-unscharfe Teile neben gestochen scharfen Bildelementen; jede Bildwirkung wird hierdurch zerstört. Durch günstige Tiefenstaffelung des Objekts, durch genügend weiten Aufnahmeabstand und durch starkes Abblenden des Anastigmaten dehnt man bei der Aufnahme den Tiefenschärfebereich derart aus, daß er alle bildwichtigen Teile umfaßt (Bild 51).

Was der gestochen scharf arbeitende Anastigmat nicht oder nur unvollkommen darstellen kann, das ist die »Atmosphäre« einer Landschaft, der Flimmerglanz eines Sonnentags, das Gleißeln und Strahlen der Glanzlichter. Beim Porträt bringt der Scharfzeichner zu viele und oft unschöne Details, die vom Hauptmotiv ablenken und die einheitliche Bildwirkung beeinträchtigen. Jeder Maler zieht bestimmte Bildteile zu ruhigen, einheitlichen Flächen zusammen; er verzichtet auf störende Einzelheiten, abstrahiert vom Unwesentlichen und führt zum Wesentlichen hin; er steigert das Erwünschte und schwächt das Unerwünschte ab. Diese bildgestalterische Durcharbeitung des Objekts kann man mit einem Anastigmaten nur unvollkommen nachahmen.





Bild 47. Leipziger Messe; Wandelgang in der Halle der Volksrepublik China. Bildwirksam wurden die Bildfeld-diagonalen betont, die in ihrer Längserstreckung eine gute Raumwirkung vermitteln. Der seitlich tiefe Sonnenstand läßt die Lampions aufleuchten, ergibt eine gute Ausleuchtung des Gangs und lange Schatten, die den sonnenüberstrahlten Plattenbelag aufgliedern. Dieser reflektiert das Licht und hellt die Schattenpartien auf. So bleiben die tiefsten Schwärzen für die silhouettenhaft wirkenden Passanten erhalten, die plastisch im Bild stehen. Der Fuß der Person im Vordergrund ist absichtlich angeschnitten; so wird der Betrachter unbewußt in das Bildfeld einbezogen. Helmut Stapf, Leipzig; Exakta Varex; Tessar 2,8/50;  $1/100$  s

Man nahm in solchen Fällen seine Zuflucht zu den *Weichzeichnerhilfen*, die als Duto- oder Weichzeichnerscheibe vor dem Anastigmaten angebracht werden. Die *Dutoscheiben* bestehen aus planparallel geschliffenem Glas mit eingeschliffenen konzentrischen Ringen. Das glatte Glas erzeugt das scharfe Grundbild, während die Rillen einen Teil der Lichtstrahlen brechen und ein zartes Überstrahlungsbild liefern (Bild 48). Diese Vorsatzscheiben beseitigen die mit vieler Mühe erreichte Scharfzeichnung des Hauptobjektivs. Die festen Konturen im Bild werden durch weiche Übergänge verdrängt, indem die Lichter in die Schatten überstrahlen. Man kann mit dem Weichzeichner Stimmungen einfangen. Aber durchaus nicht jedes Motiv eignet sich für eine Weichzeichneraufnahme. Man muß sich recht genau in den Grad der erträglichen Weichheit einfühlen, damit nicht alle Konturen zerfließen und man nicht ein allgemeines Rätselraten über den Bildinhalt anstellen muß. Übertriebene Weichheit wirkt nun einmal kitschig.

Zwischen den beiden Extremen, dem Scharfzeichner und dem durch Vorsatzlinsen seiner scharfzeichnenden Eigenschaften wieder beraubten Anastigmaten, steht als besonderer Konstruktionstyp das vollendetste aller Weichzeichnerobjektive, der Tiefenbildner *Imagon* (Bild 49). »Er empfindet wie das Auge des Künstlers«, sagt man diesem Achromat nach. Worauf beruht seine ihm eigentümliche Wirkung?



Bild 48. Talerblumen; Weichzeichneraufnahme mit Dutoscheibe. Die Überstrahlungen sind besonders an den Blütenblättern und den beleuchteten Stengelteilen deutlich sichtbar. Der Weichzeichnereffekt wurde dadurch erreicht, daß die weißen Blüten gegen dunklen Hintergrund gesetzt wurden, so daß kräftige Kontraste in den Helligkeitswerten vorhanden sind. Herbert Strobel, Leipzig; Kleinbildaufnahme; Praktika; Tessar 3,5/50; Blende 1:5,6; Gelbfilter 2; Dutoscheibe 0; Juli; 11 Uhr; volle Sonne;  $\frac{1}{100}$  s

Die Strahlen, die durch eine Linse treten, werden in verschiedenem Ausmaß gebrochen, je nachdem sie durch die Linsenmitte oder durch die Randzone treten. Achsennahe Strahlen werden am wenigsten, achsenferne am meisten gebrochen (Bild 50). So treffen sich die Mittelstrahlen, die vom Punkt  $A$  ausgehen, weit hinter der Linse im Punkt  $A'_1$ , während sich die Randstrahlen bereits in dem nähergelegenen Punkt  $A'_2$  vereinigen. Lichtstrahlen, die vom Nahpunkt  $B$  ausgehen, treffen sich hinter der Linse teils in  $B'_1$  (achsennahe Strahlen), teils in  $B'_2$  (achsenferne Strahlen). Selbstverständlich liegen zwischen den beiden angenommenen Punkten auch noch viele Zwischenpunkte.

Denken wir uns durch den Punkt  $A'_1 = B'_2$  die Einstellebene gelegt, so wird schon aus der Skizze deutlich, daß sich in dieser Schärfezone Lichtstrahlen treffen, die von

Punkten mit ganz verschiedenem Abstand vom Objekt ausgehen. Einmal sind es Randstrahlen, das andere Mal Mittelstrahlen, endlich auch Strahlen, die durch die Zwischenteile der Linse treten. Es treffen sich also im Extrem die achsennahen Strahlen von Fernpunkten mit den achsenfernen Strahlen von Nahpunkten in einer gemeinsamen Schärfezone. Dort entsteht ein kernscharfes Bildgerüst sowohl der Ferne als auch der Nähe und der Mittelzone, da irgendeine Linsenzonen jeden Objektpunkt mit der Spitze eines Lichtkegels in der Einstellebene abbildet. Damit wird also eine ungewöhnliche Tiefenzeichnung des Objekts gewährleistet. Die von den übrigen Linsenzonen entworfenen Lichtkegel hingegen bilden Zerstreungsscheibchen, die aber in der Einstellebene wesentlich lichtschwächer in Erscheinung treten als die leuchtenden Bildkerne. So ist jeder licht-

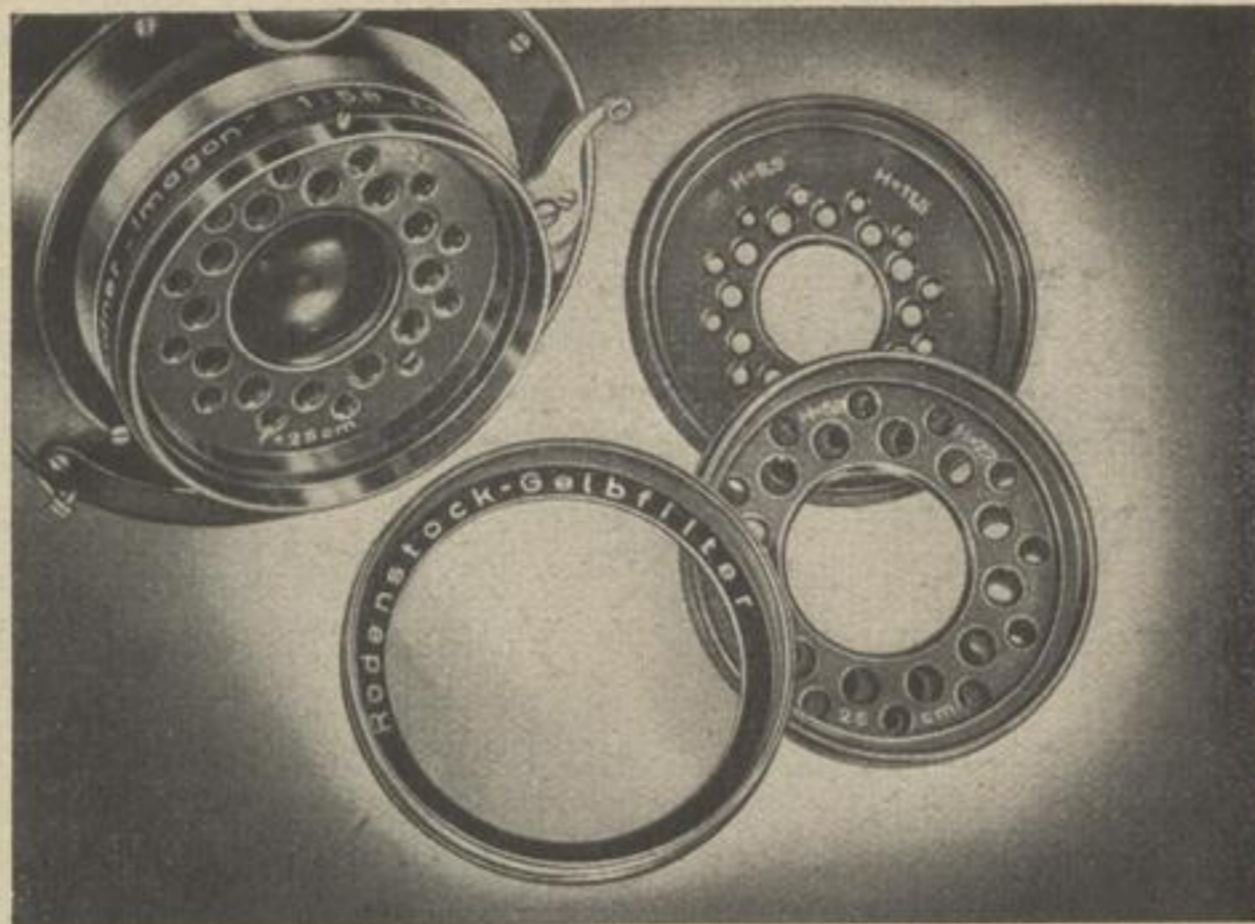


Bild 49. Der Tiefenbildner Imagon, das vollendetste aller Weichzeichnerobjektive; G. Rodenstock, München. Auf das Objektiv werden Siebblenden gesteckt. Deren große zentrale Öffnung liefert das scharfe und helle Kernbild. Die Löcher der konzentrischen Lochreihen liefern bei völliger Öffnung starke Überstrahlungen, durch die am stärksten abweichenden Randstrahlen; sie können beliebig weit geschlossen werden, so daß der Überstrahlungseffekt genau abstimmbare ist. Bei geschlossenen Lochreihen (Drehblende) erhält man eine nahezu anastigmatische Scharfzeichnung durch die zentrale Öffnung

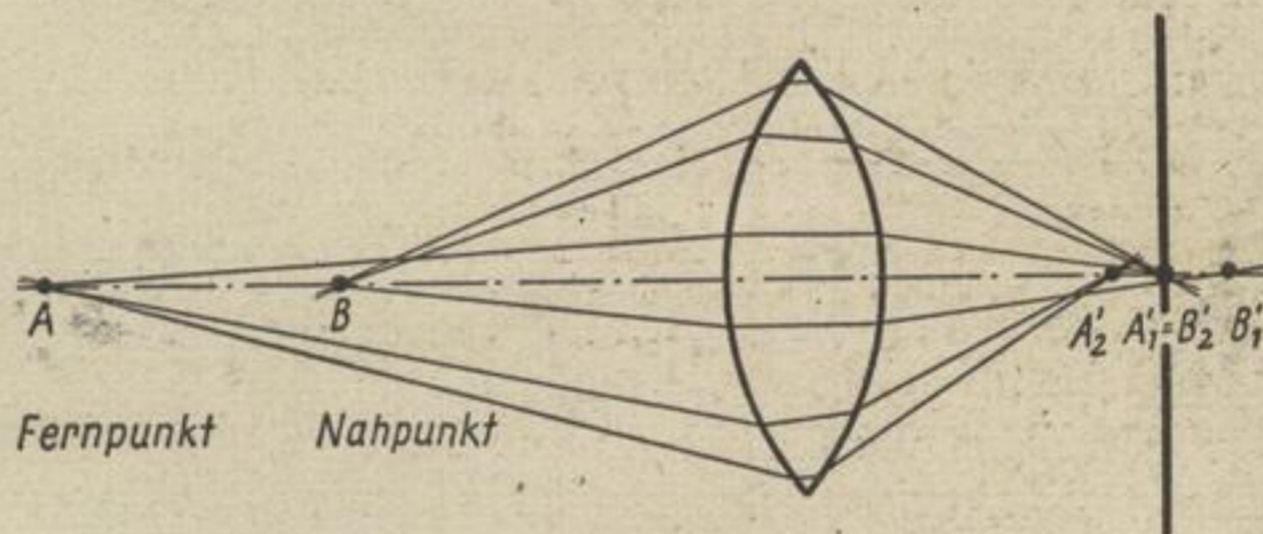


Bild 50. Achsennahe und achsenferne Strahlen haben unterschiedliche Schnittweiten. In der Einstellebene schneiden sich daher sowohl achsennahe Strahlen weiter entfernter als auch Randstrahlen näher gelegener Objektpunkte

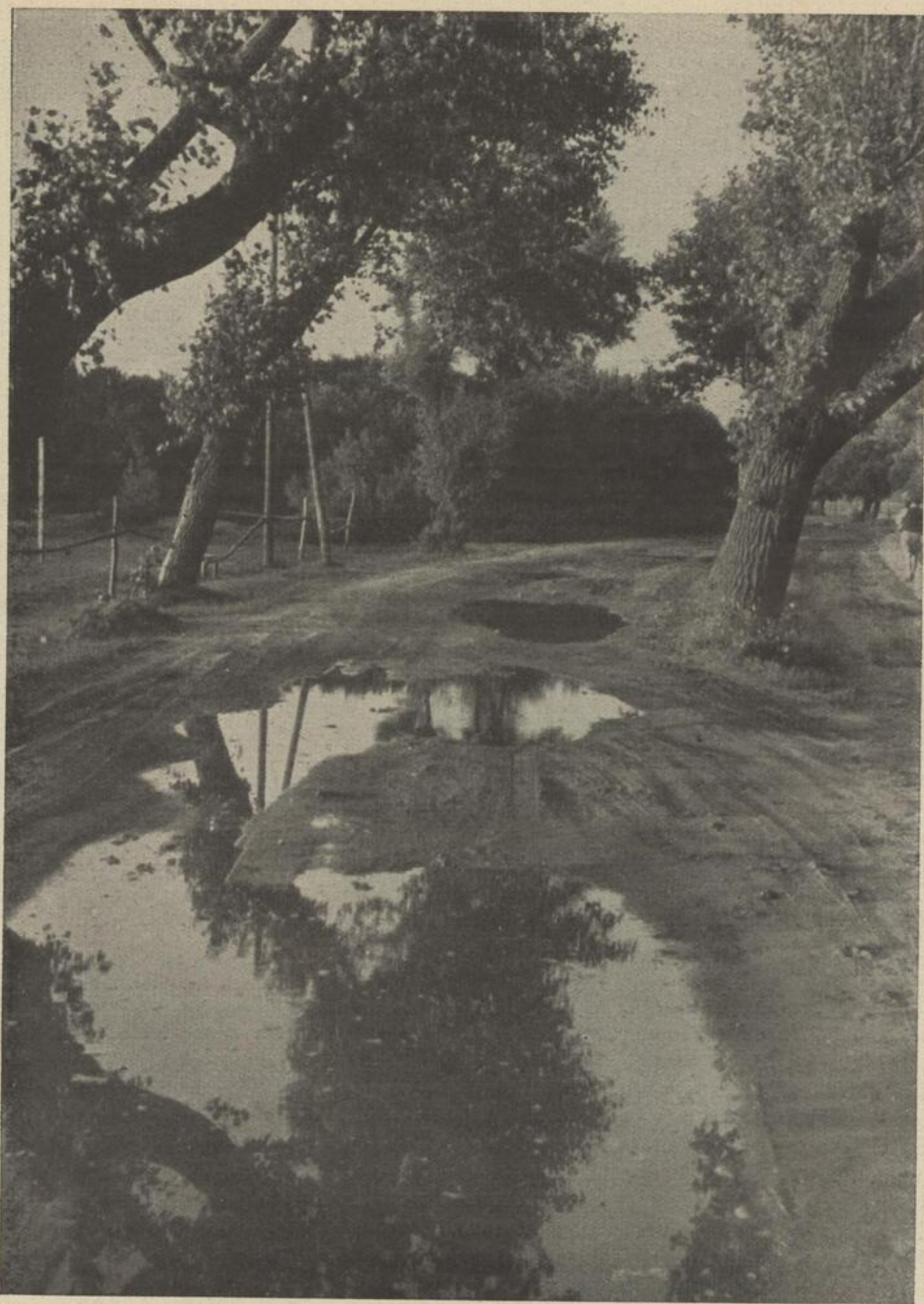


Bild 51. Verregnete Wochen. Spiegelungen in den Pfützen machen auch diese Dorfstraße fotografisch interessant. Die gleichmäßig über das Bildfeld verteilte gestochene Schärfe kennzeichnet die Tessar-Aufnahme. Helmut Stapf, Leipzig; Exakta Varex; Tessar 2,8/50;  $\frac{1}{8}$  s



Bild 52. Sonniger Tag. Typische Imagon-Weichzeichneraufnahme. Über dem Tal liegt der Sonnenglast eines Hochsommertages. Das Flimmern der Luft ist überzeugend geschildert. Im Gegensatz zum nebenstehenden Bild sind die Schattenpartien durch völlige Überstrahlung lichtumflutet. Wir sehen, wie das Licht sich durch jede Lücke in die Baumkrone zwängt, in der die Überstrahlungen bei extrem geöffneter Siebblende am stärksten sichtbar werden. Das Bild atmet räumliche Tiefe, Luft und Sonnenschein

starke Bildkern von zahlreichen lichtschwachen Zerstreuungsscheibchen überlagert, die in ihren Randzonen immer lichtschwächer werden und allmählich verklingen. Sie hellen die Schattenpartien auf, lassen die Lichter zart in die Schatten überstrahlen, lassen störende Details zurücktreten, ziehen die Flächen zusammen, geben »Atmosphäre«, Flimmern und Sonnenglanz (Bild 52). Kurzum, sie erzeugen Bildeffekte, die der Maler bewußt in seine Motive hineinlegt. Während beim Anastigmaten die Glanzlichter scharf und unvermittelt den Halbtönen aufsitzen, strahlen sie hier in zarten Tönen auf ihre Umgebung über, geben dem Objekt Plastik und räumliche Tiefe und lassen die sonnendurchflutete Luft ahnen. Der Grad der Überstrahlungen wird durch vorgesezte *Drehblenden* geregelt, die eine große zentrale Öffnung und zahlreiche kleinere Randöffnungen aufweisen; die letzteren können durch Drehen eines Ringes verkleinert und schließlich vollkommen geschlossen werden. Die zentrale Öffnung der *Siebblende* liefert das scharf gezeichnete und helle Kernbild. Die äußeren Lochreihen ergeben die malerischen Überstrahlungen; der Überstrahlungsgrad hängt vom mehr oder weniger ausgeprägten Schließen oder Öffnen der Löcher ab (Drehblende). So läßt sich der Stimmungscharakter des Bildes abstimmen und variieren, bis er dem Augeneindruck des empfindsamen Beschauers weitgehend entspricht.

## II. Praktisches Arbeiten mit den fotografischen Objektiven

### a) Brennweite und Bildwinkel

#### 1. Die Brennweite des Objektivs

Jedes Objektiv trägt bestimmte Angaben, die es näher charakterisieren. In DIN 4522<sup>1)</sup> wird festgelegt, daß vor allen Dingen die Bezeichnung des Objektivs, die relative Öffnung, die Brennweite, die Firma und die Nummer des Objektivs angegeben werden sollen (Bild 53). Es wird ferner bestimmt, daß die Nennwerte der Brennweite in Millimetern angegeben werden, und zwar in der Form: » $f = \dots \text{ mm}$ «. Der gemessene Wert der Brennweite darf nicht mehr als 6% vom angegebenen Wert abweichen.

» $f = 50 \text{ mm}$ « besagt: Die Brennweite des Objektivs beträgt 50 mm

Im Abstände der Brennweite befindet sich der Brennpunkt hinter dem Objektiv. Die von einem unendlich weit entfernten Aufnahmegegenstand ausgehenden Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse auf die Linse treffen, sammeln sich in ihm. Dort entsteht also auch das heißeste und hellste und zugleich kleinste Abbild der Sonne. Die Brennweite gibt uns Auskunft über die Stärke des Brechungsvermögens, das einem Linsensystem eigen ist.

Strenggenommen, können wir die Brennweite nicht nachmessen. Denn sie ist weder der Abstand des Brennpunktes von der hinteren Linsenfläche noch vom geometrischen Mittelpunkt des Linsensystems. Die Entfernung der hinteren

<sup>1)</sup> DK 771.351 DIN 4522: Aufnahmeobjektive; April 1954.

DK 771.351 DIN 4521: Aufnahme- und Projektionsobjektive; Januar 1942.

Linsenfläche vom Brennpunkt ist die *Schnittweite* des Objektivs. Die *Brennweite* ist der Abstand des Brennpunktes von einer gedachten Ebene, die (meist) innerhalb der Linse oder des Objektivs liegt; es ist die »hintere Hauptebene«, in der man sich die brechende Wirkung für Lichtstrahlen konzentriert denken kann.

Durch die Brennweite eines Objektivs werden festgelegt

- die Bildgröße,
- der Abbildungsmaßstab,
- der Bildwinkel,
- die Entfernung des Aufnahmestandpunktes und
- die Ausdehnung der Tiefenschärfe.

Im einzelnen gelten folgende Beziehungen:

Lange Brennweite	Kurze Brennweite
Großer Abbildungsmaßstab Kleiner Bildwinkel Großes Hauptmotiv mit wenig Umgebung, daher Verwendung für weiter entfernte Objekte Aufnahmestandort kann weit entfernt sein; Heranholen der Ferne nach Art des Fernrohrs	Kleiner Abbildungsmaßstab Großer Bildwinkel Kleines Hauptmotiv mit viel Umgebung, daher Verwendung für nahe gelegene Objekte Aufnahmestandort muß in der Nähe liegen; Aufnahmen von Innenräumen, von Kirchen in engen Gassen, in denen man nicht beliebig weit zurücktreten kann

**Bei gleicher Lichtstärke**

Geringere Tiefenschärfe (bei Nahaufnahmen einstellempfindlich und für Schnappschuß ungeeignet) Günstigere Perspektive nahe gelegener Objekte (Porträtobjektiv) Gleichmäßige Ausleuchtung des Bildes durch geringe Ausnutzung des Bildwinkels	Größere Tiefenschärfe; wichtig für Schnappschüsse aus nächster Nähe  Perspektivische Verzeichnungen in der Nähe Neigt durch starke Ausnutzung des Bildwinkels zur Vignettierung
--	--

Bild und Objekt sind gleich groß, wenn beide den Abstand der doppelten Brennweite vom Objektiv haben. Das bedingt die Verwendung einer Kamera mit *doppeltem Bodenauszug*. Die Mehrzahl der im Handel angebotenen Apparate haben allerdings nur einfachen Bodenauszug. Bei ihnen entspricht der Kameraauszug der Brennweite bei Einstellung unendlich weit entfernter Objekte. Wer große Abbildungsmaßstäbe bevorzugt, achte beim Kauf der Kamera auf die Länge des Bodenauszugs! Bei Voigtländer Bergheil zum Beispiel wirkt sich besonders günstig aus, daß der Bodenauszug noch etwas länger als die doppelte Brennweite ist. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei Doppelanastigmaten durch Abschrau-



Bild 53. Das lichtstarke Tessar 1:2,8;  $f = 50$  mm mit Blendenring, Blendenvorwahl, Entfernungseinstellung und Tiefenschärfering

ben der Vorderhälfte des Linsensystems ein Objektiv der doppelten Brennweite zur Verfügung steht; seine Auswertung sowie das Vorsetzen von Vorsatzlinsen, welche die Brennweite verlängern, ist nur bei Vorhandensein eines doppelten Bodenauszugs möglich. Bei Verdoppelung der Brennweite erhält man bei weit entfernten Objekten ein Bild von annähernd der doppelten Größe. Bei Objekten, die nur 1, 2 oder 3 Brennweiten vom Objektiv entfernt sind, wächst der Abbildungsmaßstab mit Verdoppelung der Brennweite wesentlich stärker an.

Ist man beim Fotografieren an einen *festen Aufnahmestandort* gebunden, den man nicht willkürlich wechseln kann, so muß man

für Großaufnahmen weiter entfernter Objekte die Brennweite verlängern,  
für Aufnahmen zu großer Gegenstände aus größter Nähe (Innenaufnahmen) die Brennweite verkürzen.

Hierfür ergeben sich folgende Möglichkeiten:

Verlängerung der Brennweite	Verkürzung der Brennweite
a) Verwendung von Teleobjektiven b) Arbeiten mit Vorsatzlinsen c) Arbeiten mit der Hinterlinse eines Doppelanastigmaten	Verwendung von Weitwinkelobjektiven Arbeiten mit Vorsatzlinsen Arbeiten mit dem Gesamtobjektiv bzw. bei halbsymmetrischen Objektiven mit dem Linsensystem, das die kürzeste Brennweite hat

So kann man zum Beispiel die Brennweite eines Objektivs durch Verwendung einer Vorsatzlinse künstlich verändern. Die Brennweite des Auges hingegen wird durch Anpassung der Linsenkrümmung an die Entfernung des Objekts abgeändert (Bild 54). Die Linse wird durch Fasern, die vom Linsenrand zum Ziliarkörper ziehen, gespannt und abgeflacht. Sie vereinigt die parallel einfallenden Lichtstrahlen auf der Netzhaut (Einstellung auf die Ferne). Wird der Ziliarkörper durch Muskelzug dem Zentrum der Pupille genähert, so erschlaffen die Aufhängefasern; die Linse wölbt sich stärker (Einstellung auf die Nähe).

Durch das runde fotografische Objektiv fällt ein Strahlenkegel, der ein rundes Feld auf dem Auffangschirm ausleuchtet. Von ihm ist nur der mittlere Teil, der

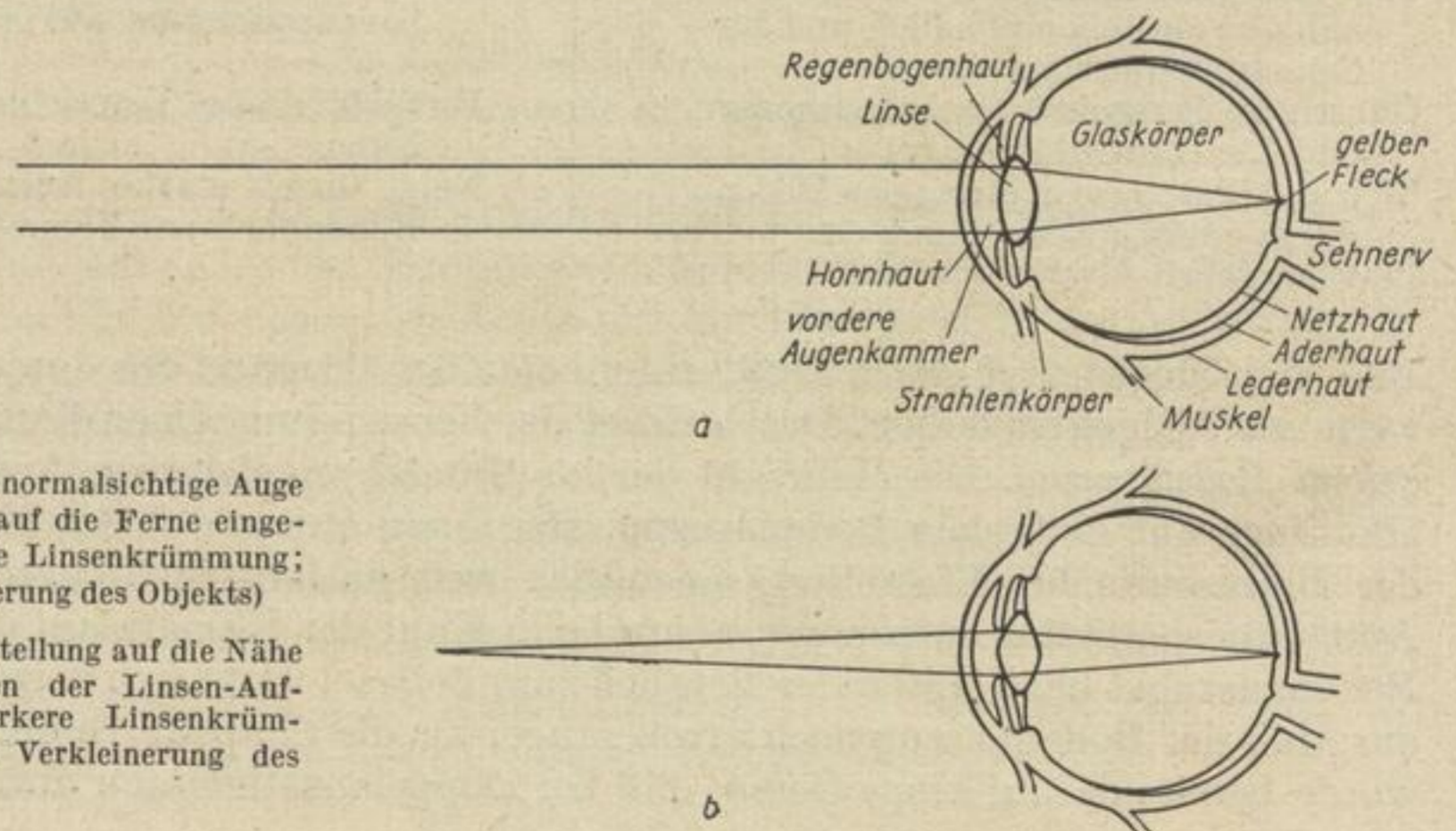


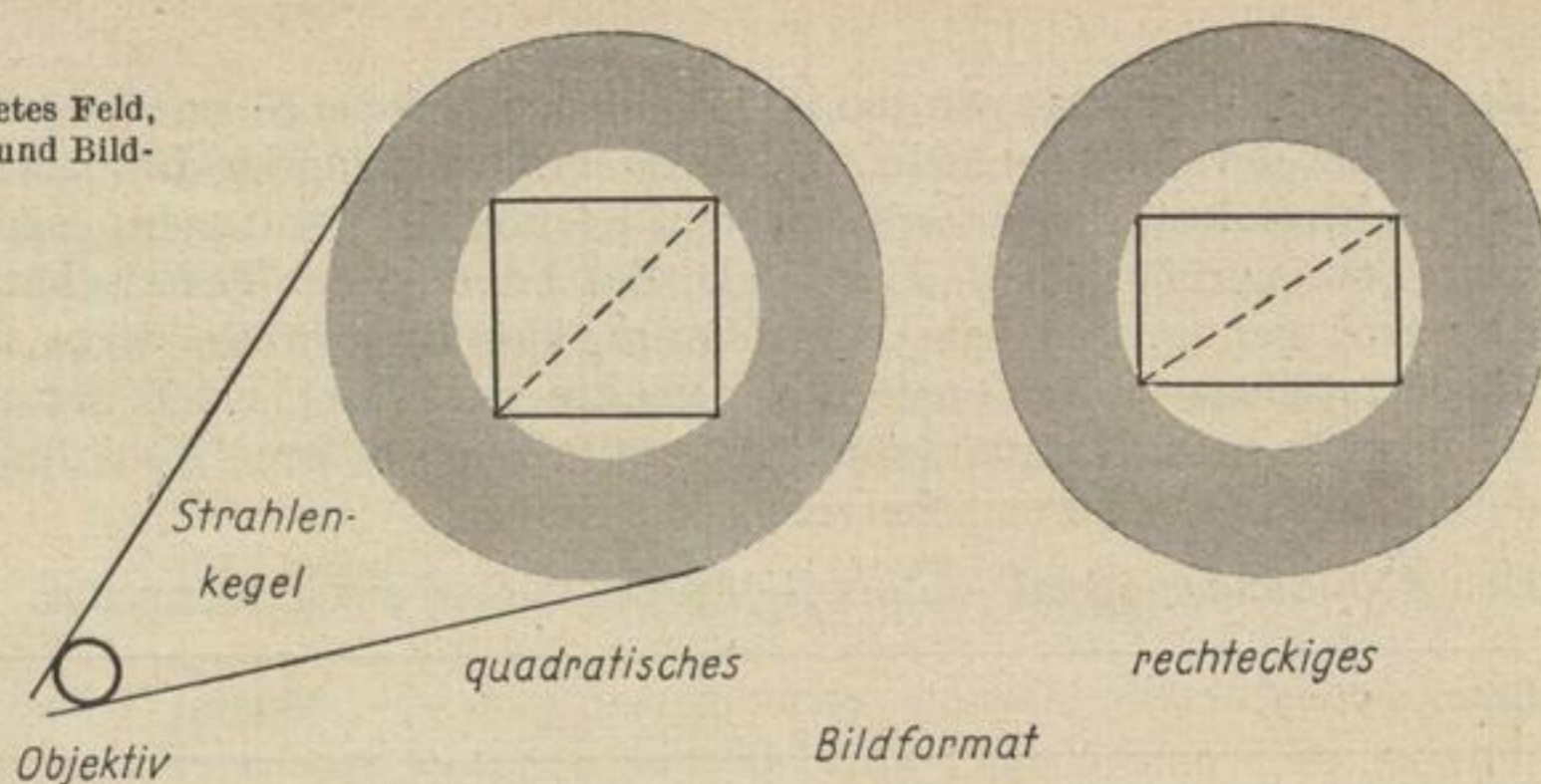
Bild 54

a) Fernsicht: Das normalsichtige Auge ist in der Ruhe auf die Ferne eingestellt (schwächere Linsenkrümmung; stärkere Verkleinerung des Objekts)

b) Nahsicht: Einstellung auf die Nähe durch Erschlaffen der Linsen-Aufhängefasern (stärkere Linsenkrümmung; geringere Verkleinerung des Objekts)



Bild 55. Ausgeleuchtetes Feld, Bildfeld, Bildformat und Bildformatdiagonale



scharf gezeichnet und gleichmäßig ausgeleuchtet ist, als *Bildfeld* verwendbar (Bild 55). Man kann in die Kreisfläche des Bildfeldes ein quadratisches oder ein rechteckiges *Bildformat* legen. Das *quadratische Format* hat den Vorteil, daß die Lage des Apparats bei jeder Aufnahme die gleiche ist. Das erhöht die Aufnahmebereitschaft, und der Apparat befindet sich während der Aufnahme stets in der Lage, die zu seiner Bedienung am günstigsten ist. Das *rechteckige Bildformat* ermöglicht die Wahl zwischen Quer- und Hochaufnahme. Die Hochformataufnahme bedingt verschiedentlich Unbequemlichkeiten in der Bedienung und Haltung des Apparats. Unbequemlichkeit oder auch nur Gewohnheit und Nachlässigkeit führen vielfach zum Überwiegen der Querformataufnahmen. Das ist in zweifacher Hinsicht sehr bedauerlich. Im Album bringt ein Wechsel zwischen Hoch- und Querformat Abwechslung in die Bilderfolge. In der Buchreproduktion braucht man außerdem vorwiegend die Hochaufnahme und kann das Querformat (siehe z. B. Bild 47!) nur bis zur Satzspiegelbreite ausnutzen (es sei denn, daß man das Bild kippt und das Buch beim Betrachten dreht). Hochaufnahmen haben also eine ganz besondere Bedeutung für die Buchgestaltung.

Soll das Bildfeld voll ausgenutzt werden, so wird der Bildfelddurchmesser zur Diagonale des Bildformats (Bild 55). Die Brennweite des Normalobjektivs, das heißt des meist gebrauchten Universalobjektivs, entspricht größtenteils etwa der *Bildformatdiagonale*. Sie umschließt einen Bildwinkel von etwa  $50 \dots 60^\circ$ . Dieser wird vom Objektiv scharf gezeichnet und gleichmäßig ausgeleuchtet. Es zeigt sich dann kein Lichtabfall nach den Randpartien des Bildes. Die Diagonale ergibt sich rechnerisch aus der Formel für das rechtwinklige Dreieck:  $a^2 + b^2 = c^2$ , wobei  $a$  und  $b$  die beiden Schenkel sind und  $c$  die Diagonale ist. Für das Bildformat  $6 \times 9$  errechnet sie sich aus  $6^2 + 9^2 = \times^2$  mit etwa 10,8 cm. Mit der Brennweite sind gleichzeitig der Abbildungsmaßstab und der Bildwinkel festgelegt; man rechnet aber im allgemeinen nur mit der Brennweite. Der Abbildungsmaßstab entspricht zusammen mit dem gesamten Bildeindruck beim Normalobjektiv etwa dem Augeneindruck.

In der Praxis zeigen sich charakteristische Abweichungen von der Norm:

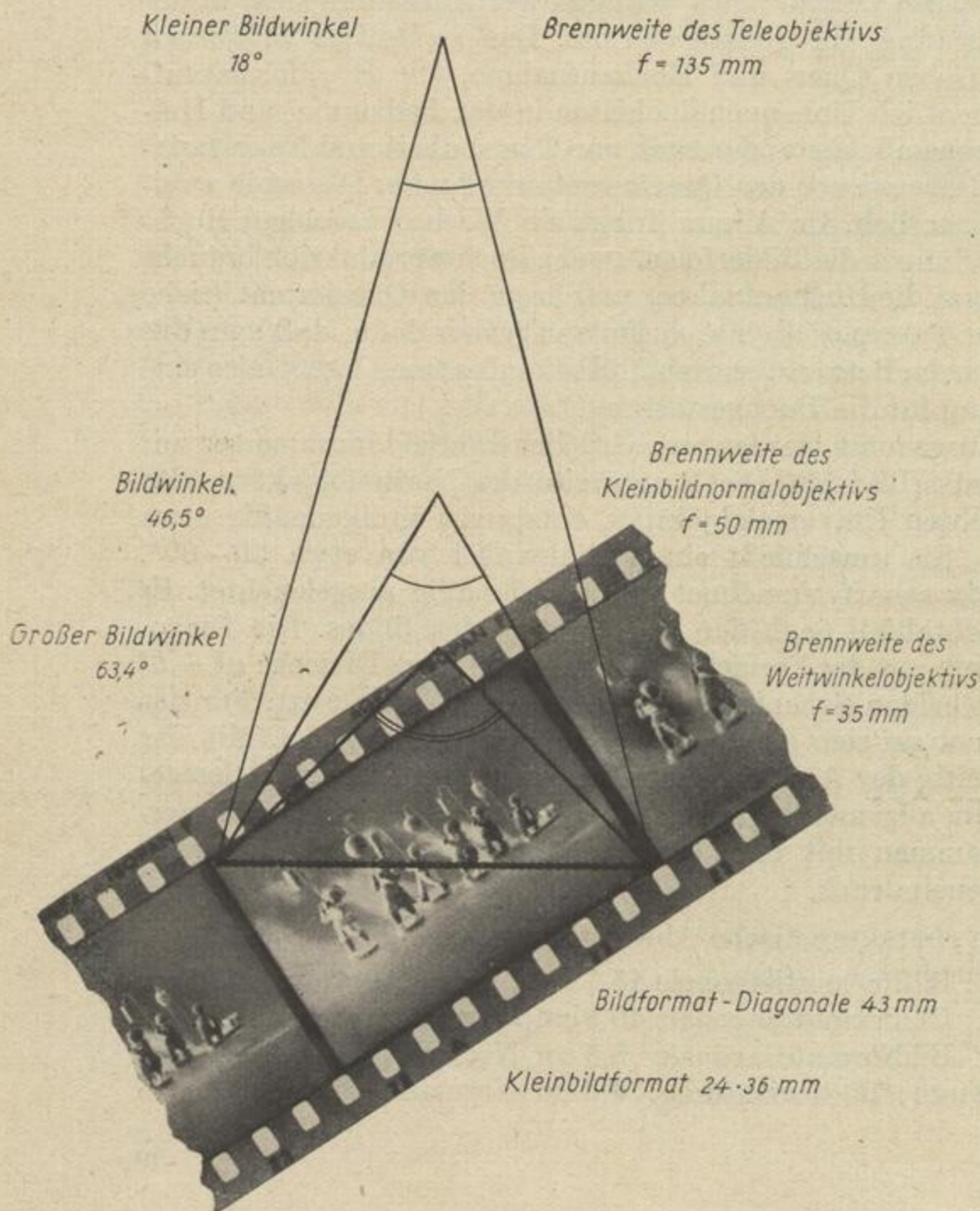
Plattenkamera	$9 \times 12$	Bildformatdiagonale	15 cm,	Normalbrennweite	13,5 cm
Rollfilmkamera	$6 \times 9$	Bildformatdiagonale	10,8 cm,	Normalbrennweite	10,5 cm
Rolleiflex	$6 \times 6$	Bildformatdiagonale	8,5 cm,	Normalbrennweite	7,5 cm
Leica, Contax	$24 \times 36$ mm	Bildformatdiag.	4,3 cm,	Normalbrennweite	5 cm

Bei den Großformatapparaten ist im allgemeinen die Normalbrennweite etwas geringer als die Bildformatdiagonale, da mit wachsender Brennweite der Tiefenschärfebereich stark abnimmt. Bei den Kleinbildapparaten hingegen ist die Brennweite etwas größer als die Diagonale. Bei ihnen ist der Tiefenschärfebereich ohnedies groß genug, und jede Vergrößerung der Brennweite wirkt sich günstig auf die Darstellung weiter entfernter Objekte aus. Der Vorteil der relativ längeren Brennweite beim Kleinbildobjektiv liegt in dem größeren Abbildungsmaßstab und der vorteilhafteren Perspektive.

Der *Abbildungsmaßstab* ändert sich proportional zur Brennweite.

Brennweite $f =$	40 mm	50 mm	100 mm	200 mm
Relative Größe des Objektbildes auf dem Negativ	0,8	: 1	: 2	: 4

*Kurzbrennweitige Objektive* erfassen also einen größeren Bildausschnitt und bilden das Detail in kleinerem Maßstabe ab,  
*langbrennweitige Objektive* erfassen einen kleineren Bildausschnitt bei größer dargestelltem Detail.



Der Bildausschnitt wird durch den *Bildwinkel* festgelegt. Er wird von den äußersten Lichtstrahlen umschlossen, die gerade noch vom Objektiv erfaßt und zur Abbildung herangezogen werden. Der Bildwinkel ist für ein bestimmtes Linsensystem objektseitig und bildseitig gleich. Objektseitig umfaßt er einen kreisförmigen Ausschnitt. Bildseitig fallen hiervon die Randpartien infolge des quadratischen oder rechteckigen Bildformats weg.

Beim gleichen Bildformat wird mit der Verkürzung der Brennweite der Bildwinkel größer, mit Vergrößerung der Brennweite der Bildwinkel kleiner.

Bild 56. Brennweite und Bildwinkel

Will man den Bildwinkel eines Objektivs bestimmen, so zeichnet man zunächst eine Gerade von der Länge der Bildformatdiagonale. Auf ihrer Mitte errichtet man ein Lot in der Länge der Brennweite. Das Ende des Lots verbindet man mit den Enden der Basis und erhält ein gleichschenkliges Dreieck. Der Spitzenwinkel ist dann gleich dem erfaßten Bildwinkel (Bild 56).

Der Bildwinkel der Normalobjektive beträgt etwa  $46,5^\circ$ . Größere Bildwinkel von  $> 60^\circ$  haben die Weitwinkelobjektive, kleinere die Teleobjektive.

## 2. Das Weitwinkelobjektiv und seine Anwendung

Weitwinkelobjektive erfassen von einem gegebenen Aufnahmestandort ein viel größeres Bildfeld als Normalobjektive; ihr Bildwinkel ist größer. Sie werden grundsätzlich dann angewendet, wenn die Enge des Raums es nicht zuläßt, weit genug vom Objekt zurückzutreten, um dieses vollkommen im Bildformat zu haben. Da stehen wir zum Beispiel auf dem Marktplatz einer Kleinstadt. Wir können nicht weit genug zurücktreten, um mit einem Normalobjektiv den Platz und den Kirchturm in voller Höhe aufs Bild zu bringen. Entweder fehlt auf dem Bild die Turmspitze oder der untere Teil des Gebäudes mit Straße und Platz (Bild 58 oben und Mitte). Beide Aufnahmen sind bildmäßig unmöglich. Wir wechseln also im Kleinbildapparat das Normalobjektiv gegen ein Weitwinkelobjektiv aus. Die Brennweite sinkt dann von 50 mm auf 35 mm, und der Bildwinkel erhöht sich von  $46,5^\circ$  auf  $63,4^\circ$ . Dann bekommen wir Kirche und Marktplatz ohne Schwierigkeiten aufs Bild (Bild 58 unten). Das Weitwinkelobjektiv ist also das gegebene Objektiv bei Auf-

Bild 57. Rodenstock-Heligon 1:2,8;  $f = 35$  mm; ein brillant arbeitendes Weitwinkelobjektiv, das einen großen Bildwinkel ( $63,5^\circ$ ) mit einer ungewöhnlich großen relativen Öffnung (1:2,8) verbindet

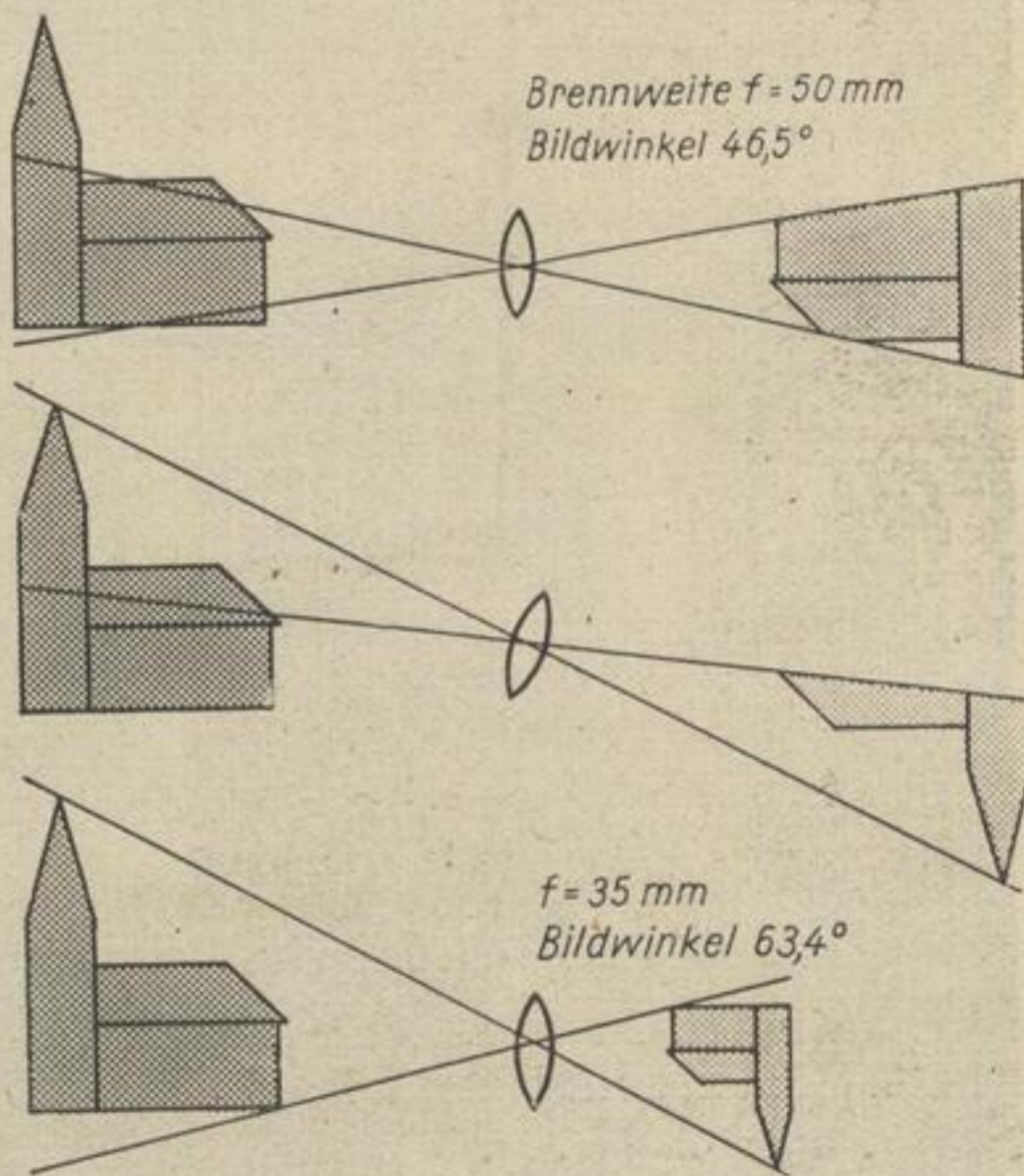
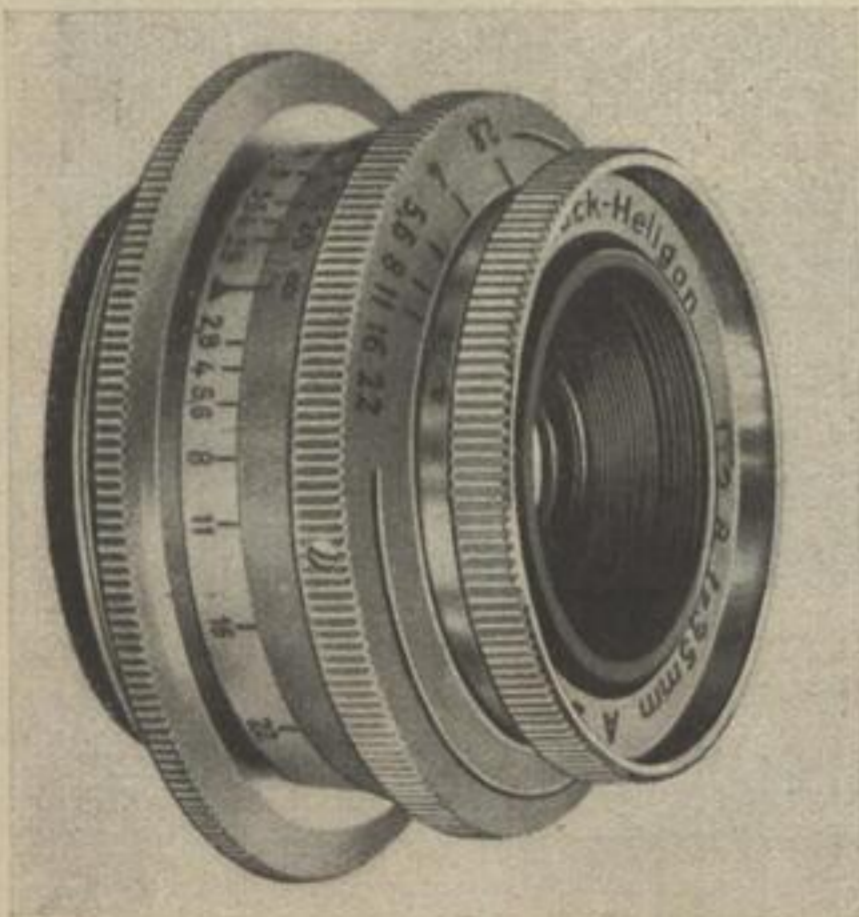


Bild 58. Normalbrennweites Objektiv und Weitwinkelobjektiv. Oben: Das Normalobjektiv erfaßt bei normaler Kamerahaltung nur den unteren Teil des Gebäudes. Mitte: Das Normalobjektiv erfaßt bei Kameraneigung nur den oberen Teil des Gebäudes und ergibt außerdem stürzende Linien. Unten: Das Weitwinkelobjektiv erfaßt infolge eines größeren Bildwinkels bei normaler Kamerahaltung das gesamte Gebäude in kleinerem Abbildungsmaßstab

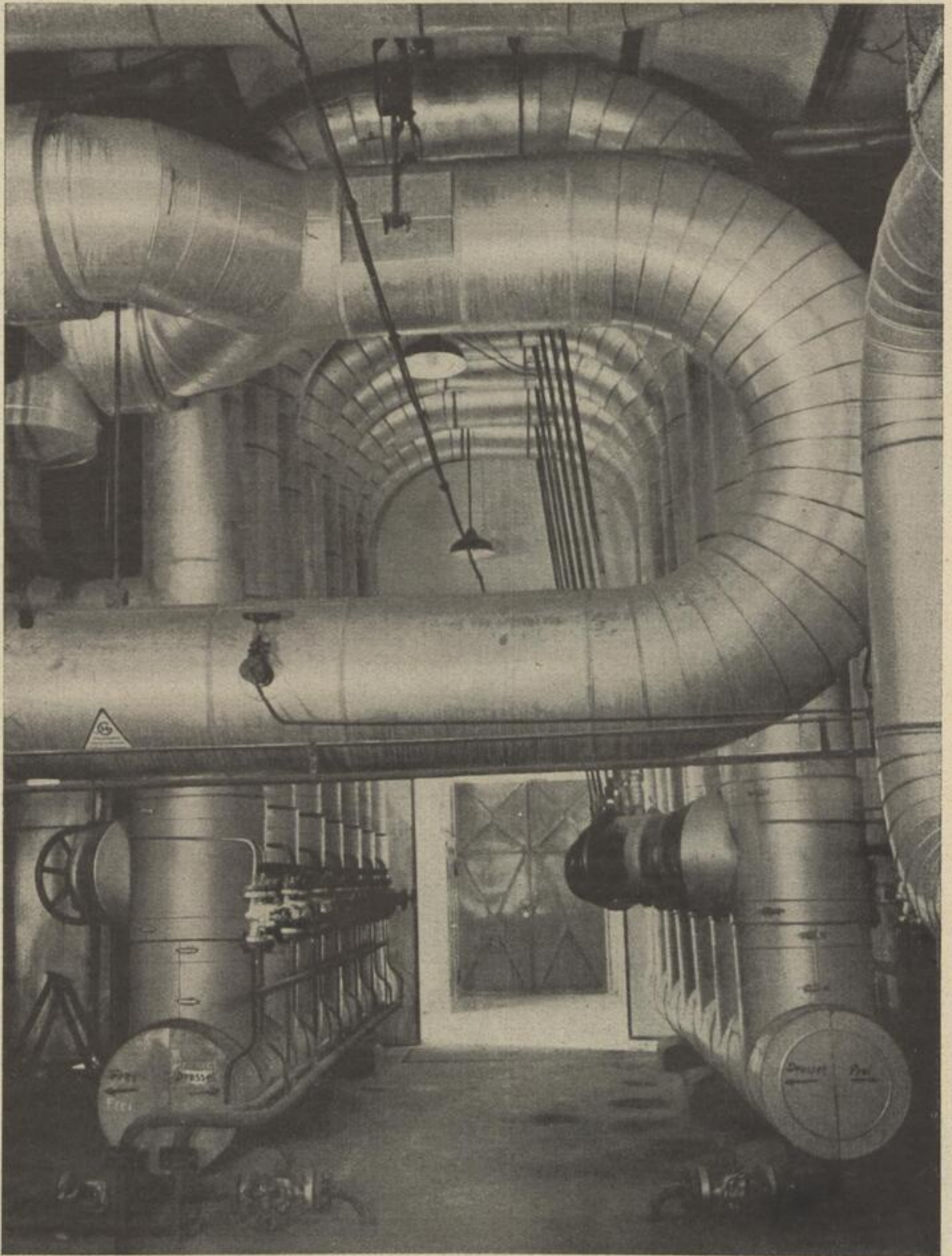


Bild 59. Innenaufnahme; eine Industriefotografie mit Weitwinkelobjektiv Heligon. Die Kleinheit des Raums zwingt zur Anwendung von Objektiven mit großem Bildwinkel. Es fallen die gleichmäßige Lichtverteilung über das gesamte Bildfeld und die kontrastreiche Darstellung auf

nahmen in engen Gassen und bei hoch aufragenden Gebäuden, die aus nächster Nähe aufgenommen werden müssen.

Die gleichen Vorteile ergeben sich bei Innenaufnahmen (Bild 59). Mit Normalobjektiven können wir durch die begrenzenden Wände häufig nicht weit genug zurücktreten und erhalten nur Detailbilder. Mit dem Weitwinkelobjektiv wird ein großer Teil des Raums einheitlich erfaßt. Mit der Vergrößerung des Bildwinkels wird allerdings auch die perspektivische Wirkung eine andere.

Tabelle 6: Hauptanwendungsgebiete der Weitwinkelobjektive

Anwendungsgebiet	Vorteil	Bisweilenauf tretende Nachteile
Innenaufnahmen	Umfaßt den gesamten Innenraum bei großer Tiefenschärfe und weiter Blende (kurze Belichtungszeit) Bild 59	Großraumwirkung infolge veränderter Perspektive. Unnatürliche perspektivische Verkürzungen
In engen Gassen	Umfaßt hoch aufragende Gebäude (Türme)	Die enge Gasse erscheint als Straße, der enge Markt als weiter Platz
Architekturaufnahmen	Umfaßt aus nächster Entfernung den gesamten Gebäudekomplex und vermeidet stürzende Linien infolge gekippter Kamera	Veränderung der Raumwirkung. Vorsicht! Kamera nicht neigen oder heben! Sonst übertriebenes Zusammenstürzen (oder Auseinanderfallen) der senkrechten Linien!
Wirkungsvolle Darstellung von Vordergrunddetails	Formatfüllende Großdarstellung, wobei gleichzeitig der Hintergrund zurückgedrängt wird	
Wolkenstimmungen	Der Himmel kann großräumig in das Bild einbezogen werden	
Langweiliger Hintergrund	wird zurückgedrängt zugunsten des betonten Vordergrundes	
Schnappschußaufnahmen aus nächster Nähe	bei gleichzeitig scharf dargestelltem Hintergrund (großer Tiefenschärfereich)	Vorsicht vor übertriebener Perspektive bei Objekten mit großer Tiefenausdehnung (Personen, die auf den Apparat zu liegen, haben übertrieben große Hände, Beine)
Aktaufnahmen	Zurückdrängen des Objekts gegenüber dominierenden, formatfüllenden Details (Strandgräser)	Größte Vorsicht vor übertriebener Perspektive!



Bild 60. Altenstein bei Bad Liebenstein im Thüringer Wald. Technisch einwandfreie Aufnahme mit Normalobjektiv von einem räumlich sehr begrenzten Standort. Beim Betrachten des Bildes „fallen“ wir allerdings unvermittelt auf die tief gelegene Rasenfläche. Zwar gibt das Laubwerk einen bildwirksamen Rahmen; es fehlt uns aber „der Boden unter den Füßen“. Der Aufnahmestandort kann nicht weiter zurückverlegt werden. Helmut Stapf, Leipzig; Leica-Aufnahme; Summar 2/50

Die Großrauwirkung der Weitwinkelobjektive kann fotografisch dazu ausgenutzt werden, besondere Effekte hervorzurufen. Man kann

den Vordergrund übertrieben groß und wirkungsvoll gestalten; charakteristisch geformte Gräser stehen dann zum Beispiel formatfüllend gegen den Himmel, während gleichzeitig der Bildhintergrund zurückgedrängt und als Nebensächlichkeit behandelt wird;

den Himmel mit seinen Wolkenbildungen großräumig in das Bild stellen, wodurch neue Bildwirkungen entstehen;

einen Vordergrund als bildwirksames Element in die Komposition einbeziehen, der bei Anwendung normaler Brennweiten für den Bildaufbau und die Darstellung räumlicher Tiefe verlorengelassen würde (Bilder 60 und 61).

Das Weitwinkelobjektiv (Bild 57) hat den weiteren unschätzbaren Vorteil, daß die Tiefenschärfezone sehr ausgedehnt ist. Hierdurch hat man bereits bei geringem Abblenden sowohl die Ferne als auch nächstgelegene Objekte im Schärfebereich (Bild 61). Es gelingen dann Schnappschußaufnahmen, die mit normalem Objektiv nicht zu lösen sind oder nur durch Fotomontage erzielt werden können. Es können zum Beispiel Personen relativ klein zwischen hochaufragenden Strandgräsern dargestellt werden, eine Möglichkeit dezenter und unaufdringlicher Aktfotografie.

Damit sind bereits auch die wesentlichsten Nachteile des Weitwinkelobjektivs angedeutet. Es umfaßt einen größeren Raum als unser Auge bei unveränderter Blickrichtung. Daher muß die Perspektive der Darstellung zwangsläufig eine andre



Bild 61. Weitwinkelobjektiv schafft Vordergrund. Die gleiche Aufnahme vom gleichen Standort mit gleicher Aufnahmekamera und Weitwinkelobjektiv. Durch Tieferlegen des Kamerastandorts (Arbeiten in der Kniebeuge) wird das Erdreich des Aussichtspunkts in das Bild einbezogen. So erhalten wir einen reizvollen Durchblick auf das unter uns liegende schöne Handwerkererholungsheim. Helmut Stapf, Leipzig;  
Leica-Aufnahme; Weitwinkel-Elmar 3,5/35

sein. Die zurückliegenden Bildteile werden stärker verkürzt, die nächstgelegenen übertrieben vergrößert. Hierdurch wird die Raumwirkung verfälscht. Ein kleines Zimmer wirkt im Bild größer, weiter. In der Aufnahmerichtung langgestreckte Möbel erscheinen kurz und gedrungen. Eine enge Gasse weitet sich zur Straße, ein enger Winkel wird zum geräumigen Platz. Hierdurch kann zum Beispiel ein wesentlicher Charakterzug der Kleinstadt, die räumliche Enge, weniger überzeugend dargestellt werden, bzw. es entsteht eher der gegenteilige Eindruck. Häufig leidet dann auch der Stimmungscharakter darunter, indem aus einem gemütlichen Wohnzimmer ein kalt und nüchtern wirkender Raum wird. Hier muß man bei der Aufnahme das richtige Gefühl für das Milieu haben und ausgesprochene perspektivische Verfälschungen vermeiden.

Beim Weitwinkelobjektiv ist der Strahlengang zu den mittleren Bildteilen bedeutend kürzer als derjenige zu den Bildrändern. Es machen sich daher starke Randverzeichnungen bemerkbar, indem die Randpartien übermäßig ausgedehnt werden (Bild 62).

Da sowohl der Weg der Lichtstrahlen vom Aufnahmeobjekt zum Objektiv als auch von diesem zur Bildebene bei ausgesprochenen Randstrahlen wesentlich länger ist als derjenige der mittleren Objekt- und Bildteile, zeigt sich bei Weitwinkelobjektiven ein spürbarer Lichtabfall von der Bildmitte zu den Rändern und ganz besonders zu den Bildecken (Bild 63). Bei Objektiven mit einem Bildwinkel von  $110^\circ$  und mehr beträgt die Randhelligkeit nur noch einige Prozente der Bildmittenhelligkeit. Daher ist die Bildmitte gegenüber den Rändern stark überbelichtet,

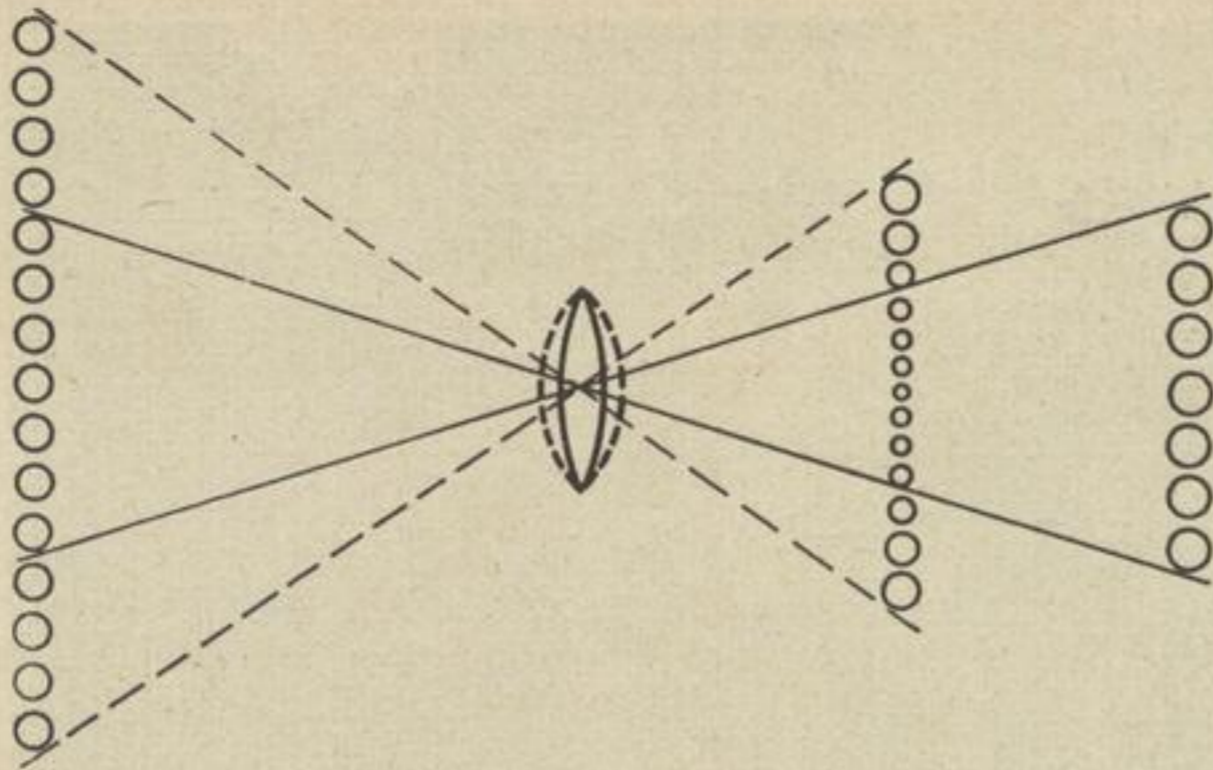


Bild 62. Randverzeichnung durch Weitwinkelobjektiv (Bildwinkel gestrichelt) gegenüber dem verzeichnungsfrei arbeitenden Normalobjektiv (Bildwinkel ausgezogen)

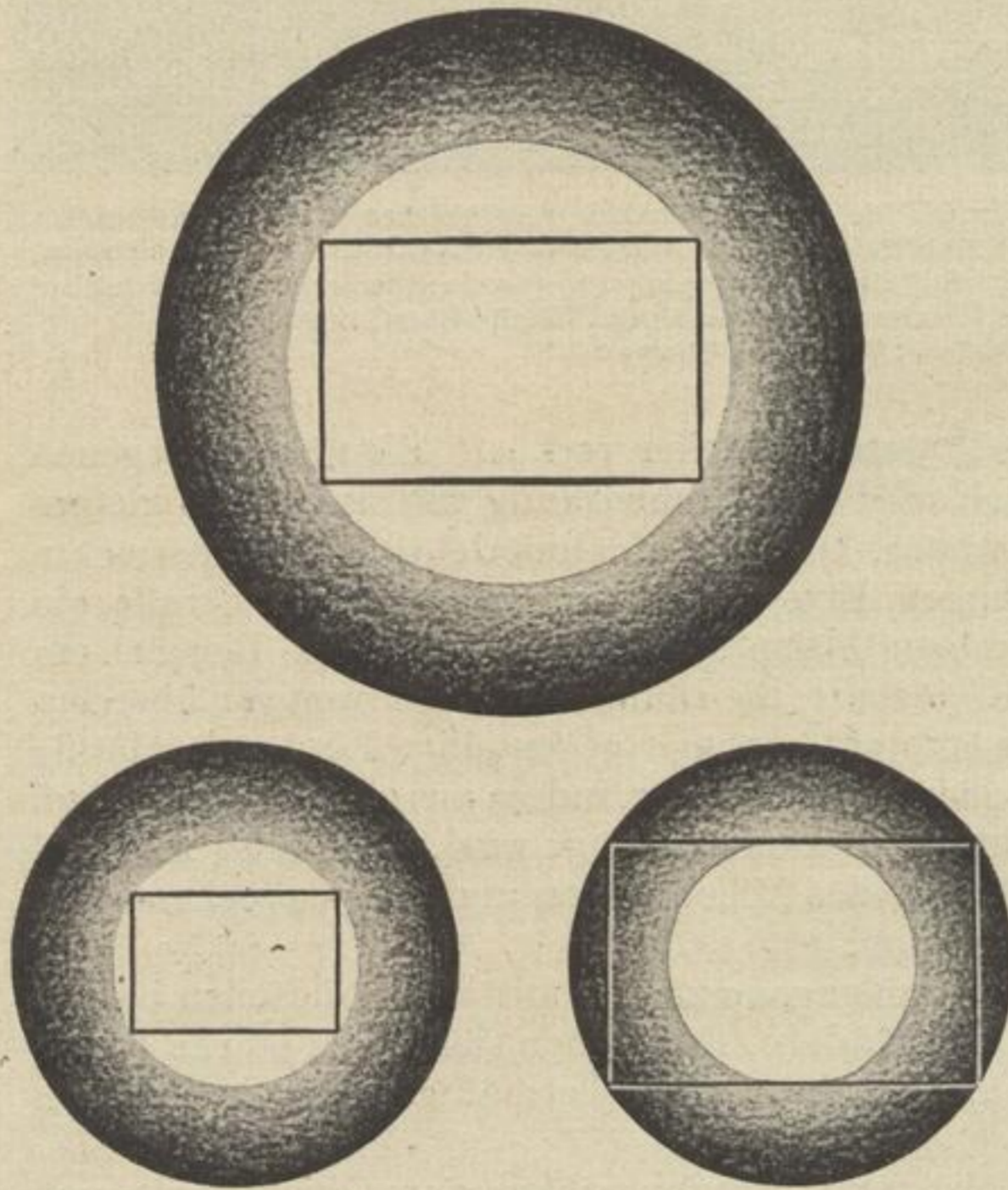


Bild 63. Vignettierung bei Weitwinkelobjektiven. Rechts unten: Beim ausgesprochenen Weitwinkelobjektiv ist das scharf gezeichnete Bildfeld nicht gleichmäßig ausgeleuchtet; volle Bildfeldausnutzung führt zur Vignettierung. Links unten: Zwingende Notwendigkeit ist daher eine Verkleinerung des Bildformats und dessen Begrenzung auf die Bildmitte. Oben: Das Weitwinkelobjektiv besitzt daher ein übertrieben großes scharf gezeichnetes Bildfeld, in dessen Mittelteil das relativ kleine gleichmäßig ausgeleuchtete Bildformat untergebracht ist

und es tritt eine starke Vignettierung der Bildecken ein. Das wirkt sich beim Arbeiten mit Agfacolor-Film störend aus, weil dann Farbenveränderungen, besonders in den Himmelspartien, auftreten. Auf diesen Fehler muß bereits bei der Objektivkonstruktion geachtet werden. Man kann bei Weitwinkelobjektiven nicht das ganze Bildfeld ausnutzen, sondern nur die einigermaßen gleichmäßig ausgeleuchteten mittleren Teile. Die Objektive müssen daher ein viel größeres Bildfeld besitzen, als für das betreffende Bildformat tatsächlich ausgewertet wird. An Stelle des totalen Bildwinkels  $\alpha$ , der vom Objektiv erfaßt wird, kann nur der nutzbare Bildwinkel  $\beta$  ausgewertet werden, da die Randpartien nicht genügend korrigiert sind und einen zu starken Lichtschwund aufweisen (Bild 64).

Von den Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse auf die Linse treffen, werden praktisch nur die Teile ausgenutzt, die durch die Blende ins Innere des Apparats gelangen. Daher brauchen die Linsendurchmesser auch nicht wesentlich größer zu sein als die Blendenöffnung (Bild 65 oben und Bild 66). Treffen aber Lichtstrahlen von seitlich gelegenen Objektteilen auf die Linse, so wird bereits ein wesentlicher Teil des Strahlenbündels durch die Objektivfassung abge-



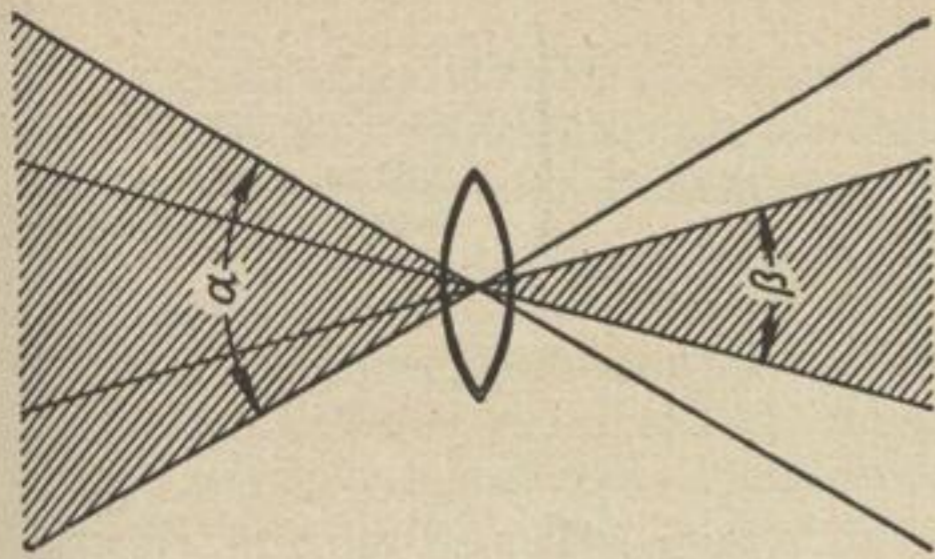
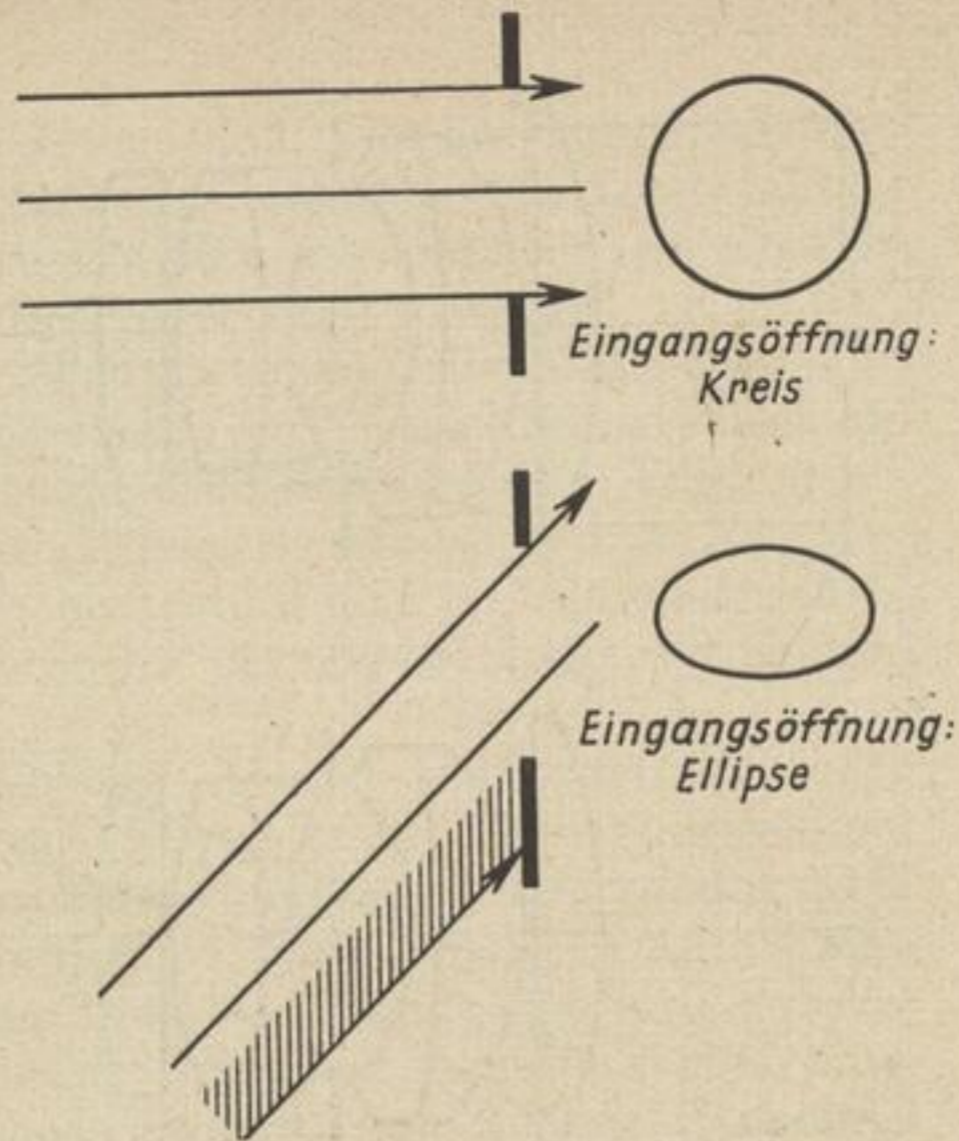


Bild 64. Totaler und nutzbarer Bildwinkel bei Weitwinkelobjektiven.  $\alpha$  = totaler Bildwinkel,  $\beta$  = nutzbarer Bildwinkel

Bild 65. Begrenzung achsenparalleler und schiefwinklig einfallender Lichtstrahlen durch die Blende. Die Blende verursacht Vignettierung durch Abfangen schräg einfallender Randstrahlen



schnitten, und ein weiterer Teil wird durch die Fassung der Hinterlinse abgefangen; nur ein Bruchteil des Strahlenbündels wird bildwirksam (Bild 65 unten und Bild 67). Die Verkleinerung des Bündelquerschnitts der Lichtstrahlen ist eben die Vignettierung. Wir können sie auf folgende Weise leicht anschaulich sichtbar machen. Wir halten ein Objektiv mit ausgestrecktem Arm gegen einen hellen Hintergrund und blicken in Richtung der optischen Achse hindurch. Dann blicken wir ungehindert durch die runde Eintrittspupille des Objektivs. Blicken wir aber schief auf das Objektiv, das heißt von der Seite her, so wird die Kreisfläche zu einem Kreisweck eingeengt (Bild 69 rechts). Dann erkennen wir sehr deutlich die Beschneidung der seitlich auftreffenden Lichtstrahlen durch die Objektivfassung.

Die Vignettierung kann beim Bau eines Objektivs wirksam vermindert werden, wenn man die Frontlinse und die Hinterlinse vergrößert (Bild 68). Dann wird noch ein wesentlicher Teil der sonst ausfallenden Lichtstrahlen durch das Objektiv eingefangen und damit bildwirksam (Bild 69). So ist der Hauptcharakter moderner Objektivkonstruktionen, daß sie eine wesentlich größere Front- und Hinterlinse haben, als dies für den Durchtritt der achsenparallelen Lichtstrahlen erforderlich wäre. Durch diese Frontlinsenvergrößerung wird die Bildmitte nicht etwa heller; ihre Helligkeit ist durch die Blendengröße festgelegt. Aber die seitlich auftreffenden Lichtstrahlen werden nicht mehr so stark beschnitten, das heißt, die Bildecken werden wesentlich aufgehellt.

Durch starkes Abblenden kann man die Vignettierung ebenfalls herabsetzen. Beim Arbeiten mit dem geringer empfindlichen Farbfilm allerdings sind dem Abblenden durch die Verlängerung der Belichtungszeit technische Grenzen gesetzt. Hinzu kommt, daß der Farben-Umkehrfilm einen ausgesprochen geringen Belichtungsspielraum hat. Es entstehen daher in den Bildecken starke Farbverfälschungen. In den unteren Ecken wird zum Beispiel der blaue Himmel infolge einer typischen schweren Unterbelichtung in tiefvioletten Tönen erscheinen. Daher Vorsicht beim Arbeiten mit Farbfilm und älteren Objektiven, die keine vergrößerten Frontlinsen besitzen! Erst bei stärkerem Abblenden wird die Vignettierung geringer.

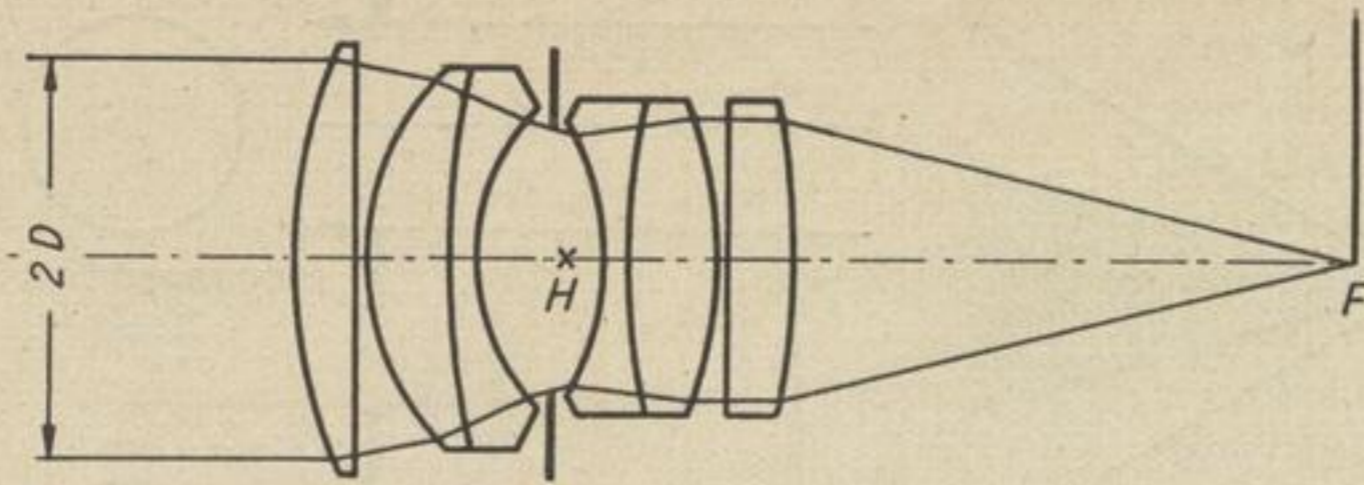


Bild 66. Strahlenbegrenzung durch die Blendenöffnung

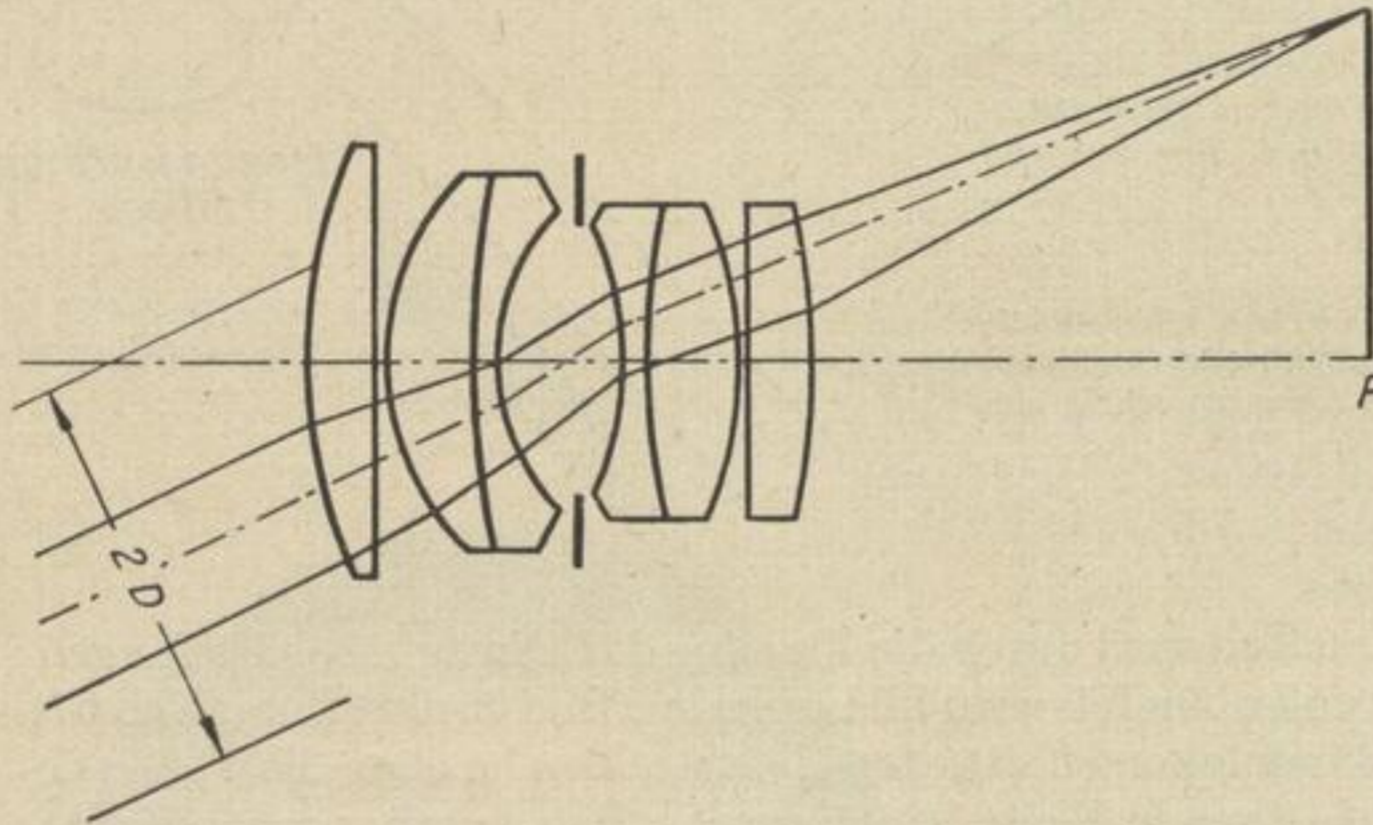


Bild 67. Begrenzung schräg einfallender Lichtstrahlen (mit dem Durchmesser  $2D$ ) durch die Objektivfassung

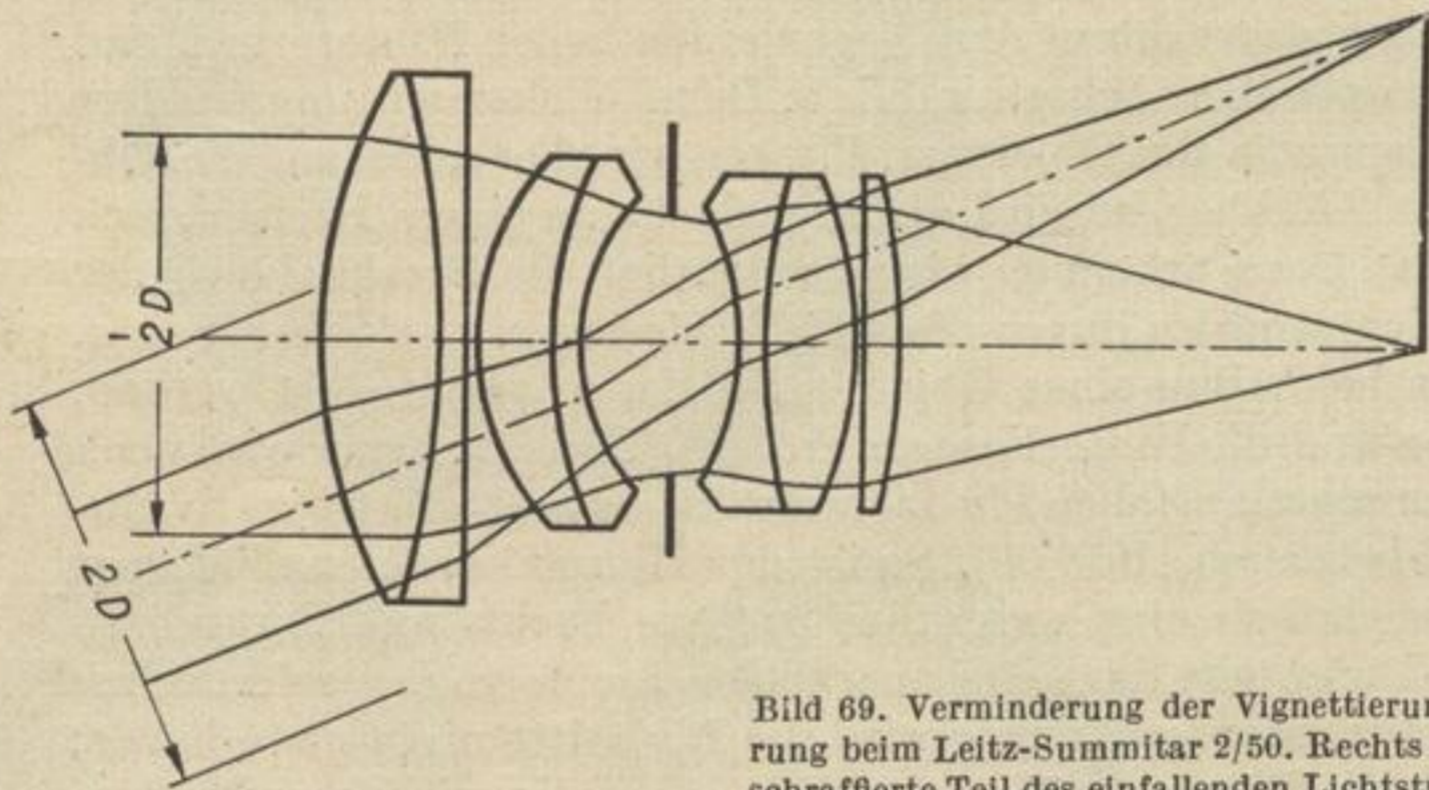
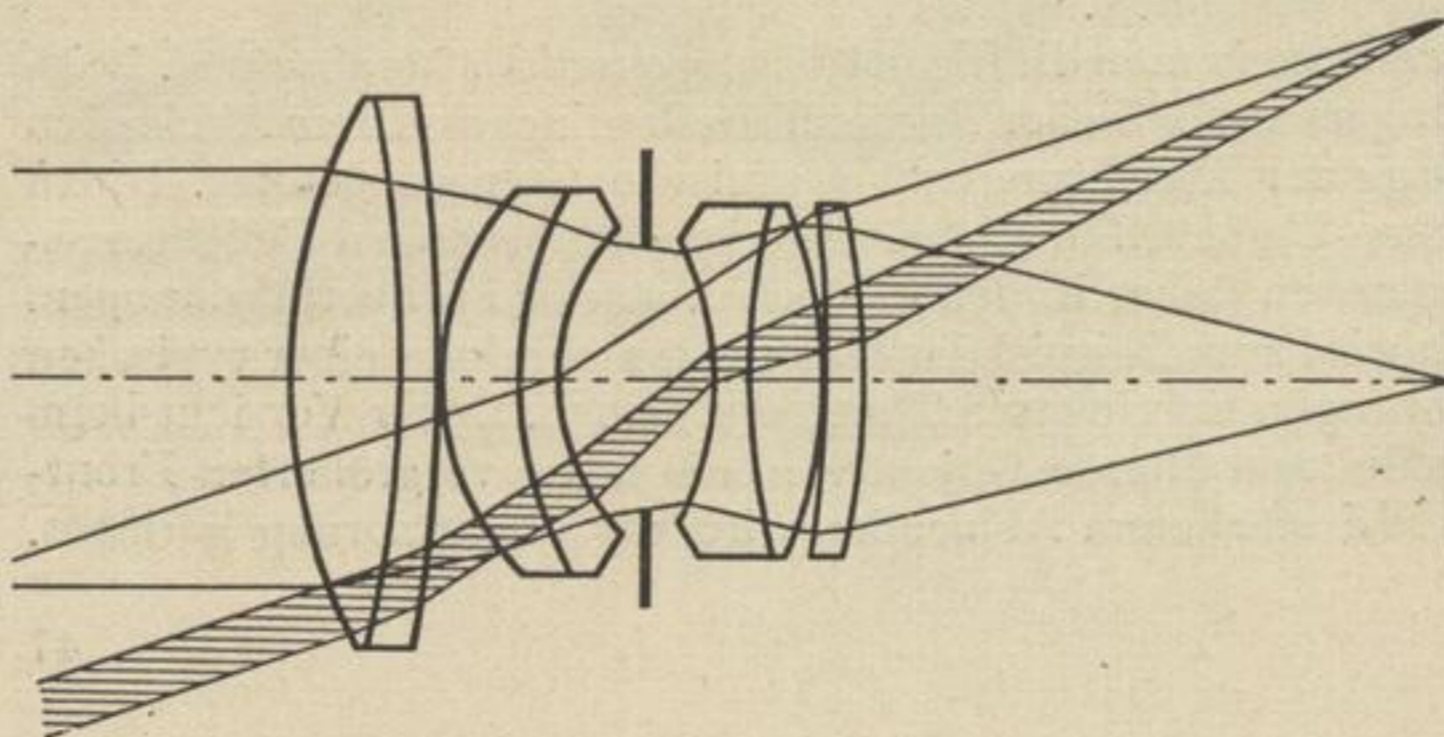
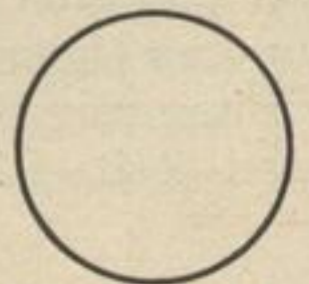


Bild 68. Durch Vergrößerung der Frontlinse im Objektiv wird der eintretende Strahlenanteil (gegenüber Bild 67) wesentlich vergrößert

Bild 69. Verminderung der Vignettierung durch Frontlinsenvergrößerung beim Leitz-Summitar 2/50. Rechts die ausgeleuchtete Pupille. Der schraffierte Teil des einfallenden Lichtstrahls ist der durch Frontlinsenvergrößerung erzielte Lichtgewinn am Bildrand



Bildwinkel  $22\frac{1}{2}^\circ$



Bildwinkel  $0^\circ$

Bei normal empfindlichem, normal belichtetem und gut durchentwickeltem Schwarz-Weiß-Negativfilm tritt die Vignettierung selten störend in Erscheinung, da der Film einen großen Belichtungsspielraum besitzt. Sie wird aber sehr störend bei flauen Negativen, die auf hart arbeitendes Papier kopiert werden.

Die ausgesprochen große Tiefenschärfe der Weitwinkelobjektive gibt ungeahnte und noch viel zuwenig ausgewertete Möglichkeiten in der Kleinbildfotografie, auch den nächsten Vordergrund scharf und groß in das Bild einzubeziehen. Vorsicht ist allerdings bei hoch aufragenden Bildteilen am Platze. Bereits bei leichter Neigung oder Hebung der Kamera während der Aufnahme erhält man im Bild übertrieben stürzende oder auseinanderfallende Linien, die die Bildwirkung vernichten (Bild 269).

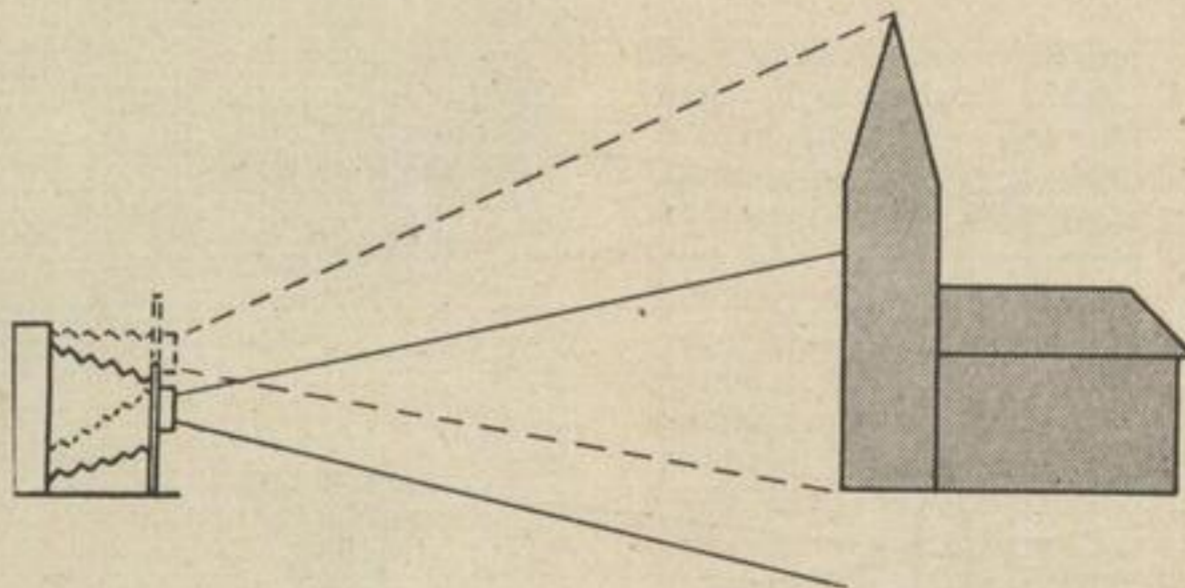
Bei Personenaufnahmen ist zu beachten, daß der Abstand der Person vom fotografischen Objektiv mindestens 1,5 m beträgt. Bei kleinerer Entfernung werden die Körperteile, die sich auf den Aufnahmeapparat zu erstrecken, übermäßig groß und zurückstehende Körperteile zu klein dargestellt. Personen, die in Aufnahme-richtung liegen, haben unförmig dicke Beine. Füße und Hände sind im Vergleich zum zurückliegenden Kopf viel zu groß. Daher vermeidet man die Verwendung von Weitwinkelobjektiven für ausgesprochene Porträt- und Bildnisaufnahmen. Bestens bewährt sich hingegen das Weitwinkelobjektiv, wenn man einen unschönen Hintergrund zugunsten einer betonten Gestaltung des Vordergrundes zurückdrängen will.

Großformatapparate besitzen eine Stelleinrichtung an der Standarte, mit deren Hilfe das Objektiv nach oben oder unten verstellt werden kann (Bild 70). Das setzt allerdings voraus, daß der Bildwinkel des Objektivs genügend groß ist, um auch nach der Objektivverschiebung die Bildecken voll und scharf auszuzeichnen.

Man kann auf diese Weise auch hohe Gebäude voll ins Bildfeld bringen, ohne bei der Aufnahme den Apparat zu kippen. Da Mattscheibe und Aufnahmeebene in ihrer Lage bleiben, verhindert man die Umbildung senkrechter Linien in stürzende Kanten. Diese Korrekturmöglichkeit fehlt beim Kleinformatapparat mit seinem starren Kasten. Hier kann man sich mit dem Weitwinkelobjektiv helfen, das einen großen Bildwinkel umfaßt und ein Kippen des Apparats unnötig macht. Kleine Verzerrungen lassen sich auch beheben, wenn man beim Vergrößern das Grundbrett in entgegengesetzter Richtung zur Filmhalterung kippt (Bild 402). Beim Kippen des Weitwinkelobjektivs indessen entstehen übertrieben stürzende Kanten, die sich beim Vergrößern nur mit Mühe entzerren lassen (Bild 272).

Die normalen Weitwinkelobjektive haben einen Bildwinkel von etwa  $63^\circ$ . Der große Bildwinkel wird durch entsprechende Herabsetzung der Lichtstärke erkauft.

Bild 70. Hochverstellung der Standarte bei Aufnahme hoher Gebäude aus der Nähe. Bei Normalstellung der Standarte wird in diesem Falle der Bildwinkel ungünstig ausgenutzt, da sich das Objektiv nur 1,5 m über dem Boden befindet. Eine Objektivverschiebung nach oben führt zur besseren Ausnutzung des Bildwinkels



Daneben gibt es Weitwinkel-Spezialobjektive mit einem Bildwinkel von  $140^\circ$ , ja sogar von  $180^\circ$ . Mit letzteren kann man das gesamte Himmelsgewölbe auf einem Bilde darstellen. Sie dienen vor allem für astronomische Aufnahmen.

### 3. Das Teleobjektiv und seine Anwendung

Objektive mit *langer Brennweite* entwerfen große Bilder. Sie bedingen aber einen langen Auszug. Der Aufnahmeapparat wird hierdurch umfangreicher, schwerer und auch teurer. Der *lange Bodenauszug* ist bei jeder langen Brennweite erforderlich, ganz gleich, mit welchen Mitteln sie erreicht wird. Man braucht ihn also auch, wenn man nur die hintere Hälfte eines Doppelanastigmaten anwendet oder die Brennweite durch Vorsetzen einer Vorsatzlinse verlängert.

Die *Normalobjektive* (Brennweite 50 mm für Kleinbild) umfassen einen Bildwinkel von etwa  $46,5^\circ$ . Will man mit ihnen das Detail einer Architektur abbilden, so erhält man häufig zwar die ganze Wand eines Gebäudes, aber das Detail nur sehr klein. Ein Objektiv mit der Brennweite von 135 mm füllt mit einem Bildwinkel von  $58^\circ$  das  $9 \times 12$  cm-Format aus. Wendet man es für das Kleinbild an, so wird nur ein Bildwinkel von  $18^\circ$  ausgenutzt, und das gewünschte Detail wird formatfüllend abgebildet (Bild 71). Das *langbrennweitige Objektiv* erfordert aber bei Aufnahmen mit der Einstellentfernung  $\infty$  einen Auszug von 135 mm, bei Aufnahmen aus größerer Nähe einen noch längeren Auszug, da sich die bildseitige Hauptebene noch innerhalb oder zumindest in der Nähe des Objektivs befindet.

Von dem langbrennweitigen Objektiv unterscheidet sich prinzipiell das *Tele-system*. Es besteht aus zwei Linsengruppen (Bild 72). Die vordere hat sammelnde Wirkung, die hintere wirkt zerstreuernd; beide sind durch einen großen Luftraum getrennt. Es ist also dem eigentlichen Objektiv ein zerstreuerndes System angefügt,

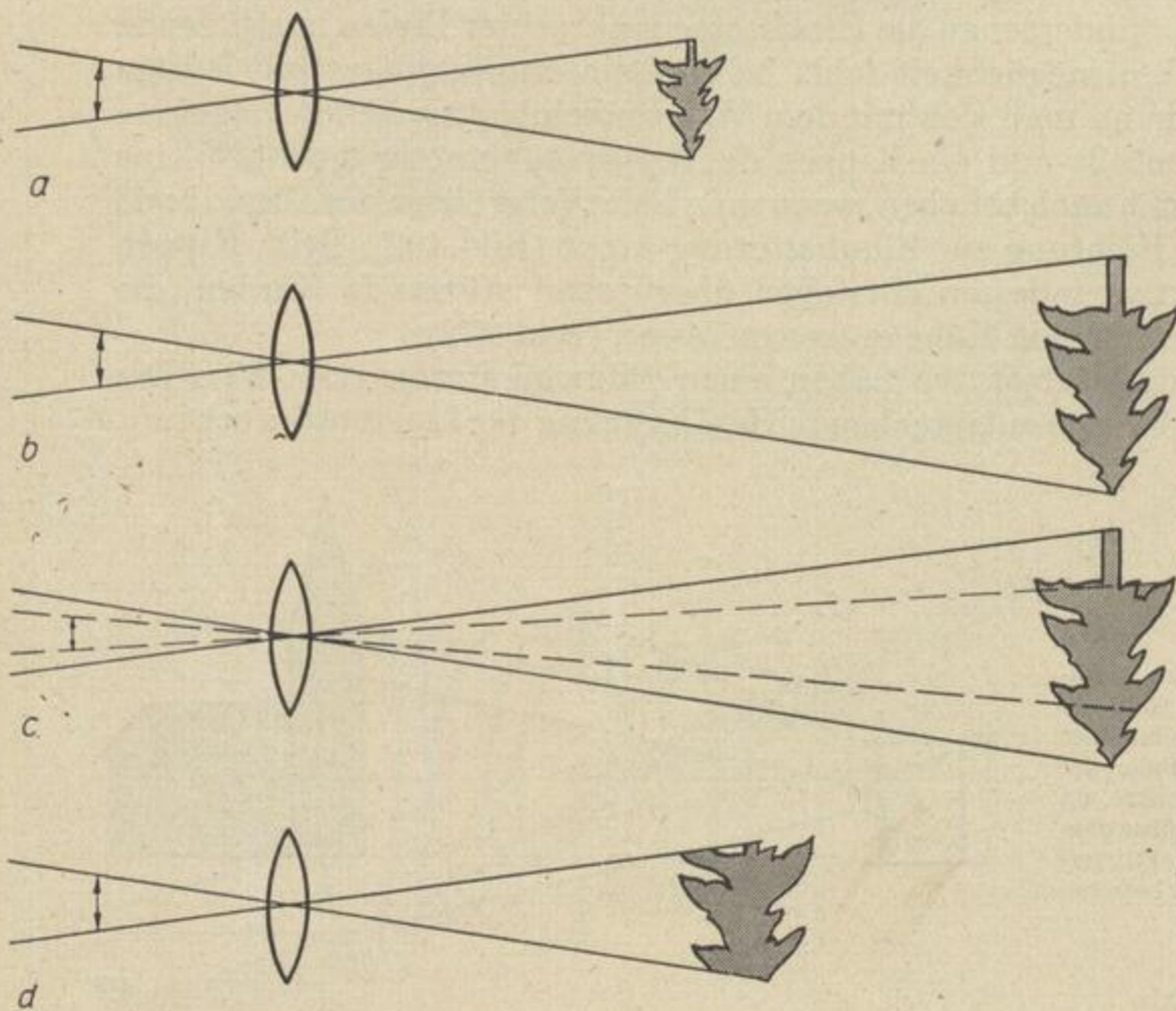
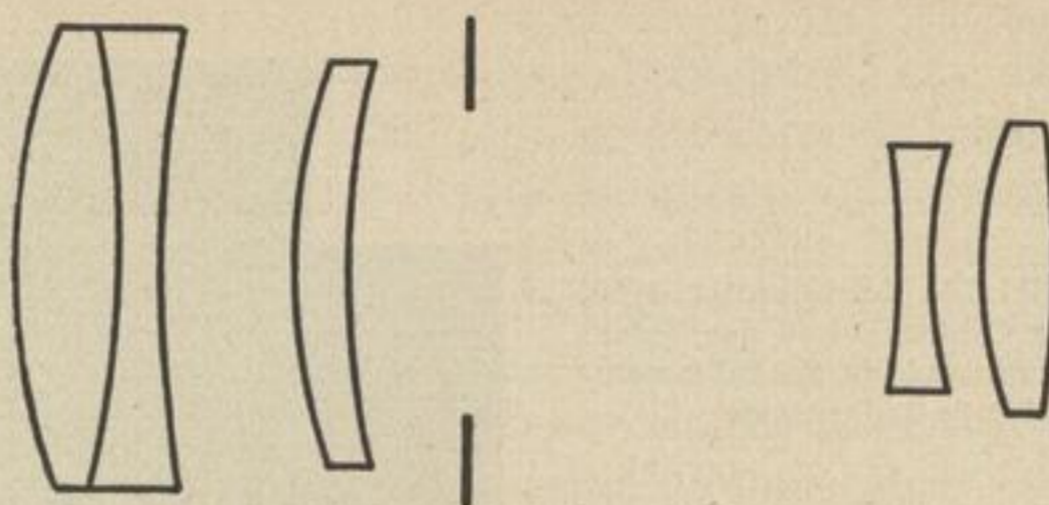


Bild 71. Normalbrennweitiges Objektiv, langbrennweitiges Objektiv und Teleobjektiv. a) Kleinbild-Normalobjektiv für  $24 \times 36$  mm mit 50 mm Brennweite und einem Bildwinkel von etwa  $46,5^\circ$ . b) Großformat-Normalobjektiv für  $9 \times 12$  cm mit 135 mm Brennweite und einem Bildwinkel von etwa  $58^\circ$ . c) Langbrennweitiges Kleinbildobjektiv für  $24 \times 36$  mm mit 135 mm Brennweite, das aber nur noch einen Bildwinkel von  $18^\circ$  erfasst. d) Kleinbild-Teleobjektiv für  $24 \times 36$  mm mit 135 mm Brennweite und einem Bildwinkel von  $18^\circ$ .

Bild 72. Kleinbild-Teleobjektiv Telyt 1:4,5;  $f = 200 \text{ mm}$ ; Leitz, Wetzlar. Das Teleobjektiv besteht aus einer sammelnd wirkenden vorderen Linsengruppe und einer zerstreuend wirkenden hinteren Linsengruppe. Beide sind durch einen großen Luftraum getrennt



das als Vergrößerungsglas die Lichtstrahlen streut und auf eine größere Fläche verteilt. Die bildseitige Hauptebene des Gesamtobjektivs liegt weit vor ihm, so daß das Objektiv nahe an die Aufnahmeebene herangerückt werden kann. Die Schnittweite des Teleobjektivs (das heißt: der Abstand der Hinterlinsenoberfläche von der Mattscheibe) ist kleiner als diejenige eines langbrennweitigen Objektivs der gleichen Brennweite. Damit kann auch die Gesamtlänge des Objektivs von der Frontlinse bis zur Anschraubfassung verhältnismäßig kurz gestaltet werden, und das Objektiv wird leichter und ist handlicher im Gebrauch (Bild 73). Bei der Verwendung von Teleobjektiven reicht ein Bodenauszug, der nur reichlich die Hälfte der Brennweite lang ist. Man kann also bei einem  $9 \times 12$  Apparat mit einfachem Bodenauszug statt des  $15 \text{ cm}$ -Normalobjektivs ohne weiteres ein Teleobjektiv von  $25 \text{ cm}$  Brennweite verwenden, wozu man bei langbrennweitigen Objektiven einen reichlich doppelten Bodenauszug braucht.

Ganz allgemein werden die Objektive mit zunehmender Brennweite größer und schwerer. Das führt zu Schwerpunktverlagerungen an der Kamera. Da sich selbst geringste Schwankungen während der Aufnahme auf die Schärfe katastrophal auswirken, wird das Arbeiten aus der Hand mit zunehmender Brennweite immer schwieriger. Kleinbildapparate mit Objektiven mittlerer Brennweiten von  $100$  bis  $135 \text{ mm}$  faßt man bei der Aufnahme nicht mehr am eigentlichen Apparat, sondern an dem schwereren Objektivstutzen. Mit längeren Brennweiten arbeitet man prinzipiell nur noch mit Hilfe eines Stativs. Hierbei wird nicht der Apparat, sondern das Objektiv auf das Stativ geschraubt, bei den Telemegoren zum Beispiel mit Hilfe drehbarer Stativsockel am Objektiv (Bild 73), die eine bequeme Lageveränderung zwischen Hoch- und Queraufnahmen ermöglichen.

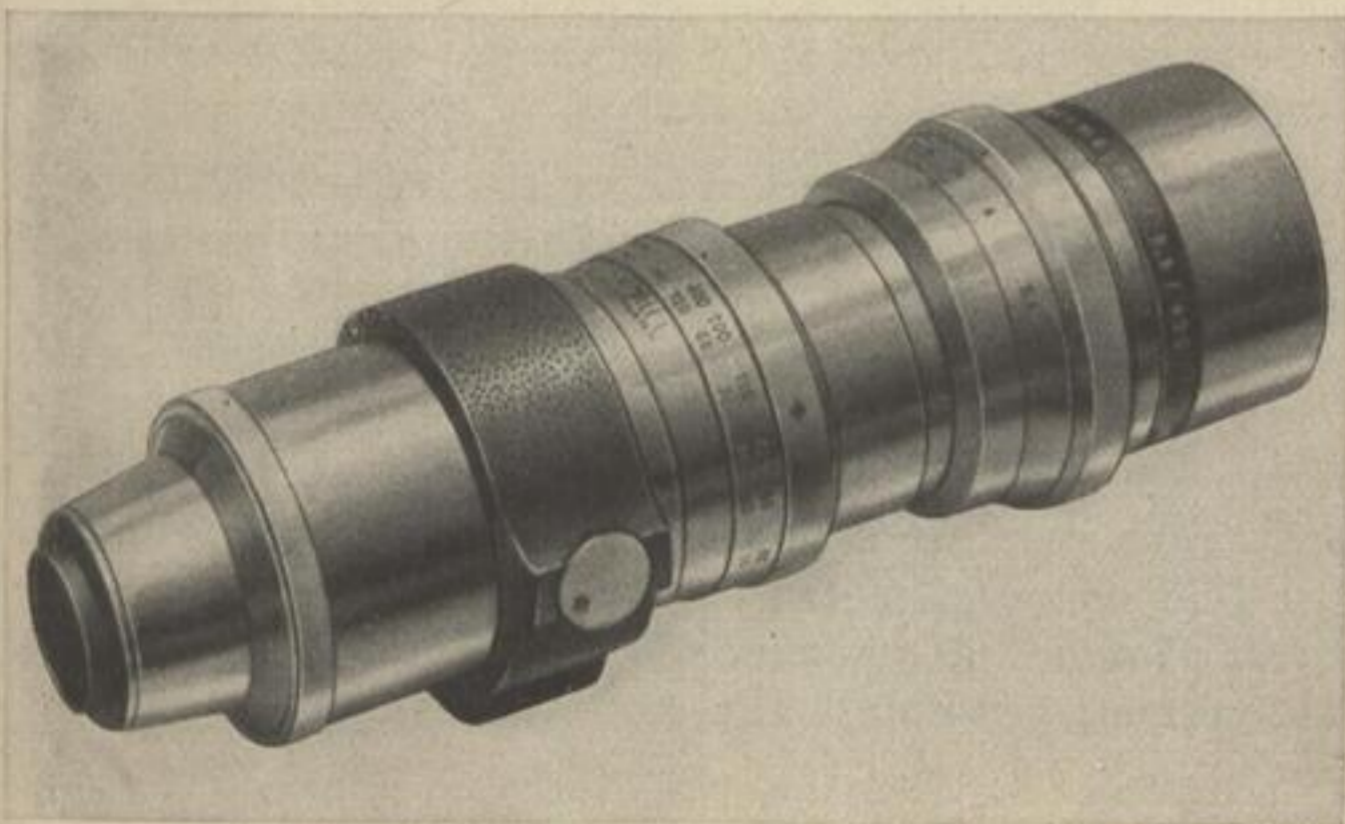
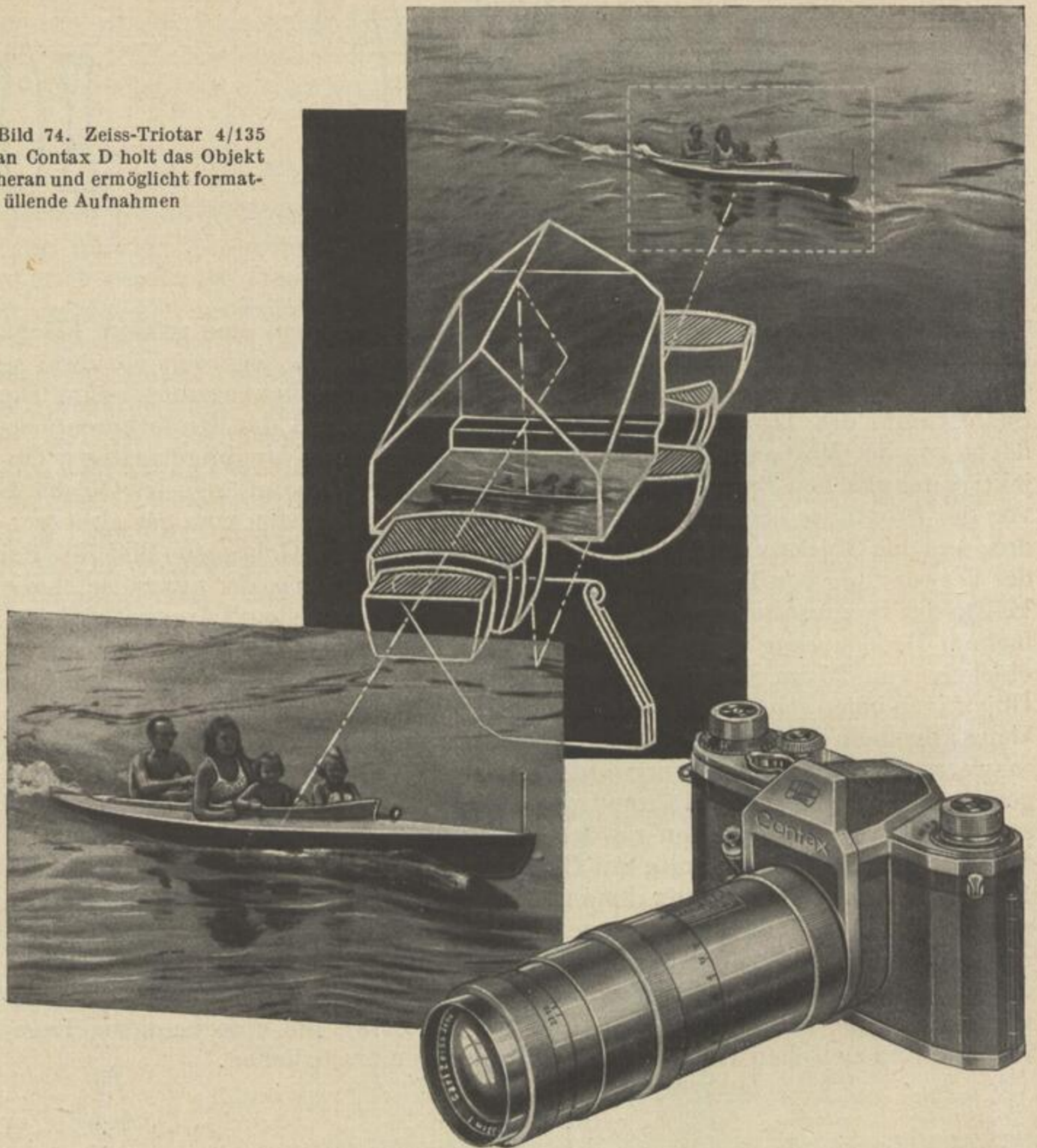


Bild 73. Telemegor 1:5,5/400; VEB Feinoptisches Werk, Görlitz. Die Telemegore sind Spezialanastigmaten mit relativ großer Lichtstärke. Trotz ihrer sehr langen Brennweite haben sie verhältnismäßig geringe Abmessungen und ein geringes Eigengewicht. Die breiten schwarzen Ringe sind drehbare Stativsockel mit Stativmutter zum bequemen Lagewechsel der Kamera für Hoch- und Queraufnahmen

Bild 74. Zeiss-Triotar 4/135 an Contax D holt das Objekt heran und ermöglicht formatfüllende Aufnahmen



Auch mit den mittleren Brennweiten sollte man aus freier Hand nur mit kurzen Belichtungszeiten von  $\frac{1}{50}$  s und kürzer arbeiten. Die Handhaltung muß genügend eingeübt werden; auch halte man während der Aufnahme den Atem an. Um Erschütterungen zu vermeiden, löst man nicht mit der Hand, sondern mit Hilfe eines Drahtauslösers aus.

Mit Vergrößerung der Brennweite nimmt die Tiefenschärfe rapid ab. Die Aufnahmen müssen daher genau eingestellt werden. Notfalls ist der Schärfebereich genau auf die bildwichtigen Teile einzustellen.

Die *mittleren Brennweiten* von 85 mm, 100 mm und 135 mm (Bild 74) sind nicht für ausgesprochene Fernaufnahmen bestimmt. Ihr Auflösungsvermögen reicht

hierfür noch nicht aus. Man führt mit ihnen alle diejenigen Aufnahmen aus, bei denen man durch größeren Abstand vom Objekt eine günstigere Perspektive erzielen will. Es sind dies die bevorzugten Objektive für Porträtaufnahmen (Bild 336), Stilleben, Architekturaufnahmen und die großräumige Landschaft. Man führt mit ihnen Sport-, Tier- und Kinderaufnahmen (Bild 74) aus, überhaupt alle diejenigen Aufnahmen, die eine größere Aufnahmeentfernung voraussetzen. Dabei wirkt sich bereits häufig die geringere Lichtstärke störend aus; denn sowohl die Lichtstärke als auch die Güte der Korrektur bleiben hinter denen normalbrennweitiger Objektive zurück.

Tabelle 7: Langbrennweitiges Objektiv und Teleobjektiv

Langbrennweitiges Objektiv	Teleobjektiv
Das Auflösungsvermögen ist für Kleinbildformat wesentlich größer als für die entsprechenden großen Formate (Korrektion nur für den Kleinbildwinkel)	
Lange Fassung, groß, schwer	Kurze Fassung, geringeres Volumen, geringeres Gewicht
Die hintere Hauptebene liegt innerhalb oder in der Nähe des Linsensystems	Die hintere Hauptebene wird <i>vor</i> das Objektiv verlegt (großer Luftraum zwischen dem vorderen sammelnden und dem hinteren zerstreuenden Objektivteil)
Lange Schnittweite (Entfernung Glasfläche der Hinterlinse/Brennpunkt)	Kurze Schnittweite (wesentlich kürzer als Brennweite)

Die ausgesprochenen *Teleobjektive* mit Brennweiten von 150 mm und 180 mm sind trotz ihrer geringeren Lichtstärke vielseitig verwendbar. Daneben finden sich Brennweiten von 250 mm und 400 mm in Spezialobjektiven für Sport- und Tierfotografen und zum Erfassen kleinerer Ausschnitte aus Landschaften und Architekturen. Wegen der kurzen Schnittweite sind mit ausgesprochenen Teleobjektiven zum Teil noch Aufnahmen aus freier Hand möglich, wo die langbrennweitigen Objektive längst die Anwendung eines Stativs erfordern.

Besonders günstig ist die Verwendung von langbrennweitigen und Teleobjektiven beim Kleinbildapparat. Um den gleichen Bildausschnitt zu erhalten, kann man mit dem Kleinbildapparat einen wesentlich größeren Abstand vom Aufnahmeobjekt einhalten. So wird beim Kleinbild das Heranholen von Bildteilen auch mit viel kürzeren Brennweiten erreicht als zum Beispiel beim 9×12 cm-Format. Eine Brennweite von 180 mm beim Kleinbild entspricht bereits einer Brennweite von 450 mm beim 6×9 cm-Format. Aus diesen Gründen kann man die Objektive der Kleinbildapparate bei gleich langer Brennweite auch lichtstärker machen und damit kürzere Belichtungszeiten erzielen, wodurch wiederum Freihandaufnahmen ermöglicht werden. Auch bei Stativaufnahmen ergeben sich dann als Vorteile die natürlichere Haltung und der ungezwungenere Gesichtsausdruck beim Porträt bzw. die Möglichkeit für Aufnahmen bewegter Objekte. Die Anwendung langbrennweitiger Objektive neben solchen normaler Brennweite ergibt reizvolle Abwechslung in der Motivbehandlung, wie es zum Beispiel die Bilder 75 und 76 zeigen.

Bild 75. Das Formen auf der Drehscheibe. Überzeugende Schilderung eines Arbeitsprozesses. Der ruhige Hintergrund, Blickrichtung und Haltung des schaffenden Menschen konzentrieren die Aufmerksamkeit auf den Arbeitsvorgang. Für gute zusätzliche Ausleuchtung ist durch eine Lichtzange gesorgt. Aufgesetzte Glanzlichter lassen die Keramik plastisch hervortreten. Heinz Müller-Brunke, Grassau; Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 8; 1,5 s; Tageslicht, kombiniert mit 2× 500 Watt-Nitraphotlampen

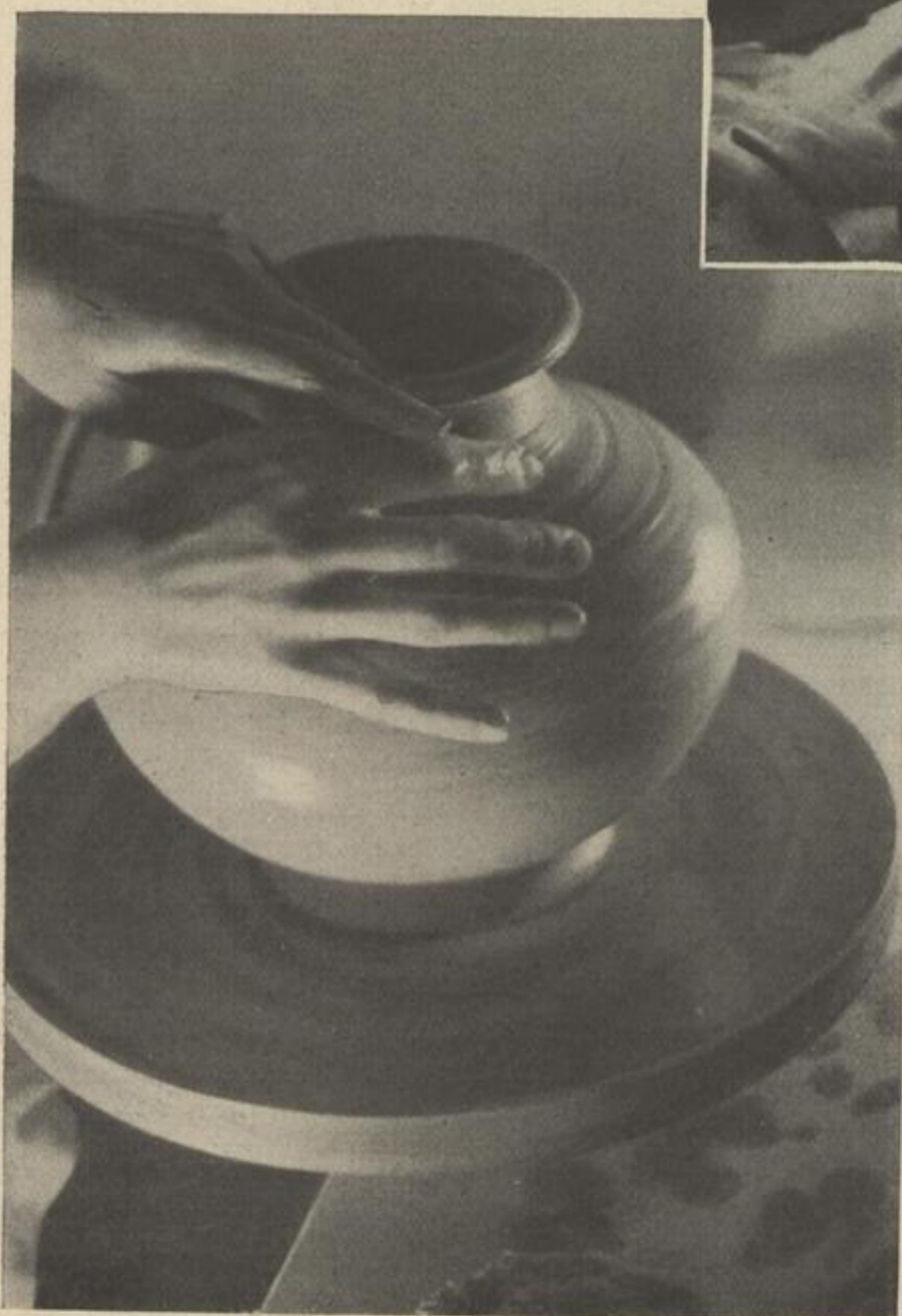


Bild 76. Formende Hände. Die Großdarstellung des eigentlichen Arbeitsprozesses wurde durch Übergang zu einem Objektiv längerer Brennweite erreicht. Das angewendete Triotar ist ein aus nur drei Linsen bestehender Anastigmat des VEB Carl Zeiss, Jena. Heinz Müller-Brunke, Grassau; Exakta Varex; Triotar 4/85; Blende 8; 1,2 s; Tageslicht, kombiniert mit 2× 500 Watt-Nitraphotlampen



#### 4. Auswechselbare Objektive in den Kleinformatapparaten

Die meisten Apparate für Mittel- und Großformat haben ein fest eingebautes Objektiv. Die führenden Kleinbildapparate hingegen werden mit *auswechselbaren Objektiven* geliefert. In ihnen kann man Objektive verschiedener Lichtstärke und Brennweite gegeneinander austauschen. Hierdurch wird der Apparat vielseitiger anwendbar. Bild 77 zeigt, wie durch Veränderung der Brennweite der Abbildungsmaßstab und der Bildausschnitt bei Aufnahmen vom gleichen Standpunkt sehr stark verändert werden. Die Serienaufnahme zeigt aber noch mehr. Nicht jede Aufnahme einer solchen Serie ist als ein gutes Bild anzusprechen. Ein festgelegter Aufnahmestandpunkt verlangt zur bildmäßigen Gestaltung eines bestimmten Objekts eine ganz bestimmte Brennweite. Das heißt: Ein Objektivsatz hat Bedeutung nur für den, der seinen Aufnahmestandort nicht verändern kann. Wenn man die freie Wahl des Aufnahmestandorts hat, wird er in vielen Fällen überflüssig.

Beim Fotografieren vom Schiff, aus der Eisenbahn, von einem hohen Berggipfel holt uns das Teleobjektiv die Ferne heran. In einer engen Gasse oder in einem Innenraum drückt das Weitwinkelobjektiv den Aufnahmegegenstand weiter zurück und erfaßt ihn als Ganzes. So vermittelt uns der Objektivsatz bei erzwungenem starrem Standort wieder die Möglichkeit freier und bewußter Bild-



Bild 77. Mühle. Viermal vom gleichen Standort unmittelbar hintereinander auf den gleichen Film unter Anwendung von Objektiven verschiedener Brennweiten aufgenommen. Alle Aufnahmen wurden unter den gleichen Bedingungen bis zum Fertigbild weiterbehandelt. Die Objektive haben ein unterschiedliches Auflösungsvermögen. Helmut Stapf, Leipzig; Aufnahmekamera Exakta Varex, a) Zeiss-Tessar 2,8/50; abgeblendet auf 1:4, b) Zeiss-Biometar 2,8/80; abgeblendet auf 1:4, c) Zeiss-Triotar 4/135; volle Öffnung, d) Meyer-Telemegor 5,5/250; volle Öffnung

gestaltung und gibt uns mit Hilfe der verschiedenen Brennweiten die verlorene Freiheit zur Wahl des Standorts zurück.

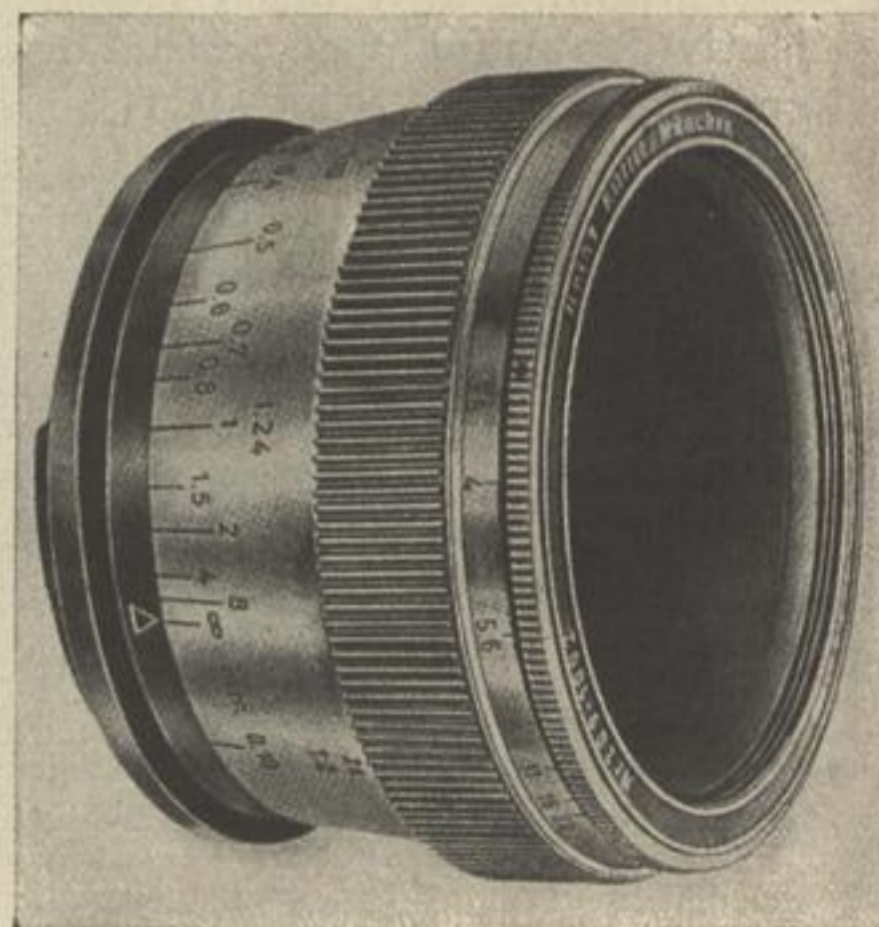
Der Vorteil des Objektivsatzes liegt in der guten Korrektur jedes Objektivs; nachteilig sind die hohen Anschaffungskosten. Der Amateur braucht bei weitem nicht alle Objektive, die vom Fabrikanten angeboten werden. Die meisten von ihnen sind Spezialobjektive für bestimmte Aufnahmegebiete. Der *Amateur braucht fast immer nur das Normalobjektiv*. Ich selbst verwende es, zumindest aus reiner Bequemlichkeit, in 65...70% aller Fälle. Will sich jemand den Luxus eines zweiten Objektivs leisten, so wähle er zusätzlich das *Weitwinkelobjektiv*. Mit ihm können wir manches Motiv zusätzlich einfangen, das dem Normalobjektiv verschlossen ist. Es hilft auch im Menschengewühl einer Großstadtstraße durch seinen verblüffend großen Tiefenschärfebereich überraschend weiter. Will jemand eine komplette Objektivgarnitur haben, so erwirbt er als drittes Objektiv zusätzlich ein Teleobjektiv. Für die häufigsten Motive des Amateurs und für Schnappschüsse braucht man es weniger als die beiden anderen, schon wegen seines geringeren Tiefenschärfebereiches (siehe S. 86!). Braucht man es schon einmal, so hat man es meist nicht bei sich; denn es ist größer und schwerer und bedeutet eine beachtliche zusätzliche Belastung des Fotografen. Der Kleinbildamateur hat bereits vielerlei in seinen Taschen. Außer dem Kleinformatapparat trägt er bei sich den Belichtungsmesser und die Sonnenblende, das Weitwinkelobjektiv und den Sucher dazu, ferner einige Filmpatronen Negativfilm und Farben-Umkehrfilm. Weitere Zusatzgeräte bedingen den Musterkoffer, den man nicht gern umhängt. Trotz allem wird natürlich die Kleinbildkamera mit einem Objektivsatz von 35 mm, 50 mm und 135 mm Brennweite nahezu zu einer Universalkamera.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der Porträtfotografie. Dort ist die lange Brennweite nahezu unentbehrlich. Sie ermöglicht es, einen größeren Abstand vom Objekt einzuhalten. Hierdurch erzielen wir eine günstigere Perspektive. Für Porträts bevorzugen wir also Objektive mit 135 mm Brennweite. Auch das neue Zeiss-Biometar 2,8/80, eine Weiterentwicklung des bekannten Tessars, ist für die Porträtfotografie von großer Bedeutung.

Eine völlige Neuentwicklung ist inzwischen durch die Konstruktion des *Makro-Kilar 3,5/40* von Kilfitt angebahnt (Bild 78). Es ist ein vierlinsiges Triplet mit verkittetem Hinterglied und vergrößerter Frontlinse, die außerordentlich tief in der Objektivfassung liegt. Das neue Objektiv hat hohes Auflösungsvermögen, gute Brillanz und ausgezeichnete Farbkorrektur. Es ist für die Kleinbild-Spiegelreflexkamera mit dem Aufnahmeformat  $24 \times 36$  mm konstruiert und besitzt eine vorteilhafte leichte Weitwinkelwirkung.

Ohne zusätzliche Hilfsgeräte reicht der Aufnahmebereich dieser Neukonstruktion von Unendlich bis 10 cm beim Makro-Kilar E und von Unendlich bis 5 cm beim Makro-Kilar D. Die Objektivfassung trägt

Bild 78. Kilfitt Makro-Kilar 3,5/40, eine neuartige Objektivkonstruktion als Universalobjektiv für die Kleinbild-Spiegelreflex; Kamerabau-Anstalt, Vaduz



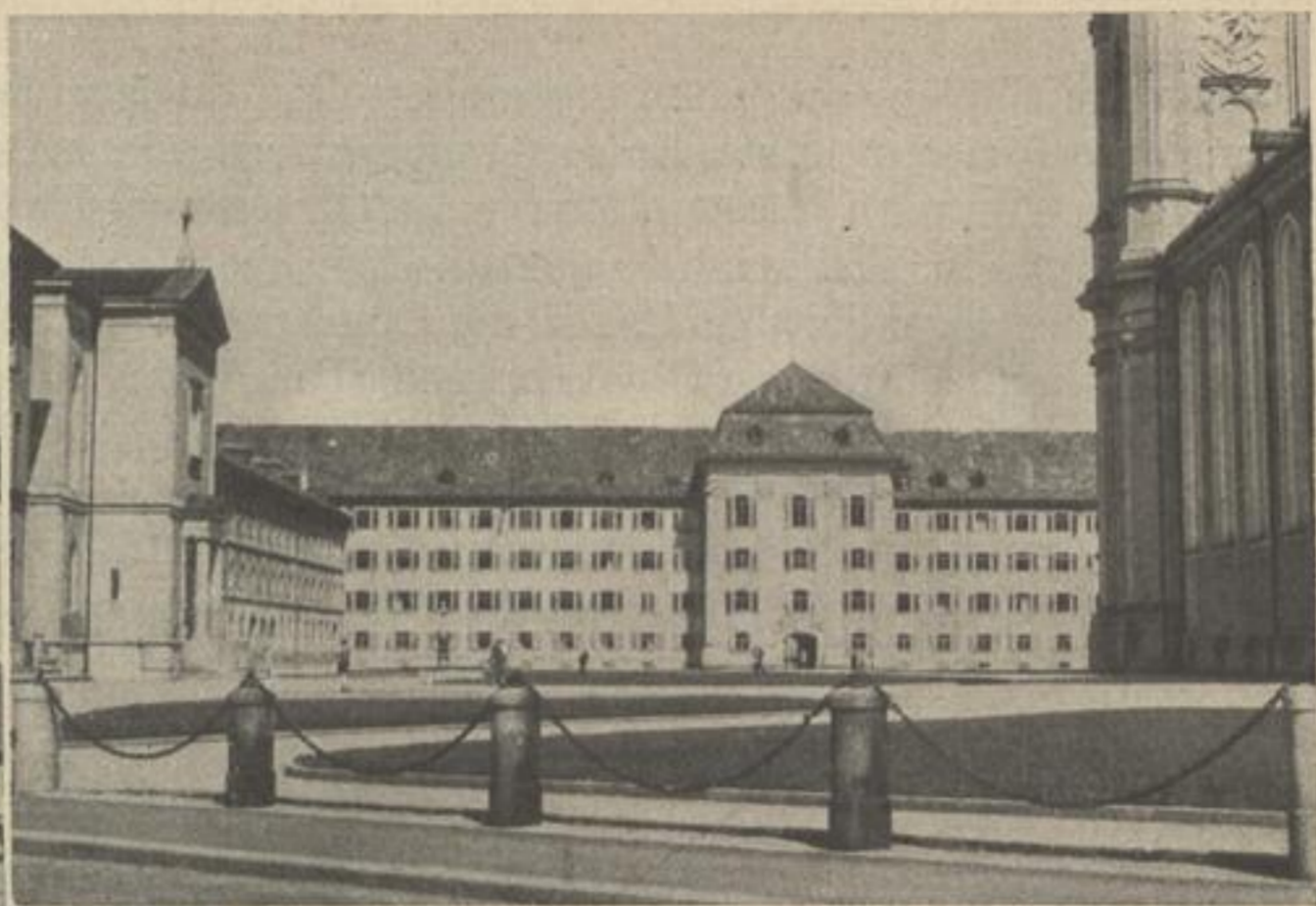
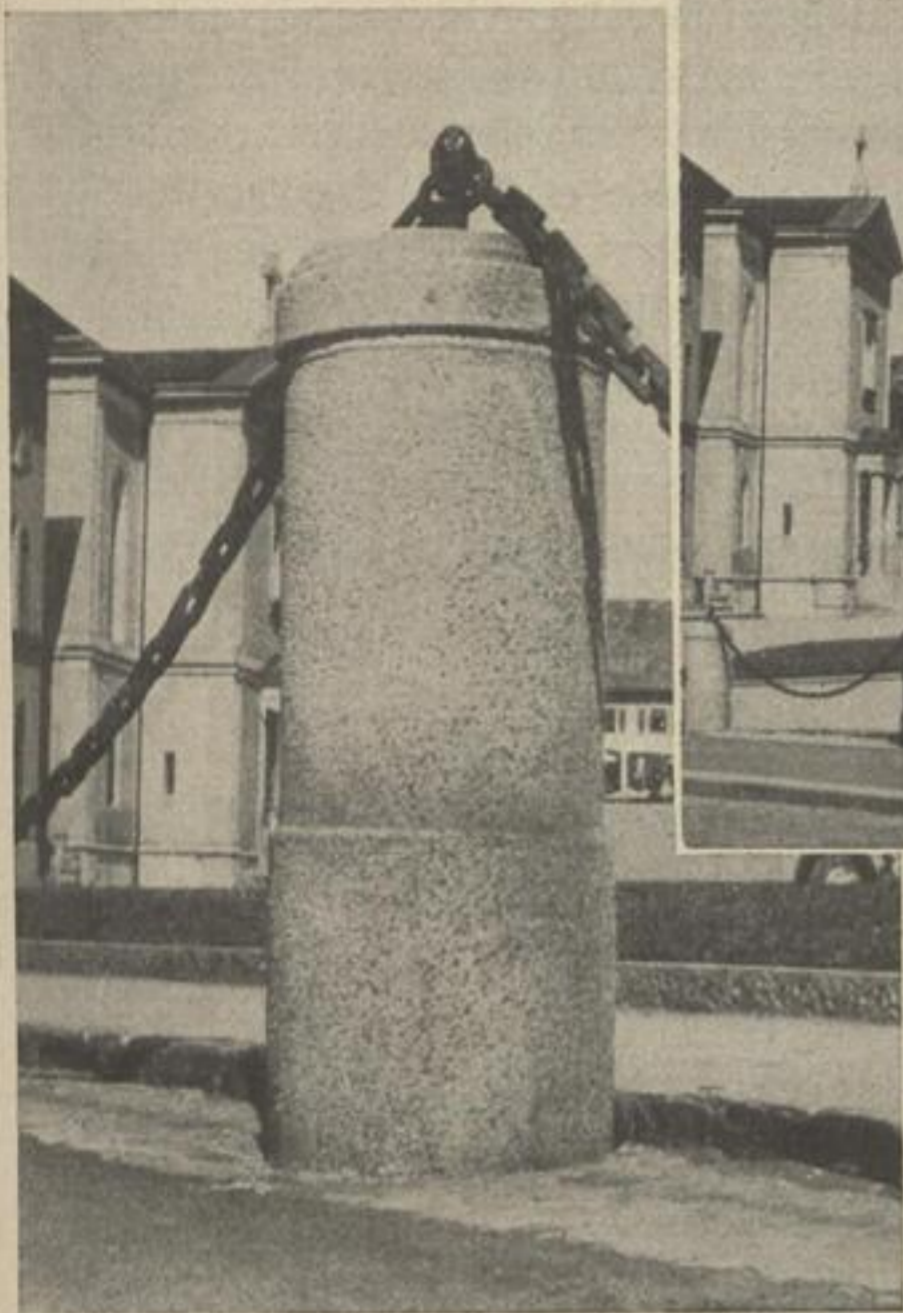


Bild 79. Architekturaufnahme mit Makro-Kilar in der Exakta Varex mit dem Charakter einer Weitwinkelaufnahme

Bild 80. Ganz links im Vordergrund ist diese Säule in Bild 79 zu sehen. Es handelt sich aber nicht um eine Ausschnittsvergrößerung, sondern um eine gesonderte Aufnahme mit dem gleichen Objektiv

Bild 81. Mit dem Makro-Kilar können wir noch näher ans Objekt herangehen und sehen jetzt nur noch den kettentragenden Säulenknopf auf dem Bild

Bild 82. Noch einmal das gleiche Makro-Kilar: Der Säulenknopf in Großdarstellung, eine verblüffende Leistung ohne Vorsatzlinsen, Zwischentuben und andere Hilfsmittel



mehrere Skalen, an denen die eingestellte Entfernung, der Abbildungsmaßstab und die für sehr kurze Entfernungen erforderliche Belichtungszeitverlängerung abgelesen werden können. Das neue Objektiv ersetzt ein normalbrennweitiges Objektiv, ein Weitwinkelobjektiv, Zwischenringe und Balgennaheinstellgerät sowie die Gegenlichtblende, da die Objektivfassung als Sonnenblende gearbeitet ist. So kann man ohne Objektivwechsel und ohne irgendwelche Hilfsgeräte Aufnahmen von der Ferne der Landschaft bis zum Abbildungsmaßstab 1:2 (E) bzw. sogar bis zum Maßstab 1:1,1 (D) durchführen. Der verblüffend große Anwendungsbereich dieses Einzelobjektivs ergibt sich aus den Bildern 79...82, die mit dem Makro-Kilar und der Exakta Varex aufgenommen worden sind.

### 5. Veränderung der Brennweite durch Vorsatzlinsen

Apparate mit fest eingebauten Objektiven haben nicht die universelle Anwendbarkeit der Kleinbildapparate mit Wechselobjektiven. Besitzen sie symmetrische oder halbsymmetrische Doppelanastigmaten, so kann man die Vorderlinse abschrauben. Es bleibt ein Restobjektiv mit etwa der doppelten Brennweite, das sich beim Vorhandensein eines doppelten Bodenauszugs entsprechend anwenden läßt. Nachteilig wirkt hierbei der Abfall der Lichtstärke auf  $\frac{1}{4}$  des Gesamtobjektivs. Denn die Helligkeit nimmt im Quadrat der Entfernung ab, in diesem Falle also im Quadrat des Bodenauszugs. Außerdem ist der Restkörper des Objektivs nicht mehr vollkommen auskorrigiert, so daß sich Verzeichnungen, besonders in den Randpartien, störend bemerkbar machen. Man muß daher stark abblenden, wobei wiederum die Belichtungszeit verlängert wird. So sind Momentaufnahmen meist nicht durchführbar, zumal auch der Tiefenschärfebereich eine genaue Einstellung erfordert. Hauptanwendungsgebiet ist also die Stativaufnahme eines ruhenden Objekts.

Bei halbsymmetrischen Objektiven kann man entweder mit dem Gesamtobjektiv, dem vorderen oder dem hinteren Teile arbeiten. Man verfügt also über einen Satz von insgesamt drei Linsensystemen unterschiedlicher Brennweite (Satzobjektiv), von denen aber nur das Gesamtobjektiv durchkorrigiert ist, die Teilobjektive hingegen beachtliche Restfehler aufweisen.

Viele neuzeitliche Anastigmaten sind unsymmetrisch gebaut; sie können nur als Ganzes verwendet werden. Dann läßt sich die Brennweite nur durch *Vorsatzlinsen* verändern, die vor dem Objektiv angebracht werden.

Durch negative und positive Vorsatzlinsen läßt sich die Brennweite eines 135 mm-Objektivs von etwa 110...250 mm beliebig verändern. Damit ist gleichzeitig eine Änderung der Lichtstärke verbunden, und es macht sich ein Weichzeichnereffekt bemerkbar.

*Konvexlinsen* verkürzen die Brennweite; sie werden mit *positiven Vorzeichen* versehen; sie verwandeln das Objektiv in ein *Weitwinkelobjektiv*. Die *Konkavlinsen* verlängern die Brennweite; sie sind gekennzeichnet durch *negatives Vorzeichen* und haben *Telewirkung*. Die Brechkraft der Vorsatzlinse bedingt den Grad der Veränderung. Meist gibt man sie in *Dioptrien* (dptr) an. Teilt man die Zahl 100 durch die Dioptrienzahl, so erhält man die Brennweite der Vorsatzlinse in Zentimetern. Ein Punktalglas von + 5 Dioptrien hat eine Brennweite von  $100 : 5 = 200$  mm und wirkt verkürzend, eine Linse von - 8 Dioptrien wirkt verlängernd und hat eine Brennweite von  $100 : 8 = 125$  mm.

Den Vorsatzlinsen sind Tabellen beigegeben. Ihnen kann man die Gesamtbrennweite, den Lichtschwund, die Abänderung der Belichtungszeit und außerdem die Blendenwerte entnehmen, die besonders empfehlenswert sind. Durch eine Überschlagsrechnung kann man sich auch die *Gesamtbrennweite*  $F$  mit Hilfe folgender Formel errechnen, in der  $f$  die Brennweite des Objektivs und  $D$  die Dioptrienzahl der Vorsatzlinse ist:  $F = \frac{100f}{Df + 100}$ . Bei negativer Dioptrienzahl fällt der berechnete Wert etwas zu hoch, bei positiver Zahl hingegen etwas zu niedrig aus. Bei einem 135 mm-Objektiv bewirkt also eine Vorsatzlinse mit +5 Dioptrien eine Verkürzung der Brennweite auf  $F = \frac{100 \cdot 135}{+5 \cdot 135 + 100} \approx 80$  mm.

Vorsatzlinsen kann man bei allen Objektiven anwenden, ganz gleich, ob sie symmetrisch oder unsymmetrisch gebaut sind. Linsen mit negativen Dioptrienzahlen holen die Ferne heran, erfordern aber doppelten Balgenauszug. Bei Porträtaufnahmen ergeben sie eine günstige Perspektive bei leichtem Weichzeichnereffekt, während Teleobjektive schärfer zeichnen. Zur Erzielung von Randschärfe erfordern Vorsatzlinsen starkes Abblenden. Außerdem muß man von großen Aufnahmeformaten ausgehen, da sich Unschärfen besonders störend bei den Vergrößerungen bemerkbar machen.

Vorsatzlinsen mit positiven Dioptrienzahlen dienen für Aufnahmen größerer Objekte aus unmittelbarer Nähe. Stark verkürzende Linsen haben aber ungleichmäßige Lichtverteilung und starke Abdunklung der Randpartien; eine unvermeidliche Folge ist die Vignettierung des Bildes. Wiederum ist die Vignettierung darauf zurückzuführen, daß seitliche Lichtstrahlen nicht auf eine Kreisfläche, sondern auf die viel kleinere Ellipse als Eingangspforte treffen; so kann nur ein Teil der Randhelligkeit in den Apparat gelangen (Bilder 63 und 65). Außerdem haben die seitlich auftreffenden Strahlen sowohl vor als auch hinter der Linse den weiteren Weg zurückzulegen und schwächen sich hierbei im Quadrat der zusätzlichen Entfernung ab. Der *Lichtabfall* in den Randpartien wird mit wachsendem Bildwinkel rasch größer, wie die folgende Aufstellung zeigt:

Tabelle 8. Die Bildhelligkeit als Funktion des Bildwinkels

Bildwinkel in Grad	0	10	20	30	40	50	60	70
Bildhelligkeit	1,0	0,94	0,78	0,56	0,34	0,17	0,06	0,014

Das heißt: Bei einem Bildwinkel von 30° beträgt die Helligkeit der Randpartien nur noch  $\approx 50\%$ , bei 50° nur noch  $\approx 20\%$ , bei 60° nur noch  $\approx 6\%$  der Helligkeit in der Bildmitte. Durch starkes Abblenden kann man den Helligkeitsabfall herabmindern und schließlich nahezu aufheben, wobei gleichzeitig die Randverzeichnungen behoben werden.

Das Hauptanwendungsgebiet der Vorsatzlinsen ist die *Nahaufnahme*. Man stellt das Objektiv des Aufnahmeapparates auf Unendlich ein und setzt die Vorsatzlinse vor. Dann befinden sich automatisch alle Gegenstände im Schärfbereich, deren Objektstand von der Vorsatzlinse gleich der Brennweite ist. Die Scharfeinstellung nimmt man mit der Mattscheibe vor. Bei zweiäugigen Spiegelreflexapparaten werden gleichartige Linsen vor Sucher- und Aufnahmeobjektiv gesetzt.

Unter den Fehlern der Vorsatzlinsen wird bei Tageslichtaufnahmen auch die *Fokussdifferenz* wirksam. Bei Linsen mit negativen Dioptrienzahlen wird der Schärfenbereich nach dem Hintergrund zu, bei positiven Zahlen nach dem Vordergrund zu verschoben. Die Aufnahmen werden dann unscharf. Man kann die Fokussdifferenz beheben, wenn man die Mattscheibeneinstellung bei vorgeschaltetem Gelbfilter vornimmt und für die Aufnahme panchromatisches Aufnahmematerial verwendet.

Bei Apparaten mit Mattscheibeneinstellung kann man an Stelle von Vorsatzlinsen auch *Prismenfeldstecher* als vergrößernde Linsensysteme verwenden. Man schraubt den Apparat auf ein Stativ und baut eine starre Verbindung zwischen Objektiv und Feldstecher. Diesen stellt man vorher genau auf Unendlich ein. Die wirksame Brennweite des Gesamtsystems ist dann gleich dem Produkt von Vergrößerungswert des Feldstechers und Objektivbrennweite. Mit einem Objektiv von 135 mm Brennweite ergibt ein 6facher Feldstecher eine wirksame Brennweite von  $6 \cdot 135 = 810$  mm. Das Öffnungsverhältnis der Kombination errechnet man nach der Formel:

$$\frac{\text{Durchmesser der Austrittspupille des Feldstechers}}{\text{Brennweite des Objektivs}} \quad \begin{array}{l} \text{in mm} \\ \text{in mm} \end{array}$$

Die *Austrittspupille* ist der helle Kreis, der im Feldstecher sichtbar wird, wenn man ihn mit ausgestrecktem Arm gegen eine helle Fläche hält. Verwendet man zum Beispiel den Feldstecher Zeiss Silvarem, einen  $6 \times 30$ -Prismenfeldstecher mit einer Austrittspupille von 5 mm Durchmesser, so erhält man mit einem 135 mm-Objektiv das Öffnungsverhältnis von  $5 : 135$  oder  $1 : 27$ . Dieser Wert ist wichtig zum Errechnen der Belichtungszeit. Den errechneten Wert muß man dann noch verdoppeln, da der Strahlengang durch ein älteres Modell mit unvergüteten Linsen einen Lichtschwund von etwa 50% bedingt. Die Lichtleistung eines neuen Zeiss-Feldstechers hingegen beträgt etwa 80% und der Lichtschwund etwa 20%. Um scharfe, vergrößerungsfähige Aufnahmen zu erhalten, blendet man im allgemeinen das Objektiv noch stärker ab, als es der Austrittspupille des verwendeten Feldstechers entspricht.

Bei Aufnahmeapparaten, bei denen die Entfernung durch Drehen des Schneckengangs am Objektiv eingestellt wird, kann man nur positive, verkürzende Vorsatzlinsen verwenden. Man kann dann näher an das Objekt herantreten. Eine Verlängerung der Brennweite ist nur dann möglich, wenn durch Einschalten von Zwischenringen zwischen Objektiv und Kamera die Auszugslänge künstlich vergrößert werden kann.

#### 6. Brennweite und Perspektive

*Der Aufnahmestandort legt die Perspektive und bei gegebener Brennweite den Abbildungsmaßstab fest.*

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um zum Beispiel ein Porträt in einer vorher festgelegten Größe auf dem Negativ zu erhalten. Benutzt man ein Normalobjektiv, so nähert man sich der Person so weit, bis das Mattscheibenbild die verlangte Größe hat. Nimmt man statt dessen ein Objektiv längerer Brennweite, so muß man den Aufnahmestandort weiter rückwärts verlegen. In beiden Fällen erhält man ein Bild gleicher Größe, aber unterschiedlicher Qualität.

Mit dem Normalobjektiv sind wir unter Umständen dem Modell derart nahe gerückt, daß die Bildperspektive verfälscht wird; sie wirkt dann unnatürlich und

fremd. Vorspringende Teile, wie Nase, Hände, Füße, sind zu groß dargestellt und zurückliegende Teile, wie die Ohren, zu klein. Mit längerer Brennweite erhalten wir bei gleicher Bildgröße eine überraschend natürliche Perspektive, die beim Betrachten angenehm empfunden wird. Wir nähern uns dann dem normalen Augeneindruck; denn der Sehwinkel des Auges beträgt etwa  $11\cdots 12^\circ$ . Wir sind also gewohnt, in Teleart zu sehen, und empfinden daher die Perspektive der fotografischen Normalobjektive bei zu großer Nähe des Objekts als ungewöhnlich.

Aber auch hier darf man über bestimmte Grenzwerte nicht hinausgehen. Das Teleobjektiv holt gleichzeitig die Ferne, in diesem Falle den Hintergrund, heran. Wenn man ihn nicht neutral wählen kann, wird er zu deutlich abgebildet und wirkt störend. Es fehlen dem Bilde die »Atmosphäre« und die Raumwirkung.

Eines muß aber besonders hervorgehoben werden. *Nicht die Brennweite entscheidet über günstige oder ungünstige Bildperspektive, sondern allein der Aufnahmeort.* Wir fotografieren das Modell vom gleichen Standort einmal mit einem 50 mm-Objektiv und dann mit einem 100 mm-Objektiv. Fertigen wir nun von dem letzten Bild eine Kopie und vom ersten eine Vergrößerung auf das Doppelte an, so stimmen beide Bilder in ihrer Perspektive vollkommen überein, da sie vom gleichen Standort gesehen und aufgenommen worden sind. Die Brennweite verändert nur die Größe des dargestellten Bildraums; die zweite Aufnahme zeigt nur den Mittelteil der ersten, auf das Doppelte vergrößert. Beide Aufnahmen weisen allerdings im Endeffekt eine unterschiedliche Schärfe auf: Die Kopie ist schärfer als die gleich große Vergrößerung. Lediglich eine Veränderung des Aufnahmeorts bewirkt in einem Falle unnatürliche, im andern natürliche Perspektive, in einem Falle Zurückdrängen, im andern Heranholen des Hintergrunds.

Bei Porträtaufnahmen gilt als allgemeine Regel, nicht näher als 1,5 m an das Modell heranzutreten. Besondere Vorsicht ist bei Anwendung von Weitwinkelobjektiven vonnöten. Da sie die Bildeinzelheiten sehr klein darstellen, wird man leicht verführt, besonders nahe heranzugehen und gerät dann in den Bereich der perspektivischen Übertreibungen. Bei längeren Brennweiten wird man durch die Größe der Darstellung bereits gezwungen, Abstand zu halten.

*Die Bildperspektive* ist also nur abhängig vom Aufnahmeort. Durch Veränderung der Brennweite kann man sie nach der flachen oder nach der steilen Seite variieren. Bei kurzer Brennweite und Innenaufnahmen erscheinen die Größenunterschiede hintereinanderliegender Gegenstände übertrieben; hierdurch wird aber auch die Raumwirkung oft wesentlich gesteigert. Bei weit entferntem Standort und sehr langer Brennweite erscheint die Perspektive außerordentlich flach. Beide Möglichkeiten der Raumgestaltung können die Bildwirkung in einzelnen Fällen steigern, in anderen Fällen vernichten. Ihre richtige Anwendung bei der Aufnahme ist Sache eines richtigen und geschmackvollen fotografischen Sehens.

## **b) Lichtstärke und Beleuchtung**

### *1. Die relative Öffnung des Objektivs*

Die *Lichtstärke* eines Objektivs ist abhängig vom Objektivdurchmesser und von der Brennweite. Bei größerem Durchmesser fällt mehr Licht durch das Objektiv. Verkleinert man den Durchmesser um die Hälfte, so sinkt die durchtretende

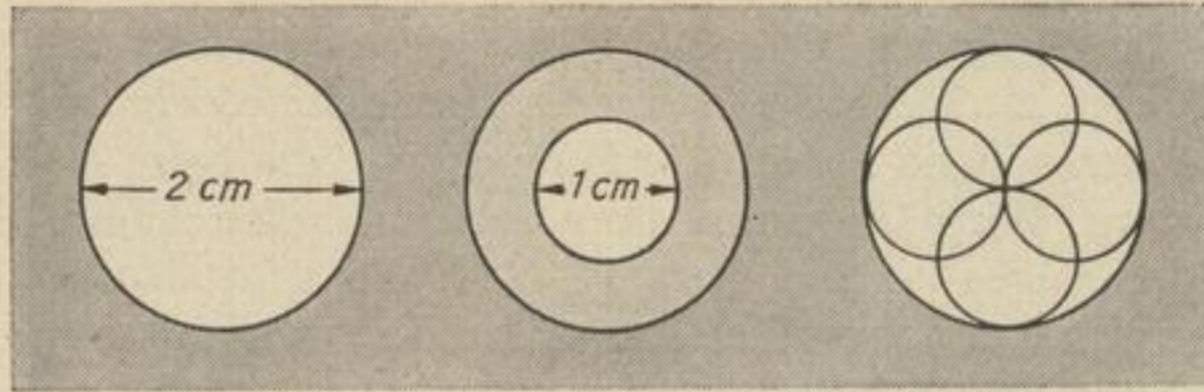


Bild 83. Objektivdurchmesser und Lichtstärke. Halber Durchmesser ergibt ein Viertel der Lichtstärke

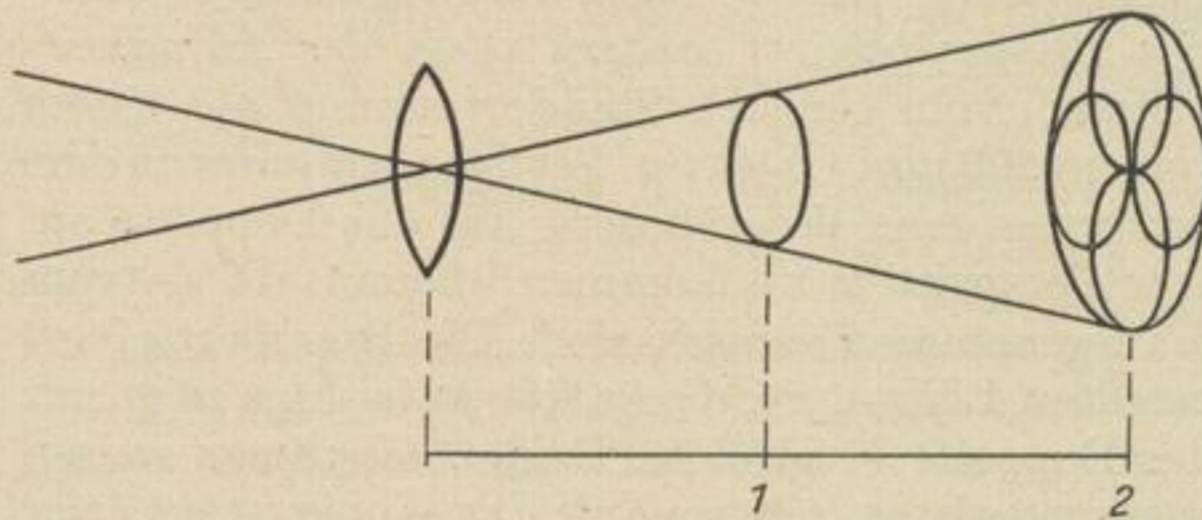


Bild 84. Brennweite und Lichtstärke. Doppelte Brennweite ergibt ein Viertel der Lichtstärke

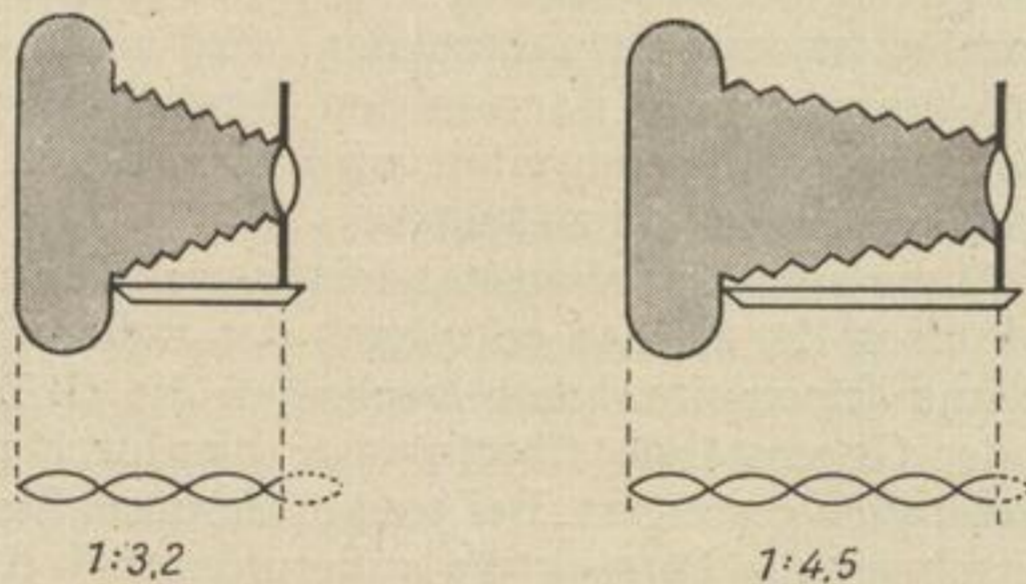


Bild 85. Relative Öffnung ist das Verhältnis von Brennweite und Objektivdurchmesser

Lichtmenge auf ein Viertel (Bild 83); denn die Kreisfläche wächst mit dem Quadrat des Radius.

Der Durchmesser des Linsensystems bestimmt aber nicht allein die Lichtstärke des Objektivs.

Je länger die Brennweite ist, desto größer ist der Abstand des Linsensystems von der Aufnahmeschicht, und desto größer wird demzufolge auch das Bild. Verlängert man die Brennweite auf das Doppelte, so füllt das Bild die 4fache Fläche aus, und die Bildhelligkeit sinkt auf ein Viertel (Bild 84). Verkleinert man die Brennweite auf die Hälfte, so wächst die Lichtstärke auf das 4fache an. Bei gleichem

Objektivdurchmesser, aber verschiedener Brennweite entwirft das Objektiv mit der geringeren Brennweite das hellere Bild.

Eine Verkleinerung des Objektivdurchmessers kann also durch eine Verkürzung der Brennweite praktisch ausgeglichen werden. Ein Objektiv mit dem Durchmesser 1 cm und der Brennweite 50 mm hat die gleiche Lichtstärke wie ein Objektiv mit dem Durchmesser 2 cm und der Brennweite 100 mm.

Wesentlich für die Lichtstärke eines Objektivs ist also nur das Verhältnis beider Zahlenwerte. Dieses Verhältnis des wirksamen Durchmessers der Eintrittspupille zur Brennweite eines Objektivs bezeichnet man als *relative Öffnung*<sup>1)</sup> (Bild 85).

<sup>1)</sup> DK 771.351; DIN 4521; Januar 1942.



$$\text{Relative \u00d6ffnung} = \frac{\text{Objektivdurchmesser}}{\text{Brennweite}}$$

Die relative \u00d6ffnung ist also eine Verh\u00e4ltniszahl und tr\u00e4gt als solche keine Benennung. Durch sie wird die Bildhelligkeit eindeutig festgelegt. In DIN 4522 wird bestimmt, da\u00df die relative \u00d6ffnung auf der Objektivfassung in der Form »1 : 2,8« (als Beispiel) angegeben wird. Au\u00eferdem ist eine Kurzbezeichnung zugelassen, in der der Nenner dieses Zahlenverh\u00e4ltnisses, die kleinstm\u00f6gliche Blendenzahl, zusammen mit der Brennweite als Bruch dargestellt wird : »Blendenzahl/Brennweite«, zum Beispiel 2,8/50. Dann tr\u00e4gt auch die Brennweite, die immer in Millimetern auszudr\u00fccken ist, keine Benennung<sup>1)</sup>.

Durch die Angabe der relativen \u00d6ffnung werden die Objektive untereinander in bezug auf ihre Lichtst\u00e4rke vergleichbar. Denn unabh\u00e4ngig von der Bauart erfordern Objektive gleicher relativer \u00d6ffnung unter den gleichen Aufnahmebedingungen ann\u00e4hernd die gleiche Belichtungszeit. Von den Blendenzahlen 3,2 und 4,5 kommt die kleinere dem lichtst\u00e4rkeren Objektiv zu.

Man kann die Lichtst\u00e4rke eines Objektivs durch Abblenden drosseln. Dann vergr\u00f6\u00dft sich die Blendenzahl. In diesem Falle ist die eintretende Lichtmenge nicht mehr vom Objektivdurchmesser, sondern nur noch von der Blendenzahl abh\u00e4ngig; denn die Blende engt den Objektivdurchmesser ein.

Die Angaben der Lichtst\u00e4rke stimmen, strenggenommen, nur f\u00fcr Einstellung auf  $\infty$ . Bei ausgesprochenen Nahaufnahmen ist der Balgenauszug l\u00e4nger als die Objektivbrennweite. Das Bild r\u00fcckt weiter nach hinten, und die Bildhelligkeit nimmt entsprechend im Quadrat der zus\u00e4tzlichen Entfernung von der Linse ab. Bei ausgesprochenen Nahaufnahmen mu\u00df man daher entsprechend l\u00e4nger belichten als bei Fernaufnahmen (siehe S. 216).

## 2. Extrem lichtstarke Objektive

Die Lichtst\u00e4rke eines Objektivs kann nicht beliebig gesteigert werden, ohne da\u00df sich Nachteile einstellen. Es ist eine irri\u00dfe Ansicht, da\u00df das lichtst\u00e4rkste Objektiv zugleich auch das beste sei. Die erh\u00f6hte Lichtst\u00e4rke wird meist mit verringerter Scharfzeichnung und mit rapider Abnahme des Tiefensch\u00e4rfebereichs erkaufte. Um beide zu verbessern, m\u00fcsste man st\u00e4rker abblenden; damit fallen die Vorteile der gr\u00f6\u00dferen Lichtst\u00e4rke wieder weg. Zur Zeit besitzen daher die Normalobjektive eine Lichtst\u00e4rke von

1 : 6,3 ... 1 : 4,5 f\u00fcr 9 \u00d7 12-Apparate,  
1 : 4,5 ... 1 : 3,5 f\u00fcr 6 \u00d7 9-Apparate,  
1 : 3,5 ... 1 : 2 f\u00fcr Kleinbildapparate.

Extrem lichtstarke Objektive gehen bis

1 : 1,5 f\u00fcr Kleinbildapparate,  
1 : 0,95 f\u00fcr Kinoapparate,  
1 : 0,85 f\u00fcr R\u00f6ntgenapparate  
(zum Beispiel R-Biotar von Zeiss).

Bei den letzteren ist also der Linsendurchmesser gr\u00f6\u00dfer als die Brennweite. Die Aufstellung zeigt bereits, da\u00df die extrem lichtstarken Objektive speziellen Ver-

<sup>1)</sup> DK 771.351; DIN 4522; April 1954.

wendungszwecken dienen und nicht für den Amateur bestimmt sind. Dieser kommt bei den hochempfindlichen Filmsorten, die heute im Handel zu haben sind, mit den Normalobjektiven aus.

Mit dem vierlinsigen Tessar-Typ kommt man neuerdings bis zur relativen Öffnung 1 : 2,8. Dieses Tessar (Bild 55) ist als Standardobjektiv für Kleinbildapparate gedacht. Für seine Linsen wurden neue optische Gläser verwendet, Tief-Flint und Schwer-Kron, wodurch die schwer zu beseitigenden chromatischen Abweichungen der Koma behoben und damit die Auflösung auch in den seitlichen Bildteilen erhöht worden ist.

Extrem hohe Lichtstärke bedeutet, daß auch die Randzonen der Linsen voll ausgewertet werden müssen. In diesen aber sind die Abbildungsfehler besonders stark. Um sie zu korrigieren, muß die Zahl der Linsen erhöht werden. Das bringt andere Nachteile mit sich. Jede Linse schluckt Licht, indem sie einen Teil der Strahlen absorbiert. Außerdem treten an den Grenzflächen Luft/Glas Lichtverluste durch Reflexion ein. Je größer die Lichtstärke eines Objektivs, desto größer die Zahl der Linsen, desto größer auch die Lichtverluste durch Reflexion. Bei Normalobjektiven mit einer Öffnung von 1 : 4,5 rechnet man mit etwa 30% Lichtverlust. Dieser steigert sich bei Typen mit einer Öffnung von 1 : 2 bis auf 50%! Die Belichtungsmesser und Belichtungstabellen berücksichtigen im allgemeinen nur einen Lichtschwund von 30%. *Bei extrem lichtstarken Objektiven muß man also die Belichtungszeit entsprechend reichlich wählen.*

Den Lichtverlusten durch Reflexion eng verbunden ist ein weiterer Nachteil. Das reflektierte Licht kann unter ungünstigen Umständen zur Bildung von Lichtflecken im Bild führen. Die Neigung zur Bildung solcher Lichtflecke ist bei den einzelnen Objektivkonstruktionen verschieden groß. Sie wird im allgemeinen mit der Zahl der an Luft grenzenden Linsenflächen größer. Lichtflecke treten dann besonders auf, wenn starke Lichtquellen im Bild stehen, also bei Nachtaufnahmen und Gegenlichtaufnahmen.

### 3. Lichtverluste in den Linsen und ihre Ausschaltung (Vergütete Objektive)

Der normale Strahlengang durch eine Linse ist in Bild 86 oben dargestellt. Der Lichtstrahl wird beim Ein- und Austritt gebrochen. Tatsächlich ist der Strahlenverlauf aber viel komplizierter (Bild 86 unten). 4...7% des auftreffenden Strahlenbündels werden beim Eintritt an der Luft-Glas-Grenze durch Reflexion<sup>1)</sup> zurückgeworfen und gehen verloren. Beim Austritt aus der Linse werden wieder je nach der Brechungszahl des Glases 4...7% Licht reflektiert. Ein Teil des reflektierten Lichtes entweicht nach außen, ein anderer Teil wird an den Linsenflächen vielfältig gebrochen. Als Folge davon gelangen gewisse Teile des reflektierten Lichts als *umherirrende* (vagabundierende) *Strahlen* an anderen Stellen der Linse in den Apparat. Sie hellen das Bildfeld auf und mindern damit die Bildkontraste. Sie wirken wie ein Schleier, der über dem Bild liegt. Oder sie vereinigen sich an anderer Stelle zu einem *Nebenbild*, so besonders bei Gegenlichtaufnahmen und bei Nachtaufnahmen, bei denen starke Lichtquellen ins Bild kommen. Es können *Blendenflecke* im Bild entstehen, das heißt, die Blende wird auf dem Bild als Vieleck sichtbar (Bilder 87 und 89), oder es treten infolge von Farbenverschiebungen Farbschleier auf.

<sup>1)</sup> refléctere (lat.) = zurückwerfen.





All diese Störungen verstärken sich mit der Anzahl der Linsen im Objektiv. Denn jede einzelne Linse absorbiert Licht, und an jeder Luft-Glas-Grenzfläche wird Licht reflektiert. Die Reflexion ist besonders stark beim Fotografieren hellstrahlender Lichter und anderer Objekte, die große Helligkeitsgegensätze aufweisen.

Durch neuartige Behandlung der Linsenoberflächen werden die Lichtverluste und die Lichtreflexion herabgemindert. So dampft VEB Carl Zeiss, Jena, im Hochvakuum auf die an Luft grenzenden, spiegelnden Oberflächen der Linsen eine Substanz auf, die eine geringere Lichtbrechungs- zahl besitzt als das Glas. Die Dicke der reflexmindernden Schutzschicht wird so bemessen, daß sich in ihr das Licht durch Wellenüberlagerungen schwächend inter- feriert. Das ist der Fall, wenn die Dicke der Schutzschicht  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge des auftreffenden Lichts beträgt. Dann hin- dern sich die am Glas und an der Schutz- schicht reflektierten Lichtstrahlen gegen- seitig an der Rückstrahlung, und die mei- sten dieser Strahlen nehmen am Aufbau des Bildes teil. Hierdurch wird also aber- mals eine Reflexminderung erreicht. Die so behandelten Objektive tragen ver-

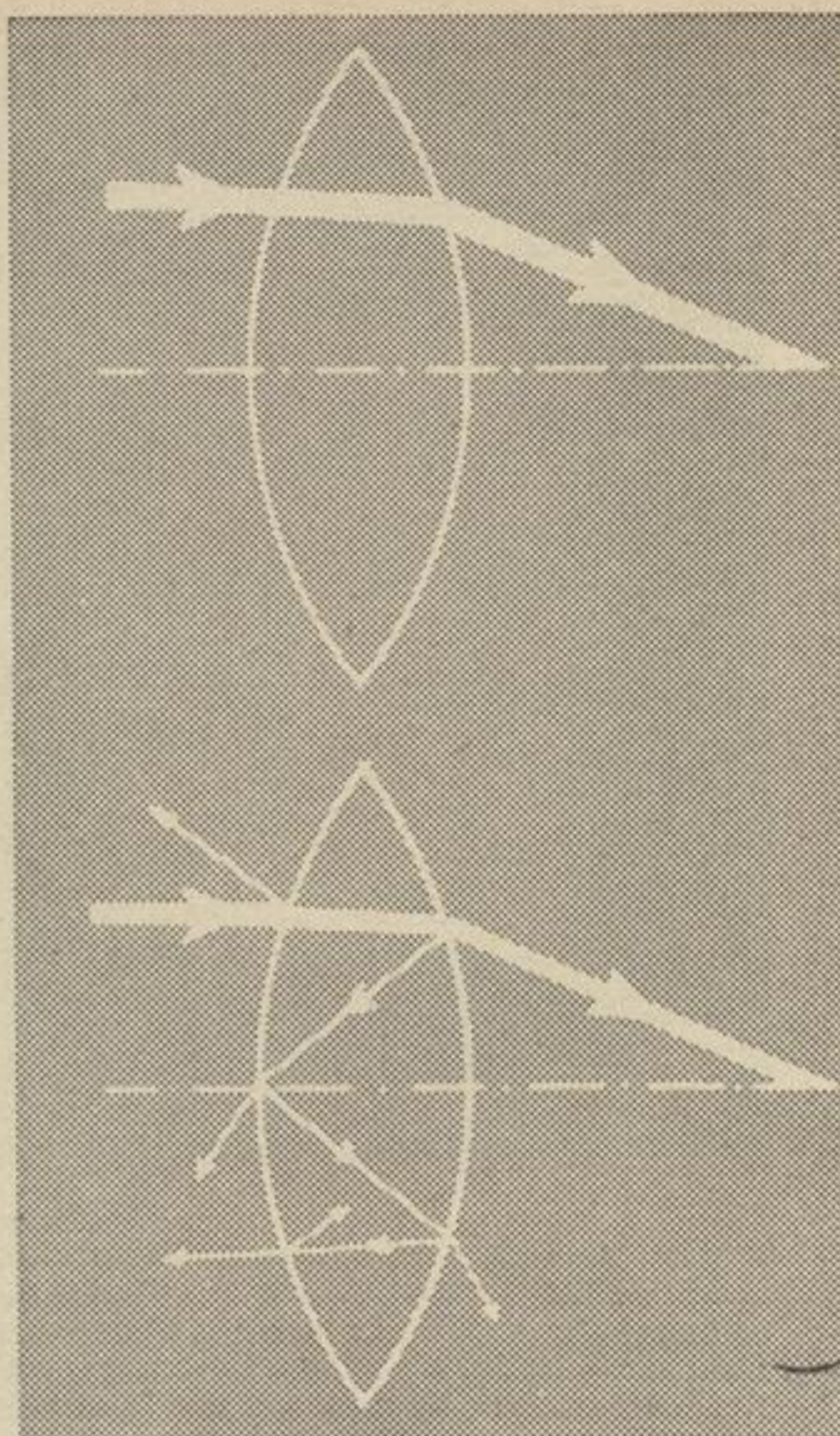


Bild 86. Strahlengang durch eine Sammellinse. Oben: Theoretischer Strahlengang mit Lichtbrechung beim Übergang in Glas und Austritt in Luft. Unten: Lichtverluste durch Reflexion an den Luft-Glas-Grenzen schwächen das Licht

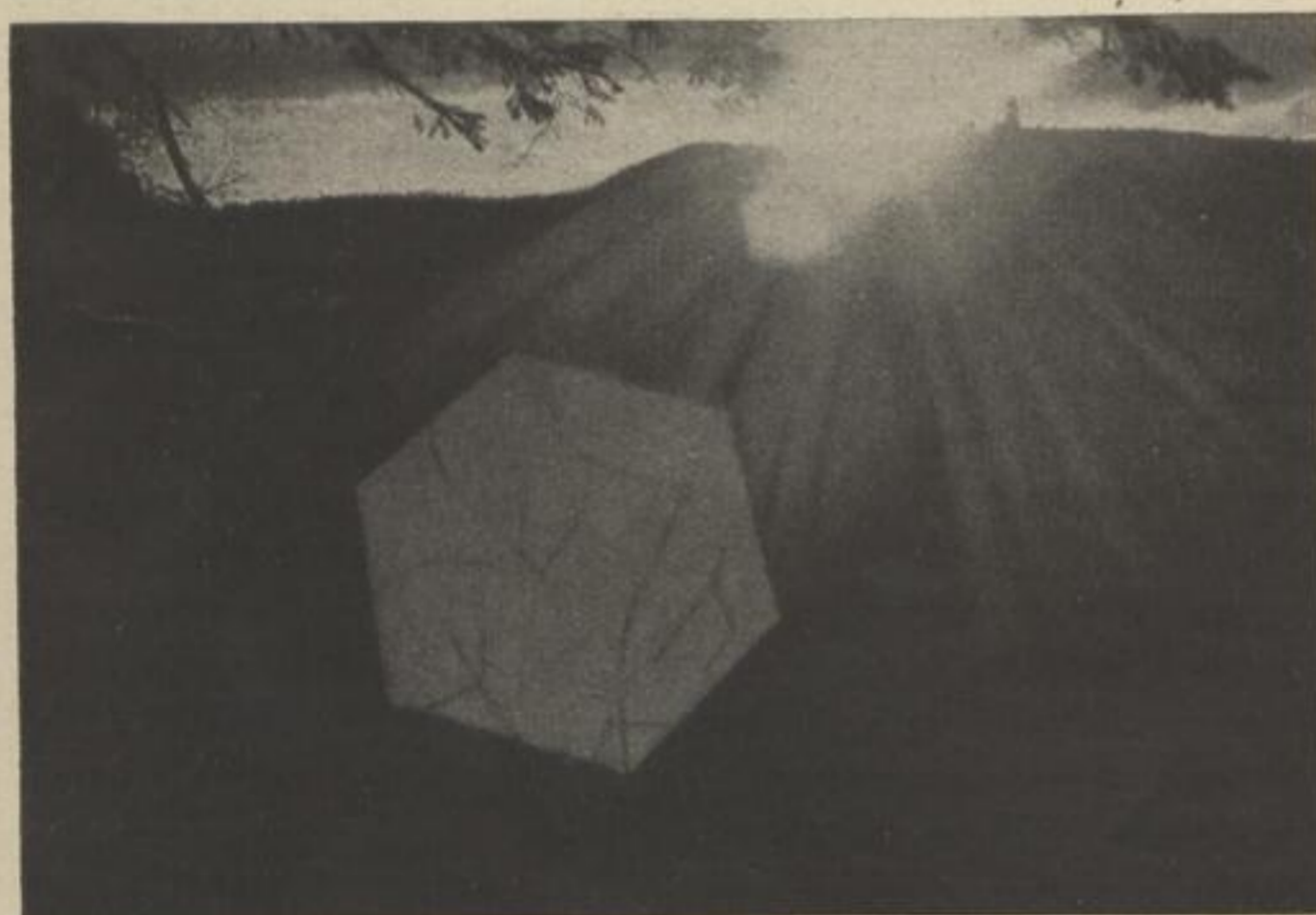


Bild 87. Blendenfleck, Nebenbilder und allgemeine Aufhellung durch vagabundierende Strahlen bei einer reinen Gegenlichtaufnahme. Helmut Stapf, Leipzig; Fehlertestaufnahme mit Leica, unvergütetem Weitwinkel-Elmar 3,5/35; Aufnahme ohne Gegenlichtblende



Bild 88. Die Wirkung des T-Belags. Eine mit Schrift unterlegte Glasplatte ist im oberen Teil unverändert, im unteren Teil mit T-Belag versehen. Oben erschweren Lichtreflexe das Lesen und führen durch Bildung eines Reflexschleiers zur Verringerung der Kontraste; die Schrift erscheint grau. Unten ist bei einem Helligkeitsgewinn von 45% die Bildbrillanz gehoben, und die Schrift steht klar und schwarz auf hellem Grund

schiedentlich ein besonderes Kennzeichen. Zeiss, Jena, bezeichnet sie mit einem roten »T« (= Transparenz<sup>1)</sup>) auf der Objektivfassung, die Firma Leitz, Wetzlar, durch den Buchstaben »B«; andere Firmen bringen ein rotes »V« an. Der *T-Belag* schimmert bläulich bis rotviolett. Man erkennt daher vergütete Objektive und Linsen an dem bläulichen Schimmer ihrer Oberfläche im reflektierenden Licht. In der Durchsicht erscheint das Linsensystem nach wie vor farblos. Es treten also auch keine Farbverschiebungen ein, und man kann die vergüteten Linsen unbedenklich bei Farbaufnahmen anwenden; mit ihnen wird eine gesättigtere Wiedergabe der Farben erreicht. Die Wirkung des T-Belags zeigt sich besonders in Bild 88. Es zeigt die Aufnahme einer Glasplatte mit unterlegter schwarzer Schrift auf weißem Karton. Die obere Hälfte der Glasplatte ist im ursprünglichen Zustand belassen, die untere mit dem reflexmindernden T-Belag versehen. Der unvergütete Teil zeigt starke Lichtreflexe und die Bildung eines allgemeinen Reflexionsschleiers,

der die Kontraste stark mindert und die Schrift grau erscheinen läßt. Auch an der Testtafel selbst kann man die Schrift nur schwer lesen. Auf der vergüteten Hälfte der Glasplatte tritt die Schrift kontrastreich und gut lesbar hervor. Es ergibt sich ein Helligkeitsgewinn von 45%.

Drei wesentliche Vorteile bietet das vergütete Objektiv gegenüber dem nichtvergüteten, nämlich Lichtgewinn, Reflexminderung und Erhöhung der Bildkontraste. Je nach der Zahl der freien, reflektierenden Linsenflächen beträgt der Lichtgewinn des Objektivs im Durchschnitt 20...30%, in speziellen Fällen extrem lichtstarker Objektive bis zu 55%. Das heißt: Durch die reflexionsmindernde Schicht wird die Lichtstärke eines Objektivs unter sonst gleichen Bedingungen um mindestens 20% erhöht. Das wirkt sich als wertvolle Lichtreserve aus, ganz besonders, wenn man unter ungünstigen Aufnahmebedingungen auf weniger empfindlichen Farbfilm fotografiert.

Dabei ist allerdings zu beachten, daß *extrem lichtstarke Objektive* häufig besonders viele und dicke Linsen besitzen. In ihnen werden also durch diesen Lichtgewinn gerade die Lichtverluste aufgeholt, die durch erhöhte Absorption in den Linsen entstehen. Der Lichtgewinn ist in diesen Fällen also nur im Verhältnis zum nichtvergüteten Objektiv des gleichen Bautyps gegeben. Bei extrem licht-

<sup>1)</sup> Transparenz (lat.) = Durchsichtigkeit, Durchscheinen.

starken vergüteten Objektiven ergibt sich zwar *keine Verkürzung der Belichtungszeit durch den T-Belag*, aber auch keine Verlängerung der Belichtungszeit infolge der erhöhten Lichtabsorption. Beide Größen heben einander auf. Man rechnet mit der gleichen Belichtungszeit, die ein unvergütetes Normalobjektiv bei gleicher Blende erfordert.

Da die kontrastmindernden Reflexschleier ausgeschaltet werden, erhöht sich gleichzeitig die Brillanz der Aufnahme. Außerdem werden Reflexlichter beseitigt, die beim Fotografieren strahlender Beleuchtungskörper, bei Gegenlichtaufnahmen und starken Lichtgegensätzen entstehen. Die Bilder 89 und 90 wurden mit dem gleichen Apparat vom gleichen Standort mit gleicher Blende und gleicher Belichtungszeit unmittelbar nacheinander aufgenommen. Es wurde nur ein unvergütetes gegen ein vergütetes Objektiv ausgetauscht. Im ersten Bild sehen wir einen Blendenfleck als Vieleck und einen das ganze Bild überdeckenden kontrastmindernden Reflexschleier. Das Bild wirkt flau, und die Schattenpartien sind ohne Zeichnung. Durch Verwendung eines T-Objektivs wurden die störenden Reflexe ausgeschaltet. Das Bild ist nun in allen Teilen gut durchgezeichnet, und die Brillanz ist erhöht. Nebenbilder von Lichtquellen, die im Bildausschnitt liegen, lassen sich auch

durch Vergüten der Objektive nicht völlig ausschalten, doch treten sie dann viel lichtschwächer auf und wirken weniger störend. Bei Mattscheibeneinstellung (Exakta Varex) bemerkt man sie bereits auf der Mattscheibe. Durch geringfügige Lageveränderung des Apparats kann man sie dann auslöschen oder mit dem Bild der Lichtquelle zur Deckung bringen.

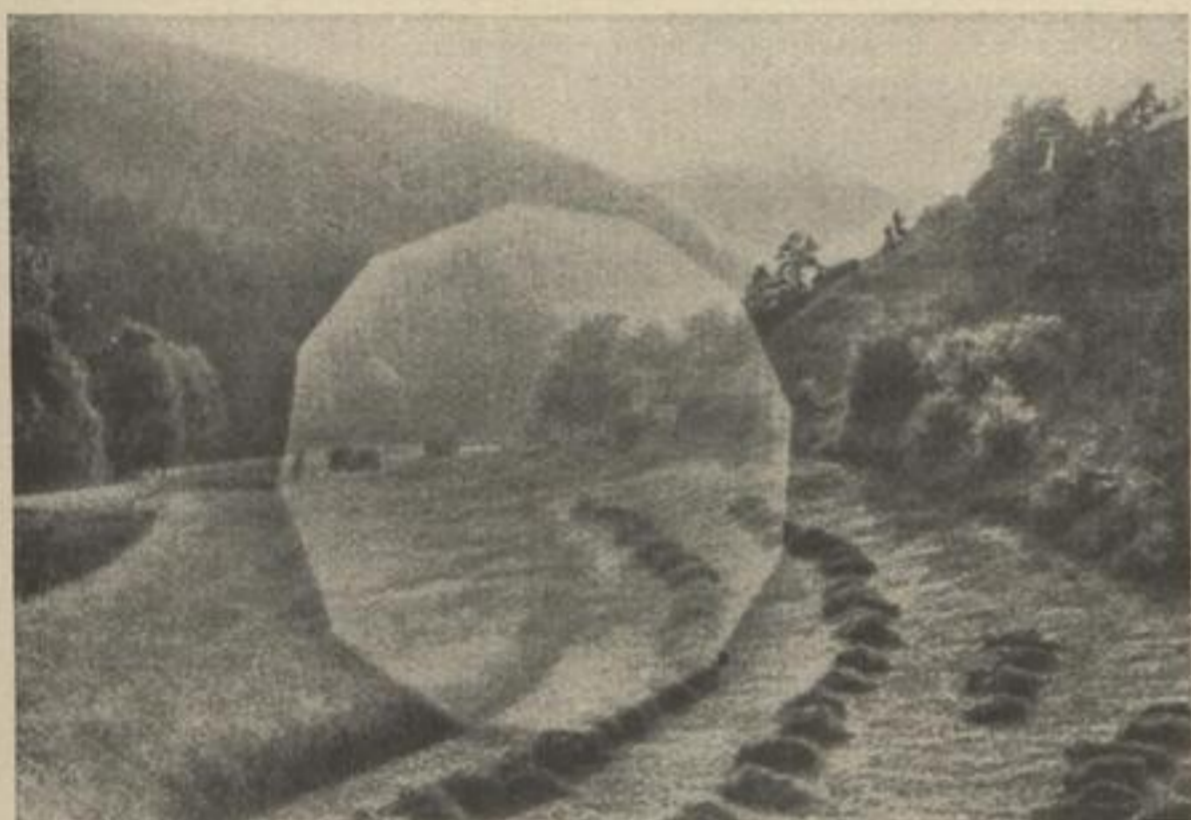


Bild 89. Wiesental. Eine Gegenlichtaufnahme mit unvergütetem Zeiss-Biotar 2/58. Die vagabundierenden Lichtstrahlen führen im unvergüteten Objektiv zur allgemeinen Bildaufhellung und zur Bildung eines großen Blendenfleckes. Das Gesamtbild wirkt flau und kraftlos



Bild 90. Die gleiche Aufnahme mit vergütetem Zeiss-Biotar 2/58. Reflexminderung durch T-Belag; Beseitigung der vagabundierenden Strahlen; Steigerung der Bildbrillanz und Erhöhung der Kontraste

Sämtliche Markenobjektive des Handels werden heute vergütet. Sie werden ebenso behandelt und gepflegt wie unvergütete. Beim Reinigen fährt man zunächst mit einem weichen Pinsel über die Linsenoberfläche, um eventuell vorhandene kleinste Sandkörnchen zu beseitigen. Sie würden beim Reiben mit einem Lappen die Linsenoberfläche zerkratzen. Dann erst reibt man mit einem sauberen, gewaschenen Leinenlappen oder mit einem weichen Wildleder nach (in letzterem setzen sich aber leicht Sandkörnchen fest!).

Beim Arbeiten mit vergüteten Objektiven müssen die Belichtungszeiten, dem Lichtgewinn entsprechend, verringert werden. Es ist also eine Korrektur der Werte erforderlich, die aus Belichtungstabellen oder durch Messen mit dem Belichtungsmesser festgestellt werden. Das ist besonders bei Aufnahmen auf Farbumkehrfilm und beim Filmen zu beachten, da jeder Umkehrfilm zwangsläufig nur einen geringen Belichtungsspielraum hat.

#### *4. Die Gegenlichtblende und ihre Aufgaben*

Zum Ausschalten von Reflexen ist die Anwendung der Gegenlichtblende oder Sonnenblende besonders wichtig. Sie wird auf das Objektiv gesteckt und hat zwei Aufgaben zu erfüllen: Sie beschattet die Frontlinse bei Gegenlichtaufnahmen und schaltet das störende Seitenlicht weitgehend aus (Bild 91). Das direkt auf die Linse treffende Sonnenlicht verursacht durch Spiegelung im Objektiv Nebenbilder und Reflexschleier. Die Sonnenblende schützt die Frontlinse vor einer direkten Lichtstrahlung. Eine ähnliche Wirkung kann man behelfsmäßig durch Beschatten des Objektivs mit der Hand, einem Hut, einer Zeitung erreichen. Man muß dann nur achtgeben, daß der Lichtschirm nicht in das Bildfeld kommt.

Die Reflexschleier können aber auch von Lichtquellen herrühren, die weit außerhalb des vom Objektiv erfaßten Bildwinkels liegen. Besonders gefährlich in dieser Hinsicht sind glitzernde Wasserflächen, Schneefelder und Gletscher. Aber auch seitlich stehende Heimplampen können bei Innenaufnahmen zur Reflexbildung führen. Dieses Nebenlicht auszuschalten ist eine der wichtigsten Aufgaben bei der Aufnahme.

Im Atelier hängt man schwarze Papierschirme zwischen Lichtquelle und Apparat. Sie schirmen das Seitenlicht ab, das außerhalb des Bildwinkels einfällt. Auch die Gegenlichtblende schirmt das kontrastmindernde Seitenlicht ab. Ihre Anwendung ist besonders bedeutungsvoll für Farbaufnahmen, ferner bei Aufnahmen am und auf dem Wasser, auf Schneefeldern und Gletschern.

Wesentlich ist, daß die Gegenlichtblende genau für das Objektiv paßt. Sie soll nicht nur fest auf der Objektivfassung sitzen, sondern auch dem Bildwinkel genau angepaßt sein. Denn sie muß möglichst viel Lichtstrahlen abschatten, ohne selbst in den Bildwinkel einzugreifen und das Bild zu vignettieren. Beim Arbeiten mit auswechselbaren Objektiven erfordert jedes Objektiv eine andere Gegenlichtblende, und man schafft sich am besten die eigens vom Hersteller konstruierten Spezialblenden an. Daneben gibt es auch Tubusblenden veränderlicher Länge für die einzelnen Brennweiten. Am besten aber haben sich die Blenden mit rechteckigem Ausschnitt bewährt. Sie müssen allerdings derart aufgesetzt werden, daß die Ausschnittkanten genau parallel den Bildkanten stehen. Die Belichtungszeit wird bei Anwendung der Gegenlichtblende in keiner Weise verändert.

Die Innenwände der Blende, des Apparats und des Objektivs sind tiefschwarz



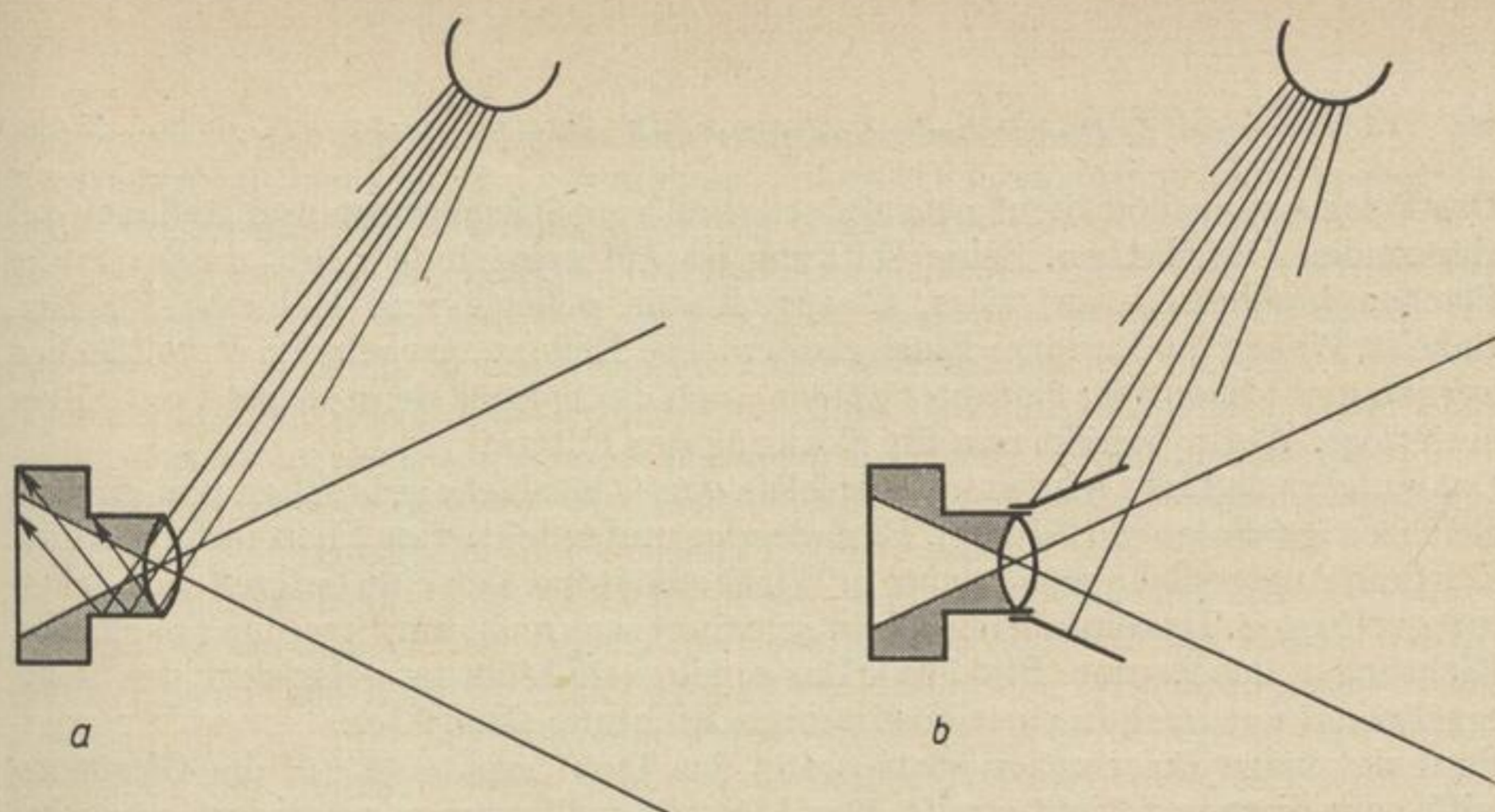


Bild 91. Die Wirkung der Gegenlichtblende. a) Reflexion von Lichtstrahlen innerhalb des Objektivs und Apparats, bedingt durch direkten Lichteinfall in das Linsensystem. b) Die Gegenlichtblende beschattet die Linsenfläche und schaltet unerwünschte Reflexe weitgehend aus

mattiert. Man bewahre die Blende vor Kratzern und Scheuerflecken, die reflektierend wirken können. Die Gegenlichtblende schützt außerdem das Objektiv vor Regentropfen und Schneeflocken, vor Wasserspritzern der Brandungswellen und Wasserfälle, vor Staub und Flugsand, vor Ruß und Funkenflug. Sie ist also nicht nur bei Gegenlichtaufnahmen anzuwenden, sondern gehört bei jeder Aufnahme aufs Objektiv. Sie steigert durch Ausschalten des Streulichts die Bildkontraste und ist besonders bei Farbaufnahmen ein unentbehrliches Hilfsmittel zur unverfälschten Wiedergabe der einzelnen Farbwerte.

Daß sich die Reflexionsgefahr mit der Lichtstärke des Objektivs steigert, ergibt sich bereits aus der steigenden Zahl der freien Linsenflächen: Am günstigsten verhalten sich die völlig verkitteten Doppelanastigmaten, die nur 4 Glas-Luft-Flächen besitzen. Zu ihnen gehört das weitwinklige Dagor mit 2 Hälften aus je 3 verkitteten Linsen. Es arbeitet nahezu reflexfrei. Es meistert große Lichtkontraste und arbeitet kontrastreich, auch wenn starke Lichtquellen im Bildfeld liegen.

Die Gefahr einer Reflexion ist außerdem um so größer, je offener die Frontlinse des Objektivs zutage tritt. Daher strebt man bei modernen Konstruktionen eine vertiefte Lagerung der Frontlinse an. Aufgesetzte Filter erhöhen die Reflexionsgefahr beträchtlich. Die Filter zur Rolleiflex besitzen daher eine Zweischichtvergütung und ergeben eine maximale Kontraststeigerung im Durchlässigkeitsbereich.

Einen neuartigen Weg in der Gestaltung der Gegenlichtblende beschreitet VEB Carl Zeiss, Jena, mit der Konstruktion der *Werra* (Bilder 178, 179 und 180). Sie ist eine Kleinbildkamera mit nahezu glattem Gehäuse und grünem Kunststoffüberzug. Der Auslöseknopf ist in die Deckplatte eingelassen; Rückwickelknopf, Filmzähluhr und Stativmutter befinden sich an der Grundplatte. Die praktisch geformte Gegenlichtblende wird bei Nichtgebrauch über den Objektivstutzen des Tessar 2,8/50 gestülpt, paßt sich dessen Form genau an und wird durch einen Objektivdeckel verschlossen. Nun schützt die Gegenlichtblende das Objektiv und gestattet nach Abnahme des Deckels Aufnahmen in der vorher betätigten Dreipunkteinstellung, ohne daß sie entfernt werden muß.

## 5. Das Polarisationsfilter und seine Funktion

Das Polarisationsfilter dient zum Ausschalten von Spiegelungen und Reflexen auf glänzenden Oberflächen. Seine Wirkung ist auf spiegelnde nichtmetallische Flächen beschränkt, auf Glas, Glasur, Email, polierte und lackierte Flächen, Bakelit, Wasser und andere Flüssigkeiten. Die Reflexe spiegelnder Metallflächen werden nicht beseitigt; hierunter zählen auch die Spiegel, denn sie sind mit Silber hinterlegt. Worin besteht nun die Wirkung des Filters?

Das einfallende Licht wird zum Beispiel an einer Glasfläche gebrochen und ein Teil gleichzeitig reflektiert (Bild 92). Einfallendes und reflektiertes Licht unterscheiden sich dem Augenschein nach nicht; in Wirklichkeit hat sich eine tiefgreifende Änderung vollzogen. Das einfallende Licht schwingt senkrecht zur Strahlung nach allen Richtungen des Raums (Bild 93a). Das reflektierte Licht ist polarisiert, das heißt, es schwingt nur noch in einer bestimmten Richtung (Bild 93c).

Es findet keine Polarisation statt, wenn das Licht senkrecht auf die Glasfläche trifft oder diese nur leicht streift. Das Licht ist vollkommen polarisiert, wenn bei Glas der Ausfallswinkel des reflektierten Anteils  $55^\circ$  und der Brechungswinkel des absorbierten Anteils  $35^\circ$  beträgt. Beide zusammen ergeben dann einen rechten Winkel. Ebenso schließen der gebrochene und der reflektierte Lichtstrahl einen Winkel von  $90^\circ$  ein (Bild 92).

Das Licht wird auch polarisiert, wenn es durch ein mikroskopisch feinkristallines Stabgitter tritt, wie es zum Beispiel das Herapathit aufweist. Das Gitter läßt nur Lichtschwingungen durch, die parallel zu den Gitterstäben schwingen; alle übrigen werden zurückgehalten, ausgelöscht. Der Lichtstrahl wird durch das Filter polarisiert. Schaltet man das Filter in vorher bereits polarisiertes Licht ein, so kann dieses nur durchtreten, wenn wiederum die Schwingungsebene parallel zu den Gitterstäben verläuft (Durchlaßstellung; Bild 93d). Bei anderer Gitterstellung (Sperrstellung) wird das Licht ausgelöscht (Bild 93e).

Diese Gesetzmäßigkeiten müssen wir beim Anwenden des Polarisationsfilters beachten. Es kann nur diejenigen Spiegelungen auslöschen, die durch polarisiertes Licht hervorgerufen werden, und zwar nur dann, wenn die Gitterstäbe den Weg der Lichtschwingungen sperren. Das Filter wirkt also nur dann vollkommen, wenn wir unter einem Blickwinkel von  $35^\circ$  auf die spiegelnde nichtmetallische Fläche blicken. Je weiter wir uns nach beiden Seiten von diesem optimalen Wert entfernen, desto weniger vollkommen ist das reflektierte Licht polarisiert, und desto unvollkommener ist damit auch die Filterwirkung. Wir müssen also vor der Aufnahme erst den richtigen Aufnahmewinkel suchen, indem wir das Objekt durch das Filter anvisieren. Außerdem muß die richtige Drehlage des Filters in jedem Falle erst ermittelt werden. Das geschieht am besten durch Mattscheibeneinstellung.

Wir setzen das Polarisationsfilter auf den Objektivstutzen und drehen es so lange, bis die beste Reflexminderung eintritt. Bei Kleinbildapparaten ohne Matt-

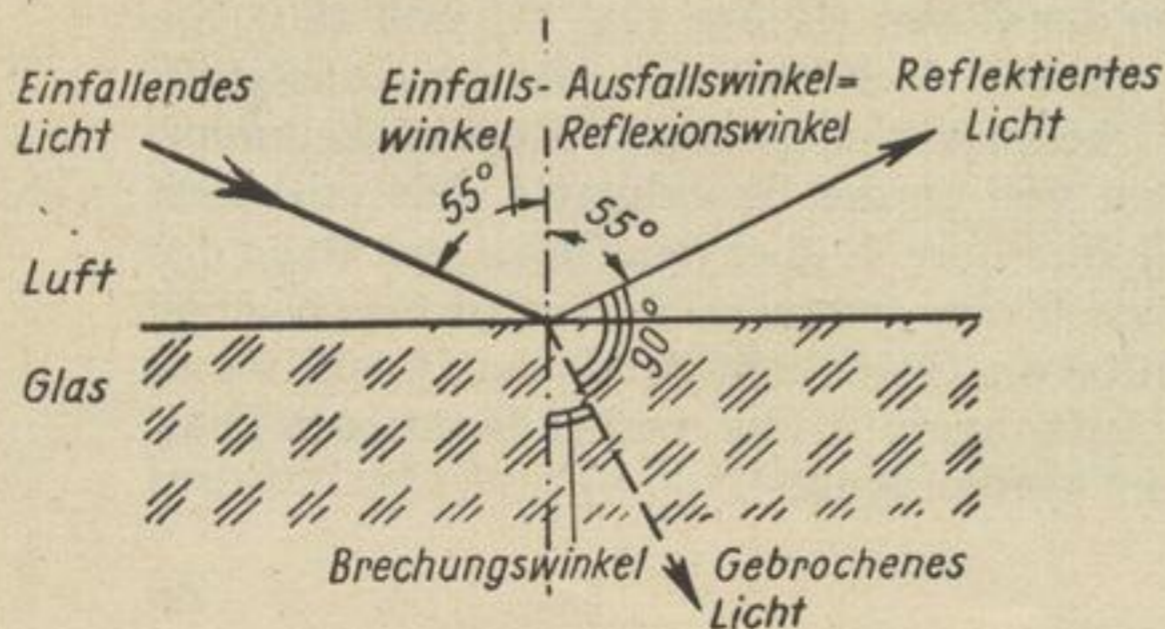


Bild 92. Brechung und Reflexion des Lichtes an Glasflächen. Das Optimum an Polarisation tritt ein, wenn die Summe aus Ausfallswinkel des reflektierten Anteils und Brechungswinkel des absorbierten Anteils  $90^\circ$  beträgt (Brewstersches Gesetz)

scheibe ist die Anwendung etwas schwieriger. Man setzt das Filter zunächst vor den Sucher und beobachtet die Stelle der besten Wirkung, indem man es langsam dreht. Die gleiche Stellung muß das Filter dann während der Aufnahme auf dem Objektiv einnehmen. Bei der zweiäugigen Spiegelreflex wendet man einen Polarisationsvorsatz mit zwei Filtern an. Dreht man das Betrachtungsfilter vor dem Sucher, so dreht sich automatisch das Aufnahmefilter vor dem Objektiv gleichsinnig mit. Unbedingtes Erfordernis ist also, daß die Gitterstäbe etwa senkrecht zur Schwingungsrichtung des polarisierten Lichtes eingestellt werden. Beim Fotografieren mit dem Polarisationsfilter werden dann die Himmelsspiegelungen und Reflexe an nichtmetallischen Flächen ausgelöscht (Bild 94). Das Polarisationsfilter schluckt Licht; daher wird die Belichtungszeit bei seiner Anwendung verlängert. Im allgemeinen genügt die doppelte bis 3fache Belichtungszeit, wenn die Reflexflächen begrenzt sind. Bildbeherrschende Reflexflächen hingegen, wie sie zum Beispiel beim Fotografieren eines Schaufensters auftreten, vermehren die Lichtstrahlung, die vom Belichtungsmesser registriert wird. Wir müssen dann etwa die 5...6fache Belichtungszeit anwenden, um die Ware hinter der Glasscheibe gut durchzubelichten.

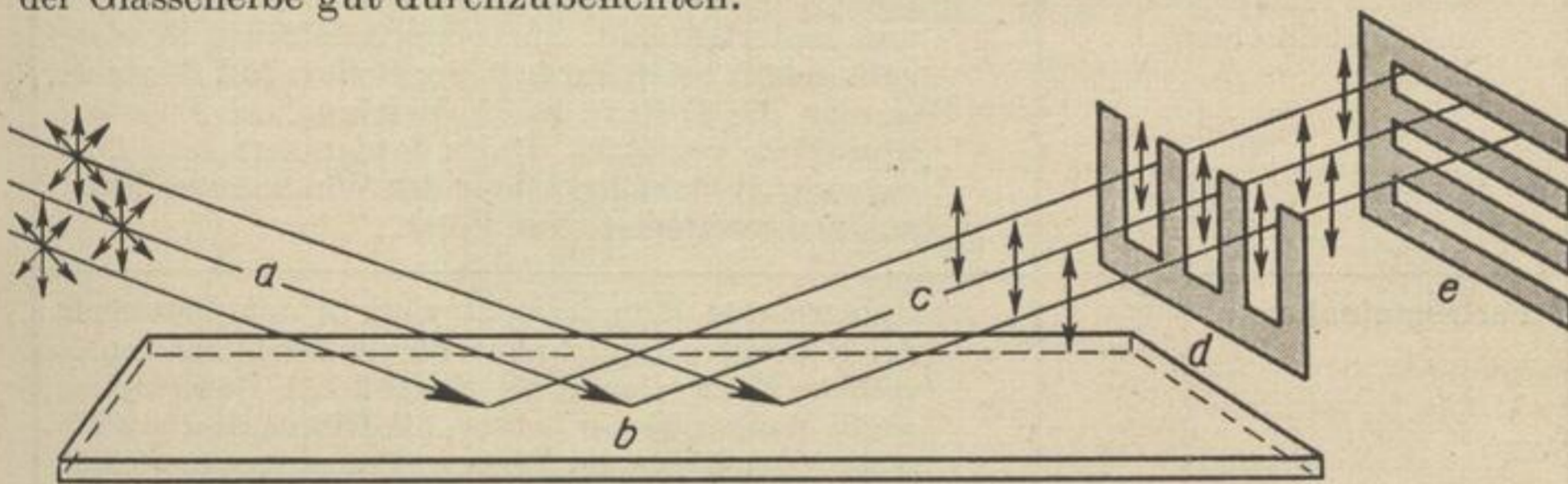


Bild 93. Polarisation des Lichtes und das Prinzip des Polarisationsfilters; a) einfallendes nichtpolarisiertes Licht, b) Reflexion an spiegelnder Fläche. c) reflektiertes, vollständig polarisiertes Licht, d) Polarisationsfilter in Durchlaßstellung, e) Polarisationsfilter in Sperrstellung (das polarisierte Licht ist ausgelöscht)

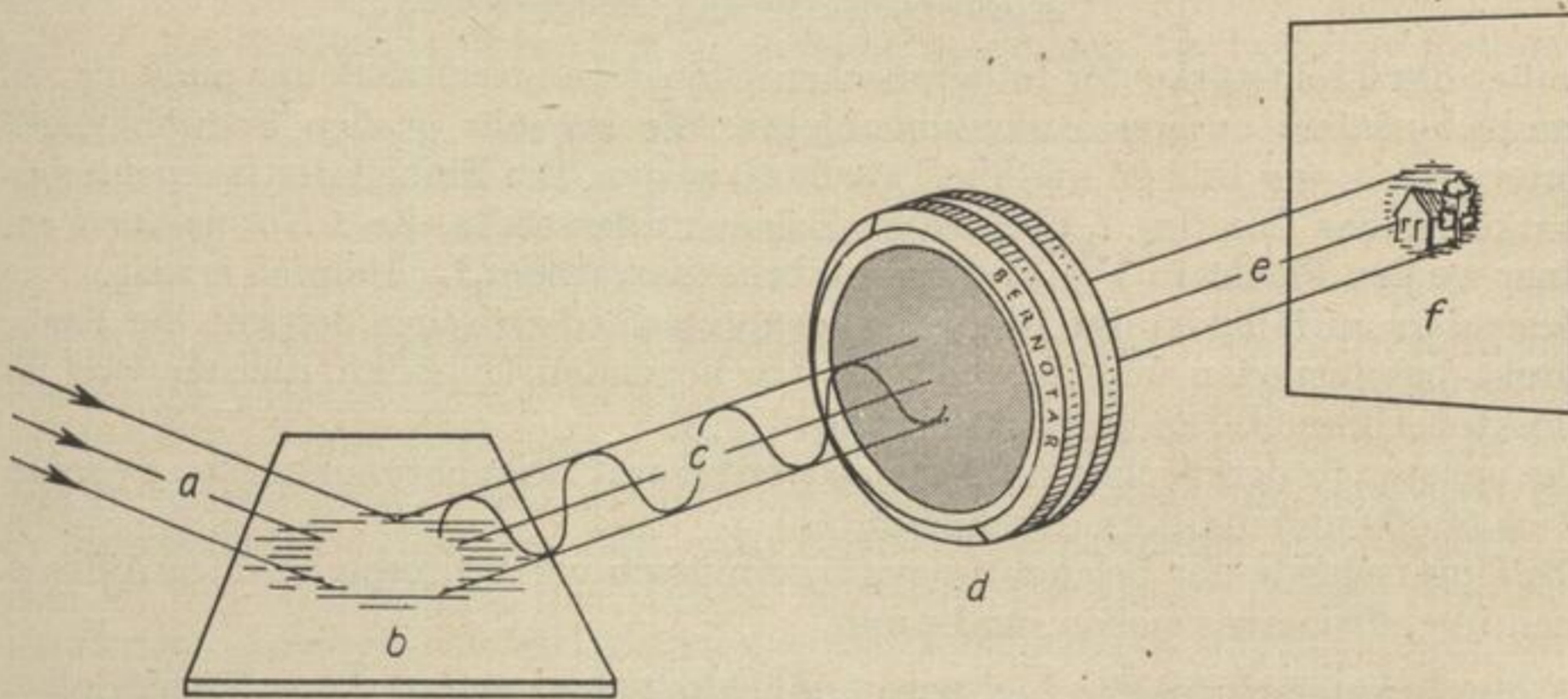


Bild 94. Auslöchen von Spiegelungen durch das Polarisationsfilter. a) Einfallendes nichtpolarisiertes Licht. b) Durch Spiegelung der Glasfläche ist das darunterliegende Bild nicht zu erkennen. c) Reflektiertes polarisiertes Licht. d) Polarisationsfilter, in Sperrstellung gedreht. e) Das polarisierte Licht ist ausgelöscht. f) Das diffuse unpolarisierte Streulicht entwirft ein klares Bild ohne Spiegelung

Tabelle 9: Wichtigste Anwendungsgebiete des Polarisationsfilters

Porträtaufnahmen von Brillenträgern	Die Augen werden hinter den Brillengläsern sichtbar.
Architekturaufnahmen	Die Himmelsspiegelungen in den Fensterscheiben werden ausgelöscht.
Aufnahmen hinter Glas (Schaufensterdekorationen, Menschen hinter Scheiben, Bilder unter Glas)	Die Spiegelungen verdecken nicht mehr die Objekte hinter dem Glas.
Wasseraufnahmen	Die Himmelsspiegelungen der Wasseroberfläche fallen weg; Aufnahmen von Fischen und anderen Tieren im Wasser.
Aufnahmen von Gegenständen mit spiegelnden nichtmetallischen Flächen	Hierbei ist Vorsicht am Platze. Glänzende Flächen reflektieren stets Licht. Ohne Reflexe wirken sie tot und materialfremd. Zur materialgetreuen Wiedergabe gehört bei ihnen auch der Reflex. Auf Plexiglas werden die Reflexe bei Anwendung des Polarisationsfilters verstärkt. Daher fotografiert man Personen in Fahrzeugen hinter der Windschutzscheibe aus Sicherheitsglas ohne Filter.
Farbenaufnahmen	Das polarisierte Himmelslicht wird in den Bereichen des Himmels ausgeschaltet, die senkrecht zur Sonne stehen (Fotografieren bei Seitenlicht). Dann treten weiße Wolken besser hervor, die Himmelsfarbe wird satter. Der Dunst der Ferne und einer sommerlichen Landschaft wird gemildert, ohne daß Farbverfälschungen eintreten.

### 6. Beleuchtungsstärke und Objektumfang

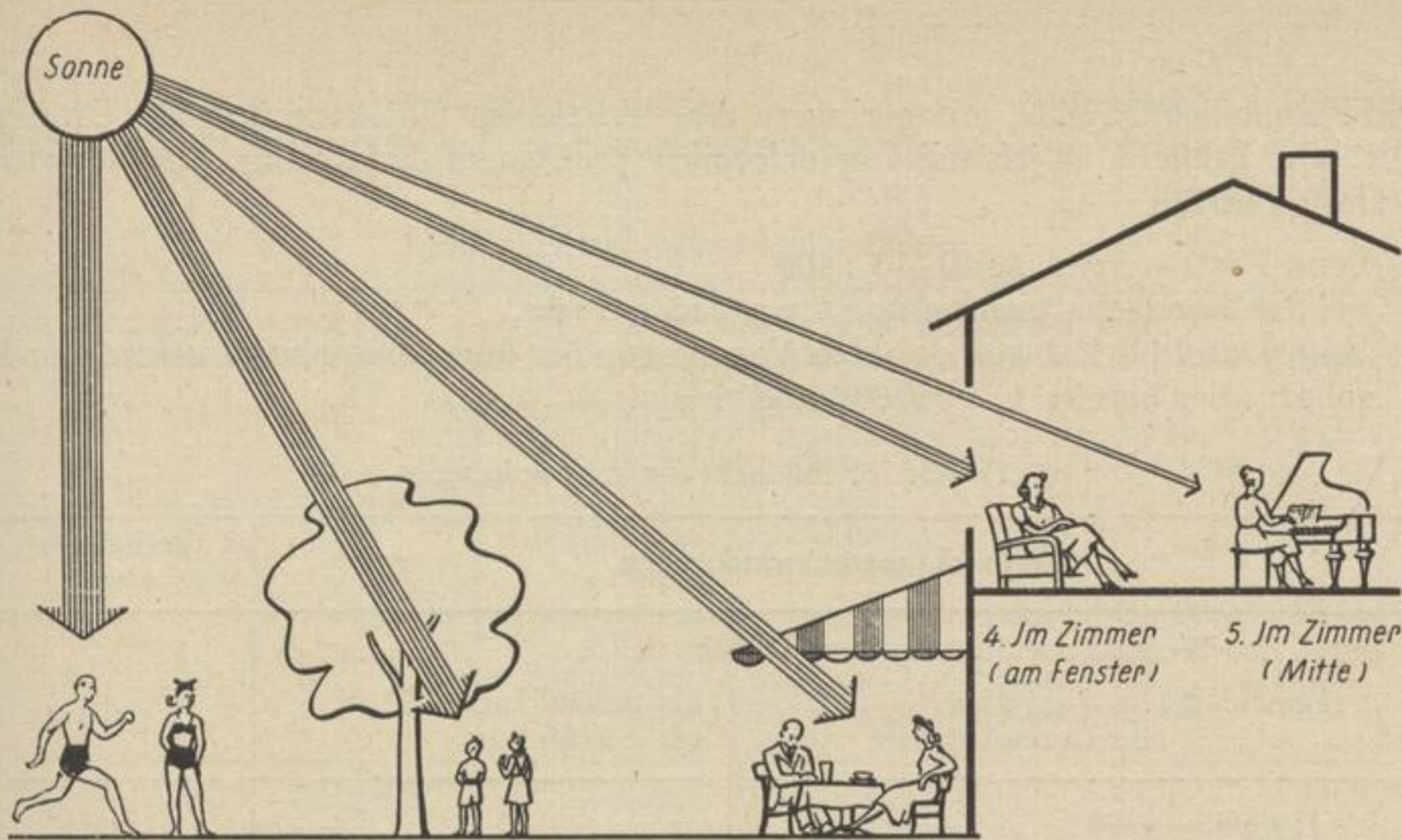
Außer der Lichtstärke der fotografischen Objektiv interessiert uns auch die *Beleuchtungsstärke* unserer Aufnahmeobjekte. Sie ist sehr großen Schwankungen unterworfen, wie Bild 95 und die Tabelle 10 zeigen. Die Einheit der Beleuchtungsstärke ist das Lux (lx). 1 Lux ist die Beleuchtungsstärke, die 1 Normkerze auf einer weißen Fläche in 1 m Entfernung bei senkrechtem Lichteinfall erzielt.

Besonders auffällig ist der Beleuchtungsunterschied zwischen den von der Sonne direkt beschienenen und den im Schatten liegenden Objekten, die nur vom indirekten Himmelslicht beleuchtet werden.

Die meisten fotografischen Aufnahmen werden mit Beleuchtungsstärken zwischen etwa 50000 und 100 Lux durchgeführt.

Die Unterschiede der Beleuchtungsstärke müssen wir bei fotografischen Aufnahmen irgendwie ausgleichen, und zwar

- a) durch unterschiedliche Lichtempfindlichkeit des angewendeten Negativmaterials,
- b) durch Drosselung zu hoher Beleuchtungsstärke mit Hilfe der Blende,
- c) durch Verlängerung oder Verkürzung der Belichtungszeit.



1. In voller Sonne

2. Im Baumschatten

3. Unter verdeckter Veranda

4. Im Zimmer (am Fenster)

5. Im Zimmer (Mitte)



100 000 Lux

1

1000



10 000 Lux

1/10

100



6 000 Lux

6/100

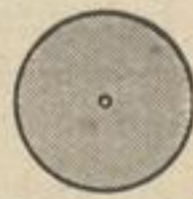
60



2 500 Lux

3/100

25



300 Lux

3/1000

3

:

:

:

:

Bild 95. Die Beleuchtungsstärke

Wollen wir zum Beispiel eine Landschaft auf einen Film mittlerer Empfindlichkeit mit der Belichtungszeit  $\frac{1}{50}$  s aufnehmen, so müssen wir bei einer Beleuchtungsstärke von

40000 Lux auf 1 : 11 abblenden,  
 bei 20000 Lux auf 1 : 8,  
 bei 10000 Lux auf 1 : 5,6,  
 bei 5000 Lux auf 1 : 4.

Bild 95 zeigt aber nicht nur die Beleuchtungsstärke, sondern noch eine zweite sehr wesentliche Eigenschaft des Objekts. Das Bild könnte ein fotografisches Motiv sein, wie wir es alltäglich vor uns sehen. Als Aufnahmeobjekt weist es nicht nur eine Beleuchtungsstärke auf, sondern die Gesamtskala aller nur möglichen Beleuchtungsstärken. Diese im Bild auftretenden Helligkeitskontraste bezeichnet man als den *Objektumfang* des Motivs. Je größer der Objektumfang ist, desto schwieriger gestaltet sich die Aufnahme. Bei sehr großem Objektumfang, dem keine fotografische Schicht gewachsen ist, sind entweder die Schattenpartien unterbelichtet und laufen im Positiv zu rußigen Schwärzen zusammen, oder aber die Himmelspartien sind derart stark überbelichtet, daß der Himmel im Bild kreidig weiß und ohne Durchzeichnung erscheint. Man strebe daher bei der Motiv-

wahl zunächst Objekte mit geringem oder mittlerem Objektumfang an. Motive mit sehr großem Objektumfang erfordern praktische Erfahrung. Der Objektumfang beträgt

beim Porträt etwa 1 : 10 ... 1 : 100,  
 bei der Landschaftsaufnahme etwa 1 : 5 ... 1 : 60,  
 beim Durchblick durch dunklen Vordergrund in eine sonnenbeschienene Landschaft aber bereits 1 : 1000000 und mehr!

Tabelle 10: Beleuchtungsschwankungen

Beleuchtungsschwankungen		Verhältnis etwa
durch den Wechsel der Jahreszeiten Sonnenlicht im Juni 12 h im Dezember 12 h		bis 100 000 Lux bis 9 000 Lux 10 : 1
bei Wolkenbildung		
direkte Sonnenbestrahlung bedeckter Himmel	Juni Juni	bis 100 000 Lux 20 000 ... 4 000 Lux 10 : 1
direkte Sonnenbestrahlung bedeckter Himmel	Dezemb. Dezemb.	bis 9 000 Lux 2 000 ... 900 Lux 10 : 1
Tag und Nacht		
direktes Sonnenlicht		100 000 Lux
Nacht, Vollmond		0,2 Lux
klare Nacht ohne Mondschein		0,0003 Lux
Leistungsgrenze der Wahrnehmung bei vollständiger Dunkeladaption des menschlichen Auges		0,000 000 001 Lux
erforderliche Beleuchtungsstärke bei künstlicher Beleuchtung		
Großstadt, Hauptstraße		30 ... 50 Lux
Seitenstraße		1 ... 20 Lux
Arbeitsplatz, Schreiben und Lesen		30 ... 50 Lux
grobe Arbeiten		mindestens 10 Lux
Treppenhaus		mindestens 5 Lux

### c) Blende und Tiefenschärfe

#### 1. Die Blende

In jedes Objektiv bzw. in jede Kamera ist eine Blende eingebaut. Im einfachsten Falle besteht sie aus einem Blech, in das ein Loch mit errechnetem Durchmesser, die Blendenöffnung, gestanzt ist. Man spricht dann von einer *Lochblende*. Ihre Blendenöffnung liegt fest; sie kann nicht verändert werden. Die einfachsten Apparate vom Box-Typ besitzen eine Lochblende. In die Objektive der übrigen Apparate ist meist eine *Irisblende* eingebaut. Sie besteht aus dünnen Stahlblechlamellen. Diese werden beim Drehen des Blendenstellrings kontinuierlich nach innen geschoben und engen die Blendenöffnung dabei immer stärker ein. Mit Hilfe

der Blende kann also die Objektivöffnung innerhalb der mechanischen Grenzen beliebig verkleinert und die Lichtstärke gedrosselt werden.

Tabelle 11: Die Aufgaben der Blende

Drosselung des Lichts bei großer Lichtfülle	Nachtaufnahmen: große Blendenöffnung. Aufnahmen auf Gletschern, am und auf dem Wasser: kleine Blendenöffnung. Den gleichen Endeffekt kann man durch Verlängern bzw. Verkürzen der Belichtungszeit erreichen.
Verbesserung der Randschärfe	Gut durchkorrigierte (teure) Objektive: große Blendenöffnung. Mangelhaft durchkorrigierte (billige) Objektive: kleine Blendenöffnung. Technische Aufnahmen, wissenschaftliche Aufnahmen, Reproduktionen: kleine Blendenöffnung.
Beeinflussung des optischen Auflösungsvermögens	Optimale Auflösung für Kleinbildobjektive der Standard-Brennweite 50 mm bis 1 : 2,8 bei Blende 1 : 8; für 1 : 2 bei Blende 1 : 5,6.
Regelung der Tiefenschärfe	Technische und wissenschaftliche Aufnahmen: kleine Blendenöffnung. Landschaft, Porträt: große Blendenöffnung.

Am Objektiv finden wir den *Blendenring* und auf diesem die *Blendenskala*. Die kleinste Zahl dieser Reihe ist der wirksame Durchmesser des Objektivs. An Stelle des Öffnungsverhältnisses, zum Beispiel 1 : 4, gibt man aber nur die Zahl hinter dem Doppelpunkt, die *Blendenzahl*, an (in diesem Falle also »4«).

Beim Verkleinern der Blende ändert sich das Öffnungsverhältnis. An die Stelle der relativen Öffnung des Objektivs tritt die *Blendenöffnung*. Dabei entspricht

die kleinere Blendenzahl der größeren Blendenöffnung und die größere Blendenzahl der kleineren Blendenöffnung.

Da die eintretende Lichtmenge von der Kreisfläche der Blendenöffnung abhängt, kann man bei verschiedenen Blendenöffnungen einen Vergleich der erforderlichen Belichtungszeiten erst dann durchführen, wenn man die Blendenzahlen mit sich selbst multipliziert (das heißt quadriert) hat. Für die Blendenzahlen 2,8 und 4 verhalten sich die erforderlichen Belichtungszeiten wie  $2,8 \times 2,8$  zu  $4 \times 4$  oder wie 7,84 : 16. Die Blendenzahl 4 erfordert also die doppelte Belichtungszeit der Blendenzahl 2,8.

Damit haben wir zugleich das Aufbauprinzip der *Blendenskala* erhalten. Die Blendenzahlen sind so berechnet, daß sich die Belichtungszeiten zweier aufeinanderfolgender Werte stets wie 1 : 2 verhalten. Der zweite Blendenwert erfordert die doppelte, der dritte die 4fache, der vierte die 8fache Belichtungszeit des ersten. Der dritte Blendenwert erfordert die halbe, der zweite ein Viertel, der erste ein Achtel der Belichtungszeit des vierten Blendenwertes.

Eine Ausnahme von dieser Regel bildet bisweilen die erste Zahl der Blendenskala, mit der die Objektivöffnung bezeichnet ist.

Die im Handel befindlichen Apparate tragen nicht alle die gleiche Blendenreihe.

Tabelle 12: Die Blendensysteme

Älteres deutsches Blendensystem mit den Blendenzahlen												
	1,6	2,2	3,2	4,5	6,3	9	12,5	18	25	36		
Neueres internationales Blendensystem mit den Blendenzahlen												
0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	45

Vergleichen wir beide Systeme, so ergibt sich rechnerisch für die deutschen Werte jeweils die 1,25fache Belichtungszeit gegenüber den nächstkleineren Blendenzahlen der internationalen Reihe. In der Tabelle 13 sind die relativen Belichtungszeiten beider Systeme und einiger zusätzlich gebrauchter Objektivöffnungen zusammengestellt.

In DIN 4522<sup>1)</sup> wird festgelegt, daß die Blendenzahlen der internationalen Reihe zu entnehmen sind und daß auch die Anfangsöffnung nach Möglichkeit einem Wert dieser Reihe entsprechen soll. Auch sollen die aufgravierten Werte nicht mehr als 5% von den wahren gemessenen Werten abweichen.

Es ist freigestellt, die Strecken zwischen je zwei Werten ohne Bezifferung zwei- oder dreimal zu unterteilen. Es ergeben sich dann

- a) eine Blendenreihe, bei der die Unterteilungen je einer halben Belichtungszeit entsprechen:

$\boxed{0,7}$  0,85  $\boxed{1,0}$  1,2  $\boxed{1,4}$  1,7  $\boxed{2,0}$  2,4  $\boxed{2,8}$  3,4  $\boxed{4,0}$  4,8  $\boxed{5,6}$  6,8  
 $\boxed{8,0}$  9,5  $\boxed{11,0}$  usw.

- b) eine Blendenreihe, bei der die Unterteilungen je einer Drittel Belichtungszeit entsprechen:

$\boxed{0,7}$  0,8; 0,9  $\boxed{1,0}$  1,13; 1,27  $\boxed{1,4}$  1,6; 1,8  $\boxed{2,0}$  2,2; 2,5  $\boxed{2,8}$   
 3,2; 3,6  $\boxed{4,0}$  4,5; 5,0  $\boxed{5,6}$  6,3; 7,1  $\boxed{8,0}$  9,0; 10,0  $\boxed{11,0}$  12,3; 14,6  
 $\boxed{16,0}$  18,0; 20,0  $\boxed{22,0}$  25,0; 28,0  $\boxed{32,0}$  usw.

## 2. Auflösungsvermögen und Beugungsunschärfe

Das Auflösungsvermögen ist ein Gradmesser für die Fähigkeit, sehr nahe beieinanderliegende Punkte oder Striche des Aufnahmegegenstandes bildmäßig getrennt wiederzugeben. Wir unterscheiden das Auflösungsvermögen des Objektivs als *optisches Auflösungsvermögen* von demjenigen der lichtempfindlichen Schichten. Das optische Auflösungsvermögen ist abhängig vom Grade der Korrektur; es wird in dem Ausmaße besser, in dem die Abbildungsfehler der Linsen beseitigt werden.

Man spricht auch von *Punktschärfe* oder *Strichschärfe* eines Objektivs; beide sind

<sup>1)</sup> DK 771.351; DIN 4522; April 1954.



Tabelle 13: Blendenskala und relative Belichtungszeit

Blendensystem																
international	1	1,4				2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32		
deutsch			1,6		2,2		3,2		4,5	6,3		12,5		18	25	36
sonstige Werte				1,5				3,5								

Relative Belichtungszeit																													
internationale Grundlage	0,13	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3													
deutsche Grundlage	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,4	0,5	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	6	8	10	12	16	20	24	32	40	48	64	80	128	160

identisch mit sehr hohem Auflösungsvermögen. Zur Prüfung fotografiert man Testvorlagen, in denen Striche und Punkte oder geeignete geometrische Figuren sehr nahe beieinanderliegen.

Bild 96 zeigt eine Serie von Prüfsternen zur Ermittlung des Trennvermögens von Objektiven. Oben ist ein solcher Prüfstern vergrößert dargestellt. Er besteht aus 72 abwechselnd schwarzen und weißen Sektoren. Sie bilden ein Schwarz-Weiß-Gitter, das nach außen zu kontinuierlich weiter wird. Man mißt das Trennvermögen in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen (unten). Dabei stellt man den Durchmesser des nicht aufgelösten innersten Teiles, der „Wolle“ fest.

Bildet ein Objektiv zwei Bildpunkte getrennt ab, die einen Abstand von 0,01 mm haben, so hat es an der betreffenden Stelle des Bildfeldes das Trennvermögen von 10 $\mu$ . Die sagittal und meridional gemessenen Werte der diagonal über das Bildfeld verteilten Prüfstern trägt man in ein Koordinatensystem ein. Es stellt das Trennvermögen in Abhängigkeit vom Bildwinkel dar. Der Mittelpunkt der waagrecht Bildwinkellinie ist die Bildmitte mit dem Bildwinkel 0°. In den Bildecken ist der Bildwinkel am größten.

Bild 97 zeigt die Meßwerte der sagittalen und meridionalen Trennschärfe für das extrem lichtstarke Schneider-Xenon (1:1,5; 1:1,9; 1:2,0), ein sechslinsiges Objektiv (Bild 98) für schnellbewegte Objekte und Schnappschüsse unter ungünstigen Lichtverhältnissen (Bühne, Varieté, Zirkus), Bild 99 die gleichen Meßwerte für das Schneider-Xenar (Bild 100), ein Standardobjektiv der Lichtstärke 1:2,8, 1:3,5 und 1:4,5, ein vierlinsiger unsymmetrischer Anastigmat.

Das Auflösungsvermögen ist für die optische Leistung des Objektivs von ausschlaggebender Bedeutung. Es kann zur Zeit noch nicht in Zahlenwerten ausgedrückt werden, die einen klaren Vergleich verschiedener Objektive zulassen. Denn

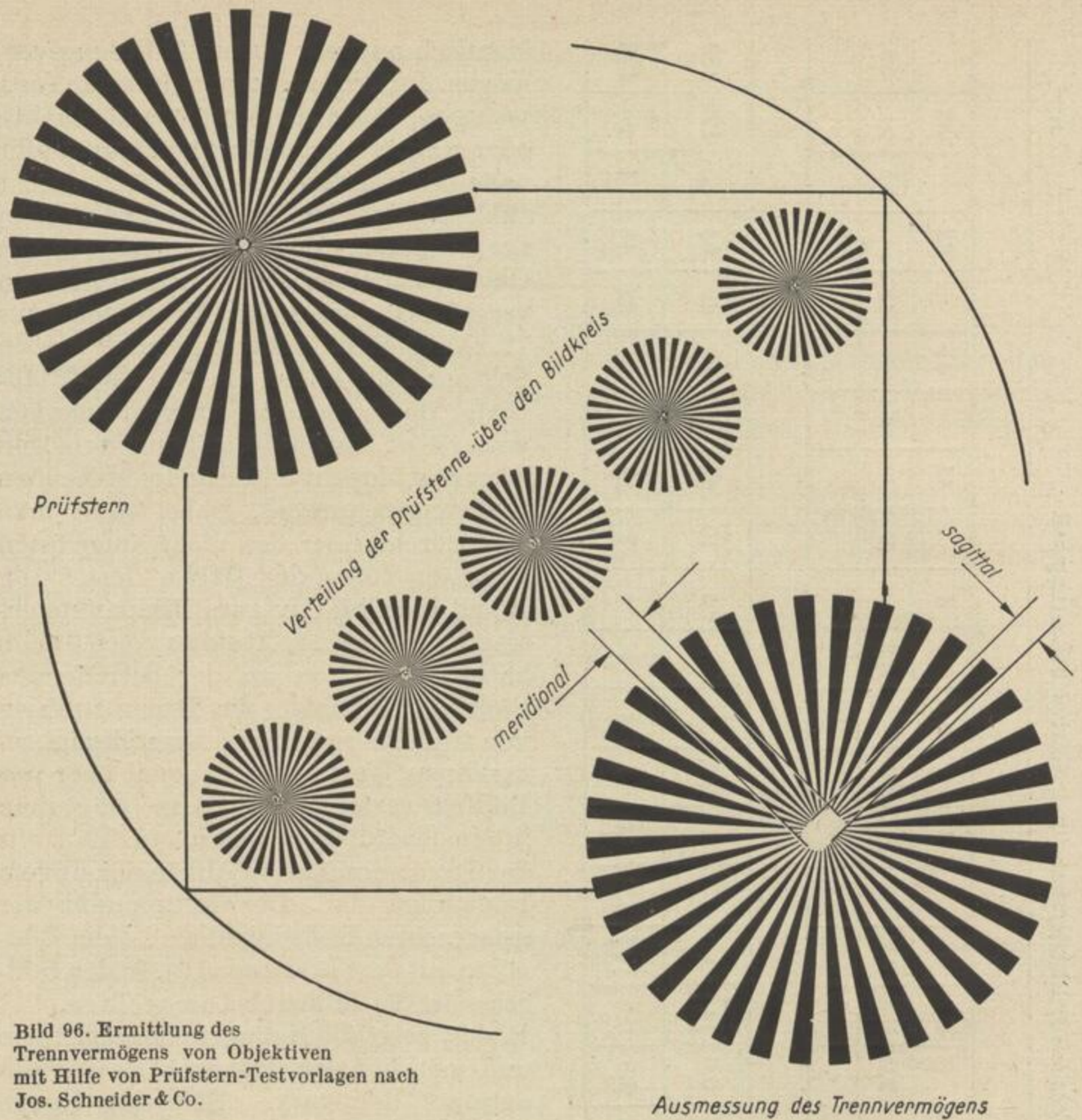


Bild 96. Ermittlung des Trennvermögens von Objektiven mit Hilfe von Prüfstern-Testvorlagen nach Jos. Schneider & Co.

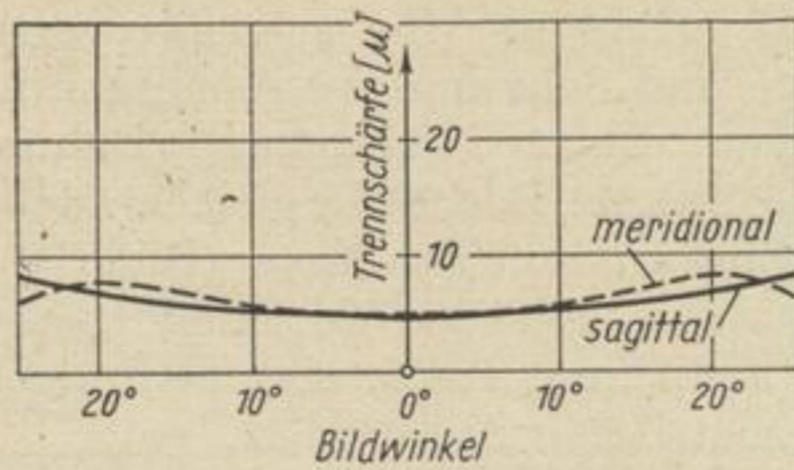


Bild 97. Meßwerte der sagittalen und meridionalen Trennschärfe in Abhängigkeit vom Bildwinkel für das Schneider-Xenon

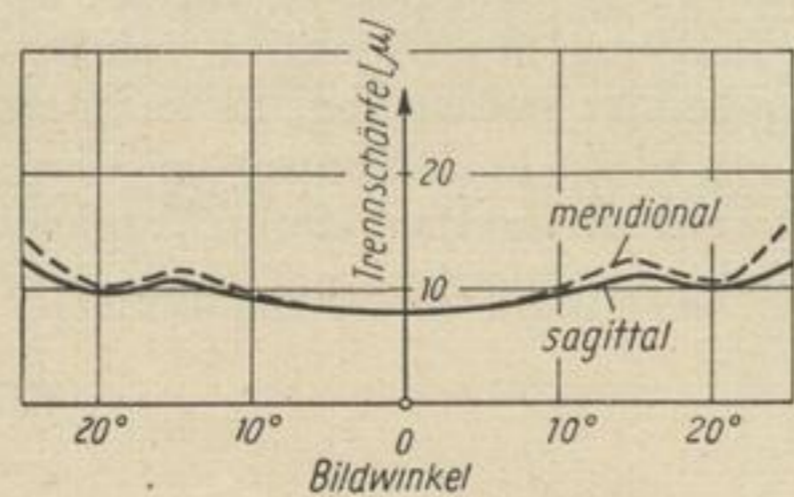
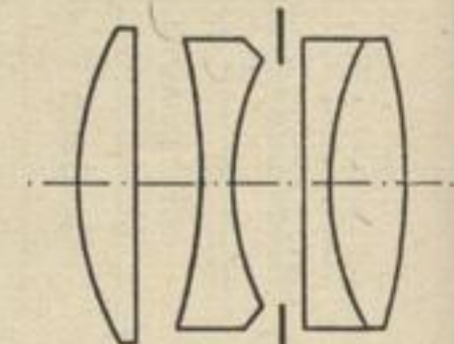
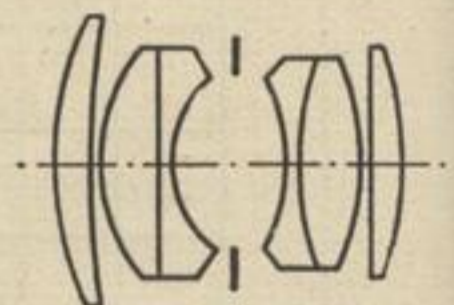


Bild 98. Schneider-Xenon, ein extrem lichtstarkes sechslinsiges Objektiv für Schnappschüsse und schnell bewegte Objekte unter ungünstigen Lichtverhältnissen

Bild 99. Meßwerte der sagittalen und meridionalen Trennschärfe in Abhängigkeit vom Bildwinkel für das Schneider-Xenar

Bild 100. Schneider-Xenar, ein Standardobjektiv aus zwei verkitteten und zwei unverkitteten Linsen; ein unsymmetrischer Anastigmat



es wird von sehr vielen Außenfaktoren maßgeblich beeinflusst. Das Auflösungsvermögen ist für die einzelnen Blendenwerte des Objektivs verschieden. Es hängt weitgehend von der Art und der Beleuchtung des Aufnahmegegenstands, vom Auflösungsvermögen des Negativmaterials sowie von Art, Temperatur und Dauer der Entwicklung ab. Alle diese Größen zusammengenommen lassen sich schwer normen.

Zunächst wird die Schärfe der Wiedergabe durch den Kugelgestaltfehler der Linsen stark beeinflusst, durch den Gegenstandspunkte nicht als Bildpunkte, sondern als Streuscheibchen erscheinen, die sich gegenseitig überlagern und dabei gleichzeitig die Kontraste der Wiedergabe verringern. Die Minderung der Bildschärfe durch Linsenfehler ist bei voller Objektivöffnung am größten und wird mit zunehmendem Abblenden geringer.

Geht man von der vollen Objektivöffnung aus, so wird das Trennvermögen beim Abblenden um die ersten 2...3 Blendenstufen gesteigert. Blendet man stärker ab, so verbessert sich die Trennschärfe nur noch unwesentlich; aber es wird die Schärfentiefe vergrößert. Schließlich tritt bei starkem Abblenden aber ein neuer Fehler auf. Lichtstrahlen, die durch feine Öffnungen dringen, werden an den Rändern der Öffnung gebeugt. Es tritt wieder eine Lichtstreuung ein. Sie verursacht die *Beugungsunschärfe*, die mit zunehmendem Abblenden stärker hervortritt. Dabei zeigen sich parallel zu jeder Schattengrenze verlaufende hellere und dunklere Streifen, die durch Interferenz entstehen und die Umrisse und Konturen verwaschen erscheinen lassen. Bei voller Objektivöffnung wirken also die Abbildungsfehler schärfemindernd; bei stärkerem Abblenden zeigt sich Beugungsunschärfe. Zwischen beiden Extremen liegt der Bereich der *optimalen Schärfe*. In ihm zeichnet das Objektiv punktscharf und arbeitet kontrastreich.

Das optimale Auflösungsvermögen liegt bei Kleinbildobjektiven von etwa 50 mm Brennweite mit

- Lichtstärken bis etwa 1 : 2,8 etwa bei Blende 1 : 8,
- Lichtstärke 1 : 2 etwa bei Blende 1 : 5,6,
- Lichtstärke 1 : 1,5 etwa bei Blende 1 : 4.

Daraus folgt für die Praxis:

Wir wenden die größte Lichtstärke eines Objektivs nur dann an, wenn ungünstigste Aufnahmebedingungen hierzu zwingen, wie zum Beispiel bei Nacht-, Theater- und eventuell auch Sportaufnahmen. Die große Lichtstärke ist immer nur als Lichtreserve für den Notfall zu betrachten.

Ebenso ist stärkstes Abblenden nur eine Tiefenschärfereserve für spezielle Aufnahmezwecke. Die kleinste Blendenöffnung vermittelt zwar die ausgedehnteste Tiefenschärfe, aber das Auflösungsvermögen läßt dann bereits wieder nach.

Tabelle 14: Lichtstärke und optimales Auflösungsvermögen

Lichtstärke eines Kleinbildobjektivs von etwa 50 mm Brennweite . . . . .	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,8 1 : 3,5 1 : 4	1 : 5,6 1 : 6,3
Optimales Auflösungsvermögen bei Blende	1 : 4	1 : 5,6	1 : 8	1 : 11

Die Beachtung dieser Hinweise ist für Großformataufnahmen weniger wichtig als für das Kleinbild. Bei diesem beeinflußt das Auflösungsvermögen weitestgehend die Vergrößerungsfähigkeit des Negativs. Es ist daher noch einmal darauf hinzuweisen, daß für Aufnahmen unter normalen Aufnahmebedingungen das lichtschwächere Markenobjektiv dem lichtstärkeren meist überlegen ist. Denn die extrem lichtstarken Objektive haben eine weniger gute Auflösung und Kontrastwirkung wie die etwas lichtschwächeren Normalobjektive bei voller Öffnung. Blendet man ein Objektiv der Lichtstärke 1 : 1,5 auf 1 : 2,8 ab, so erreicht es im allgemeinen nicht die Auflösung eines unabgeblendeten Normalobjektivs 1 : 2,8. Das Zeiss-Tessar 1 : 2,8 ist als besondere Spitzenleistung der optischen Industrie anzusprechen; denn nach Angabe des Zeiss-Werkes »erreicht es trotz der größeren relativen Öffnung wegen seiner hervorragenden Bildeigenschaften das bekannte Tessar 1 : 3,5 und übertrifft es noch teilweise«.

### 3. Die Tiefenschärfe

Stehen wir unmittelbar hinter einer Gardine am Fenster und blicken auf die Straße, so können unsere Augen das Gesamtbild der vor uns liegenden Gegenstände nicht mit einem Blick umfassen. Das Auge stellt sich entweder auf die Betrachtungsentfernung der Gardine oder der gegenüberliegenden Häuserfront ein. Im ersten Falle sehen wir das Muster der Gardine scharf und den Hintergrund nur undeutlich und verschwommen, im zweiten Falle die Hausfront klar und deutlich und die Gardine nur schemenhaft oder bei nächster Entfernung überhaupt nicht mehr. In der gleichen Weise bilden auch die fotografischen Objektive gleichzeitig nur Objekte scharf ab, die sich in der gleichen Entfernung vom Aufnahmeapparat befinden.

Die in das Linsensystem eintretenden Strahlen werden gebrochen. Sie schneiden sich im Brennpunkt. Dort entsteht das scharf gezeichnete Bild der Gegenstände, die unendlich weit vom Aufnahmeapparat entfernt sind. Das Wort »unendlich« brauchen wir dabei nicht wörtlich zu nehmen. Im Brennpunkt entsteht ein scharfes Bild aller Gegenstände, die 200 m und mehr vom Apparat entfernt sind. Ein jeder Objektpunkt erscheint dann im Bild angenähert punktförmig.

Bei Objekten, die näher am Apparat liegen, treffen sich die Lichtstrahlen hinter der Filmebene (Bild 101). Jeder Objektpunkt wird dann auf der Filmebene nicht mehr punktförmig, sondern als Streuscheibchen abgebildet; dieses ist um so größer, je näher das Objekt dem Apparat liegt. Wollen wir die Objektpunkte auch dann als Bildpunkte erhalten, so müssen wir die Filmebene wieder in den Treffpunkt der Lichtstrahlen rücken. Da die Filmebene unbeweglich ist, verschieben

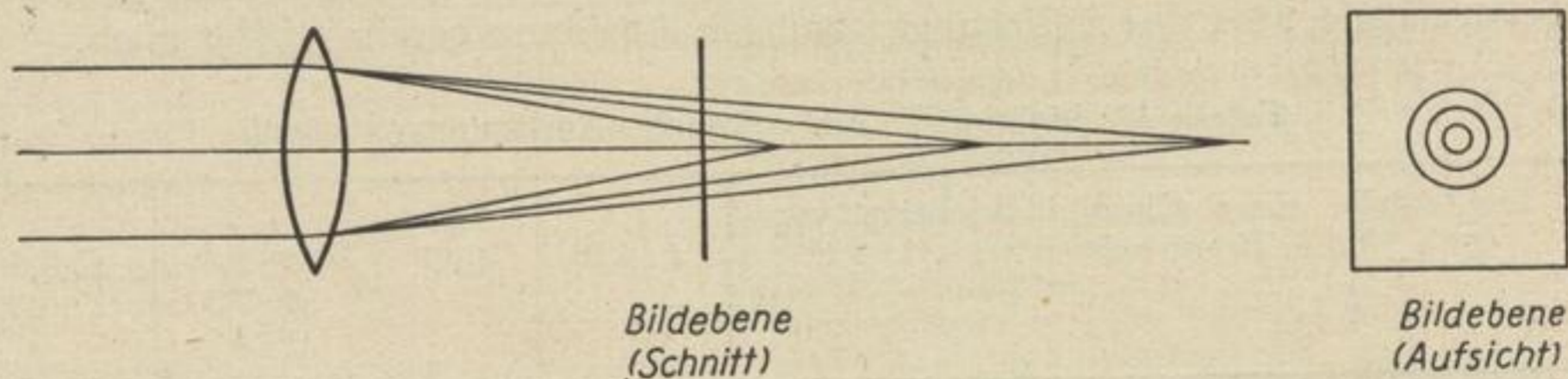


Bild 101. Scharfeinstellung auf Unendlich. Die Lichtstrahlen nähergelegener Objekte treffen sich hinter der Bildebene. Es entstehen auf dieser an Stelle der Bildpunkte Streuscheibchen mit unterschiedlichem Durchmesser

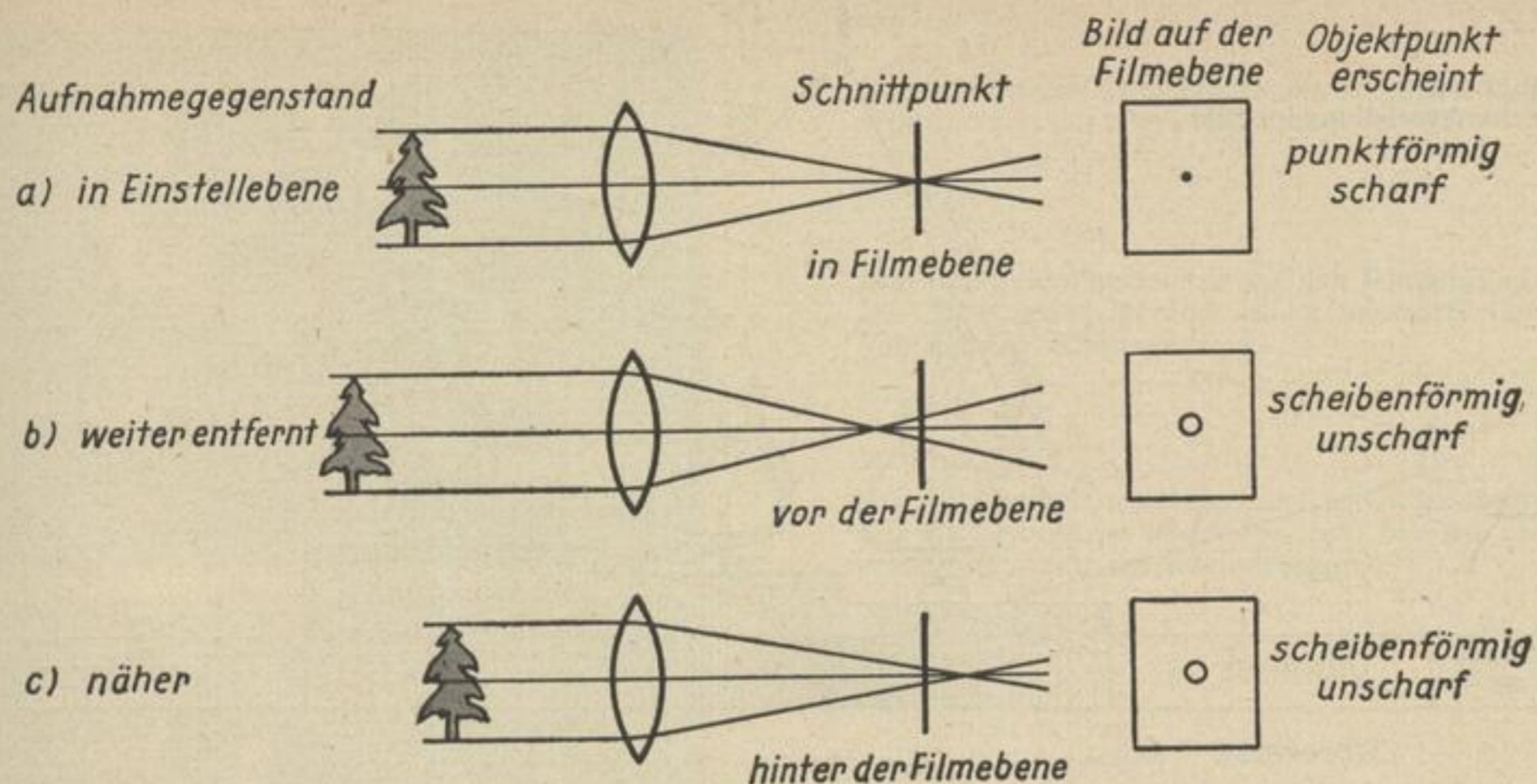


Bild 102. Einstellebene und Abbildungsschärfe

wir das Objektiv, indem wir den Balgen ausziehen oder den Objektivschnecken- gang herausdrehen. Wir stellen auf das Aufnahmeobjekt scharf ein. Das Objekt befindet sich dann in der *Einstellebene*. Alles, was vor oder hinter der Einstell- ebene liegt, wird vom Objektiv unscharf abgebildet, indem die vor oder hinter der Filmebene sich treffenden Lichtstrahlen wieder statt der Bildpunkte die Bilder von Streuscheibchen liefern (Bild 102).

»Scharf« und »Unscharf« sind dabei relative Begriffe. Mathematisch scharf wird nicht einmal ein Körper erfaßt, weil dieser Raumausdehnung hat. Von den Punk- ten maximaler Schärfe, die genau in der Einstellebene liegen, ist ein fließender Übergang zu progressiv wachsender Unschärfe (Bild 103). Denn mit wachsender Entfernung von der Filmebene weitet sich der Lichtstrahlenkegel immer mehr aus, und damit wächst der Durchmesser der Streuscheibchen.

Das menschliche Auge nimmt es beim Betrachten der Bildpunkte nicht sehr genau. Streuscheibchen mit einem Durchmesser von  $\frac{1}{6}$  mm erscheinen dem Auge aus dem normalen Betrachtungsabstand von 25 cm immer noch als Bildpunkte. Das ist also die Größe der zulässigen Unschärfe beim Kontaktabzug. Da wir heute meist mit Kleinbildapparaten arbeiten und die Negative stark vergrößert werden müssen, werden auch die Streuscheibchen entsprechend mitvergrößert. Man rech- net mit einer durchschnittlich 5fachen Vergrößerung und kommt dann auf den höchstzulässigen Durchmesser der Streuscheibchen von  $\frac{1}{30}$  mm auf dem Negativ. Wenn wir Streuscheibchen bis zu dieser Größe als »Bildpunkte« anerkennen, ver- größert sich zugleich der Schärfereich unserer Bilder beiderseitig über die Ein- stellebene hinaus. Der Streukreisdurchmesser von  $\frac{1}{30}$  mm ist damit als Grenze zwischen Unschärfe und Schärfe festgelegt. Bei abnehmendem Kreisdurchmesser beginnt nun die Zone zunehmender Schärfe bis zur maximalen Schärfe der Ein- stellebene und dann wieder die Zone abnehmender Schärfe bis zum festgelegten Grenzwert. Letztere ist wesentlich ausgedehnter als die erstere (Bild 103).

Bei festgelegter Einstellebene und einer Unschärfetoleranz bis  $\frac{1}{30}$  mm Streukreis- durchmesser erhalten wir einen Nahpunkt *N* und einen Fernpunkt *F*, die eben diese höchstzulässige Unschärfe aufweisen (Bilder 104 u. 110). Die *Bildschärfe* reicht daher unter den gegebenen Aufnahmebedingungen von *N* bis *F*. Die Entfernung

Bild 103  
Schärfeverteilung im Bild

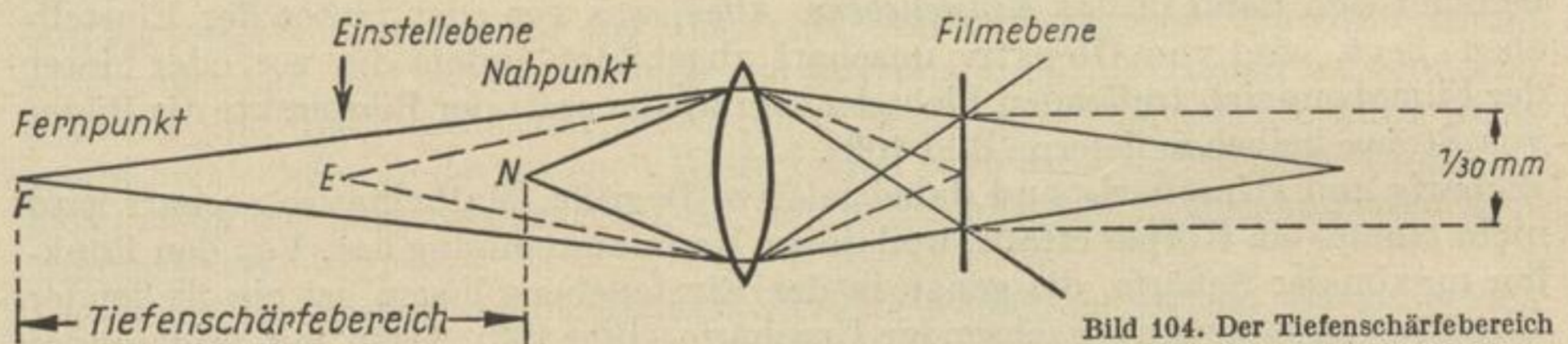
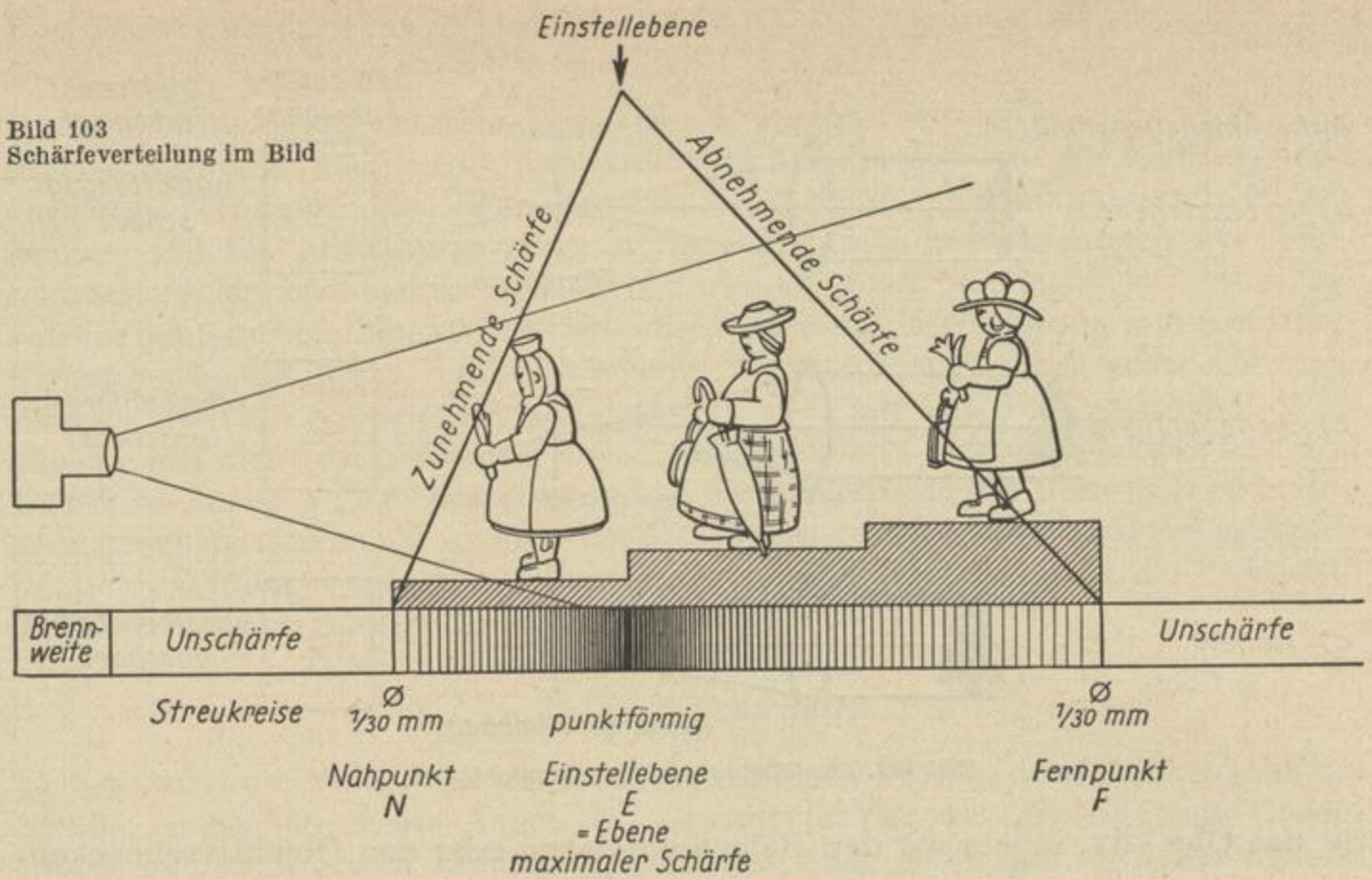


Bild 104. Der Tiefenschärfebereich

$NF$  ist der *Tiefenschärfebereich* des Objektivs. In ihm liegt die *Einstellebene E* dem *Nahpunkt* näher als dem *Fernpunkt*.  
Welche *Schlußfolgerungen* ergeben sich daraus für die Aufnahme einer *gestaffelten Dreiergruppe* (Bilder 103 u. 105...108)?

Tabelle 15: Einstellebene und Schärfeverteilung

Einstellebene	Schärfe	Unschärfe
Vordergrund (Bild 107)	Vordergrund	Mittel- und Hintergrund
Hintergrund (Bild 106)	Hintergrund	Vorder- und Mittelgrund
Mittelgrund (Bild 105)	Mittelgrund	Vorder- und Hintergrund
»Naher Mittelgrund« Einstellebene = erstes Drittel der Gesamtgruppe (Bilder 103 und 108)	Mittelgrund mit den Rand- zonen des Vorder- und Hin- tergrundes bei allmählich abklingender Schärfe. Durch Abblenden wird der Schärfbereich auf den ge- samten Vorder- und Hinter- grund ausgedehnt	



Bild 105. Scharfeinstellung auf die Bildmitte. Vordergrund und Hintergrund kommen unscharf



Bild 106. Scharfeinstellung auf den Hintergrund. Der Mittelgrund kommt leicht unscharf. Der Vordergrund verschwimmt



Bild 107. Scharfeinstellung auf den Vordergrund. Der Mittelgrund ist leicht unscharf. Der Hintergrund zeigt völlig aufgelöste Konturen

Bild 108. Das technisch einwandfreie Foto. Einstellung auf die vordere Mitte bei genügend starkem Abblenden. Das Bild zeigt erzgebirgische Holzschnitzereien aus Grünhainichen (Wendt und Kühn). Beim Foto kam es auf materialgetreue Wiedergabe dieser kleinen Kunstwerke an. Helmut Stapf, Leipzig; Exakta Varex; Tessar 2,8/50 mit Zwischentuben; Kunstlicht durch eine 500 Watt-Nitrafotlampe und Aufhellung der Schatten durch Reflektoren



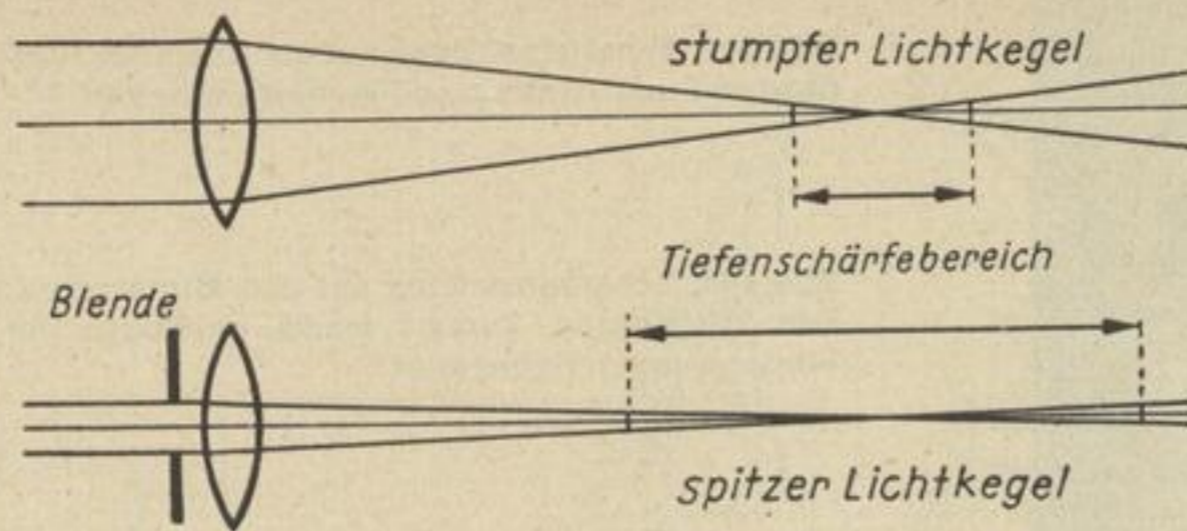


Bild 109. Zunahme der Schärfentiefe beim Abblenden

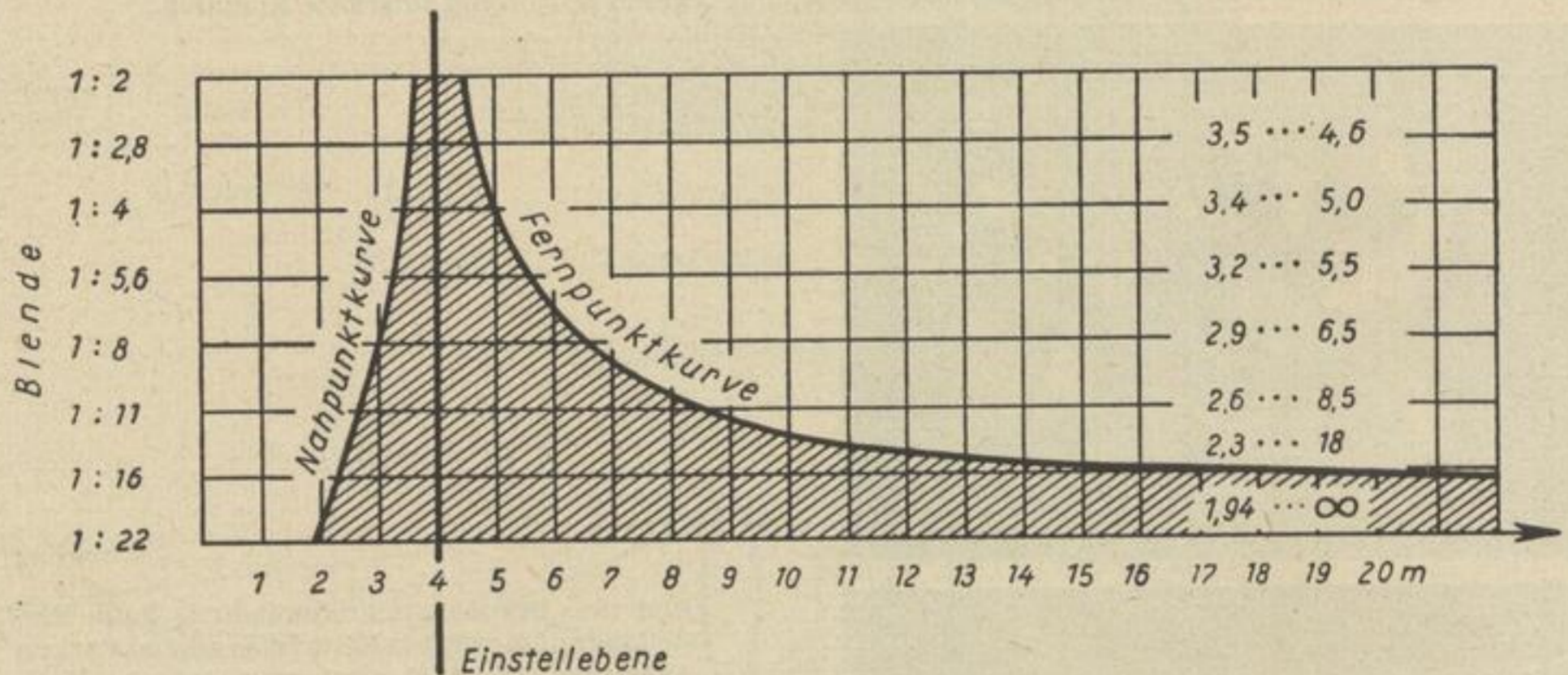


Bild 110. Ausweitung des Tiefenschärfebereichs mit zunehmendem Abblenden. Die grafische Darstellung zeigt besonders anschaulich, wie sich die Tiefenschärfezone von der Einstellebene aus weniger weit nach vorn und wesentlich weiter nach hinten erstreckt (Einstellung auf die „vordere Mitte“)

Die Erweiterung des Schärfebereichs durch Abblenden ist darauf zurückzuführen, daß die Randstrahlen abgedeckt werden. Der hinter der Linse entstehende Lichtkegel wird mit zunehmendem Abblenden immer spitzer. Liegt der Schnittpunkt der Strahlen dann nicht genau in der Filmebene, so entstehen relativ viel kleinere Streuscheibchen als bei einem Lichtkegel mit größerer Basis. Bei der festgelegten Toleranz von  $\frac{1}{30}$  mm Streukreisdurchmesser kann sich die Spitze des Strahlenkegels beiderseits weiter von der Filmebene entfernen. Hierdurch rücken Nah- und Fernpunkt auseinander, und es wird ein größerer Aufnahmebereich »scharf« erfaßt. Die Tiefenschärfe nimmt also mit dem Abblenden zu (Bild 109).

Je größer der Tiefenschärfebereich sein muß, desto stärker muß abgeblendet werden (Bild 110). Man blendet aber nicht ohne zwingenden Grund stärker als 1:16 ab. Denn mit zunehmendem Abblenden werden die eintretenden Lichtstrahlen an den Blendenrändern gebeugt, und das Auflösungsvermögen des Objektivs läßt nach (Seite 79). Bei Ausnutzung des optimalen Auflösungsvermögens ist dem Abblenden und damit auch einer maximalen Ausweitung des Tiefenschärfebereichs durch die Blende eine technische Grenze gesetzt. Durch Verschwenken von Standarte und Mattscheibenrahmen kann die Tiefenschärfe bei Spezialkameras noch auf anderem Wege ausgeweitet werden (Seite 205).



#### 4. Die Tiefenschärfe an praktischen Beispielen

Wir wollen eine Landschaft fotografieren. Da gilt es, die Gesetze der Tiefenschärfe praktisch anzuwenden und den besten Nutzeffekt zu erreichen.

A. Die Tiefenschärfezone wächst mit zunehmender Entfernung des Objekts vom Apparat.

Kleine Gegenstandsweite: geringe Schärfentiefe,  
große Gegenstandsweite: ausgedehnte Schärfentiefe.

Der Winkel, unter dem die Lichtstrahlen des Objekts ins Objektiv gelangen, ändert sich bei Lageverschiebungen in der Nähe des Apparats wesentlich stärker als in der Ferne.

##### Beispiel 1:

9×12 cm-Apparat mit 135 mm-Objektiv. Bei Blende 1:4,5 reicht die Tiefenschärfe

bei Einstellung auf 3 m von 2,8... 3,2 m; Gesamtausdehnung 0,4 m

bei Einstellung auf 7 m von 6,0... 8,5 m; Gesamtausdehnung 2,5 m

bei Einstellung auf 10 m von 8 ...13 m; Gesamtausdehnung 5 m

bei Einstellung auf 20 m von 13 ...40 m; Gesamtausdehnung 27 m

bei Einstellung auf ∞ von 40 ...∞ m

Die Zahlen zeigen die Einstellempfindlichkeit eines 9×12-Apparats in der Nähe. Man muß sehr genau einstellen und stark abblenden (siehe B!). Hierdurch wird die Belichtungszeit stark verlängert. Für Schnappschüsse aus der Nähe ist der 9×12-Apparat nicht geeignet.

##### Beispiel 2:

Mittelformatkamera 6×6 cm mit 75 mm-Objektiv. Bei Blende 4 reicht die Tiefenschärfe

bei Einstellung auf 3 m von 2,6... 3,5 m; Gesamtausdehnung 0,9 m

bei Einstellung auf 10 m von 6,7...19 m; Gesamtausdehnung 12,3 m

bei Einstellung auf 20 m von 10,1...∞ m

bei Einstellung auf ∞ von 21,0...∞ m

Die Tiefenschärfe ist also bei Anwendung einer Mittelformatkamera wesentlich größer als beim Großformat.

B. Die Tiefenschärfezone kann durch Abblenden nach beiden Seiten erweitert werden (Bild 110).

##### Beispiel 1:

9×12 cm-Apparat; Objektiv mit der Brennweite 135 mm; Einstellung auf 3 m Entfernung.

Der Tiefenschärfebereich umfaßt

bei Blende 3,5 2,9...3,2 m; Gesamtausdehnung 0,3 m

bei Blende 4,5 2,8...3,2 m; Gesamtausdehnung 0,4 m

bei Blende 6,3 2,7...3,3 m; Gesamtausdehnung 0,6 m

bei Blende 9 2,6...3,5 m; Gesamtausdehnung 0,9 m

bei Blende 12,5 2,5...3,7 m; Gesamtausdehnung 1,2 m

bei Blende 18 2,4...4,1 m; Gesamtausdehnung 1,7 m

bei Blende 25 2,2...4,9 m; Gesamtausdehnung 2,7 m

bei Blende 36 2 ...6,7 m; Gesamtausdehnung 4,7 m

*Beispiel 2:* Mittelformatkamera  $6 \times 6$  cm mit 75 mm-Objektiv; Einstellung auf 3 m Entfernung.  
Der Tiefenschärfebereich umfaßt

bei Blende 2,8	2,7... 3,3 m; Gesamtausdehnung	0,6 m
bei Blende 4	2,6... 3,5 m; Gesamtausdehnung	0,9 m
bei Blende 5,6	2,5... 3,8 m; Gesamtausdehnung	1,3 m
bei Blende 8	2,3... 4,2 m; Gesamtausdehnung	1,9 m
bei Blende 11	2,1... 5,0 m; Gesamtausdehnung	2,9 m
bei Blende 16	1,9... 7,1 m; Gesamtausdehnung	5,2 m
bei Blende 22	1,7... 14,4 m; Gesamtausdehnung	12,7 m

Die Tabellen zeigen, wie der Tiefenschärfebereich erst allmählich, dann mit zunehmendem Abblenden rapid anwächst. Sie zeigen aber auch, daß der  $9 \times 12$ -Apparat auch beim Abblenden eine große Einstellempfindlichkeit aufweist, sobald Objekte fotografiert werden, die sich nur wenige Meter vom Apparat entfernt befinden. Die Zunahme der Schärfentiefe nach vorn ist gering und beträgt je Blendenstufe 10... 20 cm; die Zunahme nach hinten ist wesentlich größer und zuletzt sprunghaft (Bild 110).

### 5. Brennweite und Tiefenschärfe. – Die Tiefenschärfetabelle

Unter gegebenen Aufnahmebedingungen ist die Tiefenschärfe bei kürzerer Brennweite ausgedehnter als bei längerer.

*Beispiel 1:* Bei einer Einstellung auf 3 m und bei Blende 4,5 reicht die Tiefenschärfe

bei Brennweite 135 mm	von 2,93...3,08 m; Gesamtausdehnung	0,15 m
bei Brennweite 90 mm	von 2,86...3,16 m; Gesamtausdehnung	0,3 m
bei Brennweite 50 mm	von 2,6 ...3,6 m; Gesamtausdehnung	1,0 m
bei Brennweite 35 mm	von 2,2 ...4,75 m; Gesamtausdehnung	2,55 m

*Beispiel 2:* Bei einer Einstellung auf 10 m und bei Blende 4,5 reicht die Tiefenschärfe

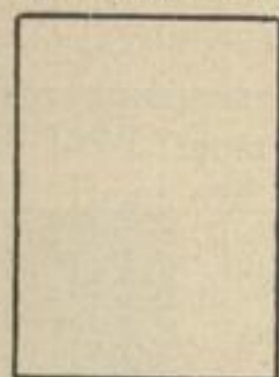
bei Brennweite 135 mm	von 9,2...10,9 m; Gesamtausdehnung	1,7 m
bei Brennweite 90 mm	von 8,4...12,3 m; Gesamtausdehnung	3,9 m
bei Brennweite 50 mm	von 6,4...22,5 m; Gesamtausdehnung	16,1 m
bei Brennweite 35 mm	von 4,5...∞ m	

Beide Tabellen zeigen das Anwachsen der Tiefenschärfezone mit zunehmender Gegenstandsweite und mit dem Verkürzen der Brennweite. Während bei einer Gegenstandsweite von 10 m das 135 mm-Objektiv eine Zone von nicht einmal 2 m scharf zeichnet, reicht die Tiefenschärfe beim 50 mm-Objektiv bereits über 16 m weit, und das 35 mm-Objektiv bildet alles von 4,5 m an bis unendlich scharf ab. Hier zeigt sich die Überlegenheit der Kleinbildapparate (Bild 111) mit ihrer ausgesprochen kurzen Brennweite

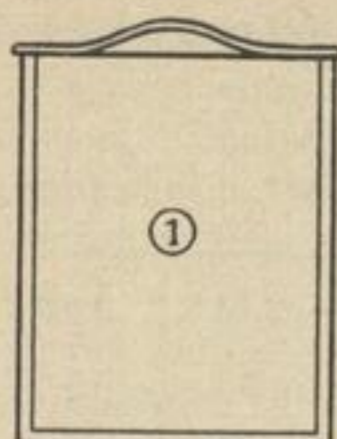
- bei Aufnahmen, die einen sehr großen Tiefenschärfebereich erfordern,
- bei Aufnahmen aus nächster Nähe,
- beim Schnappschuß, bei dem aus Zeitmangel die Entfernung nicht genau eingestellt werden kann.

An Hand der beigefügten Tiefenschärfetabelle (Tabelle 16) für ein Objektiv der Brennweite 50 mm wollen wir den Aufbau einer solchen Tabelle studieren und die verschiedenen Möglichkeiten ihrer Anwendung kennenlernen. Am linken Rande sind die Blendenwerte angegeben. Jedem Blendenwert sind drei Zahlenreihen zu-

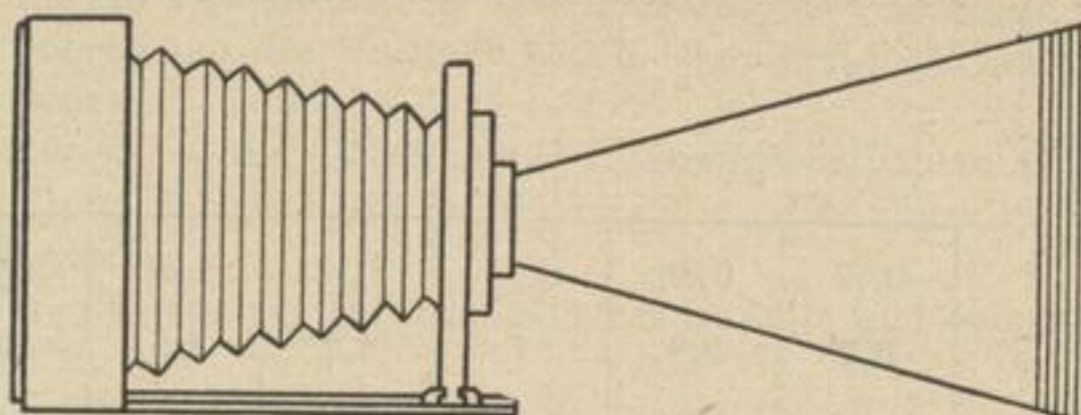
### Großformat



9 × 12 cm  
6 × 9 cm



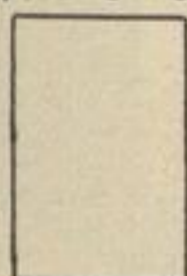
Einzelfilm



lange Brennweite

kleiner  
Tiefenschärfebereich

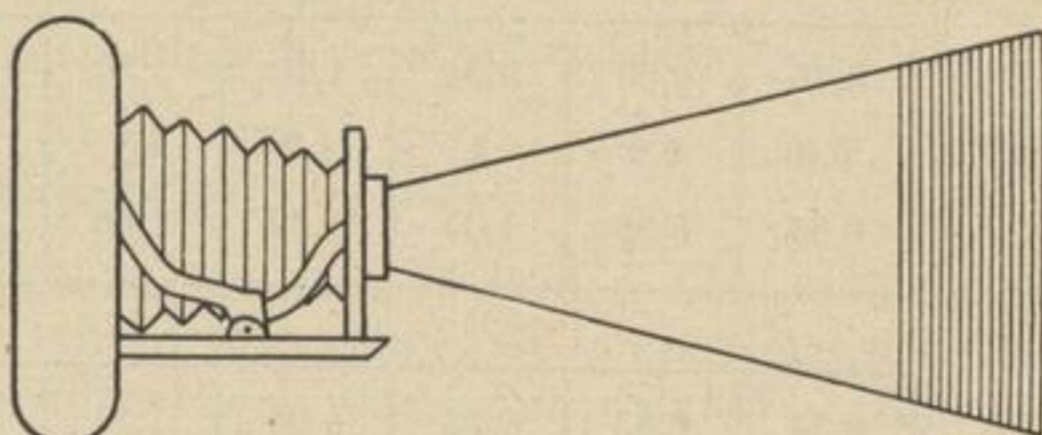
### Mittelformat



6 × 6 cm  
4,5 × 6 cm



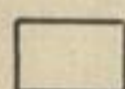
Rollfilm  
B-II-8



mittlere  
Brennweite

mittlerer  
Tiefenschärfebereich

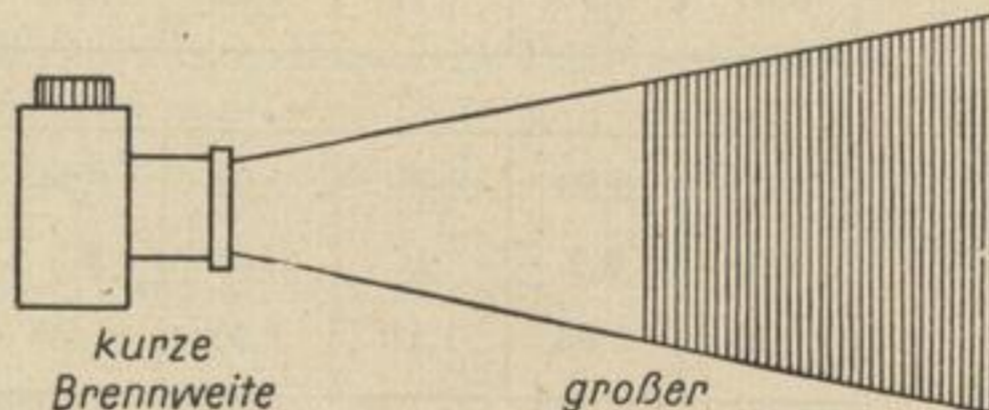
### Kleinformat



24 × 36 mm



Kleinbildfilm



kurze  
Brennweite

großer  
Tiefenschärfebereich

Bild 111. Aufnahmeformat, Aufnahmematerial, Kamera, Brennweite und Tiefenschärfebereich

geordnet. Die mittlere Zahlenreihe in Fettdruck gibt die Einstellentfernung an, die am Schneckengang des Objektivs eingestellt wird. Für diese Einstellentfernungen sind die Nahpunkte der Tiefenschärfe in der oberen Reihe und die Fernpunkte in der unteren Reihe zusammengestellt. Bei Blende 4 reicht die Tiefenschärfezone bei Einstellung auf 5 m von 3,67...7,80 m.

**Beispiel 1:** Mit einem Entfernungsmesser stellen wir eine Objektentfernung von 3 m fest. Wegen ungünstiger Beleuchtungsverhältnisse müssen wir mit voller Öffnung 1: 2,8 arbeiten. Welcher Tiefenraum wird scharf abgebildet?

Blendenspalte 1: 2,8 ergibt für die Einstellentfernung 3 m (mittlere Zahlenreihe) die Tiefenschärfezone von 2,61...3,53 m.

**Beispiel 2:** Mit dem Entfernungsmesser stellen wir den Nahpunkt eines Objekts mit 2,4 und den Fernpunkt mit 4,2 m fest. Wie muß ich einstellen, und wie muß ich abblenden, um diesen Bereich scharf abzubilden? Wir überprüfen die einzelnen Blendenwerte in der Tabelle:

Blende 1: 2,8 zeichnet scharf von 1,82...2,22 (ungenügend)

Blende 1: 4 zeichnet scharf von 1,75...2,33 (ungenügend)

Blende 1: 5,6 zeichnet scharf von 2,31...4,30 ausreichend

Man muß also auf 1: 5,6 abblenden und auf eine Objektentfernung von 3 m einstellen.

Tabelle 16: Tiefenschärfetabelle für Objektive 1:2,8/50 mm oder 1:3,5/50 mm

Blende	Zerstreuungskreis Ø = 0,05 mm									
1:2,8	0,77	0,86	0,95	1,13	1,40	1,82	2,61	3,99	6,50	20
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	0,83	0,94	1,05	1,28	1,62	2,22	3,53	6,70	22	∞
1:4	0,76	0,85	0,94	1,10	1,36	1,75	2,47	3,67	5,60	14
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	0,85	0,96	1,07	1,32	1,68	2,33	3,82	7,80	47	∞
1:5,6	0,74	0,83	0,91	1,06	1,31	1,67	2,31	3,32	5	10
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	0,87	0,99	1,11	1,38	1,76	2,50	4,30	10	∞	∞
1:8	0,72	0,80	0,88	1,01	1,24	1,56	2,10	2,90	4	6,80
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	0,90	1,03	1,16	1,48	1,90	2,80	5,27	18	∞	∞
1:11	0,70	0,77	0,84	0,95	1,16	1,44	1,88	2,51	3	4,97
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	0,94	1,09	1,24	1,62	2,12	3,29	7,37	∞	∞	∞
1:16	0,66	0,72	0,78	0,89	1,05	1,27	1,61	2,04	2,50	3,42
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	1,02	1,20	1,38	1,86	2,60	4,65	22	∞	∞	∞
1:22	0,62	0,67	0,72	0,80	0,95	1,12	1,37	1,67	2	2,49
	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	∞
	1,14	1,37	1,62	2,30	3,59	9,20	∞	∞	∞	∞

**Beispiel 3:** Rechnerische Ermittlung der Einstellentfernung und nachträgliches Ablesen der Tiefenschärfe. Es wird eine Scharfzeichnung des Raumes von 3...9 m verlangt. Wir berechnen zunächst die Einstellentfernung:

Der Gesamtraum hat eine Tiefe von  $9 - 3 = 6$  m. Die Stelle der günstigsten Einstellebene liegt auf dem ersten Drittel dieses Raumes, das heißt bei  $6 : 3 = 2$  m. Also muß ich den Apparat auf  $3 + 2 = 5$  m scharf einstellen.

Diesen Einstellwert suchen wir in den mittleren Zahlenreihen der Tabelle und ermitteln den Tiefenschärfebereich für

- Blende 2,8 mit 3,99... 6,70 (ungenügend)
- Blende 4 mit 3,67... 7,80 (ungenügend)
- Blende 5,6 mit 3,32...10 (ungenügend)
- Blende 8 mit 2,90...18. Dieser Wert ist ausreichend.

### 6. Naheinstellung auf Unendlich

In vielen Fällen muß die Ferne auch scharf abgebildet werden. Legt man die Einstellebene auf Unendlich, das heißt, läßt man das Objektiv in der Normalstellung, so reicht die Tiefenschärfe von unendlich bis zu einem Nahpunkt  $N_{\infty}$  (Bild 112). Es wird also nur der dem Apparat zugewandte sehr begrenzte Tiefenschärfebereich praktisch ausgenutzt. Der wesentlich größere dem Apparat abgewandte Bereich wird nutzlos vergeudet.

Stellt man hingegen auf den Nahpunkt  $N_{\infty}$  ein, so reicht die Tiefenschärfe noch immer bis Unendlich; wir haben aber zusätzlich noch eine Tiefenschärfezone vom Nahpunkt in Richtung auf den Apparat gewonnen (Bild 113). Diese Art der Einstellung bezeichnet man als »Naheinstellung auf Unendlich«. Es ist die Normaleinstellung für Landschaftsaufnahmen und viele andere Zwecke.

Bild 112. Einstellung auf Unendlich (Ruhestellung des Objektivs): begrenzter Schärfebereich

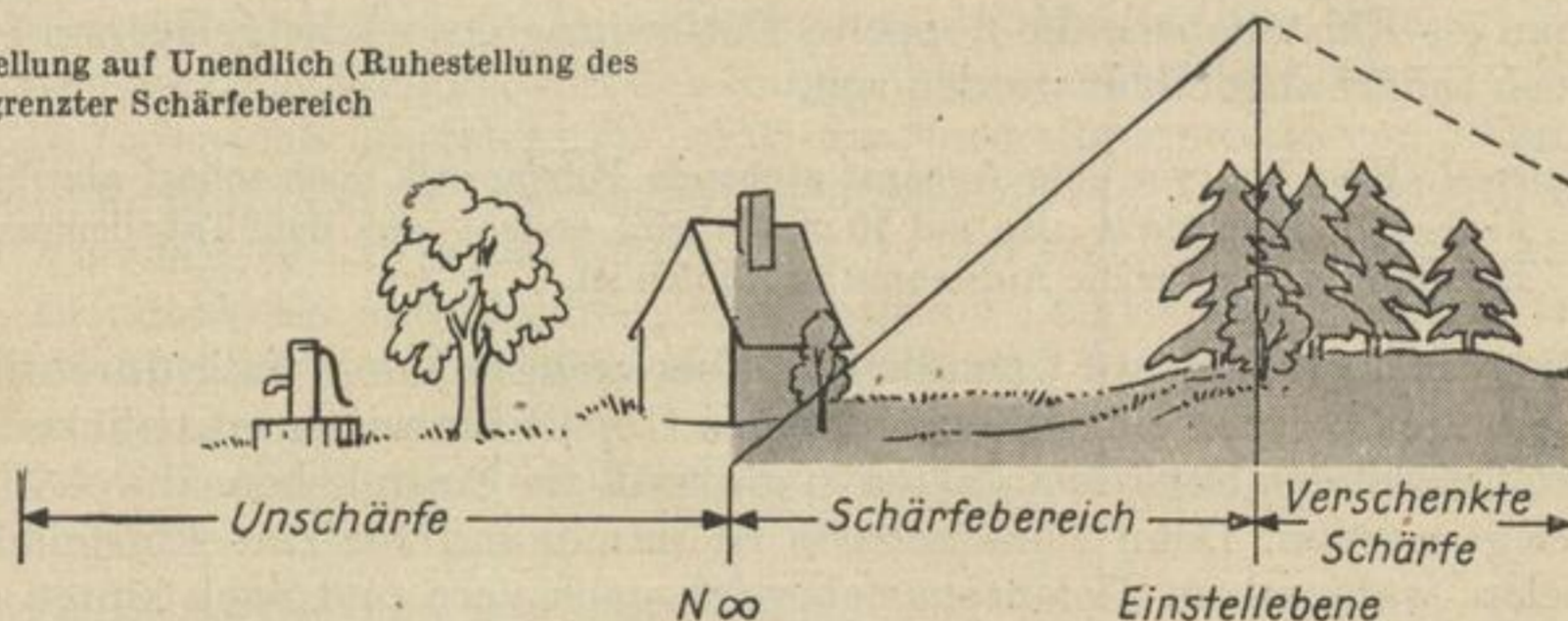
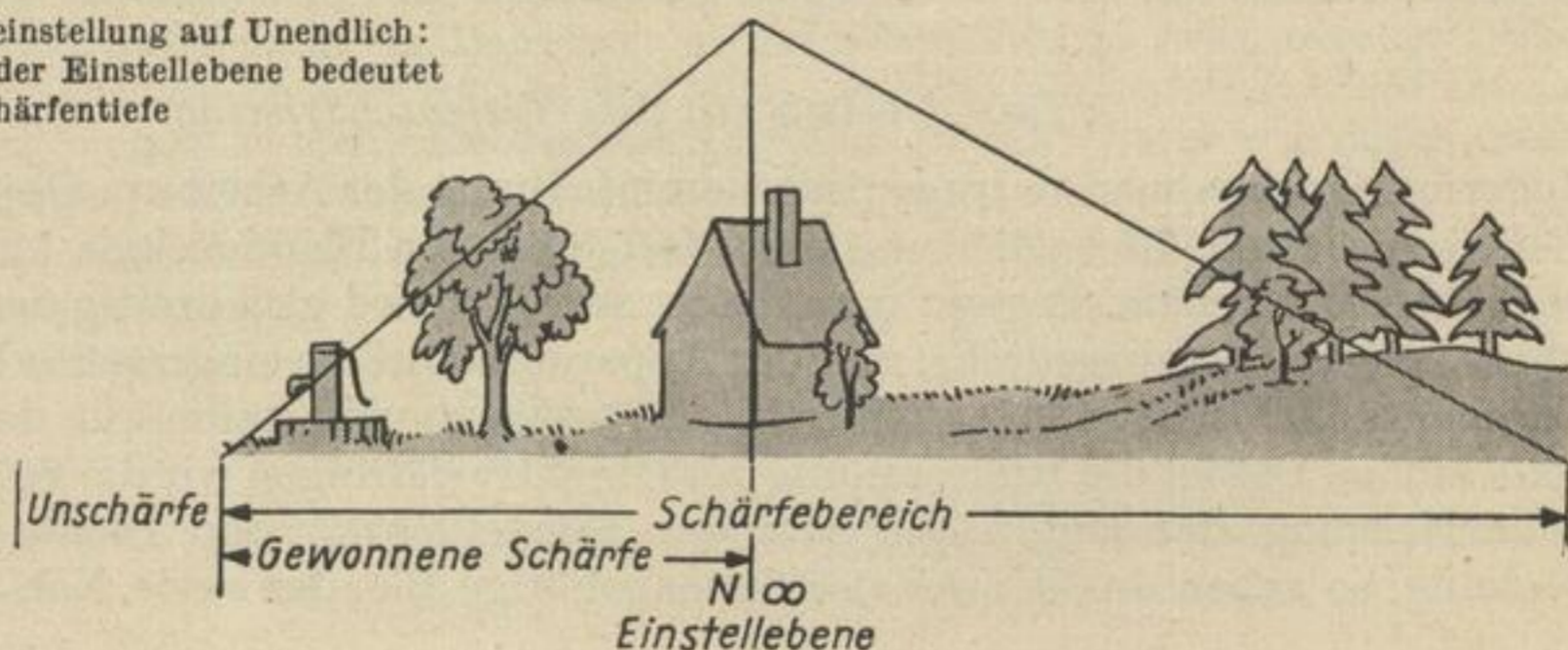


Bild 113. Naheinstellung auf Unendlich: Vorverlegung der Einstellebene bedeutet Gewinn an Schärfentiefe



In der Praxis ist es empfehlenswert, die Werte der Naheinstellung auf Unendlich für das verwendete Objektiv aus einer Tiefenschärfetabelle herauszuziehen und für Schnelleinstellung immer bereit zu haben. Wir wollen dies für ein Objektiv der Brennweite  $f = 50$  mm durchführen:

Tabelle 17. Naheinstellung auf Unendlich für Objektive mit 50 mm Brennweite (Auszug aus der Tiefenschärfetabelle, Tabelle 16)

Blende	Einstellung	Einstell- entfernung	Nahpunkt	Fernpunkt
2,8 4	Einstellung auf Unendlich	$\infty$	20 m 14 m	$\infty$ $\infty$
5,6 8	Nahein- stellung auf Unendlich	10 m	5 m 4 m	$\infty$ $\infty$
11 16			5 m	2,51 m 2,04 m
22		3 m		1,37 m

Für Schnellaufnahmen müssen wir uns bei Verwendung eines 50 mm-Objektivs die Einstellungsentfernungen von  $\infty$  (bis Blende 4), 10 m (Blende 5,6 und 8), 5 m (Blende 11 und 16) und 3 m (Blende 22) einprägen. Die Nahpunkte geben uns für jeden Wert die Entfernung an, von der aus alles auf dem Bild scharf kommt. Aus dem Tabellenauszug ergibt sich als Faustregel folgendes: Will man Vorder- und Hintergrund durch Naheinstellung auf Unendlich scharf erhalten, so wählt man als Einstellebene die doppelte Entfernung des nächstgelegenen Punktes, der noch scharf abgebildet werden soll.

*Beispiel:* Eine 5 m vor dem Apparat stehende Person soll noch scharf abgebildet werden.  $2 \cdot 5 = 10$ . Man stellt also auf 10 m ein und ersieht aus dem Tabellenauszug, daß der Blendenwert 5,6 für die Aufnahme zu wählen ist.

Die Naheinstellung auf Unendlich ist aber nicht in jedem Falle durchführbar. Will man zum Beispiel ein weiter entferntes Objekt für wissenschaftliche Zwecke mit größtmöglicher Schärfe abbilden, dann muß die Einstellebene durch dieses Objekt gelegt werden. Denn Punktschärfe ist immer nur für *eine* Einstellebene zu erzielen, während im Tiefenschärfebereich nach vorn und nach hinten die Schärfe allmählich und ohne sichtbaren Sprung abnimmt und in Unschärfe übergeht.

### 7. Das Arbeiten mit dem Tiefenschärfering

Moderne Markenapparate tragen zur Vereinfachung der Arbeit am Objektiv einen Tiefenschärfering. Er besteht aus einer feststehenden Blendenskala und einer beweglichen Meterskala. Bewegt man die letztere, so wird gleichzeitig der Objektivschneckenring herausgedreht, und der Apparat ist auf die eingestellte Entfernung mit eingestellt. In arretierter Lage (Bild 57) zeigt die Einstellmarke der Blendenskala auf  $\infty$ . Das ist die Ruhestellung des Objektivs. Bringen wir die gewählte Einstellentfernung der Meterskala mit der Einstellmarke der Blendenskala zur Deckung, so geben uns je zwei zusammengehörige Blendenwerte Nah- und Fern-



Bild 114. Fotografische Aufnahme mit Vorder-, Mittel- und Hintergrund. Um das Arbeiten mit dem Tiefenschärfering anschaulich zu zeigen, sind die Skalen des Blendenrings und der Metereinstellung in die Landschaft einkopiert

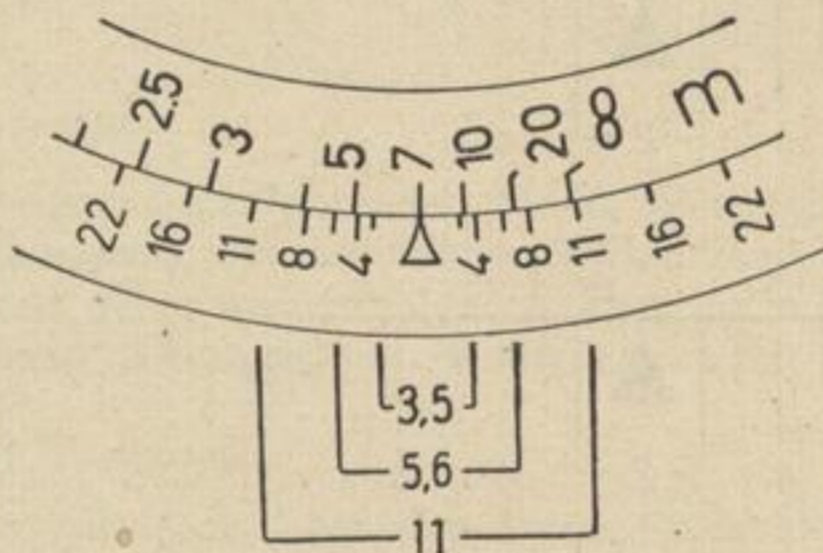


Bild 115. Praktisches Arbeiten mit dem Tiefenschärfering. Die Einstellentfernung „7 m“ der beweglichen Meterskala ist auf die Einstellmarke der fest angeordneten Blendenskala eingestellt. Für die gewählten Blendenwerte (3,5; 5,6; 11) zeigt jeweils die linke Blendenzahl den Nahpunkt, die rechte den Fernpunkt des Tiefenschärfebereichs an; Klammern halten im unteren Teile des Bildes die zugehörigen Werte zusammen

punkt des Tiefenschärfebereichs an. In der Aufnahmestellung der Kamera zeigt bei Zeiss-Objektiven der linke Blendenwert den Nahpunkt, der rechte Blendenwert den Fernpunkt des Tiefenschärfebereichs an<sup>1)</sup>. Für die Normalbrennweite von 50 mm reicht bei Einstellung auf 7 m die Tiefenschärfezone bei Blende 1:3,5 von 5,50...10 m, bei Blende 1:5,6 von 4,70...17 m und bei Blende 1:11 von 3,50...∞ (Bild 115). Denken wir uns Blendenskala und Metereinstellung in die Landschaft gelegt, so erhalten wir Bild 114, das die Tiefenschärfebeziehung und das Arbeiten mit dem Tiefenschärfering anschaulich zeigt.

Daher trägt der Blendenring von der Einstellmarke aus zwei komplette Blendenreihen in symmetrischer Anordnung.

*Beispiel 1:* Es soll Punktschärfe auf dem Objekt liegen.

Wir messen die Entfernung des Objekts vom Apparat und stellen die gemessene Entfernung auf die Einstellmarke ein. Dann lesen wir am Blendenring die Reichweite der Tiefenschärfezone nach beiden Seiten ab. In Bild 116 ist am Zeiss-Objektiv Biotar 2/58 auf 3 m Entfernung eingestellt. Beim Blendenwert 5,6 reicht die Schärfezone von 2,4 m (links) bis 4 m (rechts), bei Blendenwert 11 von 2,1...5,8 m.

*Beispiel 2:* Die Bildschärfe soll von 4...15 m reichen (Biotar 2/58; Bild 117).

Probeweise stellen wir die 4 m-Marke auf den linken Blendenwert 4 ein; dann zeigt der rechte Blendenwert 4 den Fernpunkt mit  $\approx 7,5$  m an; die Schärfe reicht also nicht aus. Nun stellen wir die 4 m-Marke auf den linken Blendenwert 5,6 ein; der rechte gibt  $\approx 9$  m als Fernpunkt an. Wir müssen die 4 m-Marke auf den linken Blendenwert 8 einstellen

<sup>1)</sup> Bei Meyer-Objektiven (VEB Feinoptisches Werk Görlitz) liegt der Fernpunkt links, der Nahpunkt rechts.

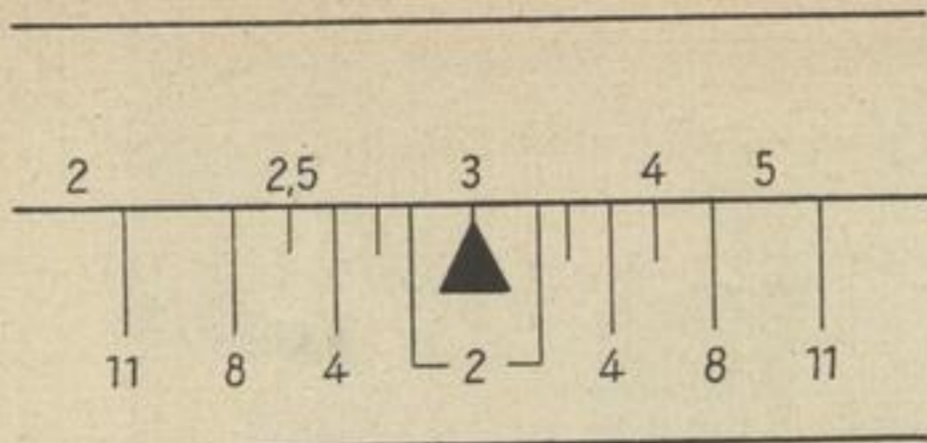


Bild 116

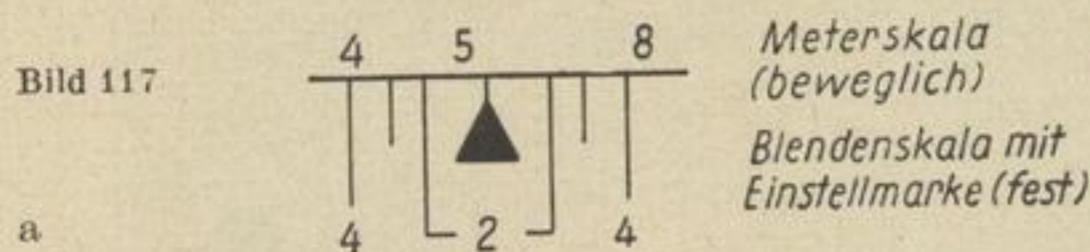
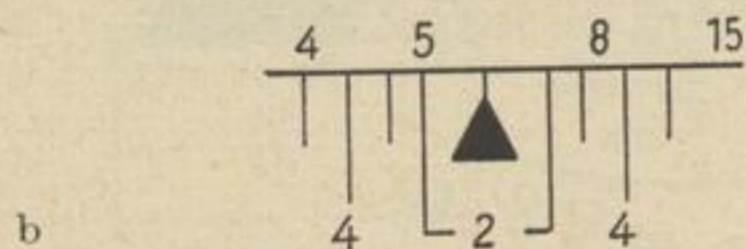
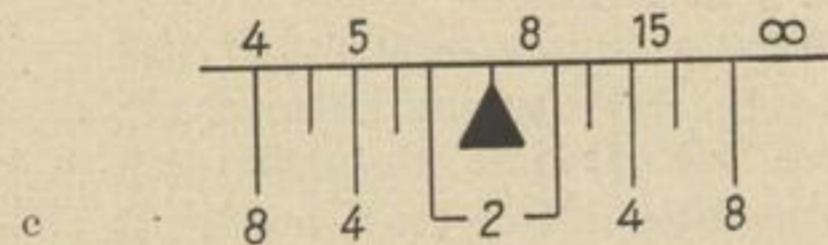


Bild 117

a



b



c

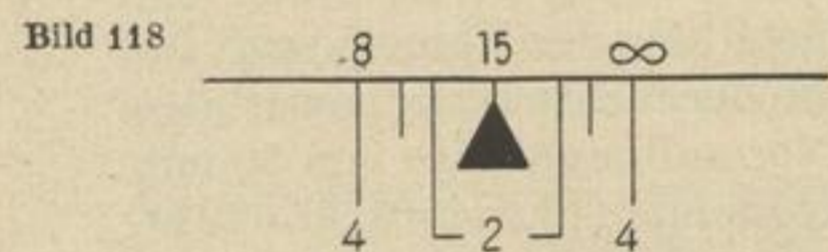


Bild 118

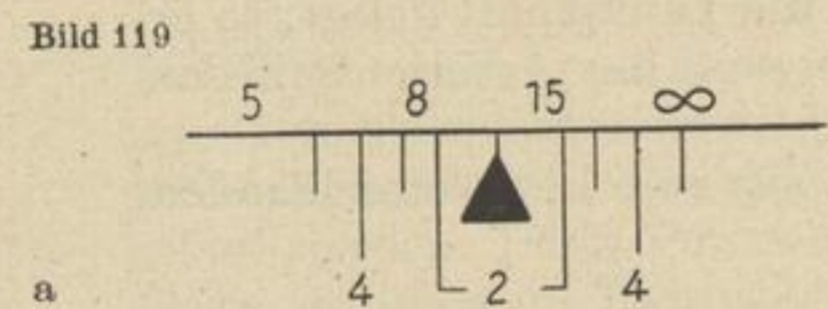
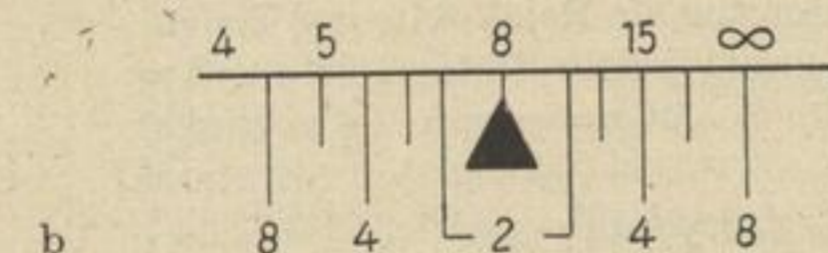
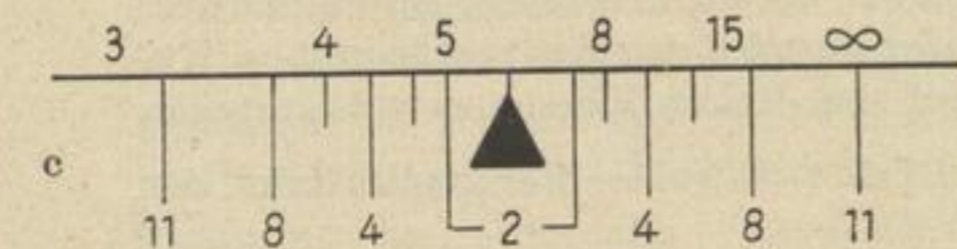


Bild 119

a



b



c

und erhalten dann mit dem rechten 8-Wert die ausreichende Schärfe bis zum Fernpunkt von etwa 50 m. Wir müssen also auf 8 abblenden. Die Einstellentfernung brauchen wir nicht abzulesen (sie beträgt etwa 7,5 m); denn durch das Drehen des Meterringes ist automatisch der Apparat auf diese Entfernung bereits eingestellt.

**Beispiel 3:** Naheinstellung auf Unendlich. Es soll mit Zeiss-Biotar 2/58 und Blende 4 gearbeitet werden. Also stellt man den  $\infty$ -Wert der Meterskala auf die rechte Blendenzahl 4 des Blendenrings ein (Bild 117). Damit ist gleichzeitig die Einstellung (auf  $\approx 15$  m) vollzogen. An der linken Blendenzahl 4 können wir den Nahpunkt mit  $\approx 8$  m ablesen. Es wird also alles von etwa 8 m bis Unendlich scharf abgebildet.

**Beispiel 4:** Naheinstellung auf Unendlich. Es soll alles von 4,0 m an bis Unendlich scharf abgebildet werden. Man stellt zum Beispiel die Unendlich-Marke der Meterskala versuchsweise auf den rechten Blendenwert 5,6 ein. Der linke Blendenwert 5,6 ergibt dann als Nahpunkt 7,7 m (ungenügend). Der Nahpunkt rückt bei Verwendung von Blende 8 auf 4,6, bei Blende 11 auf etwa 3,2 m heran. Also muß auf 1 : 11 abgeblendet werden. Man muß die Unendlich-Marke mit dem rechten Blendenwert 11 zur Deckung bringen. (Die Einstellebene liegt dann bei etwa 6 m.)

## 8. Der Schnappschuß

Echte Schnappschüsse sind Momentfotos, in denen eine Augenblickssituation blitzschnell bildmäßig erfaßt wird. Es sind Aufnahmen beweglicher Objekte,

Bild 116. Zeiss-Biotar 2/58. Einstellentfernung 3 m

Bild 117. Zeiss-Biotar 2/58. Einstellen der 4 m-Marke der Meterskala auf a) linken Blendenwert 4, b) linken Blendenwert 5,6, c) linken Blendenwert 8

Bild 118. Naheinstellung auf Unendlich bei Blendenwert 4 mit Zeiss-Biotar 2/58

Bild 119. Naheinstellung auf Unendlich unter Berücksichtigung des Nahpunktes 4,0 m: a) Vorversuch für Blendenzahl 5,6, b) für 8, c) für 11



die ständig ihre Lage zum Apparat und die Entfernung von diesem verändern. Beweglichkeit des Objekts und Einmaligkeit des Augenblicks schließen exakte Entfernungseinstellung und Überlegungen über Blende und Belichtungszeit aus. Daher können Schnappschüsse nur bei ständiger Aufnahmebereitschaft gelingen.

Meist handelt es sich bei Schnappschüssen um Nahaufnahmen. Kommt der Schnappschußfotograf in sein »Jagdrevier«, so orientiert er sich zunächst eingehend über die Belichtungszeit; sie muß der Jahres- und Tageszeit, der herrschenden Beleuchtung und dem zu erwartenden Objekt entsprechen. Dann wählt er eine passende Blende. Schließlich werden Belichtungszeit, Blende und eventuell auch noch Aufnahmeentfernung fest eingestellt. Damit ist die höchste Stufe der Aufnahmebereitschaft erreicht.

Je nach dem Aufnahmegebiet ergeben sich für Schnappschüsse bestimmte Standardentfernungen, aus denen man bei gleichbleibender Belichtungszeit und mit feststehender Blende fotografiert. Aus den folgenden Kleintabellen wählt man hierzu die für den jeweiligen Aufnahmeapparat und das aufzunehmende Objekt geltenden Werte.

**Schnappschußgruppe I: Einstellung auf Unendlich**

*Beispiel:* Landschaftsaufnahmen ohne Vordergrund aus fahrenden Autos, Eisenbahnen usw.

Man wählt eine möglichst kurze Belichtungszeit, die der Fahrgeschwindigkeit angepaßt ist. Hauptbedingung: kurze Belichtungszeit, daher wenig abblenden. Keine nahe gelegenen Objekte (Straßenbäume, Telefonmaste und -leitungen) ins Blickfeld nehmen!

**Schnappschußgruppe II: Naheinstellung auf Unendlich**

*Beispiel:* Landschaftsaufnahmen mit Vordergrund aus fahrenden Autos, Eisenbahnen oder Landschaftsaufnahmen mit sich bewegenden Personen im Vordergrund

Tabelle 18: Naheinstellung auf Unendlich

Bildgröße Brennweite	Apparatgruppe A		Apparatgruppe B		Apparatgruppe C	
	Kleinformat (Leica, Contax); 2,4 × 3,6 cm; 50 mm	Mittelformat (Rolleiflex) 6 × 6 cm 75 mm	Großformat (a) Rollfilmkamera 6 × 9 cm 105 mm		Großformat (b) Mattscheibenkamera 9 × 12 cm 135 mm	
	Einstellung	Schärfe	Einstellung	Schärfe	Einstellung	Schärfe
Blende 4	20 m	10 m...∞	30 m	14 m...∞	50 m	20 m...∞
Blende 8	10 m	5 m...∞	12 m	6,5 m...∞	20 m	9 m...∞
Blende 11	10 m	4,3 m...∞	10 m	5,0 m...∞	15 m	7 m...∞

**Schnappschußgruppe III: Einstellung auf die Nähe**

Personen-, Sport- und Tieraufnahmen; Aufnahmen von Objekten, die ihren Standort ändern.

Tabelle 19: Einstellung auf 6 m

Tiefenschärfe	Einstellentfernung 6 m		Feste Blende 1:8	
	Apparatgruppe A	Apparatgruppe B	Apparatgruppe C	
	3,8 m...14,3 m	4,1 m...11 m	4,5 m...9,2 m	

Speziell für Kleinbildaufnahmen gilt folgende erweiterte Tiefenschärfetabelle:

*Tabelle 20: Kleinbildaufnahme; Einstellung auf 6 m*

	a) Brennweite 35 mm	b) Brennweite 50 mm
Blende 2,8	4,2 m...10,6 m	5,0 m... 7,5 m
Blende 4	3,7 m...15,7 m	4,7 m... 8,5 m
Blende 5,6	3,2 m...44 m	4,3 m...10,1 m
Blende 8	2,7 m...∞	3,8 m...14,3 m

**Schnappschußgruppe IV: Aufnahme aus großer Nähe. Personen-, Sport-, Tieraufnahmen**

*Tabelle 21: Einstellung auf 4 m*

Tiefenschärfe	Einstellentfernung 4 m		Feste Blende 1 : 8
	Apparatgruppe A	Apparatgruppe B	Apparatgruppe C
	2,9 m...6,5 m	3,0 m...5,8 m	3,3 m...5,2 m

und Spezialtabelle für Kleinbildapparate:

*Tabelle 22: Kleinbildaufnahme; Einstellung auf 4 m*

	a) Brennweite 35 mm	b) Brennweite 50 mm
Blende 2,8	3,1 m... 5,6 m	3,5 m...4,6 m
Blende 5,6	2,5 m... 9,4 m	3,2 m...5,5 m
Blende 8	2,2 m...22,0 m	2,9 m...6,5 m
Blende 11	1,9 m...∞	2,6 m...8,5 m

**Schnappschußgruppe V: Aufnahmen aus nächster Nähe**

Die Großformatapparate fallen in dieser Gruppe nahezu aus, da ihr Tiefenschärfebereich sehr gering ist. Ein scharfes Erfassen bewegter Objekte ist mit ihnen sehr schwierig und von Zufälligkeiten abhängig.

*Tabelle 23: Einstellung auf 2 m*

Tiefenschärfe	Einstellentfernung 2 m		Feste Blende 1 : 8
	Apparatgruppe A	Apparatgruppe B	Apparatgruppe C
	1,7 m...2,5 m	[1,7 m...2,3 m]	[1,8 m...2,2 m]

und Spezialtabelle für Kleinbildapparate:

*Tabelle 24: Kleinbildaufnahme; Einstellung auf 2 m*

	a) Brennweite 35 mm	b) Brennweite 50 mm
Blende 2,8	[1,75 m...2,3 m]	[1,9 m...2,1 m]
Blende 5,6	1,6 m...2,8 m	[1,8 m...2,3 m]
Blende 8	1,4 m...3,4 m	[1,7 m...2,5 m]
Blende 11	1,3 m...4,5 m	1,6 m...2,7 m

Aus diesen Tabellen ergeben sich für den ganz eiligen Schnappschuß mit der Leica (deutsches Blendensystem) folgende Merkwahlen:

Tabelle 25: Einheitsschnappschuß

Einheitsschnappschuß mit fester Belichtungszeit $\frac{1}{125}$ s und fester Blende 1:8		
a) Brennweite 35 mm	Einstellung 2,5 m Einstellung 4 m	Tiefenschärfe 1,55 m...6,5 m Tiefenschärfe 2 m...∞
b) Brennweite 50 mm	Einstellung 4 m Einstellung 7 m	Tiefenschärfe 2,8 m... 7,2 m Tiefenschärfe 3,9 m...26 m

Nach diesen praktischen Zahlenbeispielen kommen wir zusammenfassend zur Typisierung der verschiedenen Einstelltechniken:

### 1. Einstellung auf Punktschärfe

Vorwiegend für Nahaufnahmen und Aufnahmen aus nächster Entfernung. Die Einstellebene wird genau in das Hauptobjekt gelegt, und zwar

- bei Mattscheibenapparaten durch Scharfeinstellung auf der Mattscheibe,
- bei Rollfilmapparaten durch Einstellen der geschätzten oder besser der mit Maßstab gemessenen Entfernung auf der Meterskala. (Bei billigen Apparaten ist diese nur ungenügend geeicht und muß durch Vergleichsaufnahmen nachgeprüft werden), bei neueren Typen durch Frontlinseneinstellung, das heißt durch Bewegung der Vorderlinse nach vorn mit Hilfe einer Einstellskala am Objektiv,
- bei Kleinbildapparaten nach der Angabe des Entfernungsmessers durch Einstellung oder bei gekuppeltem Entfernungsmesser in einem Arbeitsgang mit dem Messen der Entfernung.

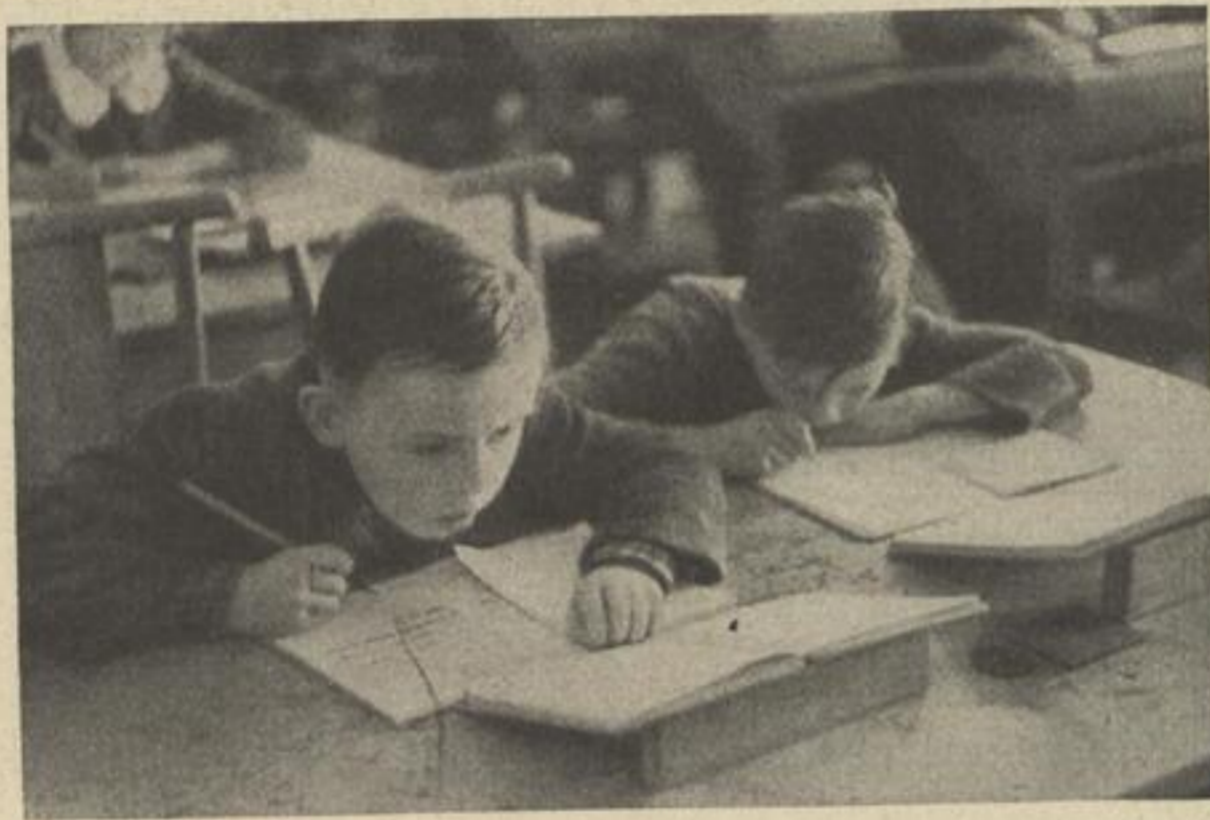
Die Tiefenschärfe kann dann auf dem Mattscheibenbild kontrolliert oder mit Hilfe einer Tabelle festgestellt werden.

### 2. Einstellung auf Punktschärfe bei ausgedehntem Tiefenschärfebereich

Wieder wird die Einstellebene genau in das Hauptobjekt gelegt. Durch Entfernungsmessung stellt man den Nah- und Fernpunkt der erforderlichen Tiefenschärfezone fest und blendet entweder entsprechend nach dem Mattscheibenbild oder besser nach der Tiefenschärfetabelle ab.

Diese Aufnahmetechnik wird nur für spezielle Zwecke angewendet, so zum Beispiel für wissenschaftliche Aufnahmen. Man erreicht, daß die Punktschärfe im Hauptobjekt liegt und daß auch Ausschnittsvergrößerungen desselben bei ausgezeichneter Schärfe gewonnen werden können.

Nachteile ergeben sich, wenn das Hauptobjekt dem Fernpunkt oder Nahpunkt der Tiefenschärfe sehr nahe liegt. Dann muß die Tiefenschärfezone übermäßig ausgeweitet werden, und sie wird nur zum Teil ausgenutzt. Es ergeben sich dann durch starkes Abblenden übermäßig lange Belichtungszeiten. Meistens genügt die folgende Methode, die für alle allgemeinen Fälle vorzuziehen ist.



### 3. Einstellung auf einen bestimmten Tiefenschärfebereich

Man stellt Nah- und Fernpunkt des Objekts fest und ermittelt dann mit Hilfe der Tiefenschärfetabelle oder des Tiefenschärfetables die erforderliche Einstellentfernung und Blende (Bilder 120...122).

### 4. Schnappschuß-einstellung

Die Schnappschuß-einstellung gleicht der Einstellung auf einen bestimmten Tiefenschärfebereich. Während man bei der letztgenannten Methode aber erst die Entfernung des Nah- und Fernpunkts mißt und danach einstellt, wird bei der Schnappschuß-einstellung die Tiefenschärfefeldzone als erstes festgelegt. Bei der Aufnahme geht man an das Objekt so weit heran, daß es in den Schärfbereich rückt (Bild 123), oder man wartet, bis es durch selbständige Bewegung in den Schärfbereich gelangt.

Bild 120. In unseren Grundschulen macht das Lernen Freude. Gustav John, Eisleben; Exakta Varex; Tessar 3,5/50; Blende 3,5;  $\frac{1}{25}$  s

Bild 121. Ein schwieriger Fall. Heinz Quast, Oberschlema; Exakta Varex; Biotar 2/5,8; Blende 2;  $\frac{1}{25}$  s

Bild 122. Mit verbissenem Eifer. Heinz Quast, Oberschlema; Exakta Varex; Biotar 2/5,8; Blende 2;  $\frac{1}{25}$  s



Bild 123. Neuaufbau Berlins. Ein Bild lebendigen Zeitgeschehens, eingefangen mit vorher eingestelltem Tiefenschärfebereich

### 5. Naheinstellung auf Unendlich

Bei der Naheinstellung auf Unendlich wird außer dem Vordergrund auch der Hintergrund in den Schärfbereich einbezogen. Man stellt die Entfernung des Nahpunktes  $N_{\infty}$  fest und stellt den Apparat mit Hilfe der Tiefenschärfetabelle oder des Tiefenschärferinges ein, indem man den einen Blendenwert mit der Unendlichmarke zur Deckung bringt. Hierdurch ergibt sich bei gleicher Schärfentiefe wie bei der Einstellung auf Unendlich ein beachtlicher Belichtungsvorteil, indem man weniger abblenden muß.

Soll zum Beispiel mit einem Kleinbildapparat und einem Objektiv von 50 mm Brennweite eine Landschaft sowohl im Hintergrund scharf abgebildet werden als auch einen Nahpunkt der Schärfe bei 5,10 m Entfernung haben, so muß

bei Einstellung auf Unendlich auf 1 : 11 abgeblendet werden,  
 bei Naheinstellung auf Unendlich und bei einer Einstellung auf 10 m hingegen  
 nur auf 1 : 5,6 abgeblendet werden (Tabelle 16),

um den geforderten Tiefenschärfebereich von 5,10 m ...  $\infty$  zu erhalten.

Damit aber haben wir zwei Blendenstufen gewonnen und kommen mit einem Viertel der Belichtungszeit aus, die wir für die Einstellung auf Unendlich brauchen würden. Der gleiche Vorteil einer um zwei Stufen offeneren Blende ergibt sich gegenüber einer Einstellung auf den Nahpunkt der Schärfe; denn auch hierzu wäre Blende 11 erforderlich.

6. *Einstellung auf Unendlich* für Fernsichten ohne Vordergrund. In diesem Falle braucht man nicht die Naheinstellung auf Unendlich, da die Ausweitung der Schärfe nach vorn nicht ausgenutzt wird.

Es sei noch einmal daran erinnert, daß man sich am besten an die günstigsten Blenden 1:5,6 und 1:8 hält. Sie ergeben bei genügend kurzen Belichtungszeiten eine große Tiefenschärfe und zugleich ein günstiges Auflösungsvermögen und genügend starke Kontraste. Größere Lichtstärken werden nur bei ungünstigen Lichtverhältnissen und bei sehr raschen Objektbewegungen angewendet.

Darüber hinaus kann man mit voller Objektivöffnung und extrem hohen Lichtstärken den Tiefenschärferaum bewußt begrenzen. Dann steht das Hauptmotiv ohne störendes Beiwerk klar im Bild. Das Objekt löst sich plastisch vom Hintergrund, der in allgemeiner Unschärfe verschwimmt (Porträt, Tier, Blüte; Bild 416). Große Lichtstärke in Verbindung mit Mattscheibeneinstellung ermöglicht außerdem ein sehr genaues Einstellen des sehr hellen Mattscheibenbildes auf Punktschärfe. Man blendet erst nach dem Einstellen ab.

Moderne Apparate erleichtern diese Arbeit durch *Blendenvorwahl*. Zunächst wird die gewählte Blende am Vorwahlring fest eingestellt (Bild 124). Dann stellt man bei voller Objektivöffnung auf der Mattscheibe scharf ein und dreht, ohne den Apparat noch einmal aus der Aufnahmestellung zu nehmen, den Blendenstellring bis zum festen Anschlag des Vorwahlrings.

Inzwischen ist die Entwicklung bereits einen Schritt weitergegangen. VEB Carl Zeiss, Jena, brachte die ersten Objektive mit Blendenvorwahl und *automatischer Blende* heraus. Zunächst sind es nur das Tessar 2,8/50 mm, das Biotar 2/58 mm das Flektogon 2,8/35 mm und das Biometar 2,8/80 mm für Exakta Varex und Praktina. Bei ihnen stellt man den gewünschten Blendenwert zunächst fest ein, wobei eine Feder gespannt wird. Die Mattscheibeneinstellung nimmt man bei voller Objektivöffnung vor. Beim Auslösen des Verschlusses springt zunächst die Blende automatisch auf den vorgestellten Blendenwert (*Springblende*; Bilder 160 und 162), und erst dann wird der Schlitzverschluß ausgelöst. Die automatische Blende ist ein weiterer Schritt zu erhöhter Aufnahmebereitschaft bei Mattscheibeneinstellung.



Bild 124. Einstellung der Blendenvorwahl. Ein mit Anschlag versehener Vorwahlring wird auf die Arbeitsblende eingestellt. Dann stellt man das Objekt auf der Mattscheibe bei voller Objektivöffnung scharf ein und dreht vor der Aufnahme die Blende bis zum Anschlag des Vorwahlrings

### III. Die Bildfeldeinstellung

(Hierzu Typentafel II: Die fotografische Kamera, und Typentafel III: Die fotografischen Kameras der Deutschen Demokratischen Republik [technische Daten])

#### a) Vom Mattscheibenapparat zur Spiegelreflexkamera

##### 1. Die Mattscheibeneinstellung

Großformatapparate besitzen eine *Mattscheibe*. Das ist bei der Atelierkamera eine Mattglasscheibe, die in der Filmebene liegt. Bei den zusammenklappbaren Reisekameras ist sie wegen des hohen Eigengewichts und wegen ihrer Zerbrechlichkeit häufig durch eine mattierte Kunststoffolie ersetzt. Dann besteht allerdings die Gefahr, daß sich die Folie zieht oder durchbiegt und im Mittelteil nicht mehr in der Filmebene liegt. Fehlerhafte Scharfeinstellung ist die Folge.

Die Mattscheibeneinstellung setzt Stativaufnahmen voraus. Da das Bild zunächst auf der Mattscheibe eingestellt und diese anschließend gegen eine Kassette ausgetauscht werden muß, läßt sich eine sorgfältige Einstellung nur bei Stativaufnahmen durchführen. Zweitens darf sich das eingestellte Objekt nachträglich nicht aus der Einstellebene herausbewegen.

Dieser Nachteil der Mattscheibeneinstellung wird auf zwei Arten überwunden. Die *Mentor-Atelier-Spiegelreflexkamera* verbindet die Vorteile der exakten Mattscheibeneinstellung mit sofortiger Aufnahmebereitschaft. Die *Linhof-Technika III E* (Bild 125) besitzt einen Großbildsucher mit eingebautem Entfernungsmesser für

die verschiedenen Objektivbrennweiten, dessen Sucherbild nach Art der Gummlinse verändert und der jeweils verwendeten Brennweite angepaßt wird. So kann die Einstellung entweder unmittelbar mit dem gekuppelten Großbildsucher vorgenommen oder aber die Mattscheibeneinstellung bis zum Augenblick der Aufnahme durch Kontrolle im Sucher nachgestellt werden.

Den Nachteilen der Mattscheibeneinstellung stehen beachtliche Vorteile gegenüber. Das Mattscheibenbild

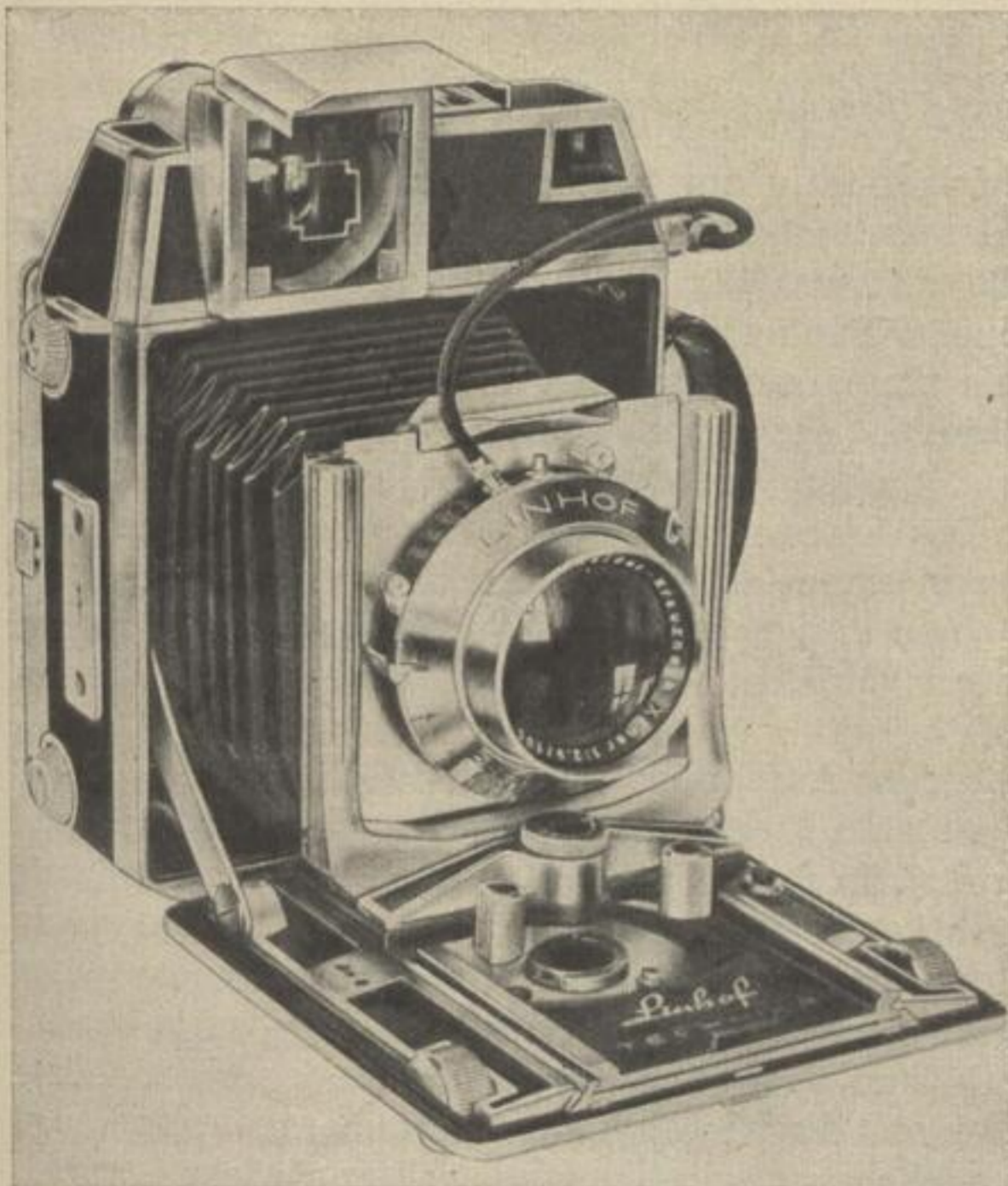


Bild 125. Linhof-Technika III E, Aufnahmeformat  $6 \times 9$  cm; eine Präzisionskamera mit eingebautem Universal-Meßsucher. Sie vereinigt die Vorzüge einer Schnappschuß-Handkamera mit denen eines Ateliergeräts und erlaubt die Anwendung von Platten und von Rollfilmen in den Aufnahmeformaten  $6 \times 9$  und  $6 \times 6$  cm

hat die Größe des Aufnahmeformats. Man sieht das Bild groß, klar, farbig und plastisch vor sich. Man hat daher die Mattscheibenapparate auch die »sehenden« und »anschaulichen« Aufnahmeapparate genannt. Allerdings verführt gerade das farbenschöne Mattscheibenbild vielfach den Anfänger zu einer Aufnahme, die sich später als Fehlleistung erweist, wenn im Schwarz-Weiß-Verfahren die Farben wegfallen. Wir müssen uns das farbige Mattscheibenbild erst in Schwarz-Weiß umdenken. Wir müssen bereits bei der Aufnahme mit den Mitteln der Schwarz-Weiß-Technik, mit Licht und Schatten, arbeiten, wenn wir wirkungsvolle Bilder erhalten wollen. Das Mattscheibenbild ist kopfstehend und seitenverkehrt. Das erschwert ebenfalls die Aufnahme und die Beurteilung des Bildausschnitts. Eine sorgfältige Bildkomposition verlangt also von uns eine gedankliche Umkehr des Bildes und eine Abstraktion von der Farbe. Damit wird von uns ebensoviel Gedankenarbeit verlangt wie bei der Beurteilung eines zwar kleinen, dafür aber aufrechten Sucherbildes. In beiden Fällen macht Übung den Meister.

Auf der Mattscheibe ist eine peinlich genaue Scharfeinstellung möglich. Aber auch diese erfordert Übung. Man nimmt sie bei voller Objektivöffnung vor, damit das Mattscheibenbild genügend hell ist. Hier zeigt sich der Vorteil moderner Objektive mit Blendenvorwahl und Springblende, bei denen man nachträglich nicht noch einmal die Blende genau einstellen muß. Man stellt auf hell beleuchtete Kanten oder Details ein. Hierbei schirmen Lichtschutzkappen das Seitenlicht und einen Teil des Rücklichts ab. Wenn beide voll auf die Mattscheibe fallen, würde das dunklere Mattscheibenbild vollends verblassen. Bei dunklen Objekten und störendem Rücklicht wird ein schwarzes Tuch zum Abschirmen verwendet, wie es zur Jahrhundertwende noch zum charakteristischen und nicht wegzudenkenden Inventar jedes Fotografen gehörte.

## 2. Die kastenförmige Spiegelreflex

Die Weiterentwicklung führt folgerichtig zur Spiegelreflexkamera. In ihr sind zahlreiche Unzulänglichkeiten des Mattscheibenapparats beseitigt. Da ist zunächst die *zweiäugige Spiegelreflex* (Bilder 11 und 12). Bei ihr sitzt über dem Aufnahmeapparat ein von diesem getrennter Sucherapparat, der Größe und Gewicht des Gesamtapparats erhöht. Beide Apparate arbeiten unabhängig voneinander. Das Bild, das vom Sucherobjektiv entworfen wird, fällt auf einen fest eingebauten Spiegel und wird nach oben auf die Mattscheibe in der Decke des Apparats reflektiert (Bild 12). Dort entsteht ein aufrechtes, aber seitenverkehrtes Mattscheibenbild. Damit es in einem abgedunkelten Raum gut sichtbar ist, wird die Mattscheibe durch einen aufklappbaren Lichtschacht vor Ober- und Seitenlicht geschützt. Das untere Objektiv erzeugt als Aufnahmeobjektiv das Filmbild.

Die erste zweiäugige Spiegelreflex im Aufnahmeformat  $6 \times 6$  cm war die *Rolleiflex*, die im Jahre 1929 von der Firma Franke und Heidecke, Braunschweig, auf den Markt gebracht wurde (Bild 11). In ihrer Vollendung und Präzision wurde die Rolleiflex zur Wegbereiterin für die weltweite Verbreitung gerade dieses Kameratyps. In der Zeit der abklingenden Großformatkameras wurde sie zum Inbegriff einer raschen und dabei präzisen Einstellung und der Schußbereitschaft. Ständig bleibt das bewegte Objekt unter direkter Beobachtung, auch noch während der Aufnahme selbst. Wenn auch in der Zwischenzeit die Kleinbildkamera immer mehr an Boden gewann und zur unübertroffenen Schnappschußkamera weiterentwickelt wurde,



Bild 126. Weltaflex, zweiäugige Spiegelreflexkamera des VEB Welta-Kamera-Werks, Freital (Sa.) im Aufnahmeformat  $6 \times 6$  cm

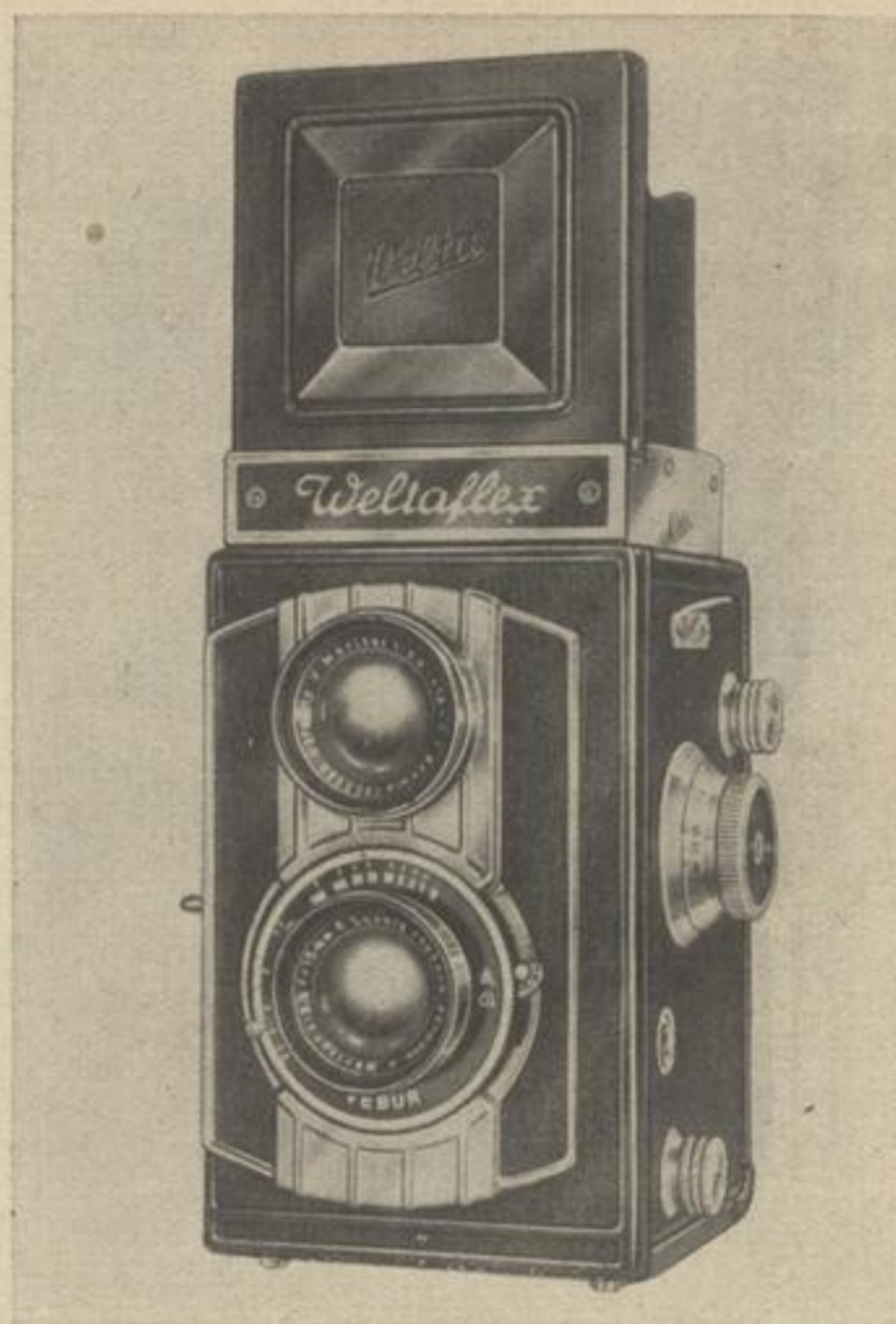
so ist die Rolleiflex auch heute noch eine der bevorzugten Kameratypen, die in sich die Vorteile der kleineren Brennweite gegenüber großformatigen Kameras und der besseren Auflösung und Vergrößerungsfähigkeit gegenüber dem Kleinformat vereinigt. Für Qualitätsaufnahmen und Meisterfotos ist das  $6 \times 6$ -Format dem Kleinbildformat weit überlegen, und die Rolle hat dazu alle Vorzüge der Mattscheibeneinstellung ohne die Nachteile der Mattscheibenkamera.

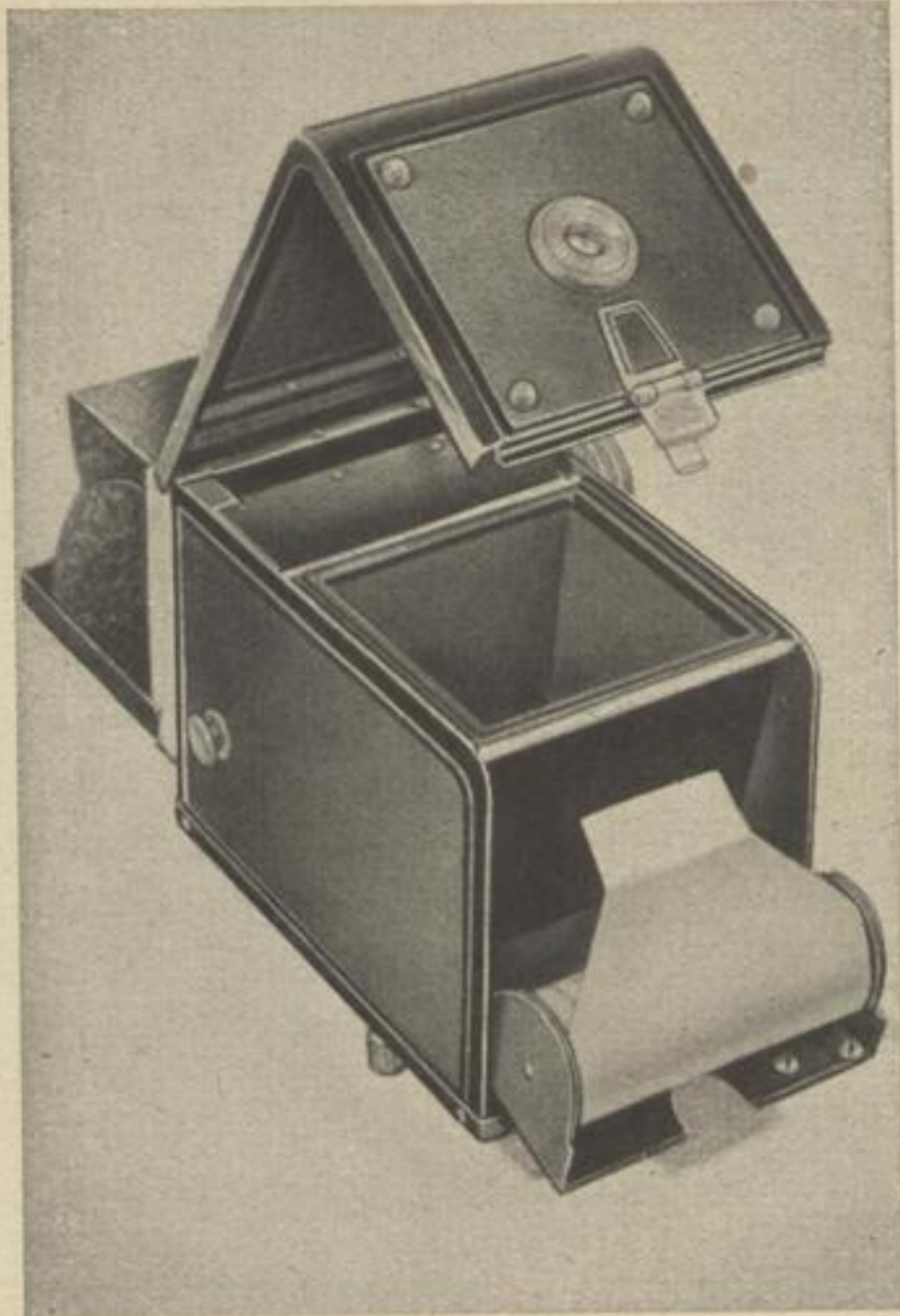
Da Mattscheiben- und Filmbild durch zwei Objektive entworfen werden, kann man die Öffnung des Sucherobjektivs größer halten als diejenige des Aufnahmeobjektivs. Das ist in doppelter Hinsicht vorteilhaft. Es wird das Mattscheibenbild dann heller. Gleichzeitig wird die Einstellgenauigkeit erhöht; denn durch die geringere Schärfentiefe des Sucherobjektivs lassen sich Abweichungen von der höchsten

Schärfe leichter erkennen; das erleichtert die Scharfeinstellung. Schon bei geringen Abweichungen von der Punktschärfe macht sich eine rapid anwachsende Unschärfe bemerkbar.

Besonders bei bewegten Objekten ist eine ständige Veränderung des Bildausschnitts und der Scharfeinstellung erforderlich. Hier zeigt sich der Vorteil der Spiegelreflex. Wir können das Objekt bis unmittelbar zum Zeitpunkt der Aufnahme beobachten und die Schärfe ständig nachstellen; denn es fällt vor der Aufnahme der Austausch der Mattscheibe gegen die Kassette weg. Bei der zweiäugigen Spiegelreflex kann darüber hinaus das Objekt auch noch während der Aufnahme auf dem Mattscheibenbild beobachtet werden. Man kann also rechtzeitig ungünstige Bewegungen während der Aufnahme, wie zum Beispiel das Schließen der Augen, bemerken und die Aufnahme gegebenenfalls wiederholen.

In der Kamera sind zwei optische Systeme übereinander angeordnet. Ihre optischen Achsen stimmen nicht überein, sondern verlaufen parallel zueinander im Abstand beider Objektive. Daher stimmen auch bei gleicher Brennweite ihre Bildwinkel nicht überein. Das Aufnahmeobjektiv entwirft von sehr nahe gelegenen Objekten ( $< 4$  m) ein Filmbild, das gegenüber dem Mattscheibenbild verschoben erscheint. Bei Nahobjekten darf man daher vor der Aufnahme nicht vergessen, den Parallaxenausgleich vorzunehmen, sonst kann die Bildfeldverschiebung auf dem Negativ zu Bildfeldbegrenzungsfehlern führen. Nachteilig an der zweiäugigen Spiegelreflex wirkt das fest eingebaute Aufnahmeobjektiv, das nicht durch ein solches anderer Brennweite ausgewechselt werden kann. Das Filmeinlegen bei der zweiäugigen Spiegelreflex ist in den Bildern 127 und 128 dargestellt.



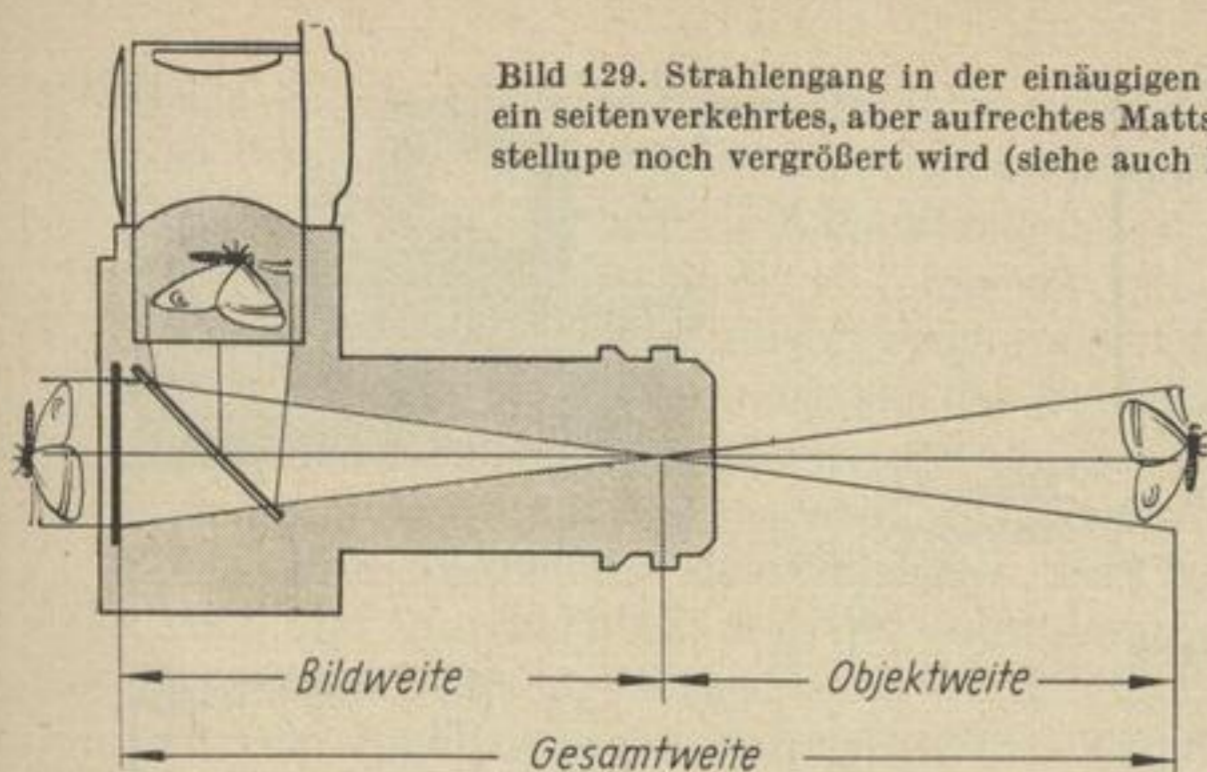


Völlig anders arbeitet die *einäugige Spiegelreflex* (Bild 129). Das Aufnahmeobjektiv ist zugleich Sucherobjektiv. Es kann daher beliebig gegen ein anderes mit anderer Brennweite oder anderen bildgestalterischen Eigenschaften (zum Beispiel gegen einen Weichzeichner) ausgetauscht werden. Die eindringenden Lichtstrahlen fallen auf einen beweglichen Spiegel, der im Innern des starren Kastens mit einem Neigungswinkel von  $45^\circ$  eingebaut ist. Er wirft das vom Objektiv eingestrahelte, kopfstehende Bild auf eine Mattscheibe, die als Decke den Kasten nach oben abschließt und durch einen aufklappbaren Lichtschacht vor Seiten- und Oberlicht geschützt ist. Dort ist das Mattscheibenbild in der Größe des Aufnahmeformats aufrecht, aber seitenverkehrt sichtbar. Durch vorklappbare Einstelllupen kann es vergrößert und damit die Einstellgenauigkeit erhöht werden. Gegenüber den früheren Mattscheibenapparaten, bei denen auf das kopfstehende Mattscheibenbild in der Kniebeuge und unter einem schwarzen Tuch eingestellt werden mußte, zeigt sich die klare Überlegenheit der modernen Spiegelreflex. Man schaut bequem von oben herab in den Lichtschacht, wählt den geeigneten Bildausschnitt und stellt scharf ein. Bisweilen wirkt sich die erzwungene »Bauchperspektive« gegenüber der gewohnten »Augenperspektive« ungünstig aus. Bereits niedrige Zäune bilden dann bildzerschneidende

Bild 127. Filmeinlegen bei der Reflekta II (a). Die Kamerarückwand wird aufgeklappt und die neue Filmspule in das herausgeschwenkte untere Spulenlager derart eingelegt, daß beim Abwickeln die rote Seite des Schutzpapiers nach außen zeigt. Nach dem Zurückklappen des Spulenhalters ins Lager wird die Zunge des Filmanfangs in der Leerspule des oberen Spulenlagers befestigt. VEB Welta-Kamera-Werk, Freital (Sa.)

Bild 128. Filmeinlegen bei der Reflekta II (b). Der Film wird straff angezogen und beim Drehen des Filmtransportknopfes weitertransportiert

Bild 129. Strahlengang in der einäugigen Spiegelreflex. Das Aufnahmeobjektiv entwirft ein seitenverkehrtes, aber aufrechtes Mattscheibenbild, das durch eine vorgeklappte Einstellupe noch vergrößert wird (siehe auch Bilder 158 und 163)



Barrieren, und im Menschen-  
gewühl kann man nicht über die  
Köpfe der Umstehenden hin-  
wegfotografieren. Bei Gruppen-  
aufnahmen ragen die Köpfe der  
Personen in den Himmel, wäh-  
rend sie bei Aufnahmen aus  
Augenhöhe gegen den dunklen  
Hintergrund von Buschwerk

oder Gebäudeteilen usw. stehen. In allen diesen Fällen kehrt man die Kamera um und blickt von unten in den Lichtschacht. Gegenüber der normalen Augenstellung gewinnt man dann noch an Höhe, Reichweite und freier Sicht.

Bei der einäugigen Spiegelreflex kann man das Mattscheibenbild nur bis zum Augenblick der Aufnahme beobachten. Beim Auslösen klappt der bewegliche Spiegel hoch, und damit ist das Mattscheibenbild ausgelöscht. Das Licht fällt direkt und ungehindert auf die lichtempfindliche Schicht an der Rückwand der Kamera. Eine Weiterbeobachtung des Objekts während der Aufnahme auf der Mattscheibe ist also nicht möglich. Da wir nur ein Objektiv haben, muß dieses häufig vor der Aufnahme abgeblendet werden. Dann ist auch das Mattscheibenbild entsprechend düster und kann weniger genau in der Schärfe nachgestellt werden. Dafür hat die einäugige Spiegelreflex aber den unschätzbaren Vorteil eines stets parallaxenfreien Mattscheibenbildes, das vollkommen zuverlässig mit dem Bildausschnitt des Filmbildes übereinstimmt. In den neuesten Kamerakonstruktionen ist übrigens der kleine Nachteil der einäugigen Spiegelreflex bereits überwunden. Die Blende wird vorgewählt. Bei voller Objektivöffnung beobachtet man das Objekt auf der Mattscheibe und stellt scharf ein. Beim Betätigen der Auslösung springt die Blende automatisch auf den vorgewählten Wert.

## b) Die Sucher

### 1. Durchsichtsucher

Will man Momentaufnahmen aus freier Hand mit einer Mattscheibenkamera durchführen, so muß der Apparat vor der Aufnahme fertig eingestellt und die Mattscheibe bereits gegen die Kassette ausgewechselt werden. Dann ist der Apparat aber blind. Als Behelfsmittel zur Bildfeldbegrenzung besitzt er einen Sucher. Man unterscheidet Durchsicht- und Aufsichtsucher. *Durchsichtsucher* sind Mattscheibenersatz. Der Apparat wird in Augenhöhe gehalten und das Objekt durch den Sucher anvisiert. Der *Aufsichtsucher* ist eine kleine Spiegelreflex; er bedingt Bauchhaltung und Bauchperspektive.

Der einfachste und zugleich zuverlässigste aller Sucher ist der *Rahmensucher* oder *Ikonometersucher*, der ohne jedes Glas auskommt (Bilder 8, 130 und 131). Er besteht aus zwei Teilen. Der große Drahtrahmen im Aufnahmeformat ist heraus-

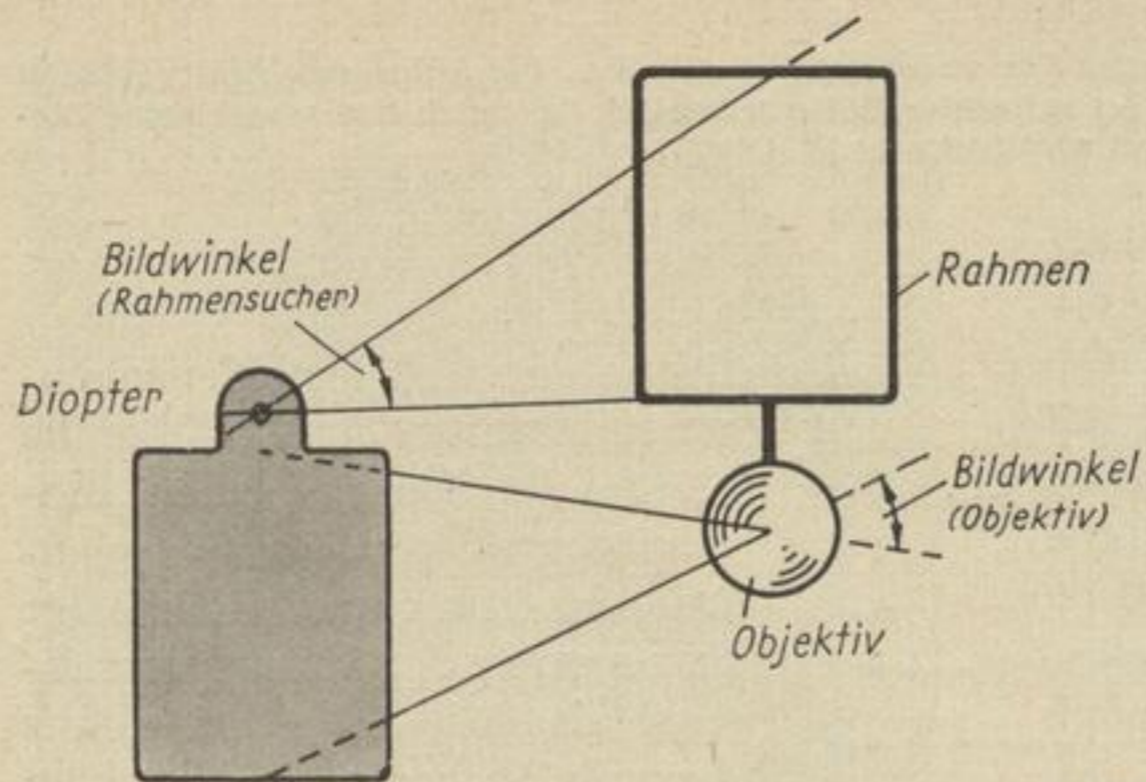


Bild 130

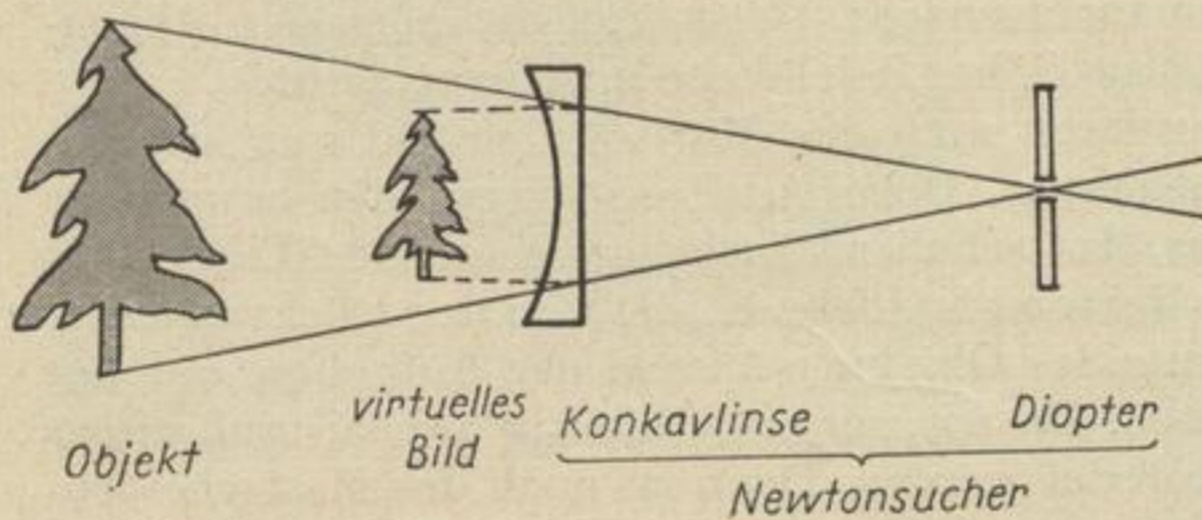


Bild 133

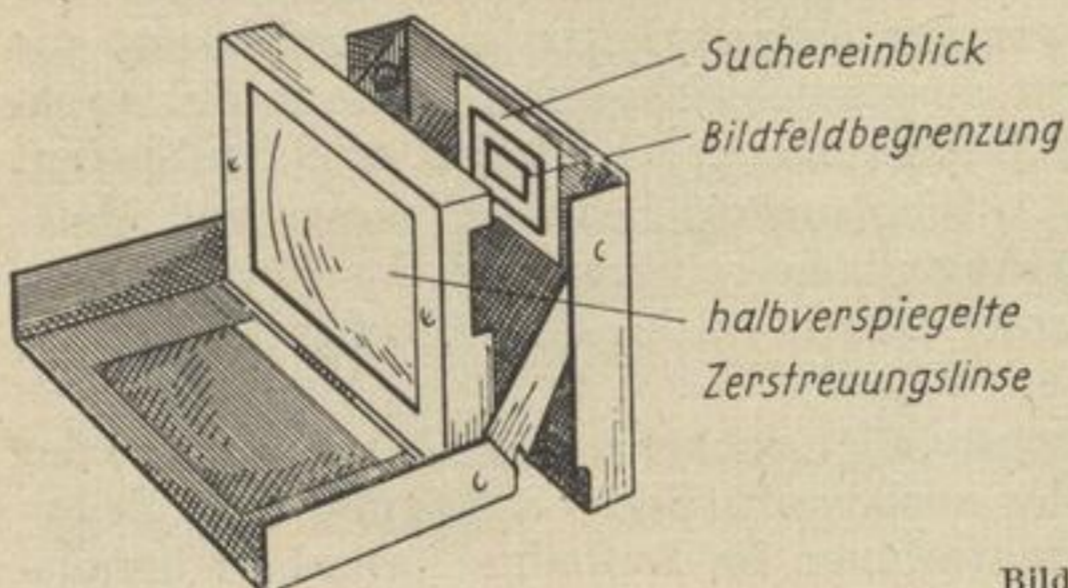
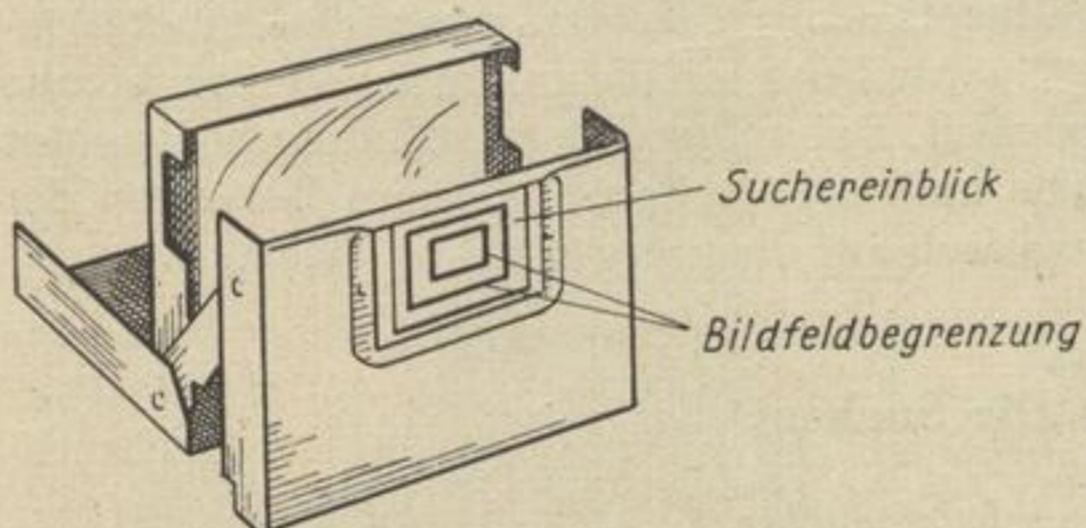


Bild 135

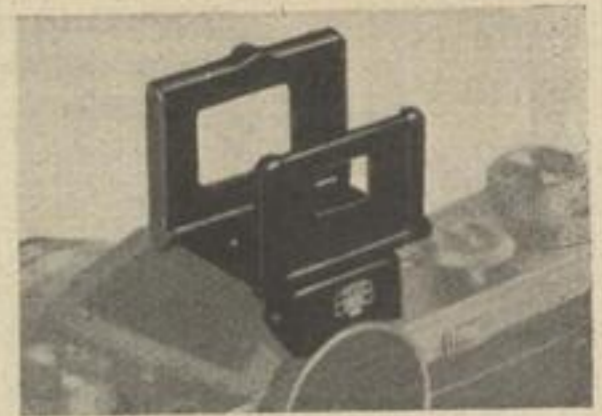


Bild 131

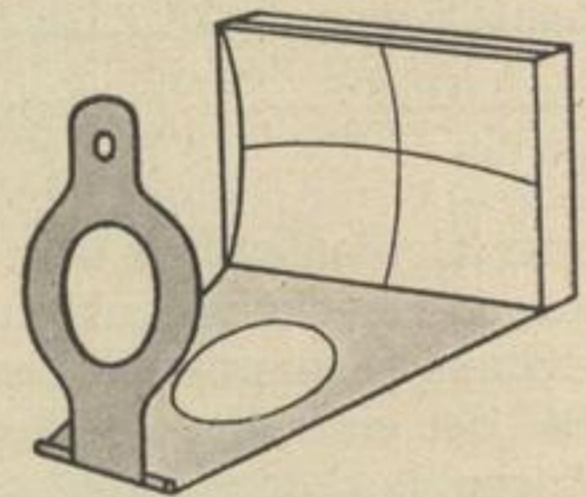


Bild 132

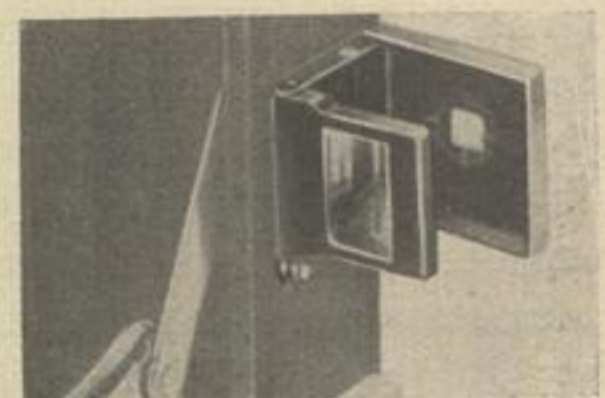


Bild 134

Bild 130. Bau und Funktion des Rahmensuchers

Bild 131. Rahmensucher zur Contax D

Bild 132. Der Newton-Sucher, der optische Durchsichtsucher. Er besteht aus einem Diopter und vorge-schaltetem Rahmen mit plankonkaver Zerstreuungslinse

Bild 133. Arbeitsweise des Newton-Suchers

Bild 134. Optischer Durchsichtsucher nach dem Prinzip des Newton-Suchers in der Ercona. Einblick von hinten

Bild 135. Sportsucher (Albada-Sucher)

Oben: Aus der Visierichtung  
Unten: Seitlich gesehen  
(Zerstreuungslinse links und Diopter rechts)

klappbar; er ist fest mit dem Objektiv verbunden und macht dessen Bewegungen mit. Der zweite Teil, der *Dioptr*, eine aufklappbare Metall-Lasche mit eingestanztem Sehloch, ist fest mit dem Kameragehäuse verbunden. Der Dioptr weist dem Auge die Beobachtungsstelle zu.

Beim Blick durch das Sehloch des Diopters gibt der Metallrahmen den Bildausschnitt an. Da der Rahmen beim Ausziehen des Balgens gleichzeitig mit dem Objektiv vom Dioptr entfernt und bei Hoch- und Tiefstellung des Objektivs ebenfalls entsprechend gehoben und gesenkt wird, entspricht der Bildwinkel des Rahmensuchers immer dem Bildwinkel des Objektivs. Das ist sein großer Vorzug. Wegen seiner Größe und Starrheit läßt sich der Rahmen nur an Klappapparaten anbringen, in die er in der Ruhelage eingeklappt werden kann (Bild 8). Bei starren Kästen wird er durch einen kleineren Rahmensucher oder den Newton-Sucher ersetzt.

Auch der *Newton-Sucher* (Bild 132) besteht aus zwei Teilen, einem Rahmen und einem Dioptr. Der Rahmen wird in diesem Falle durch eine plankonkave Zerstreuungslinse ausgefüllt. Im Gegensatz zum Rahmensucher ist der Newton-Sucher also ein optischer Durchsichtsucher. Vor seiner Zerstreuungslinse entsteht ein sehr kleines, aufrechtes, virtuelles Bild des anvisierten Objekts (Bild 133). Durch den Bau der Linse wird dafür gesorgt, daß es in seinem Bildwinkel mit dem Bildwinkel des Objektivs und in seinen Ausmaßen mit der Bildfeldbegrenzung der Kamera übereinstimmt.

Bei sehr kleinem Sucherbild rücken Linse und Dioptr eng zusammen. Das Beobachtungsloch im Dioptr muß daher sehr klein gehalten oder durch eine Lupe ersetzt werden, die das virtuelle Sucherbild vergrößert (Bild 134). Man hat denselben Bildeindruck wie beim Blick durch einen umgekehrten Prismenfeldstecher.

Der *Albada-Sucher* (Bild 135) von Zeiss-Ikon ist ein verbesserter Newton-Sucher. Der Dioptr trägt auf der der Linse zugewandten Seite einen hellen Rahmen. Er spiegelt sich an der halbversilberten Innenfläche der Zerstreuungslinse. Diese projiziert die weiße Umrandung des Diopters derart ins Auge, daß sie als plastische, weiße Bildfeldbegrenzung am Ort des Aufnahmegegenstands gesehen wird. Daher nimmt das Auge beide, Objekt und Bildfeldrahmen, gleichzeitig scharf wahr. Das ausnutzbare Bildfeld ist klar mit weißen (in anderen Fällen mit schwarzen) Balken abgegrenzt. Es ist von großem Vorteil, daß man ringsum noch die Umgebung mitsieht, und zwar speziell für Aufnahmen stark bewegter Objekte, so zum Beispiel bei zahlreichen Sportaufnahmen. Nach dieser speziellen Verwendung bezeichnet man den Sucher auch als *Sportsucher*.

## 2. Aufsichtsucher

Der Aufsichtsucher ist eine kleine Spiegelreflexkamera. Sie besteht aus einer Aufnahme linse, einem Spiegel, der das Bild nach oben wirft, und einer Mattscheibe, auf der das Bild im richtigen Bildausschnitt zu sehen ist (Bild 136). Dieser Aufsichtsucher ist sehr billig, aber auch sehr unvollkommen. Das von der Linse aufgenommene Licht wird auf der Mattscheibe stark gestreut. Das Mattscheibenbild ist daher sehr dunkel und wird durch das voll auftreffende Tageslicht außerdem so stark abgeschwächt, daß das Gesamtbild flau und oft kaum zu erkennen ist. Hinzu kommt die ausgesprochene Kleinheit des Sucherbildes. Man wendet diesen billigen, schlechten Sucher daher nur bei den billigsten Kastenapparaten an. In Fortentwicklung seines Bauplans wird die lichtstreuende Mattscheibe durch

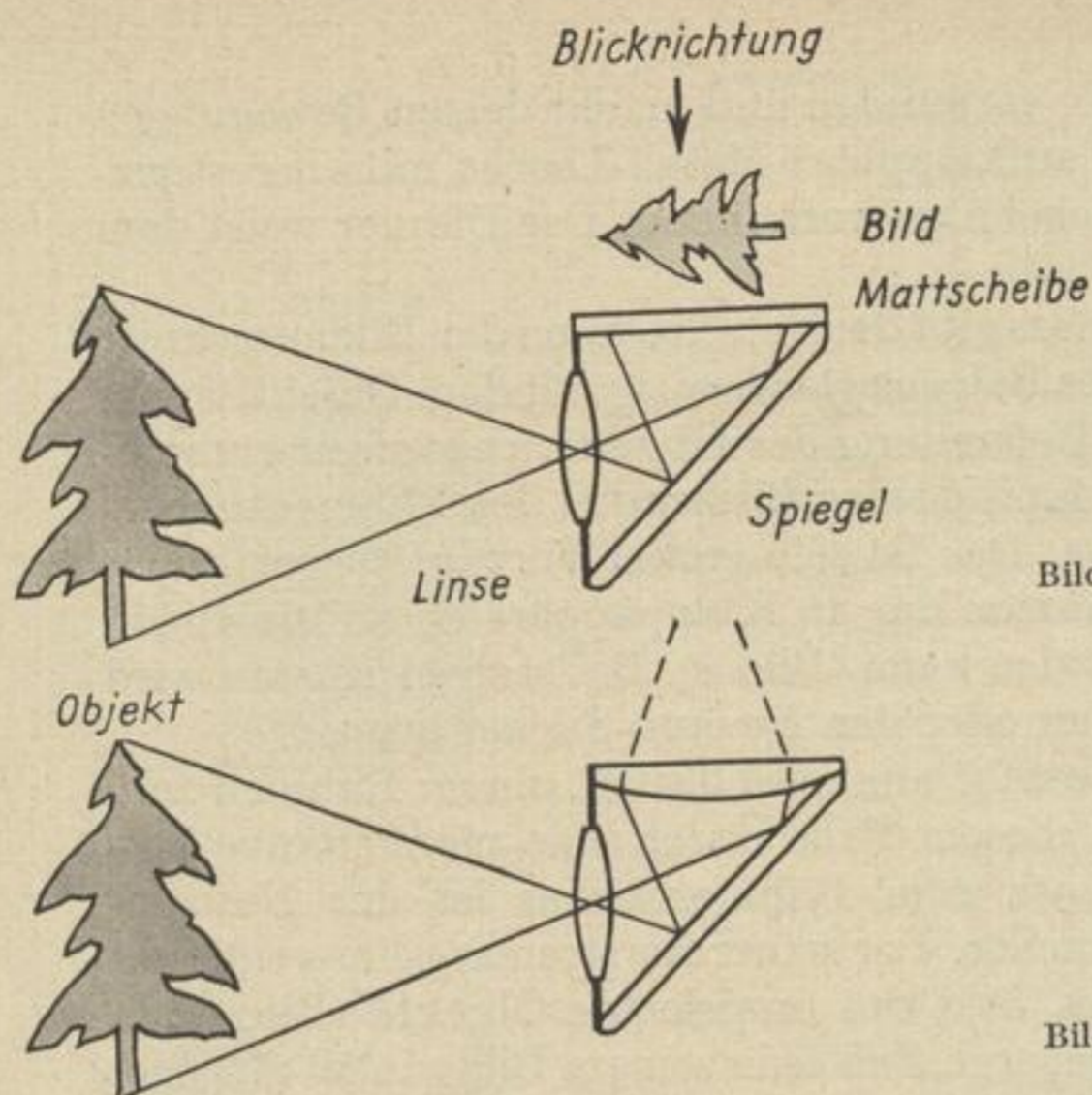


Bild 136

Bild 137

Bild 136. Arbeitsweise des Aufsichtsuchers

Bild 137. Arbeitsweise des Brillantsuchers

Bild 138. Brillantsucher

Bild 138



eine Feldlinse ersetzt. Die Vorderlinse wird im Auge des Beobachters abgebildet. Es entsteht ein helles und scharfes, ein »brillantes« Bild, das aufrecht, aber seitenverkehrt ist. Das ist der Bau des *Brillantsuchers* (Bilder 137 und 138). Das Bild ist trotz der Kleinheit klar und gut zu sehen.

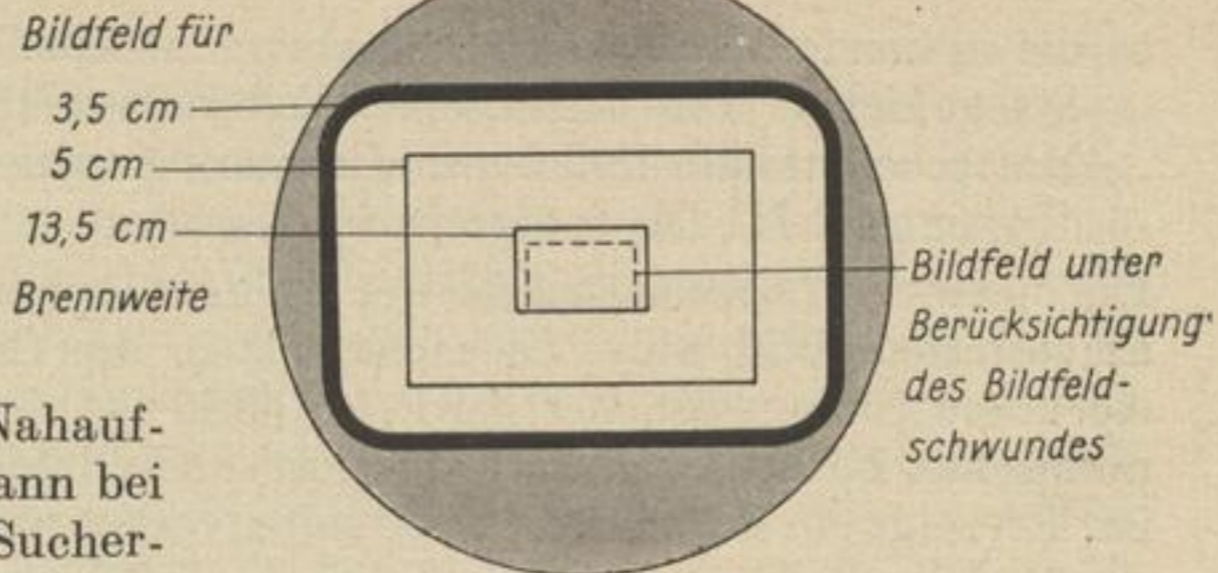
Zur weiteren Verbesserung des Brillantsuchers wurden Sucherlupe hergestellt, die dem Sucher aufgesteckt werden. Das Bild erscheint dann vergrößert und noch klarer, da das Seitenlicht weitgehend abgeschirmt ist. Die Sucherlupe bringen noch einen weiteren Vorteil mit sich. Der Apparat mit der Lupe muß dem Auge genähert werden und rückt hierbei aus der oft ungünstigen Bauchperspektive in eine mittlere Höhenlage.

Der Bildfeldausschnitt des Brillantsuchers weicht bisweilen erheblich vom Bildfeld des Objektivs ab. Es kommt vor, daß durch die Abweichungen Berggipfel, Turmspitzen, Köpfe von Personen, regelmäßig beschnitten, im Aufnahmebild erscheinen. Man muß daher zunächst die Genauigkeit des Suchers überprüfen. Hierzu setzt man den Apparat auf ein Stativ und stellt zum Beispiel einen größeren Gebäudekomplex auf der Mattscheibe ein. Mit dem Mattscheibenbild vergleicht man das Sucherbild, indem man die Fenster oder andere mehrfach wiederkehrende Einzelheiten auszählt. Umfang und Richtung eventueller Abweichungen des Suchers müssen bei künftigen Aufnahmen entsprechend in Rechnung gestellt werden, wobei man an die seitenverkehrte Darstellung im Sucher denken muß.

### 3. Die Sucherfehler

Alle starr am Apparat befestigten Durchsicht- und Aufsichtsucher zeigen zwei Fehler. Aus der Verringerung des Objektivbildwinkels bei ausgesprochenen Nahaufnahmen ergibt sich der erste Fehler; denn der Bildwinkel des Suchers ist unveränderlich. Das Sucherbild ist daher bei Nahaufnahmen größer als das Filmbild. Den sich ergebenden *Bildfeldschwund* (Bild 139) berücksichtigt man meist bereits beim Bau des Suchers. Man begrenzt in der Praxis das Sucherfeld auf den

Bild 139. Bildfeldbegrenzung beim Leica-Universalsucher unter Berücksichtigung des Bildfeldschwundes bei der 135 mm-Brennweite



Bereich des Objektivbilds bei Nahaufnahmen. Das Objektivbild ist dann bei Fernaufnahmen größer als das Sucherbild. Das aber ist für die Aufnahmetechnik belanglos.

Der zweite Fehler entsteht durch die verschiedene Lage der optischen Achsen von Sucher und Objektiv. Beide liegen einander parallel, aber gegeneinander verschoben. Die Sucherachse liegt selbst beim Kleinbildapparat mehrere Zentimeter über oder seitlich der Objektivachse. Vom Ausmaß der Bildverschiebung bei parallel verlaufenden optischen Achsen kann man sich jederzeit überzeugen, wenn man bei unveränderter Blickrichtung abwechselnd das rechte und das linke Auge schließt. Beim Blick auf nahegelegene Gegenstände bemerken wir dann deutlich die Bildverschiebung. Bei Fernaufnahmen wirkt sich diese geringe Lagedifferenz nicht merklich aus. Bei Nahaufnahmen aber liegt das Sucherbild deutlich über dem Aufnahmebild (bzw. seitlich von ihm; Bild 141).

Die *Suchermißweisung* oder *Parallaxe* wirkt sich erst bei Aufnahmen aus, bei denen der Abstand des Aufnahmegegenstandes vom Apparat kürzer als 4 m ist, also bei den typischen Nahaufnahmen. Die Parallaxe macht sich um so störender bemerkbar, je näher das Objekt dem Apparat liegt und je mehr das Bildfeld von einer Großaufnahme ausgenutzt wird. Sie ist um so größer, je größer der Abstand beider optischer Achsen ist. Daher wirkt sich die Suchermißweisung bei Kleinbildapparaten nicht so stark aus wie bei der Großformatkamera. Der Fehler tritt typisch dann in Erscheinung, wenn Personen oder Großporträts nahe an den oberen Bildrand heranreichen. Denn der Oberrand des Sucherbildes kommt nicht mit zur Abbildung, und der Unterrandstreifen des Aufnahmebildes ist im Sucher nicht zu sehen (Bild 141). Durch Kippen des Suchers werden Sucherbild und Aufnahmebild zur Deckung gebracht und Bildfeldverschiebungen verhindert.

### c) Die Bildfeldeinstellung am modernen Kleinbildgerät

#### 1. Fernrohrsucher, optischer Durchsichtsucher und Winkelsucher

Beim Kleinbildapparat kommt alles auf eine genaue Begrenzung des Bildfeldes an. Die Kleinheit des Bildes zwingt zur vollen Formatausnutzung, und schon kleine Sucherfehler können wesentliche Bildteile betreffen. Es wurden daher neue Präzisionssucher entwickelt. Die Einstellvorrichtungen bedingen weitgehend die Bauart des Kleinbildapparats. Wir unterscheiden

- a) die »blinden« Apparate. Bei ihnen verläßt man sich vollkommen auf das Sucherbild. Die technische Weiterentwicklung führt zur Präzisierung des Einstellvorgangs mit Hilfe eines Entfernungsmessers und zum technischen Zusammenlegen des Meß- und Einstellvorgangs.

b) die »sehenden« Apparate. Sie haben Mattscheibeneinstellung auf der Basis der Spiegelreflex. Die technische Weiterentwicklung führt zum seitenrichtigen Mattscheibenbild und zum direkten Anvisieren des Aufnahmegegenstands (Typentafel II: Die fotografische Kamera).

Die optischen *Durchsichtsucher* der Kleinbildapparate sind zu kleinen Fernrohren umgestaltet (Bild 140), die meist fest in das Gehäuse eingebaut sind. Der aufsteckbare Universalsucher der Leica (Bild 141) ist nach dem Prinzip eines astronomischen Fernrohrs gebaut, das mit einem bildaufrichtenden Prisma gekoppelt ist. Er zeigt ein aufrechtes, aber seitenverkehrtes Bild des Objekts. Die Bauart des Suchers bedingt, daß eine Neigung der Kamera im Fernrohr auf das Doppelte vergrößert erscheint. Damit hat man eine gute Kontrolle für waagrechte und senkrechte Haltung des Aufnahmeapparats.

Zum Ausgleich des Bildfeldschwundes wird bei einzelnen Suchern das Bildfeld durch Bildfeldblenden entsprechend eingeeengt, bei anderen werden die bildfeldbegrenzenden Linien durch gestrichelte Linien ergänzt, die für ausgesprochene Nahaufnahmen gelten (Bild 139); die Grenzlinien werden häufig nach dem Albada-Prinzip ins Bildfeld gespiegelt.

Der Parallaxenausgleich wird am Leica-Universalsucher durch Neigen des Fernrohrstutzens vollzogen (Bild 141 rechts). Dazu sind ein kleiner Hebel und eine Entfernungsskala unter dem Sucher angebracht. Sucherachse und Objektivachse liegen dann nicht mehr parallel; sie werden gegeneinander geneigt, bis beide Bilder übereinstimmen. Der Parallaxenausgleich ist dann allerdings nur für die Nähe voll-



Bild 140. Optischer Durchsichtsucher an der Weltax

zogen. Das Hintergrundbild liegt im Sucher viel zu tief, das Hintergrundbildfeld des Objektivs viel höher. Doch ist das bei ausgesprochenen Nahaufnahmen meist unwesentlich.

Auch der Entfernungsmesser ist für Nahaufnahmen verstellbar. Bei Apparaten neuester Konstruktion sind Entfernungsmesser, Sucher und Entfernungseinstellung des Objektivs gekuppelt, und der Parallaxenausgleich erfolgt automatisch (*Meßsucher*; Certo-Six). Damit fallen wieder einige Handgriffe fort, und die Aufnahmebereitschaft wird erhöht. Außerdem wird ein immer wiederkehrender Fehler vermieden. Oft vergißt man, bei Nahaufnahmen den Parallaxenausgleich durchzuführen, und ebenso häufig vergißt man, nach einer ordnungsgemäß durchgeführten Nahaufnahme den Parallaxenhebel wieder auf Unendlich zurückzustellen.

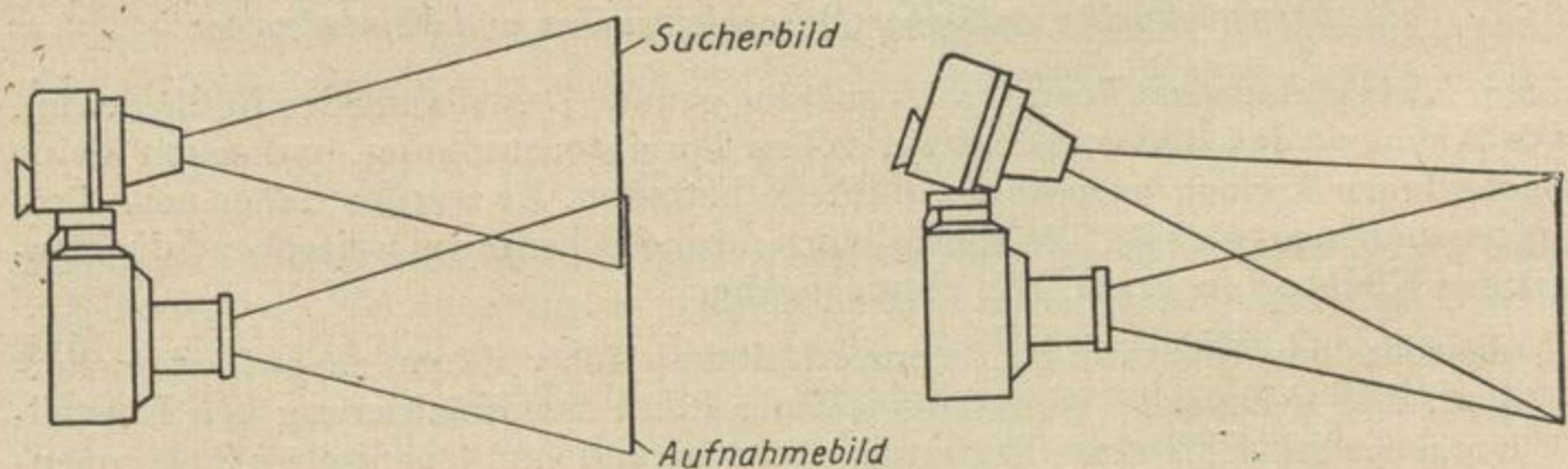


Bild 141. Ausgleich der Sucherparallaxe beim Universalsucher der Leica durch Kippen



Der Sucher gibt der modernen Kleinbildkamera das Gesicht. Er fehlte noch ihrem ersten Vertreter, der 1912 entstandenen *Ur-Leica* (Bild 142); ein von der Kamera getrennter Sucher wurde während der Aufnahme auf das Gehäuse gesteckt. Dreizehn Jahre konstruktiver Arbeit vergingen, ehe die erste Leica mit fest aufgebautem optischem Durchsichtsucher auf dem Markte erschien. Heute sind die Sucher meist fest in die Sucherbrücke eingebaut, wie zum Beispiel bei der *Taxona* (Bild 143), einer Kleinbildkamera im Aufnahmeformat  $24 \times 24$  mm. Die *Taxona* ist eine immer bereite Schnellschußkamera. Ihre wesentlichen Merkmale sind der Schnellaufzughebel, der beim Niederdrücken den Film um Bildbreite transportiert und gleichzeitig den Verschuß spannt, sowie die Rotpunkt-einstellung. Das ist eine Markierung der häufigsten Blendenstellung und Entfernungsstellung für eilige Schnappschüsse. Bild 144 zeigt das Innere der Kamera, nachdem Boden- und Rückenteil abgezogen ist, und Bild 145 das Filmeinlegen. Form und Lage des Suchers bedingen die *Kamerahaltung* während der Aufnahme. Bild 147 zeigt die horizontal gehaltene *Taxona*, die wegen ihres quadratischen Bildformats nie gekippt wird. Auf Bild 146 sehen wir die *Leica III* mit Sucher und gekuppeltem Entfernungsmesser in gekippter Stellung für Hochformataufnahmen. Dann wird die Kamerarückwand fest gegen das Gesicht gepreßt, damit die Aufnahme nicht verwackelt wird. Die richtige und sachgemäße Kamerahaltung während der Aufnahme ist entscheidend für gute Bildqualität, da schon leichte Zitterbewegungen die Vergrößerungsfähigkeit sehr stark herabsetzen bzw. das Bild unbrauchbar machen. In bezug auf die Kamerahaltung sollte man in jedem Falle die Hinweise der Bedienungsanleitung genau beachten.

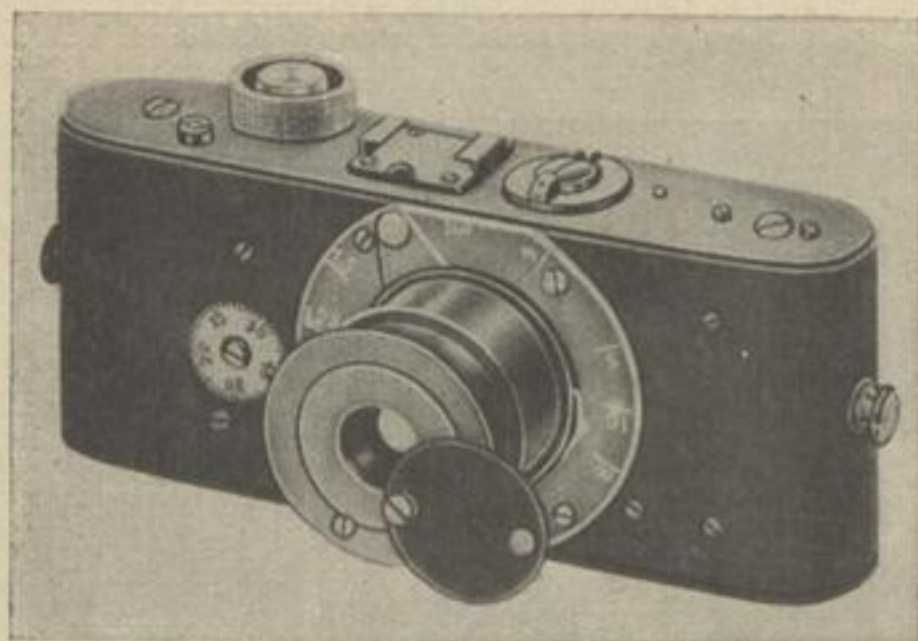


Bild 142. Ur-Leica, die 1912 von Oskar Barnack konstruierte erste Kleinbildkamera der Welt für das Aufnahmeformat  $24 \times 36$  mm

Bild 143. *Taxona*, eine moderne Kleinbildkamera im quadratischen Aufnahmeformat  $24 \times 24$  mm, ausgerüstet mit Schnellschalthebel und Rotpunkt-einstellung; VEB Zeiss-Ikon, Dresden

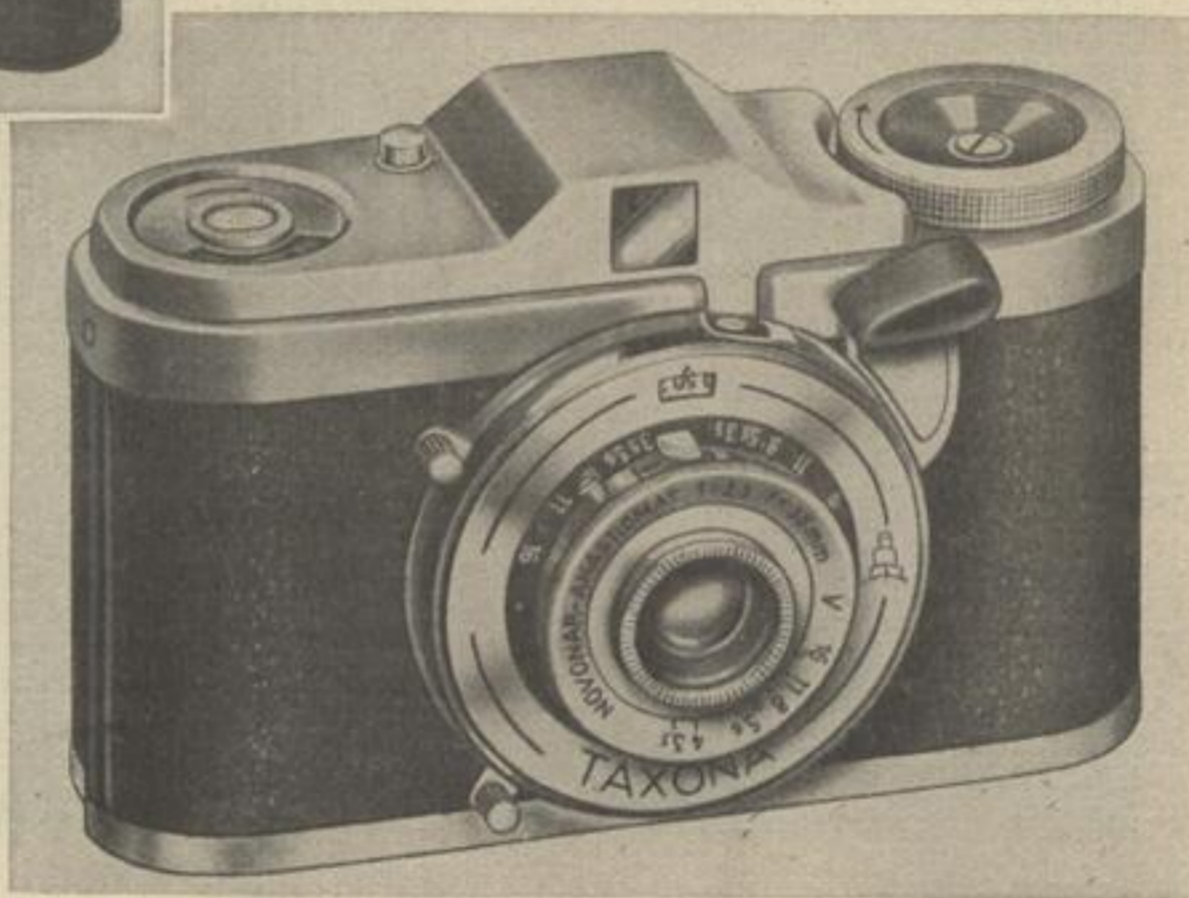




Bild 144. Taxona, geöffnet. Boden und Rücken der Kamera lassen sich in einem Stück abziehen

Bild 145. Einspulen des Kleinbildfilms in die Taxona. Die linke Filmkammer nimmt die Kassette mit dem unbelichteten Film auf. In der rechten Filmkammer befindet sich die Aufwickelspule. Die Zähne der Transportrollen greifen in die Filmperforation ein

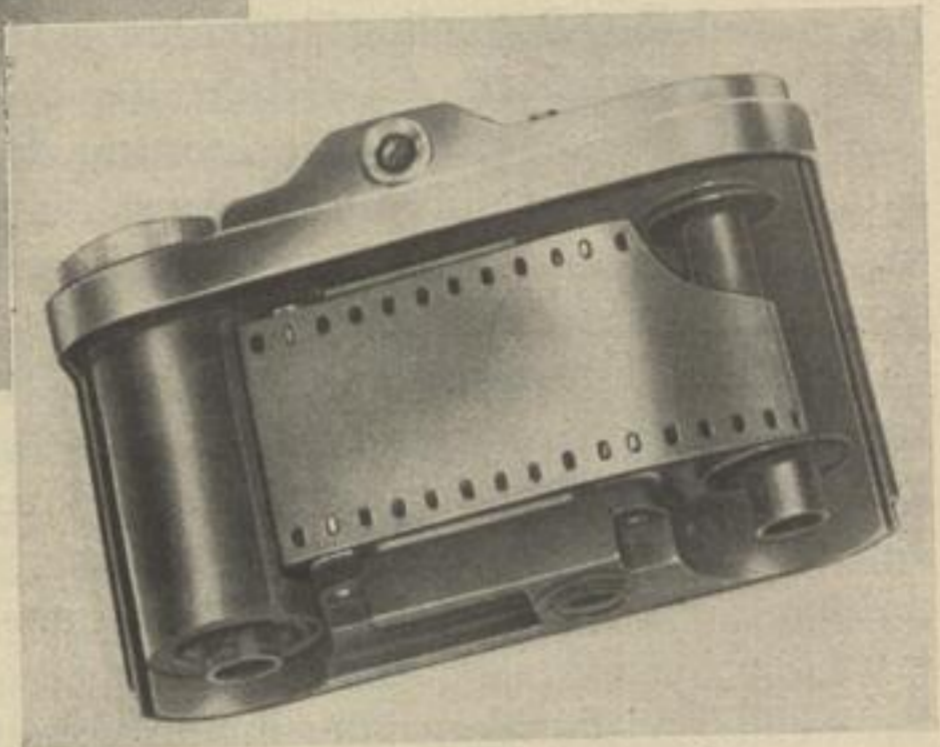
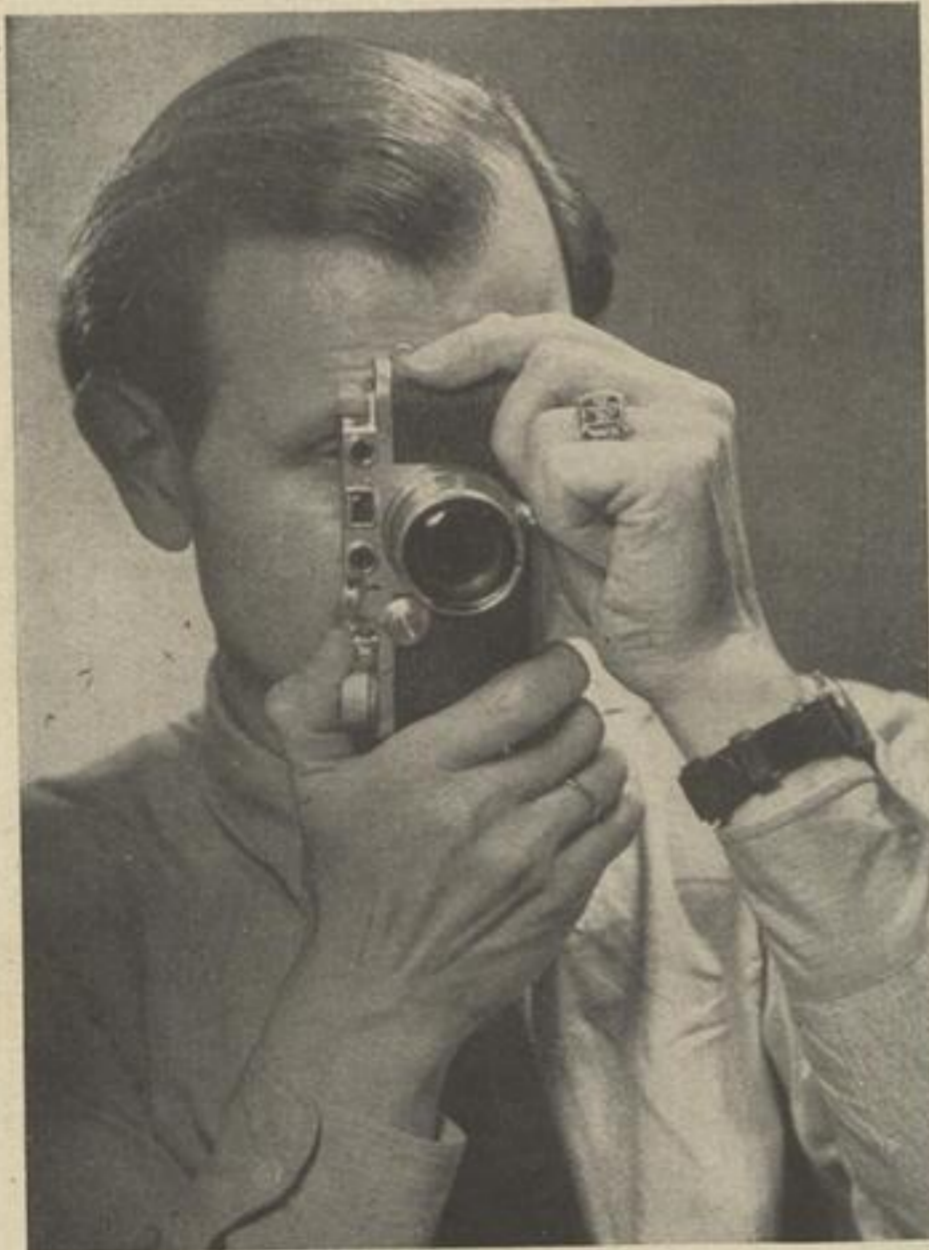


Bild 146. Aufnahmehaltung der Leica bei Hochformataufnahmen, zugleich charakteristisch für die Kleinbildkameras, die mit der Rückwand fest gegen das Gesicht gepreßt werden (In diesem Falle Schnellschnappschuß mit Anvisieren direkt durch den Entfernungsmesser)

Bild 147. Aufnahmehaltung der Kleinstkamera Taxona (einheitliche Haltung, da quadratisches Bildformat). Zugleich die charakteristische Aufnahmehaltung der Kleinbildkameras bei Querformataufnahmen



Als Zusatzgerät für Kleinbildapparate wird verschiedentlich ein *Winkelsucher* angeboten, der auf den Apparat gesteckt werden kann. Mit seiner Hilfe kann man im rechten Winkel zur Visierichtung fotografieren. Das ergibt Möglichkeiten für unauffällige Schnappschüsse. Seine Anwendung ist in Ländern wichtig, in denen sich die Bewohner aus Furcht und Aberglauben oder auch durch religiöse Bestimmungen nicht gern fotografieren lassen.

Das Arbeiten mit dem Winkelsucher muß erst geübt werden. Als Unsicherheitsfaktoren beim Einstellen treffen das seitenverkehrte Sucherbild und das Anvisieren um die Ecke zusammen. Dabei scheidet eine Direktbeobachtung des Objekts aus. Auch die Entfernungsmessung »um die Ecke« mit dem gekuppelten Entfernungsmesser bietet Schwierigkeiten, die durch Üben überwunden werden. Mit der Kleinbildspiegelreflex sind solche Aufnahmen wesentlich einfacher, weil die Blickrichtung zur Mattscheibe senkrecht auf der optischen Achse der Kamera steht. Wir arbeiten im Hochformat, halten die Kamera in Augenhöhe und können beim Blick auf die Mattscheibe im rechten Winkel zur Blickrichtung zum Beispiel um eine Hausecke herum fotografieren.

## 2. Entfernungsmesser und Meßsucher

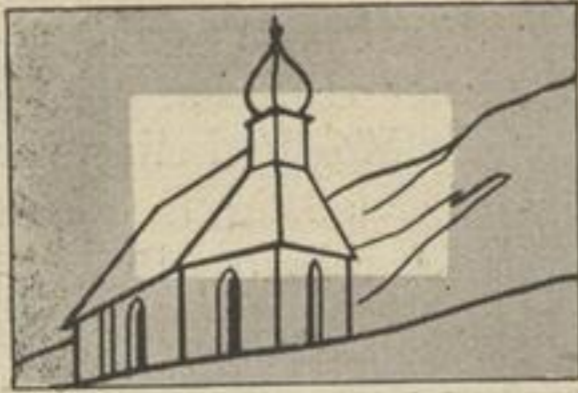
Die technische Weiterentwicklung der Kleinbildfotografie führte zur Konstruktion von speziellen Entfernungsmessern. Sie arbeiten nach dem gleichen Prinzip, nach dem wir räumlich sehen. Der Gegenstand wird im Entfernungsmesser von zwei Bildfenstern aus anvisiert, die im Gehäuse des Apparats ausgespart sind. Je weiter beide Fenster auseinanderliegen, desto deutlicher sind die Blickrichtungen verschieden, und desto stärker sind daher auch die Teilbilder, die sie liefern, gegeneinander verschoben.

Der Beobachter blickt durch die Einblicköffnung (Bild 148) und durch einen um  $45^\circ$  geneigten halbdurchlässig versilberten Spiegel. Davor ist meist eine farbige Glasscheibe angeordnet, die das Durchblicks-Teilbild gelblich erscheinen läßt. Um die Basislänge gegen den halbdurchlässigen Spiegel verschoben befindet sich ein Massivspiegel, der ebenfalls in der Ruhestellung um  $45^\circ$  geneigt ist. Er reflektiert sein Teilbild auf den Einblickspiegel. Bei weit entfernten Aufnahmegegenständen decken sich beide Teilbilder (Stellung I). Bei nahe gelegenen Objekten sind beide Teilbilder gegeneinander verschoben, und zwar um so mehr, je näher das Objekt liegt (Stellung II).

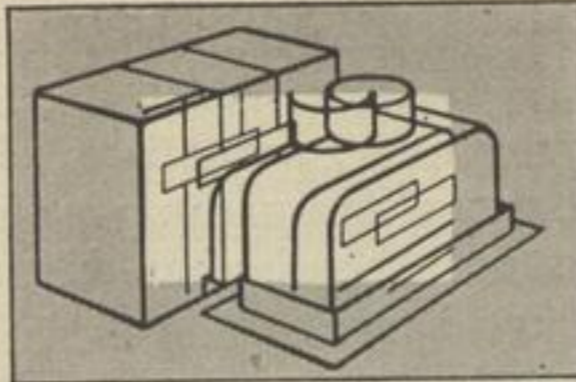
Der Massivspiegel ist drehbar und mit dem Stellrad gekuppelt. Wir drehen das Stellrad derart, daß sich die Konturen beider Teilbilder aufeinander zu bewegen, und drehen weiter bis zur vollkommenen Konturendeckung, der *Koinzidenz*<sup>1)</sup> (Stellung III). Dann können wir an der Skala des Stellrads die Entfernung des Objekts vom Apparat ablesen.

Die Einstellgenauigkeit eines Entfernungsmessers ist von der Basislänge abhängig, das heißt von der Entfernung beider Bildfenster. Je länger die Basis, desto genauer arbeitet der Messer. Für einstellempfindliche Objektive längerer Brennweite verwendet man Entfernungsmesser mit längerer Basis, für kurz Brennweitige Objektive entsprechend solche mit kurzer Basis. Sie läßt sich für die Standardobjektive der Kleinbildapparate auf 4 cm herabdrücken (Leica), wobei man die Einstellgenauigkeit durch ein schwach vergrößerndes Fernrohrsystem am Einblick

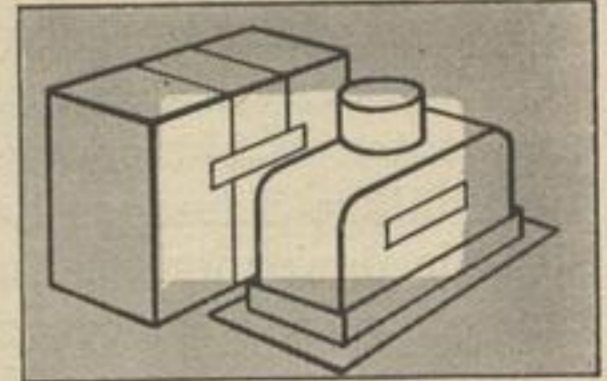
<sup>1)</sup> Koinzidenz (lat.) = Zusammenfallen



I. Fernobjekt in Deckung



II. Nahobjekt in Doppelkontur



III. Nahobjekt in Deckung

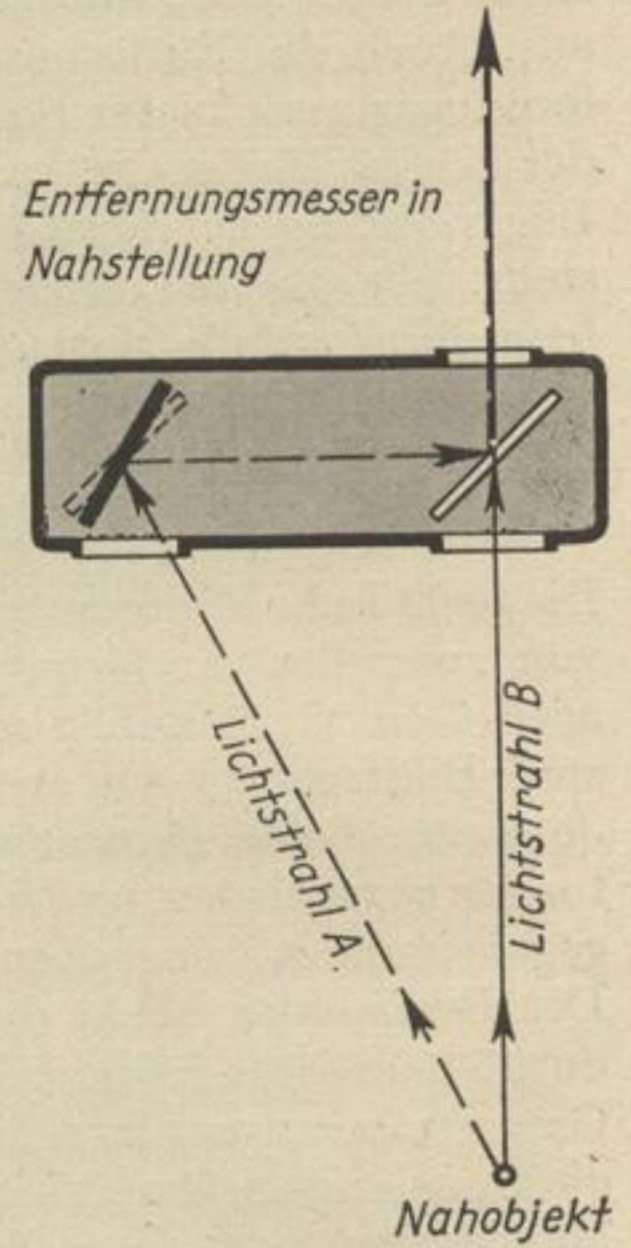
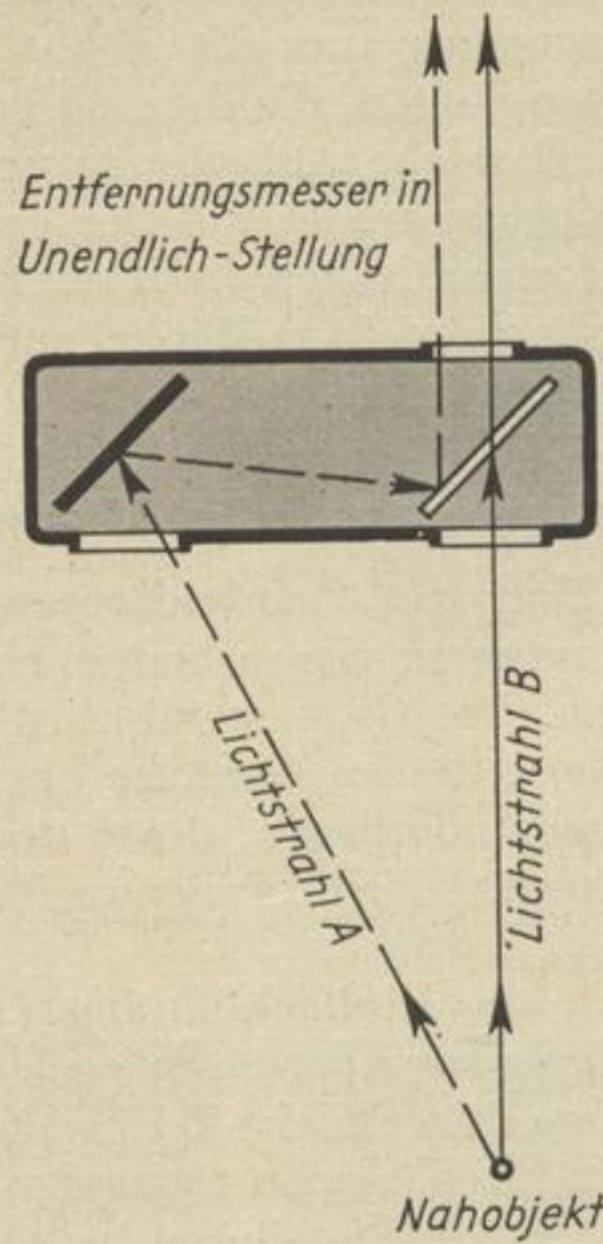
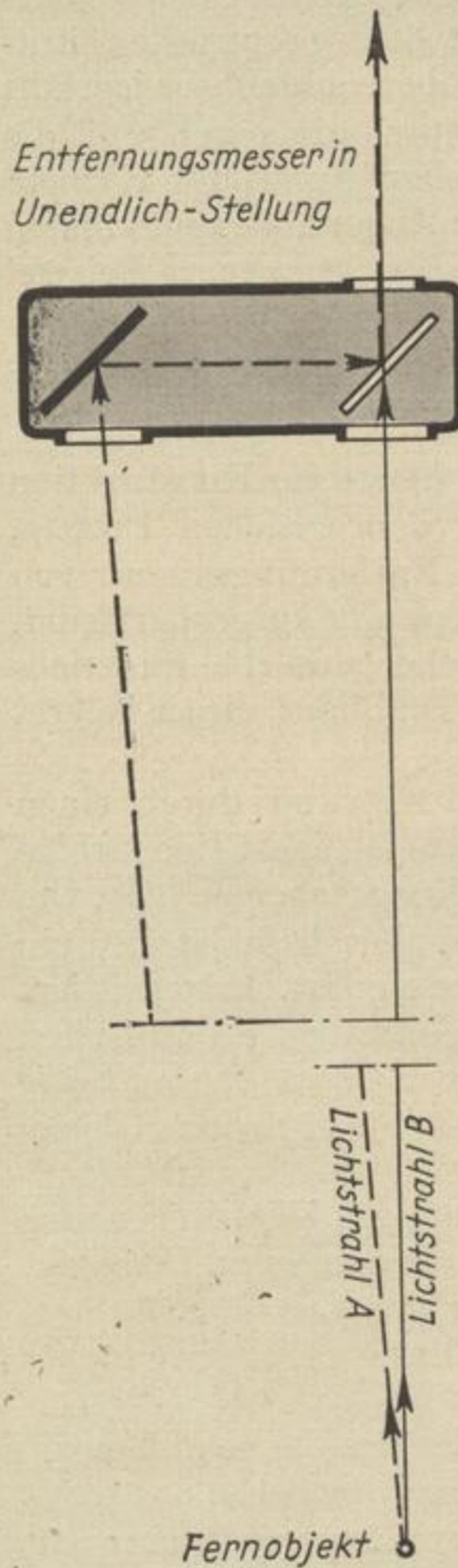


Bild 148. Bau und Arbeitsweise des Koizidenz-Entfernungsmessers am Beispiel des Certos. Links: Bei weit entfernten Objekten fallen beide Teilbilder konturenmäßig zusammen. Mitte: Bei nahe gelegenen Objekten erscheinen die Konturen beider Teilbilder gegeneinander verschoben. Rechts: Durch Drehung des beweglichen Massivspiegels werden die Konturen zur Deckung gebracht. Gleichzeitig wird die Entfernungsskala gegen die feste Ablesemarke gedreht und zeigt die Entfernung bei Koizidenz (Übereinstimmung der Konturen) an

erhöht. Verwendet man Messer mit zu langer Basis, so liegen die Teilbilder sehr weit auseinander, und es muß lange bis zur Konturendeckung gedreht werden. Ja, es kann sogar dann vorkommen, daß nur ein Teilbild zu sehen ist und daß das andere erst nach längerem Probieren und Drehen im Einblick erscheint. Der Massivspiegel kann auch durch einen drehbaren Glaskeil ersetzt werden, und ein großes Prisma, das an seinen spiegelnden Endflächen die beiden Teilbilder erzeugt, kann die gesamte Basis ausfüllen (Bild 150). Da die Entfernung der Drehkeile vom Prisma beliebig gewählt werden kann, läßt sich der *Drehkeil-Entfernungsmesser* auch mit Objektiven großformatiger Kameras mit langem Balgen kuppeln; er findet sich zum Beispiel in vielen Zeiss-Ikon-Kameras. Der Entfernungsmesser als justiertes Instrument muß vor Stoß und Fall bewahrt werden.

Der Entfernungsmesser ist oft auf die Kamera aufsteckbar. Er kann auch in diese eingebaut sein. Die räumliche Verbindung von Messer und Apparat bringt aber keine Arbeitsvereinfachung mit sich. Erst die Kupplung des Entfernungsmessers mit der Entfernungseinstellung des Objektivs bringt wesentlichen Zeitgewinn. Während im Meßfeld die Konturen zur Deckung gebracht werden, überträgt sich die Meßbewegung auf die Objektiveneinstellung. Mit dem Abschluß des Meßvorgangs ist gleichzeitig das Objektiv eingestellt. Das Resultat der Messung interessiert kaum mehr. Der Entfernungsmesser wurde also vom reinen Meßinstrument zum Einstellinstrument entwickelt (Bilder 151 und 152). Hierbei hat sich ganz besonders der Entfernungsmesser mit kurzer Basis bewährt. Für fotografische Zwecke ist er noch genau genug, und die Konturendeckung ist schnell und sicher herbeigeführt. Nachteilig für schnelles Arbeiten ist die räumliche Trennung von Entfernungsmesser und Sucher. Erst Messen und Einstellen, dann Platzwechsel des Auges und Erfassen des Bildausschnitts im Sucher. Bei sehr beweglichen Objekten ergeben sich Schwierigkeiten. Ihnen kann man auf zweierlei Art begegnen:

Entweder man stellt auf eine bestimmte, zu erwartende Entfernung ein und nähert sich dann, das Auge am Entfernungsmesser, dem Objekt bis zur Konturendeckung. Hält man das Objekt in Bildmitte, so ist es bestimmt im Bildfeld; denn das Bildfeld des Entfernungsmessers ist kleiner als das des Suchers.

Oder man benutzt aus eben diesem Grunde das Fenster des Entfernungsmessers überhaupt als Sucher, sofern das Objekt das Bildformat nicht voll ausfüllt.

Einen Schritt weiter zur vollautomatischen Bedienung geht der *Meßsucher*, der aber zunächst nur für eine Standardbrennweite anwendbar ist. Sucherfenster und

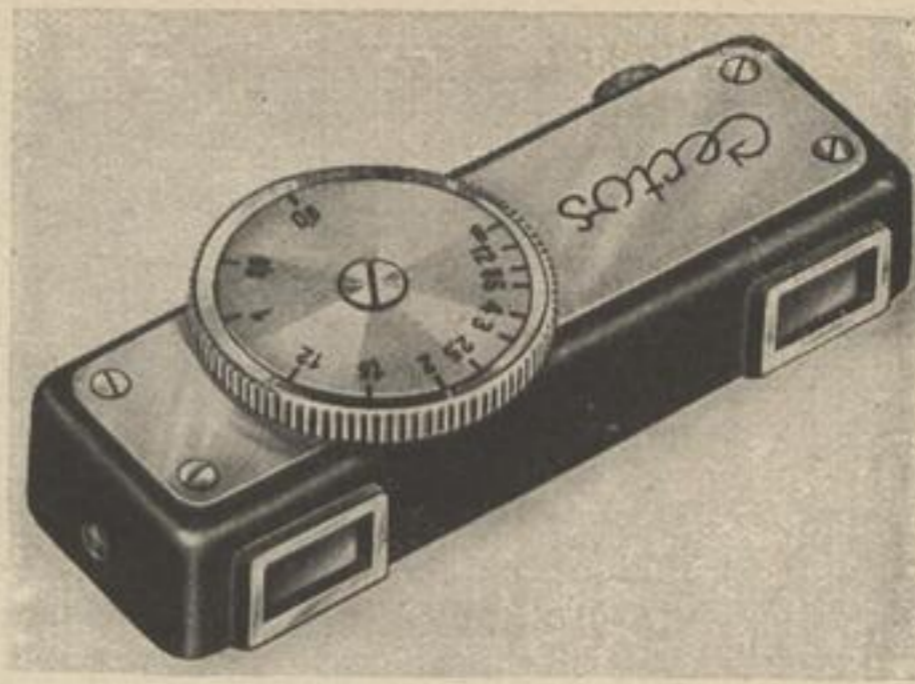


Bild 149. Certos, ein Koinzidenz-Entfernungsmesser des Certo-Kamerawerks, Dresden

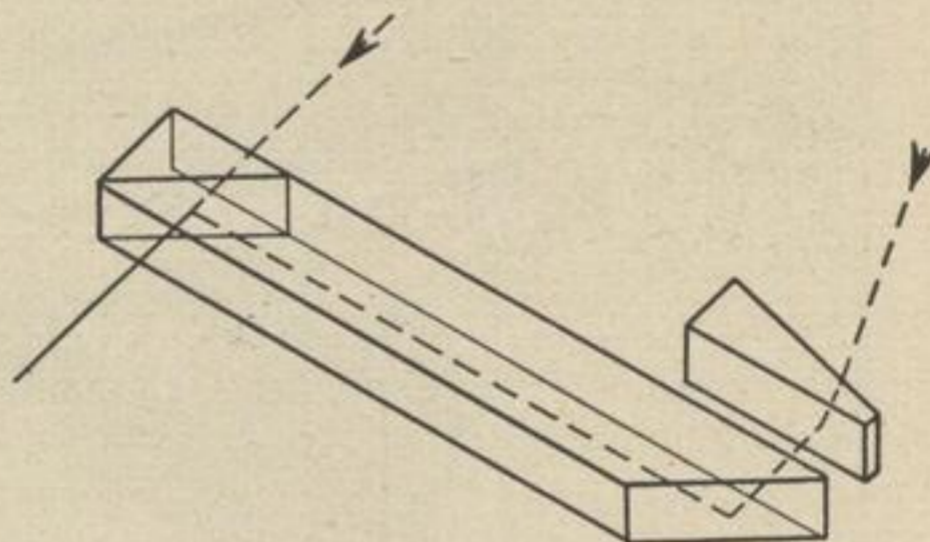


Bild 150. Prinzip des Drehkeil-Entfernungsmessers

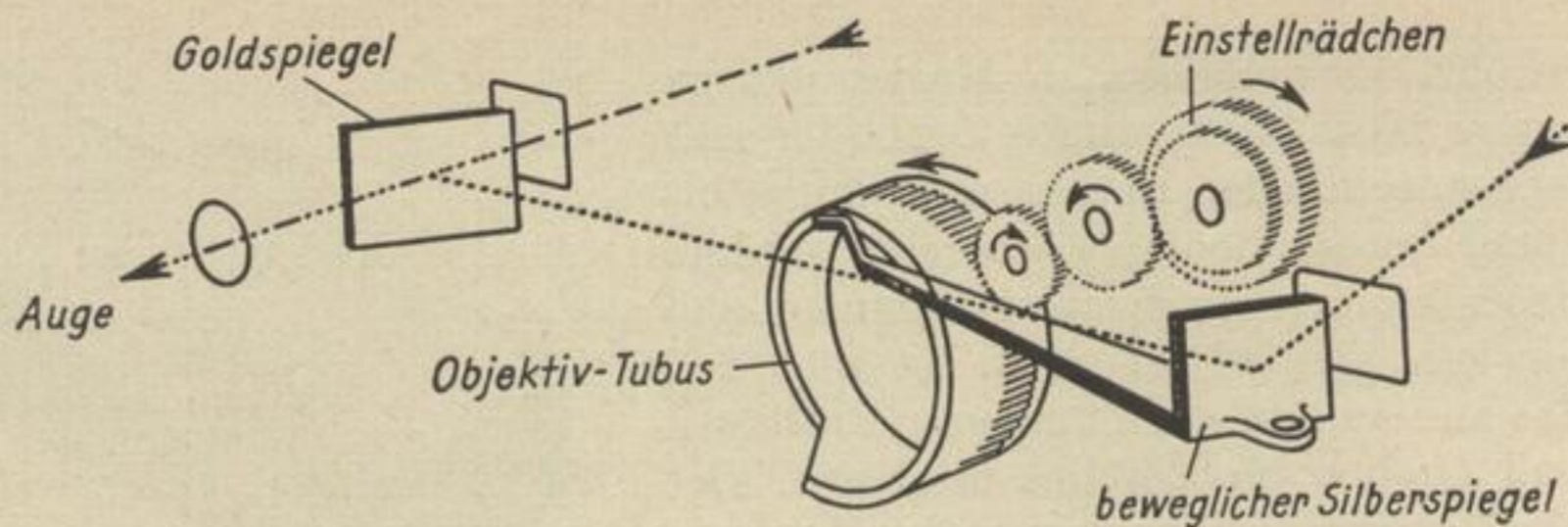


Bild 151. Schematische Darstellung der Entfernungsmesser-Kupplung an Contax I. Einstellung mit einem beweglichen Prismenkeil. Spiegelung an den Endflächen des großen Prismas

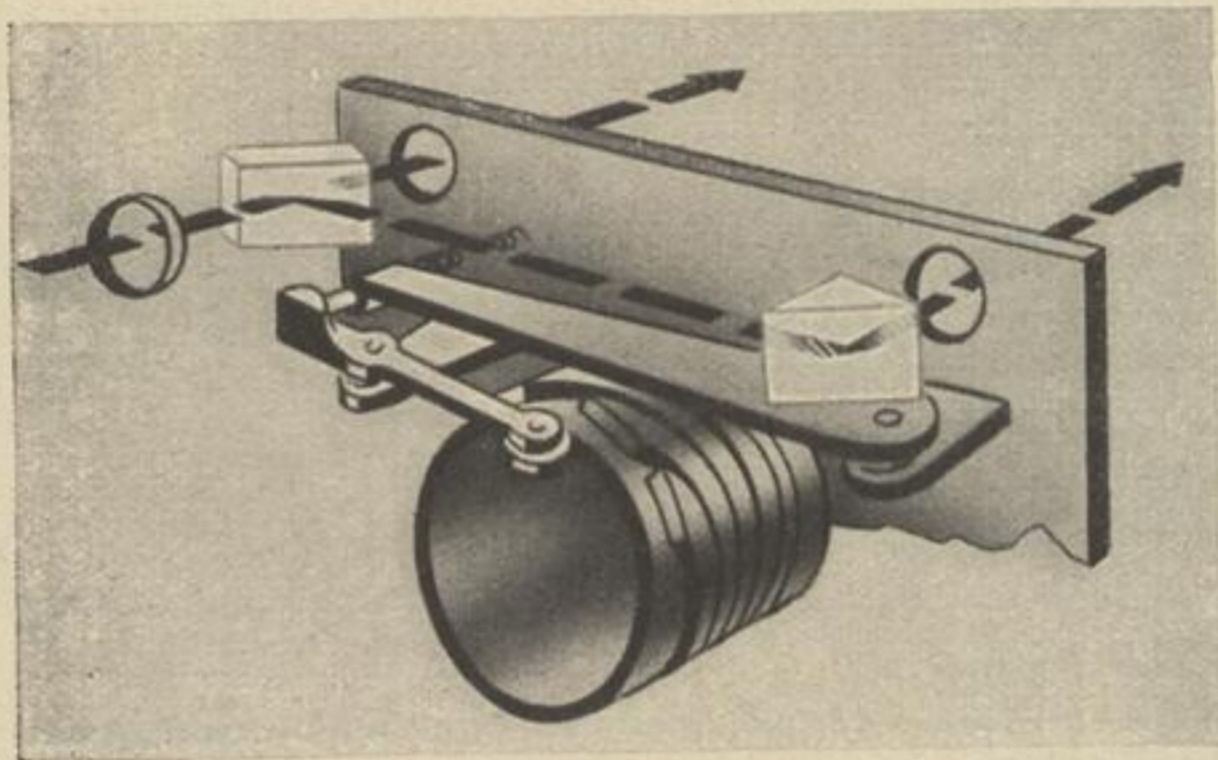
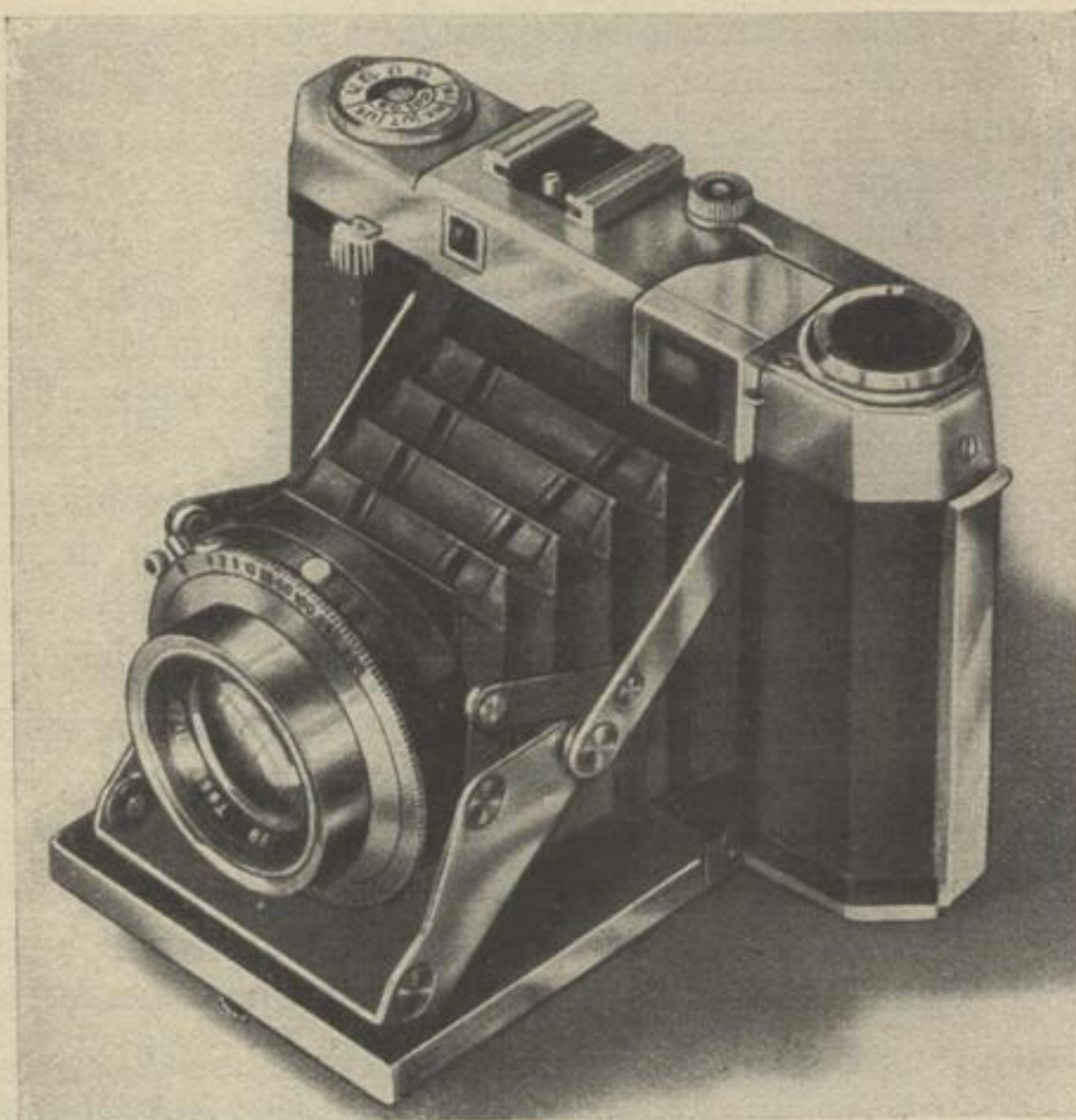


Bild 152. Schematische Darstellung des gekuppelten Entfernungsmessers der Leica mit Doppelfühlhebel

Bild 153. Certo-Six 6 × 6 cm, neuartige Rollfilmkamera des Certo-Kamerawerks, Dresden; eine beachtliche Neukonstruktion mit Tessar 2,8/80, Synchro-Compur 0 von 1 s bis  $\frac{1}{500}$  s und B, mit eingebautem Selbstauslöser und Meßsucher, horizontalem Gehäuseauslöser, Schwinghebelschnelltransport und Blindschaltung



Einblicksöffnung des Entfernungsmessers sind dann eins. Das zweimalige Anvisieren des Objekts durch Entfernungsmesser und Sucher ist damit auf einen einzigen Arbeitsgang im *Ein-Blick-Entfernungsmesser*, dem Meßsucher, reduziert worden. Einen Meßsucher finden wir zum Beispiel an der Contax IIa und IIIa, an der Welti II, an der Certo-Six (Bild 153) und der neuen Ecasix. In der Mitte des Sucherbildes liegt das helle Meßfeld, in dem die Scharfeinstellung durch Deckung der Konturen vorgenommen wird.

Der *Leuchtrahmen-Meßsucher* der *Leica M3* enthält bei automatischem Parallaxenausgleich eingespiegelte Bildfeldbegrenzung innerhalb des größeren Sucherfeldes. Beim Wechsel der Brennweite auf 90 oder 135 mm wird automatisch die neue Bildfeldbegrenzung eingespiegelt.

Eine besondere Stellung unter den Meßsuchern nimmt der Großbildsucher der Technika III E 6 × 9 cm ein (Bild 125). Er ist als Universalmeßsucher für vier Objektivbrennweiten anwendbar. Bei ihm erscheint im Bildfeld das helle Entfernungsmesserbild mit dem reellen und eingespiegelten Doppelbild. Während der Bildbeobachtung ermöglicht er eine genaue Scharfeinstellung von Unendlich bis 50 cm Nähe und macht die Technika zu einer Schnappschuß-Handkamera.

### 3. Die Kleinbildspiegelreflex und die Doppelsystemkamera

Die Entfernungsmesserapparate sind typische Blindapparate. Man verzichtet auf das »anschauliche« Mattscheibenbild und konzentriert sich auf das kleine Sucherbild und eine exakte Entfernungsmessung. Daneben bahnte sich als neueste Entwicklungsrichtung in der Kleinbildfotografie die *Kleinbildspiegelreflex* an. Sie hilft in allen den Fällen weiter, in denen keine klare Beurteilung des Bildvorwurfs ohne Mattscheibenbild erfolgen kann. Wie müssen zum Beispiel die Leuchten angeordnet sein, um die günstigsten Reflexe auf den spiegelnden Flächen eines Kristalls zu erzeugen? Ohne Mattscheibe ist man auf Zufallstreffer angewiesen, denn man kann nicht genau in der optischen Achse auf das Objekt blicken, und im Sucherbild ist dann die Lichtwirkung eine andere als im Filmbild. Ein typischer Vertreter der Kleinbildspiegelreflex ist die Exa (Bild 154). Sie zeichnet sich durch einfachen Bau, leichte Bedienung und niedrigen Preis aus. Bewußt wurde bei der Konstruktion auf viele Komplikationen des

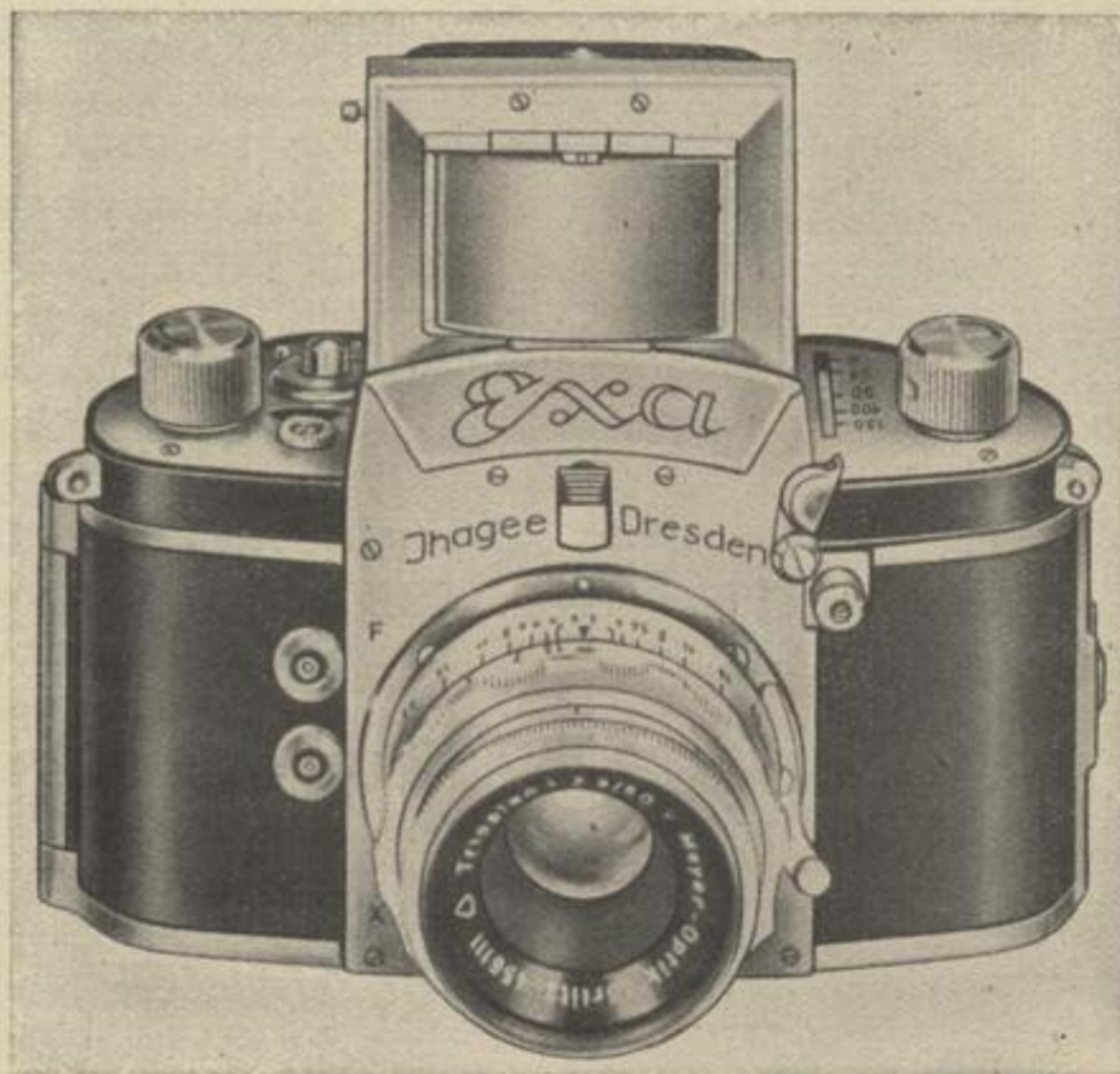


Bild 154. Exa (mit F-Kontakt) eine einäugige Kleinbildspiegelreflex einfacher Bauart, Ihagee, Dresden; jetzt auch bei VEB Rheinmetall, Sömmerda unter dem Namen „System Exa“

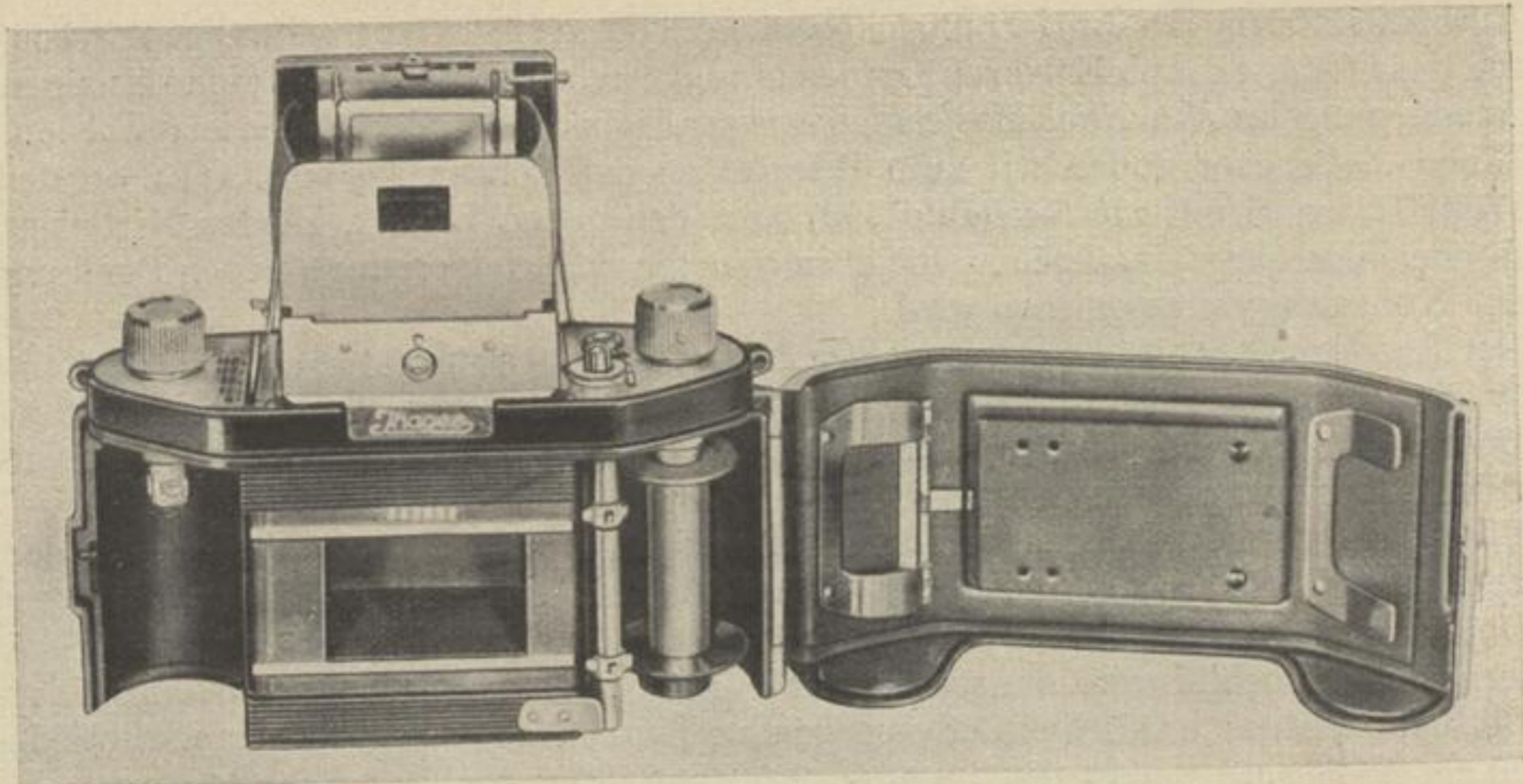


Bild 155. Exa, Rückwand aufgeklappt. Links die Filmkammer für die mit unbelichtetem Film gefüllte Kassette, rechts die Aufwickelspule für den belichteten Film

Kamerabaus verzichtet, die in der Praxis von der Mehrzahl der Amateure nicht genügend ausgewertet werden. So sind zum Beispiel die Verschlusszeiten auf  $\frac{1}{25}$ ,  $\frac{1}{50}$ ,  $\frac{1}{100}$  und  $\frac{1}{150}$ s neben B (beliebig) beschränkt. Das sind die meist angewendeten Belichtungszeiten für den Schnappschuß aus freier Hand. Die Zeiten werden mit Hilfe eines Hebels in der Deckplatte der Kamera eingestellt (Bild 156). Gerade infolge ihrer einfachen Bauart hat sich die Exa viele Freunde unter den

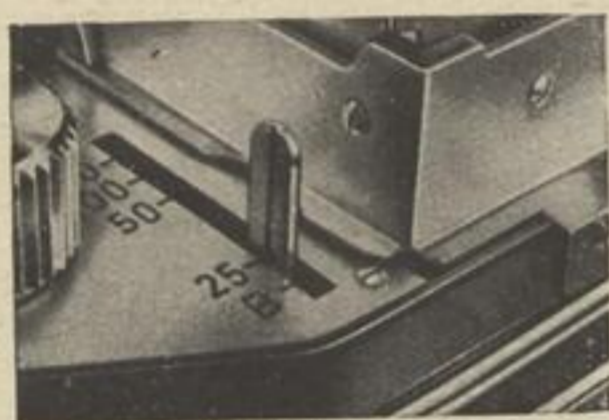


Bild 156. Verschlusszeiten-Einstellung bei der Exa



Bild 157. Blendeneinstellung und Tiefenschärfering am Objektivstutzen der Exa; Objektiv mit Rastblende

Amateuren erworben. Das Spiegelreflexsystem ist das gleiche wie bei den Groß- und Mittelformaten. Wieder zwingt die Reflexeinrichtung den Apparat in die Bauchlage, und wir erhalten die abweichende Bauchperspektive.

Hier hilft das *Doppelsystem* weiter, das bei Exa, Exakta Varex, Praktica und Praktina verwirklicht ist (Bild 158). Sie gehören zum Typ der einäugigen Spiegelreflex. Das Mattscheibenbild entsteht aufrecht, stark vergrößert, aber seitenverkehrt auf der Deckplatte des Apparats (Bild 163). Die Mattscheibe erleichtert die Wahl des geeignetsten Bildausschnittes. Aber die Kleinheit des Formats macht eine exakte Scharfeinstellung schwierig. Zum Erleichtern der Einstellung wird ein Achromat in den Lichtschacht geschwenkt, der das Sucherbild 6fach vergrößert (Bild 158 oben).

Bei dem neu herausgebrachten Modell Praktica FX 2 ist das Mattscheibenbild viermal größer als beim bisherigen Modell, und der Lichtschacht ist jetzt durch einen Fingerdruck schließbar.



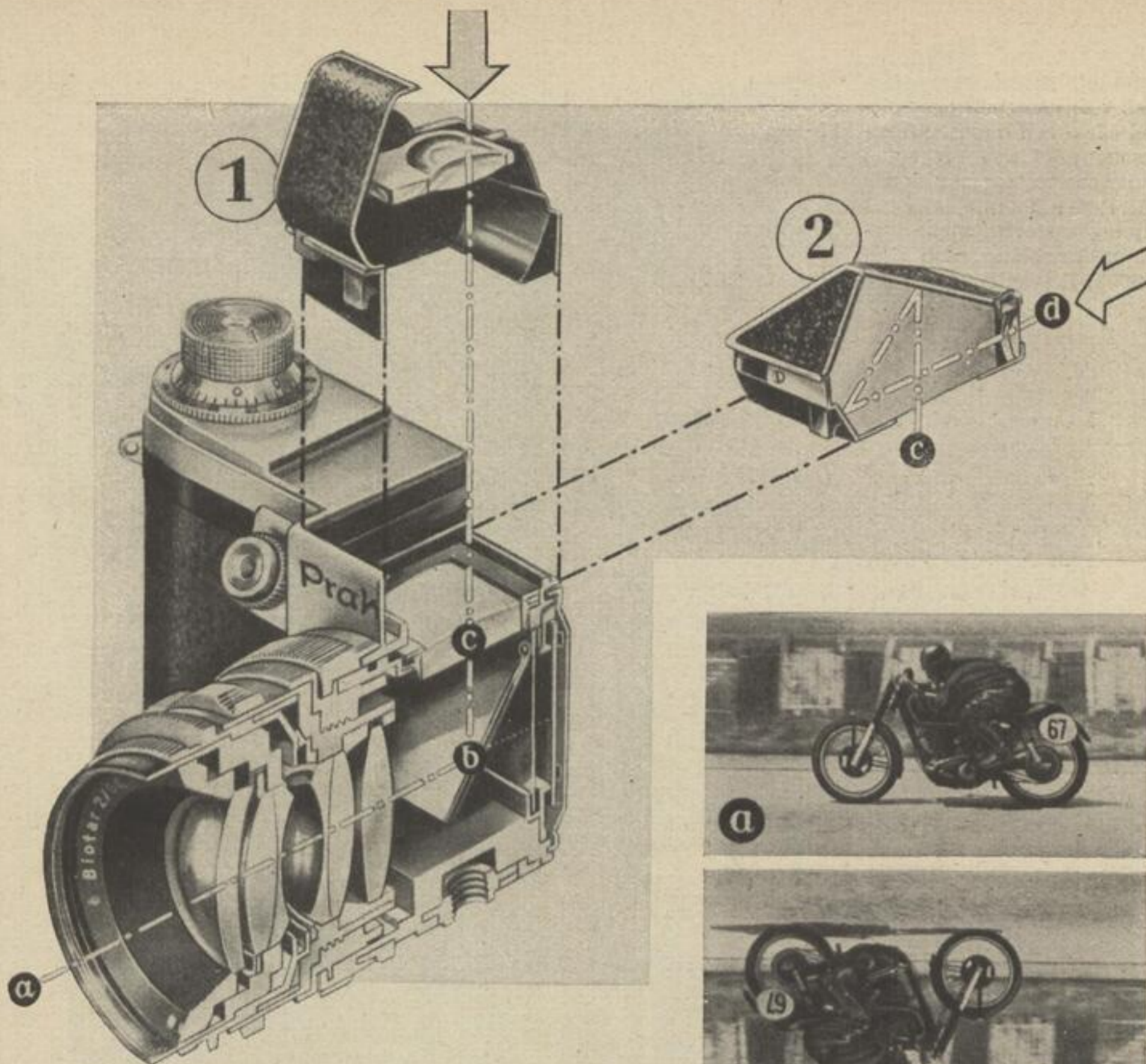


Bild 158. Praktina, eine einäugige Kleinbildspiegelreflex mit Sucherschacht, der gegen ein Dachkantprisma auswechselbar ist; VEB Kamera-Werkstätten, Dresden-Niedersedlitz

Bild 159. Das Sucherbild:

- a) wie es das Auge sieht;
- b) vom Spiegel reflektiert, kopfstehend und seitenverkehrt;
- c) vom Dachkantprisma aufgerichtet, aber noch seitenverkehrt;
- d) aufrecht und seitenrichtig für die Beobachtung bei der Aufnahme

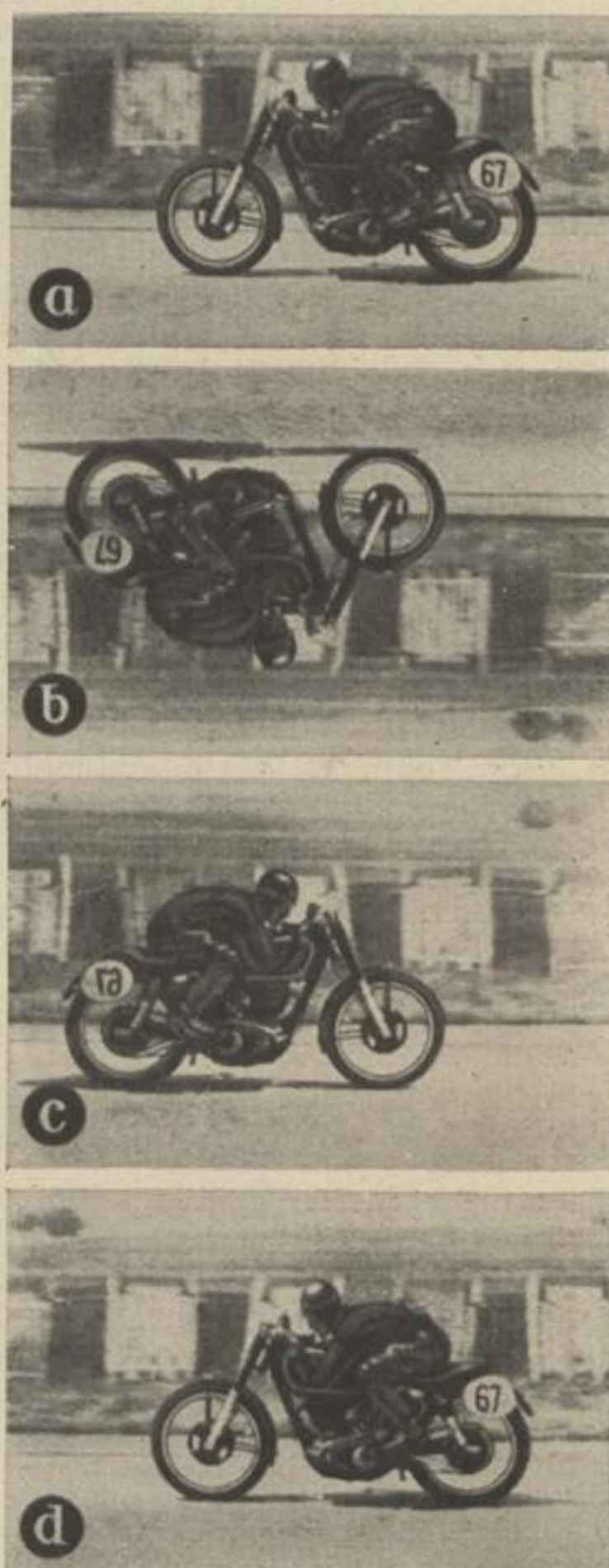


Bild 160. Exakta Varex (Modell VX), eine einäugige Spiegelreflex- und Doppelsystemkamera mit Lichtschacht- und Prismeneinsatz; neues Modell mit F-Kontakt; Objektiv mit Springblende; Blitzlicht-Synchron-Anschlüsse nach DIN 19003; Ihagee, Dresden

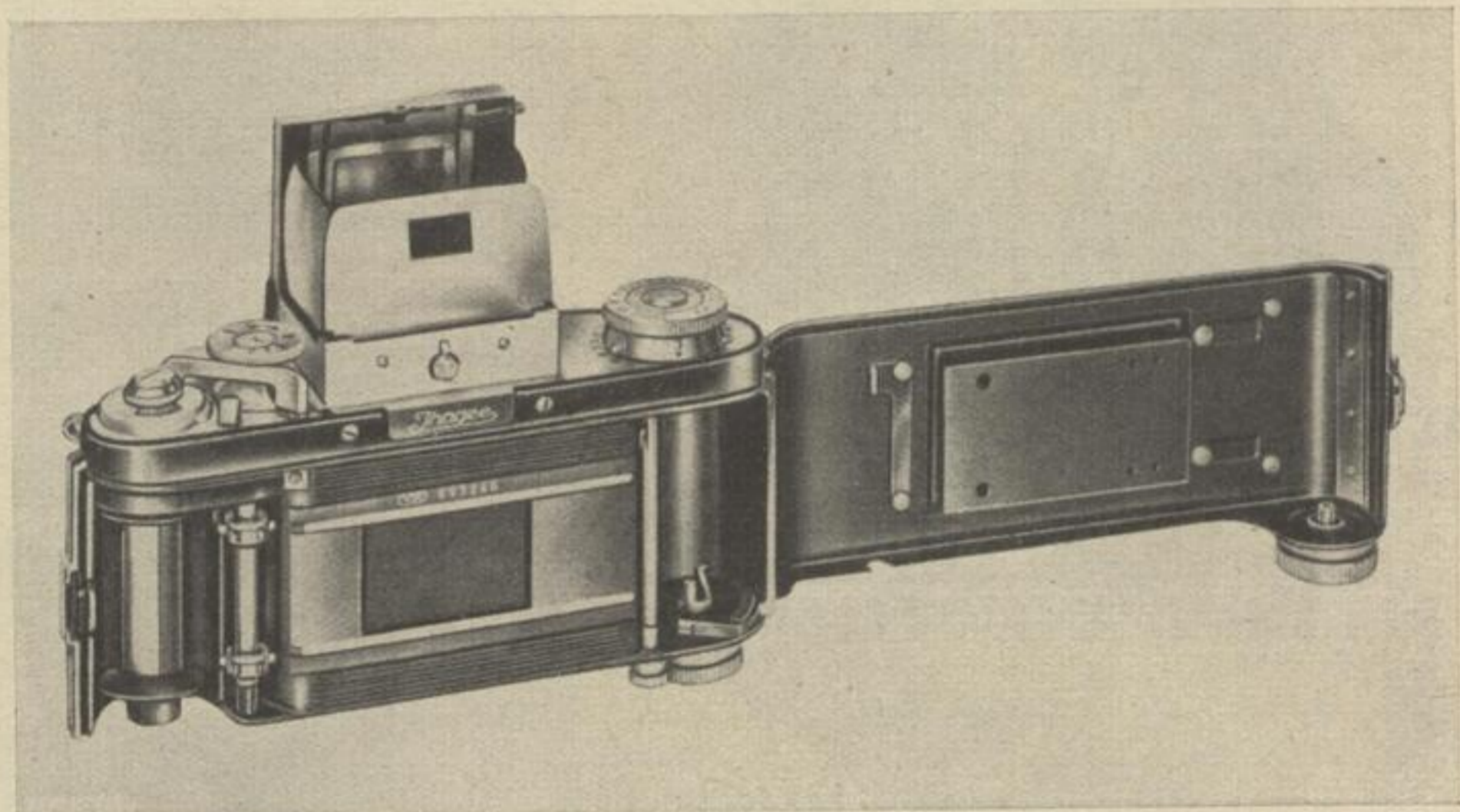
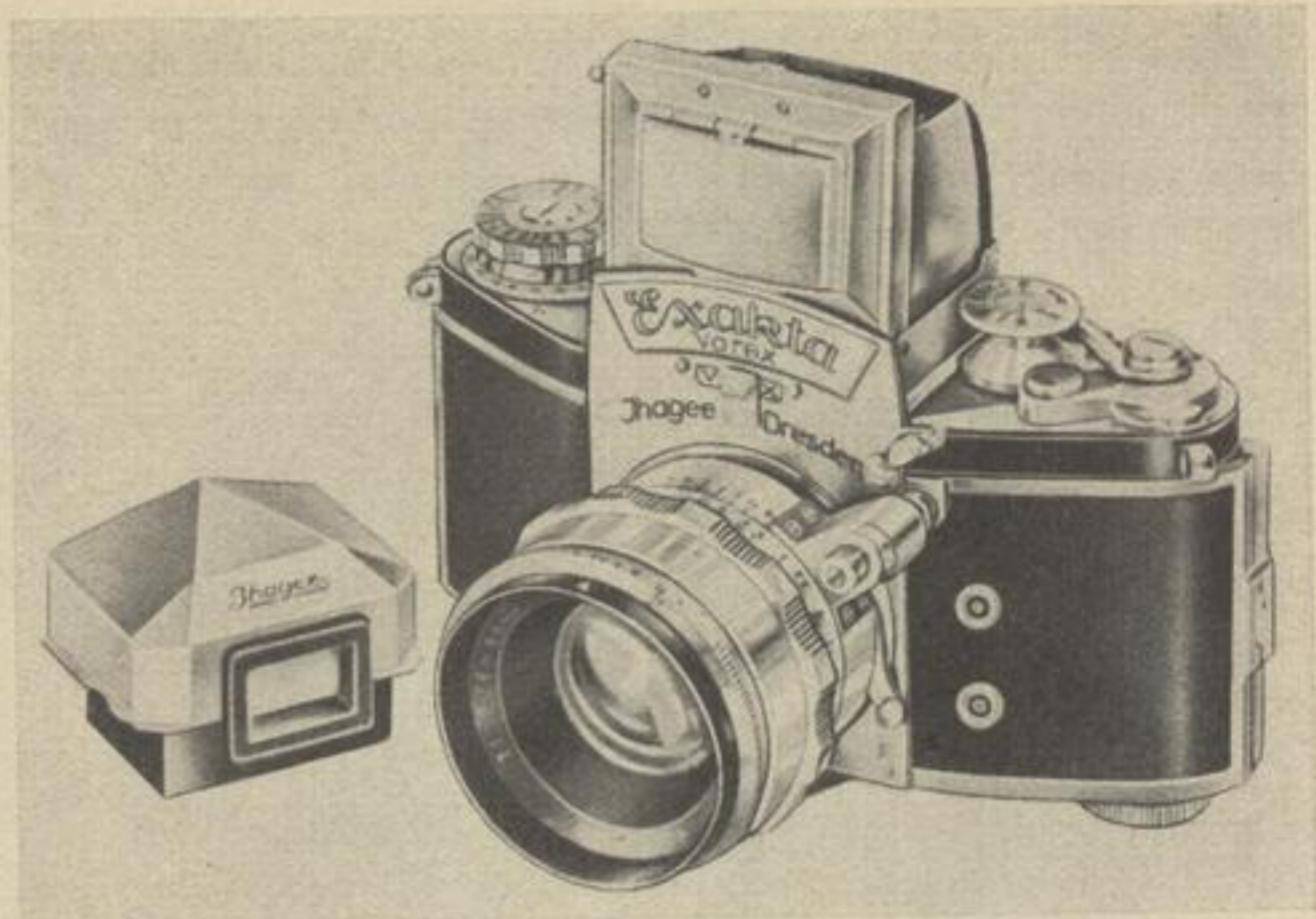


Bild 161

Bild 162

Bild 161. Exakta Varex, geöffnet. Rechts die Kammer für die Kassette mit unbelichtetem Film, links die Aufwickelpule für den belichteten Film

Bild 162. Exakta Varex in Aufnahmehaltung; links Verschlussaufzughebel und Verschlusszeiteneinstellung; rechts Einstellung des Vorlaufwerks und der langen Belichtungszeiten von  $\frac{1}{8}$  s ... 12 s; linker Zeigefinger am Auslöser für Springblende

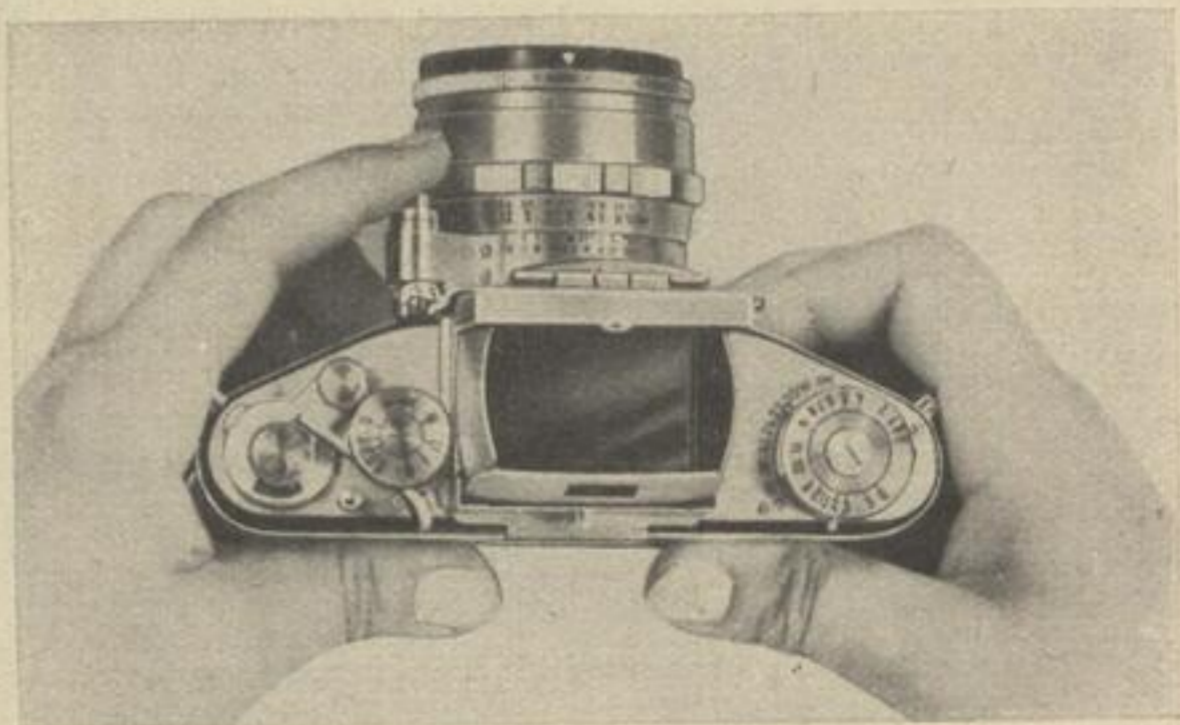
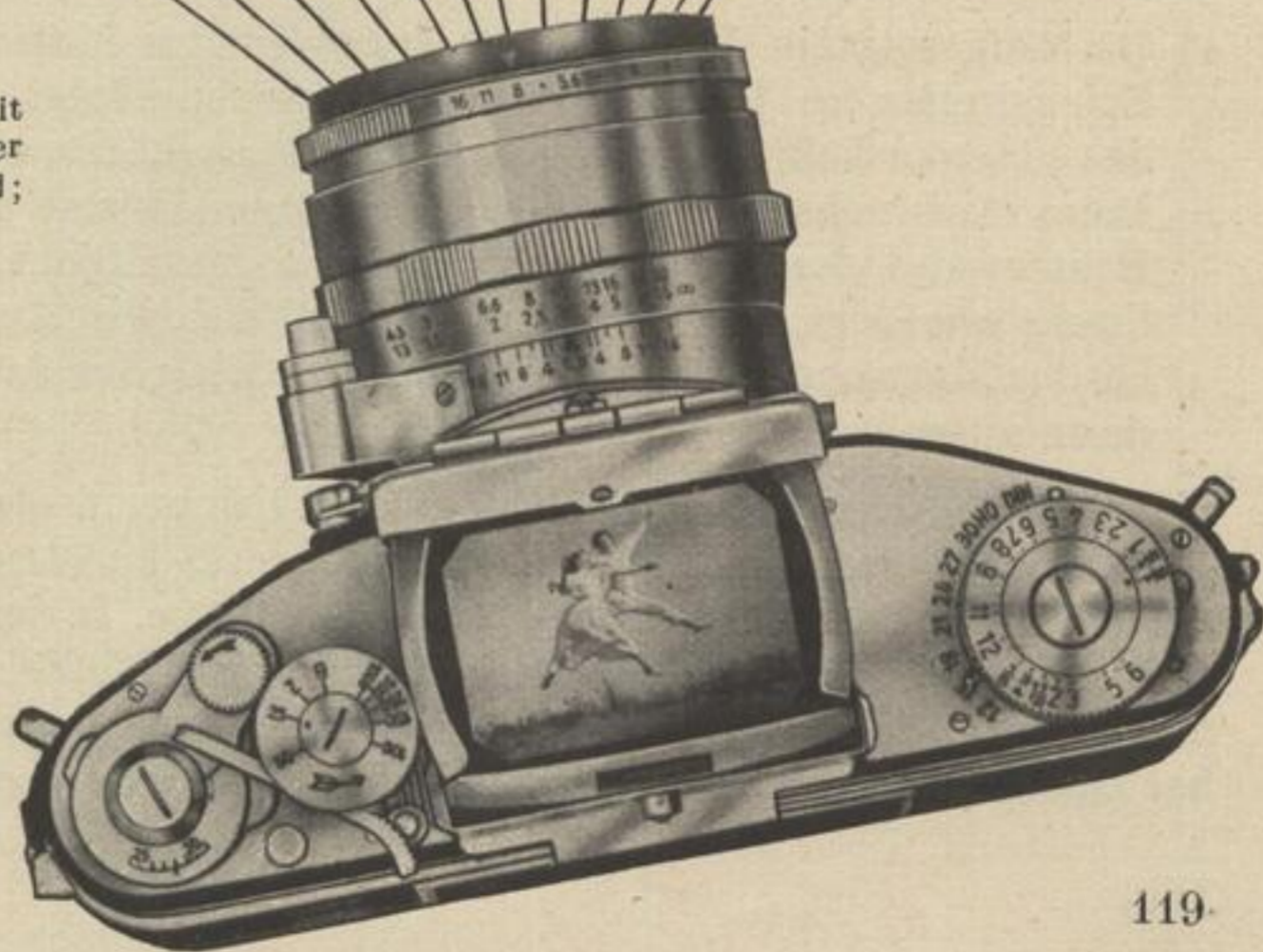




Bild 163. Mattscheibeneinstellung mit der Exakta Varex bei aufrechtem, aber seitenverkehrtem Mattscheibenbild; Objektiv mit Springblende



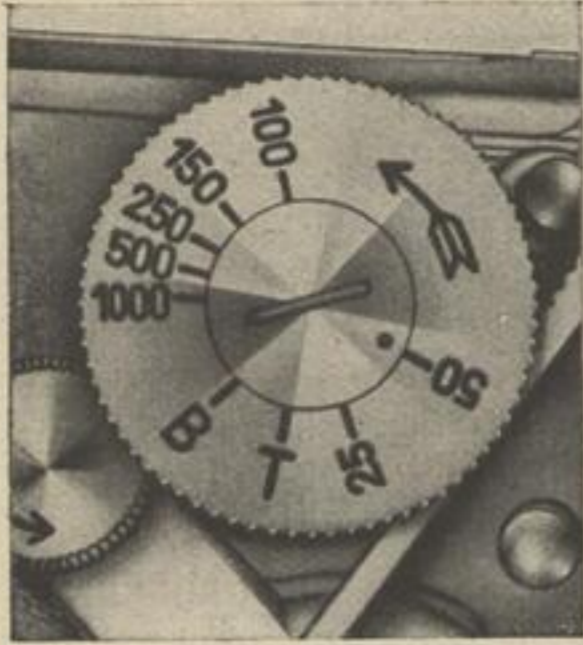


Bild 164

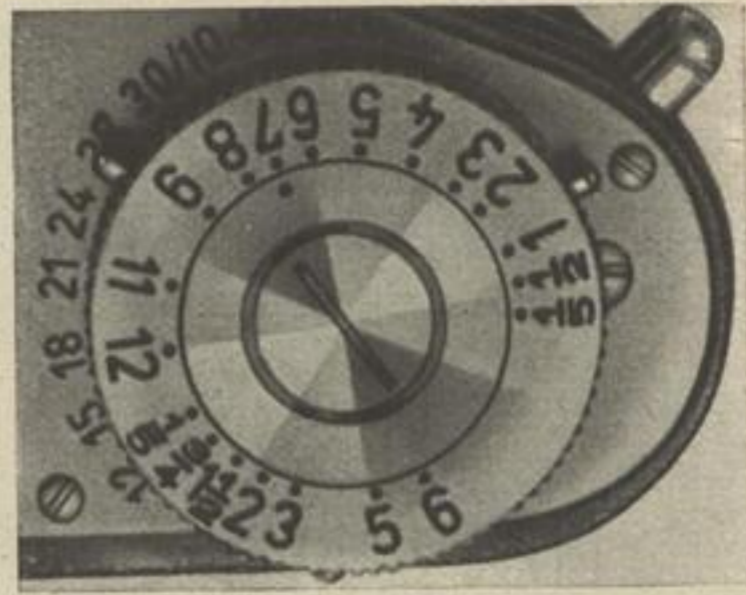


Bild 165



Bild 166

Bild 164. Verschlusszeitenknopf der Exakta Varex für  $\frac{1}{25}$  ...  $\frac{1}{1000}$  s. B und T

Bild 165. Vorlaufwerk und Selbstauslöser; Verschlusszeiteneinstellung für  $\frac{1}{3}$  s ... 12 s; ferner Filmmerkscheibe der Exakta Varex; neues Modell mit starker Geräuschdämpfung des Zeitregulierungswerks für Vorlauf und Selbstauslöser

Bild 166. Blendenring mit Blendenvorwahl, Entfernungseinstellung und Tiefenschärfering am Objektivstutzen der Exakta Varex

Um den Aufnahmeapparat aus der Bauchperspektive zu lösen, ist bei den Doppelsystemapparaten ein zweites Aufnahmesystem entwickelt worden, mit dessen Hilfe der Aufnahmegegenstand direkt anvisiert werden kann. Es wird dann der Lichtschachteinsatz gegen einen Prismeneinsatz ausgetauscht (Bilder 158 und 160):

- a) Bei aufgesetztem Lichtschacht erscheint das Mattscheibenbild wie bei jeder Spiegelreflex an der Oberseite des Apparats. Dort wird die Scharfeinstellung des seitenverkehrten, aber aufrechten Mattscheibenbilds durchgeführt.
- b) Beim Auswechseln gegen ein Zeiss-Penta-Prisma liegt der Einblick an der Hinterwand des Apparats. Dann wird das Objekt bei der Scharfeinstellung direkt anvisiert, und der Apparat wird dabei in Augenhöhe gehalten. Wieder ist das Mattscheibenbild bis zum Augenblick der Aufnahme sichtbar und wird dann ausgelöscht.

Um die Scharfeinstellung des Bildes im Prismeneinsatz zu erleichtern, wurde für die Exakta Varex die Meßlupe als Zusatzgerät konstruiert.

Die *Meßlupe* (Bild 167) ist eine Mattscheibenlupe. In der Mitte der mattierten Einstellfläche befindet sich eine Klarglasfläche als Meßfeld, deren Teilbild heller als das umgebende Mattscheibenbild ist. Eine Trennungslinie zerlegt den Klarkreis bei Queraufnahmen waagrecht, bei Hochaufnahmen senkrecht. Auf dem Meßfeld

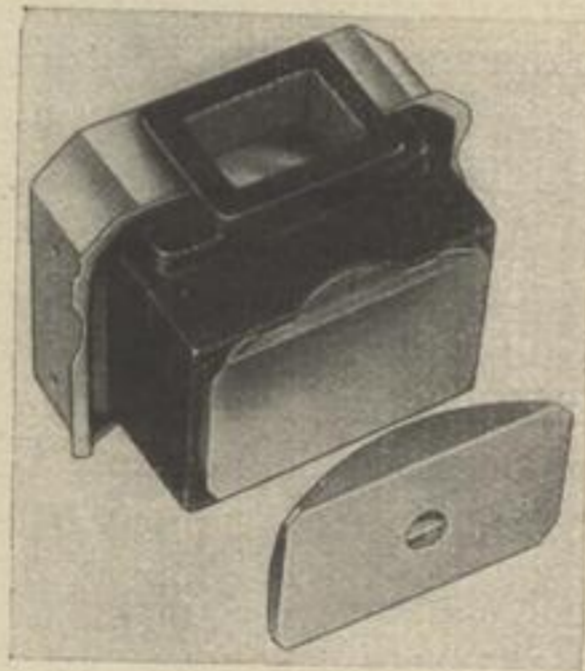
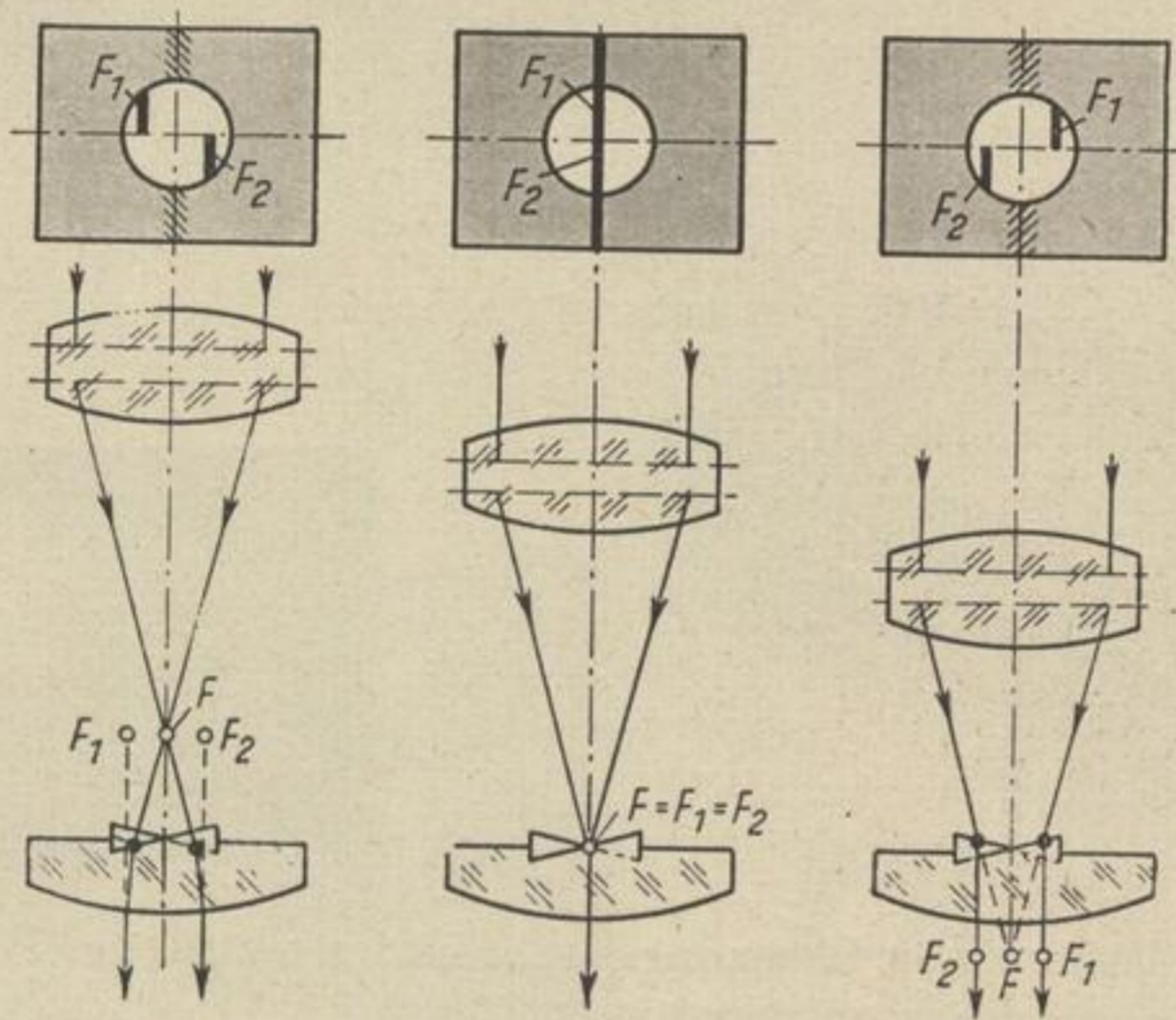
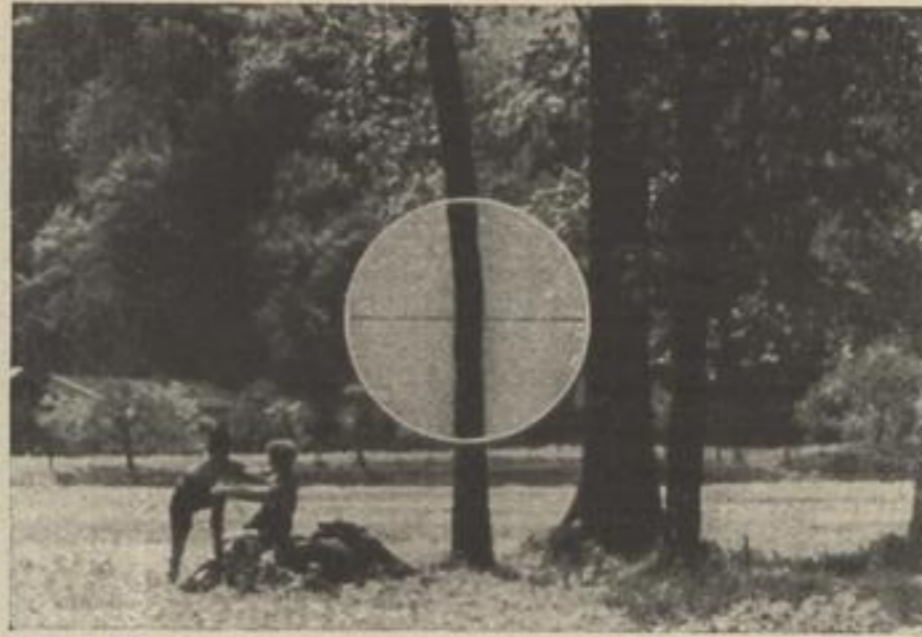
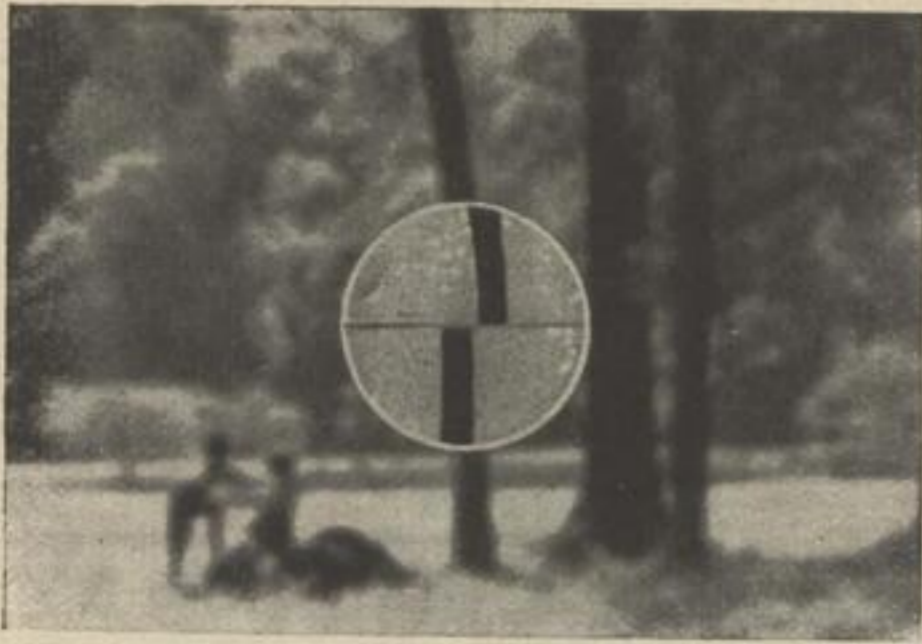


Bild 167. Bau und Wirkungsweise der Meßlupe

Bild 168. Contax E, eine einäugige Kleinbildspiegelreflex mit Prismensucher und eingebautem Belichtungsmesser; VEB Zeiss-Ikon, Dresden

Bild 169. Contax D, geöffnet. Links die gefüllte Kassette; rechts die Aufwickelspule, die den belichteten Film aufnimmt

Bild 170. Selbstauslöser der Contax D. Bei senkrechter Stellung ist das Vorlaufwerk vollkommen, bei Schrägstellung nur halb gespannt



Bild 168

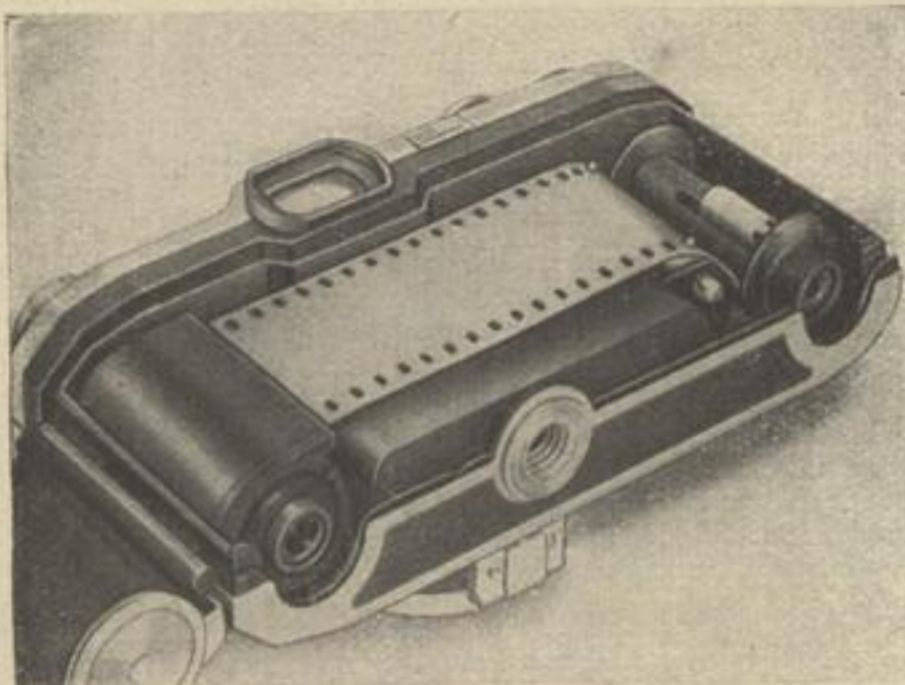


Bild 169

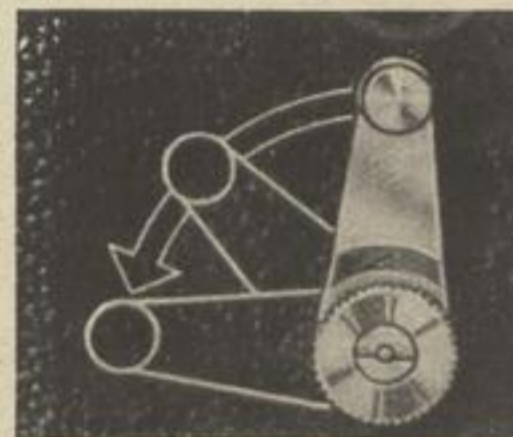


Bild 170

sitzen zwei Meßkeile, deren Kreuzungspunkt in der matten Planfläche liegt, die der Einstellenebene des Negativs entspricht.

Bei falscher Objektiveneinstellung ist das Mattscheibenbild nicht nur unscharf, sondern gleichzeitig sind bei Queraufnahmen die senkrechten Konturen im Meßfeld gegeneinander verschoben. In der technischen Schnittzeichnung zum Beispiel liegt der Brennpunkt des Objektivs in  $F$  vor der Einstellmattscheibe  $M$ . Es entwerfen dann die beiden Glaskeile zwei Teilbilder, die das Auge in  $F_1$  und  $F_2$  sieht. Wird das Objektiv in der optischen Achse auf die Mattfläche zu bewegt, so verringert sich die seitliche Verschiebung der senkrechten Konturen. In dem Augenblick, in dem der Brennpunkt  $F$  in der Keilkreuzung liegt (mittlere Lageskizze; rechtes oberes Bild), befinden sich beide Teilbilder im Meßfeld genau übereinander und ergeben eine ununterbrochene Kontur. Dann ist die höchste Bildschärfe erreicht. Die Meßlupe arbeitet also mit denselben Mitteln wie der Entfernungsmesser. Die Keile ersetzen die beiden Spiegel.

Im Gegensatz zu den Doppelsystemapparaten geht die Contax D und E den konsequenten Weg ohne Aufsichtsbild. Der Prismenfernrohrsucher ist fest in das Gehäuse eingebaut. Sein Bau entspricht dem eines einäugigen Prismenfeldstechers (Bild 173). Das Objektiv projiziert das Bild seitenverkehrt und kopfstehend auf den schwenkbaren Reflexspiegel (Bild 172, 1—2). Dieser wirft das Bild nach oben

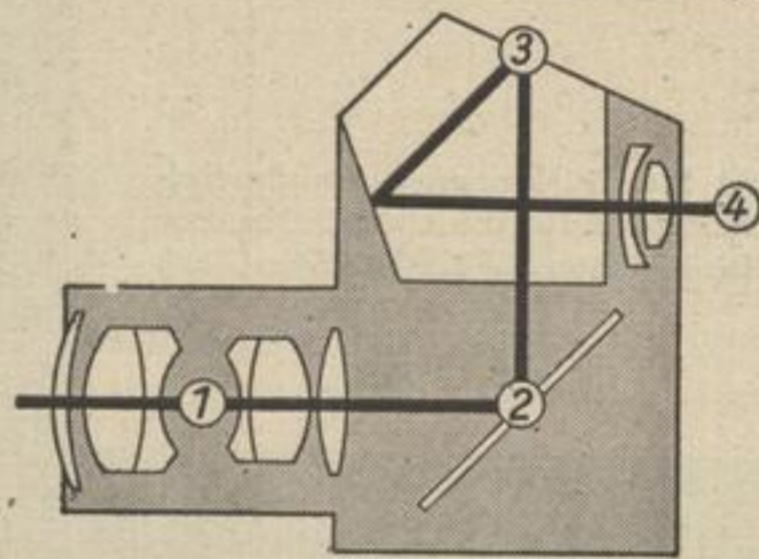
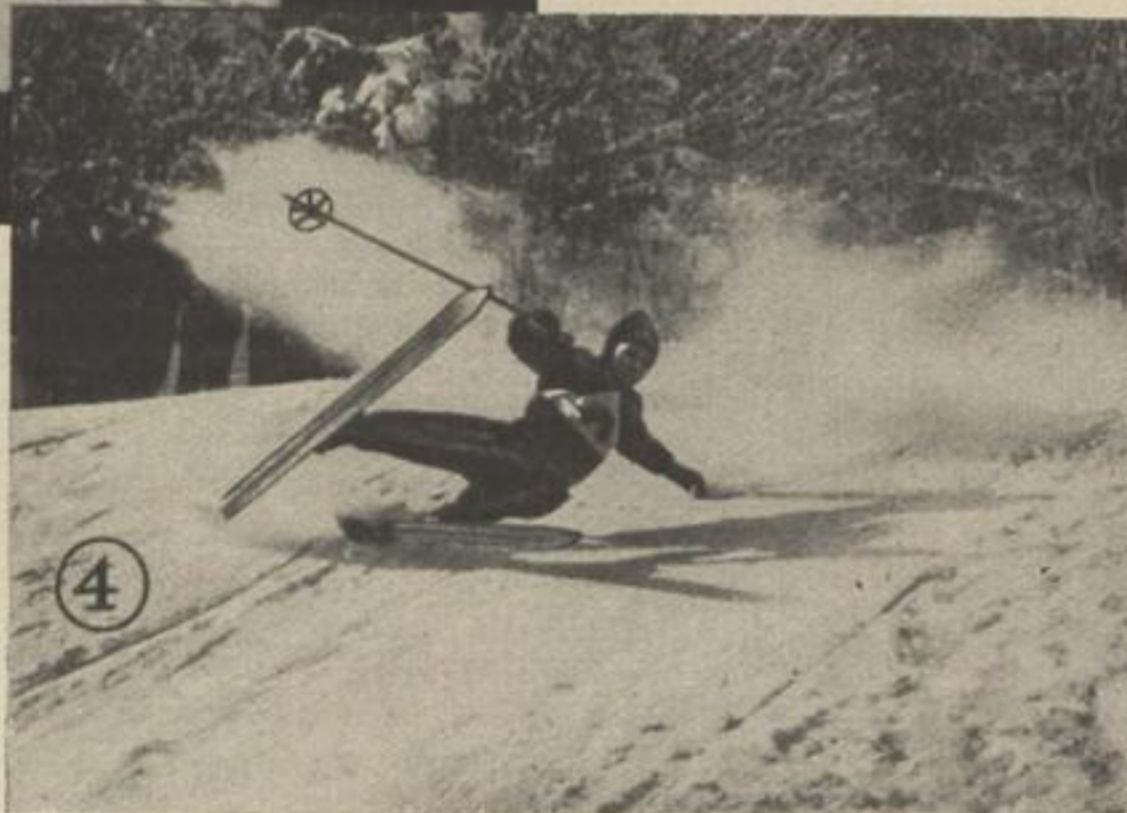
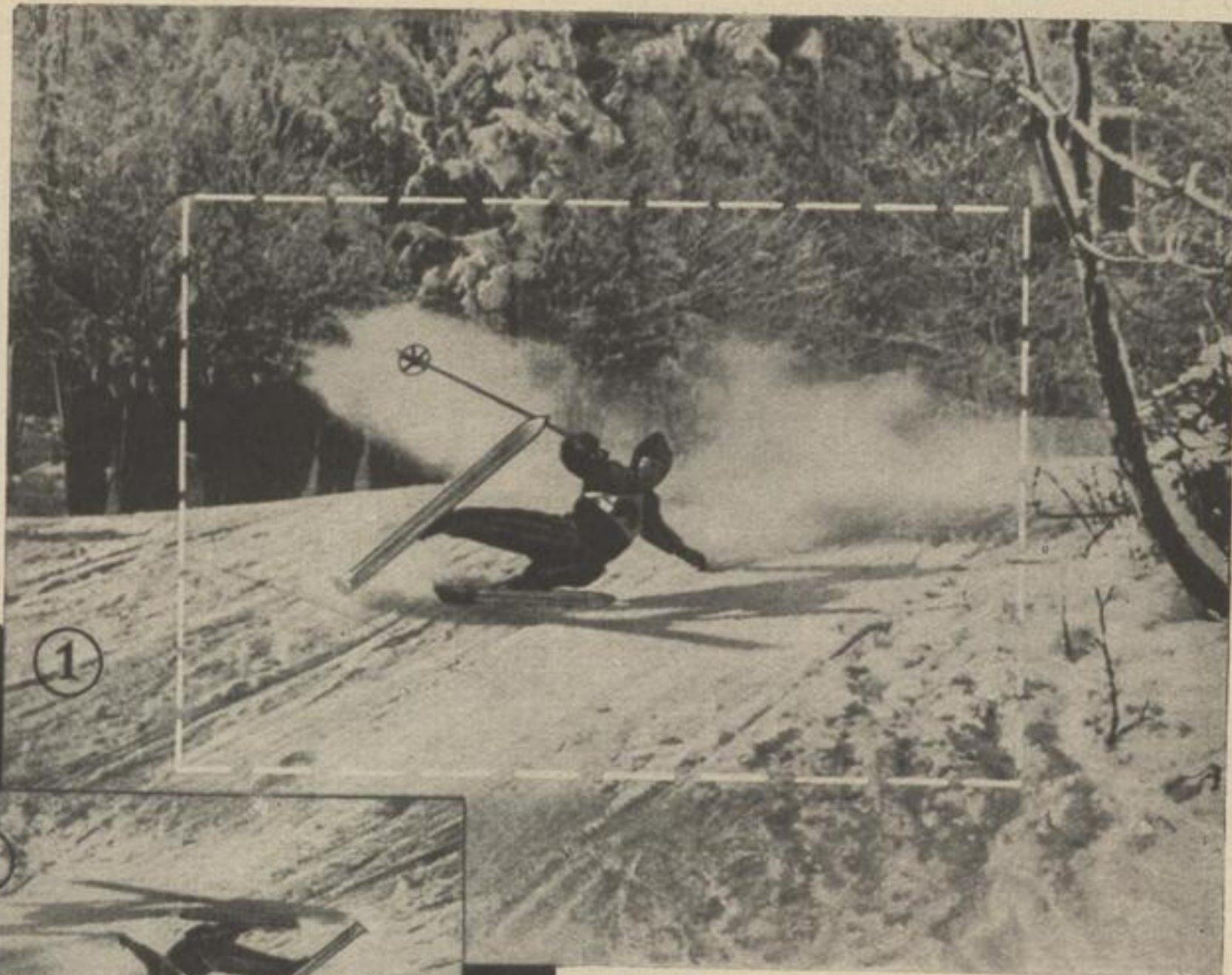


Bild 171. Einstellung mit dem Prismeneinsatz. 1. Sucherbild mit Umfeld nach Art des Sportsuchers, 2. vom Spiegel reflektiertes Bild, kopfstehend und seitenverkehrt, 3. vom Dachkantprisma aufgerichtetes Bild, seitenverkehrt, 4. erfaßter Bildausschnitt, aufgerichtet und seitenrichtig

Bild 172  
Schnitt durch  
Contax D  
mit Strahlengang



Bild 173. Strahlengang im einäugigen Prismenfeldstecher

Bild 174. Flektometer, ein Spiegelreflexansatz für die mattscheibenlose Kleinbildkamera, VEB Carl Zeiss, Jena

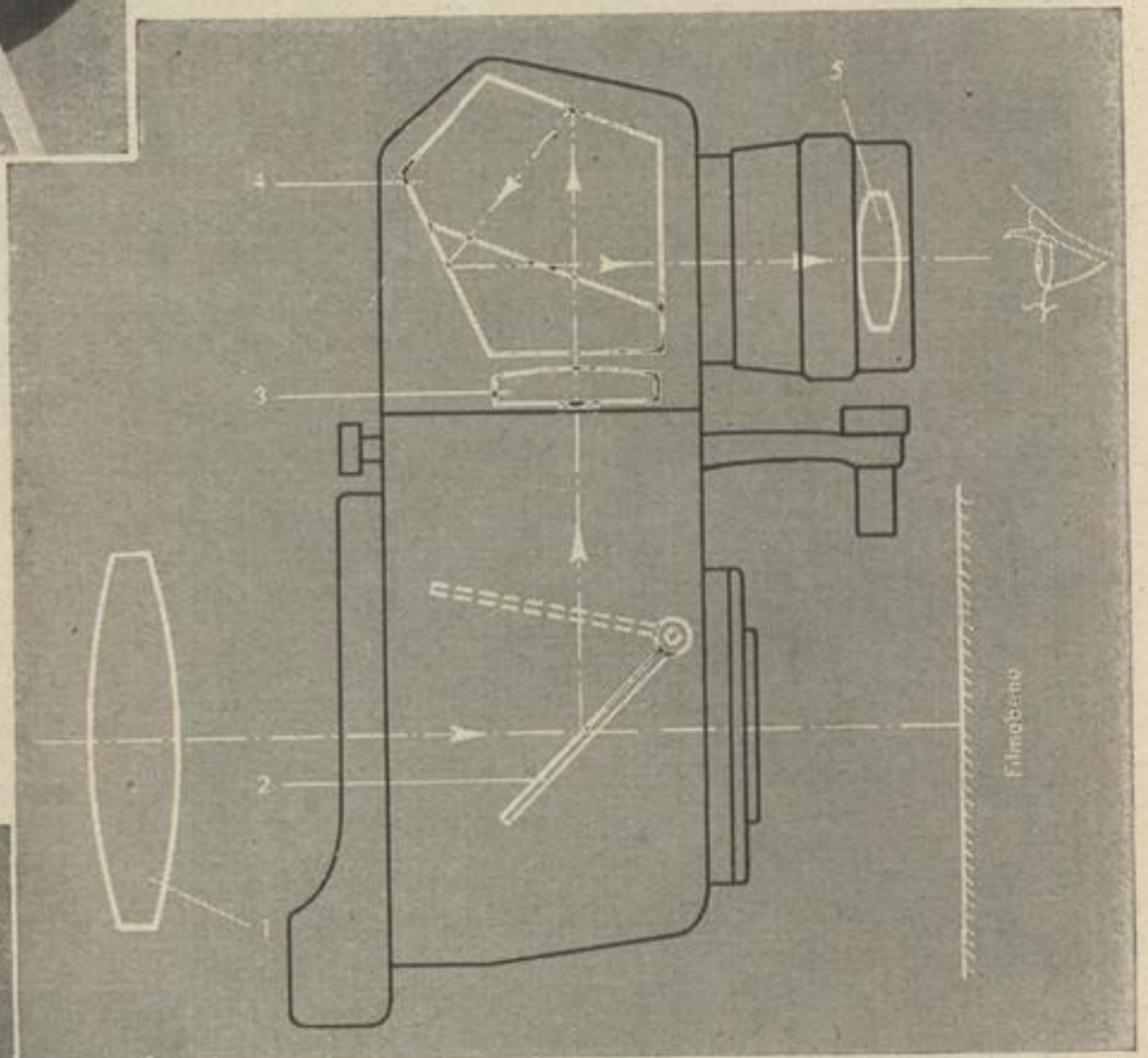


Bild 175. Strahlengang im Flektometer. Das Objektiv (1) läßt die Lichtstrahlen auf den um  $45^\circ$  geneigten Spiegel (2) fallen, der es zur Mattscheibe (3) nach oben reflektiert. Diese gibt das Bild an das Dachkantprisma (4) weiter, von dem es aufgerichtet und seitenrichtig ins Okular (5) strahlt. Beim Emporklappen des Spiegels wird der Weg für die Lichtstrahlen zur Filmebene freigegeben



auf die Mattscheibe. Das Dachkantprisma (3) lenkt den Lichtstrahl noch einmal ab und liefert ein aufrechtes und seitenrichtiges Mattscheibenbild (Bild 171). Der einzige Unterschied zum monokularen Feldstecher liegt also darin, daß in der Bildebene des Systems eine feinfacettierte Mattscheibe im Bildformat angebracht ist. Im Augenblick der Aufnahme wird der Reflexspiegel nach oben geschwenkt. Dann fallen die Lichtstrahlen direkt auf die lichtempfindliche Schicht, die hinter dem Spiegel an der Rückwand der Kamera liegt.

Mattscheibenlose Kleinbildapparate, zum Beispiel die Contax mit Entfernungsmesser, können auch als Spiegelreflexapparat verwendet werden, wenn man als Hilfsgerät einen Flektometeransatz verwendet (Bilder 174 und 175). Der bewegliche Spiegel (Bild 175, 2) des *Flektometers* wirft das vom Objektiv (1) erzeugte Bild auf die Mattscheibe (3), die es an das Penta-Dachkantprisma weitergibt. Dort wird es aufgerichtet und seitenrichtig in das Okular (5) gelenkt. Wie bei der Meßlupe erfolgt die Scharfeinstellung nach dem Koinzidenzprinzip. Im Mittelfeld der Mattscheibe befinden sich zwei gegeneinander gerichtete Keile. Sie lenken die Strahlen des anvisierten Objekts nach entgegengesetzter Richtung ab. Durch Verstellen des Objektivs müssen die entstandenen Teilbilder zu einem Gesamtbild mit übereinstimmenden Konturen vereinigt werden. Dann ist die Scharfeinstellung sowohl auf der Mattscheibe als auch auf der Filmebene durchgeführt.

## IV. Verschuß und Belichtung

### a) Verschlüsse

#### 1. Bau und Arbeitsweise der Verschlüsse

Nach ihrem Bau unterscheiden wir zwei Verschußtypen: den Zentralverschuß und den Schlitzverschuß. Beim *Zentralverschuß* werden einzelne Lamellen von der Mitte zum Rande und zurück bewegt. Die Objektivöffnung wird dabei schlagartig freigegeben. Die Lichtstrahlen fallen auf die Filmebene und leuchten das Bildfeld als Ganzes aus. Anders arbeitet der *Schlitzverschuß*. Ein schwarzes Tuch mit einem in der Breite verstellbaren Schlitz rollt unmittelbar vor dem Film ab. Wenn der Schlitz an der Objektivöffnung vorüberrollt, wird das Bildfeld, Streifen nach Streifen, von den einfallenden Lichtstrahlen getroffen. Beim Zentralverschuß also Öffnung von der Mitte zum Rande und schlagartige Beleuchtung des gesamten Bildfeldes; beim Schlitzverschuß Belichtung einzelner Bildstreifen nacheinander von einer Seite zur anderen.

Beide Verschußtypen haben ihre Vorteile und Nachteile; keiner von ihnen ist entbehrlich. Der Zentralverschuß ist der typische *Objektivverschuß*. Er ist in das Linsensystem eingebaut und ein Bestandteil des Objektivs. Ist er als Präzisionsmechanismus gebaut, so arbeitet er sehr genau, und zwar auch lange Jahre hindurch. Ein Muster an Präzision ist der *Compurverschuß*. Bei billigeren Zentralverschlüssen weichen die Leistungen bis zu 10% von den angegebenen Verschußzeiten ab. Mit dem *Compur-Rapid-Verschuß* erreicht man bei Kleinbildapparaten die Verschußgeschwindigkeit von  $\frac{1}{500}$  Sekunde. Das ist eine beachtliche Leistung, wenn man bedenkt, daß die Lamellen sich zunächst zum Rande bewegen und nach vollkommener Richtungsänderung sich wieder schließen. Das

Tuch des Schlitzverschlusses rollt in einem Zuge ab. Mit dem Schlitzverschluß erreicht man daher höhere Geschwindigkeiten, und zwar als Spitzenwert bei der Contax die  $\frac{1}{1250}$  Sekunde. Häufig lassen allerdings die Schlitzverschlüsse im Laufe der Zeit nach, und sie erreichen dann nicht mehr die angegebenen Werte.

Der Zentralverschluß findet sich bei Kleinbildapparaten mit fest eingebautem Objektiv. Bei auswechselbaren Objektiven müßte jedes Objektiv seinen eigenen Zentralverschluß haben. Um das zu vermeiden, bringt man in vereinzelt Fällen einen Zentralverschluß unmittelbar hinter dem Objektiv an. In der Mehrzahl der Fälle aber wendet man dann den Schlitzverschluß an, der unmittelbar vor der Filmebene im Kameragehäuse abrollt.

Allgemein werden die Verschlüsse erst kurz vor der Aufnahme gespannt und während der Aufnahme wieder entspannt. Ein Verharren in gespanntem Zustande ist ihnen nicht zuträglich. Besonders die Compurverschlüsse sind gegen eine dauernde Federspannung empfindlich; das gilt vor allem, wenn kurze Belichtungszeiten eingestellt worden sind. Eine Ausnahme von dieser Regel macht die Robot II, die Schnellschußkamera höchster Vollendung. Mit dem Federwerk kann man den Verschluß für 24 Aufnahmen und bei der Super-Robot sogar für 48 Aufnahmen spannen, die dann vollautomatisch hintereinander durchgeführt werden können. Für die Praktina ist als Sondergerät ein Schnellaufzug mit Federwerk entwickelt. Mit ihm kann man 10 Aufnahmen hintereinander durchziehen, wenn es bei Serienaufnahmen auf schnellste Aufnahmefolge ankommt.

Die Tenax II besitzt einen Compur-Rapid-Verschluß unmittelbar hinter dem Objektiv und die Robot einen rotierenden Scheibenverschluß.

Der *Schlitzverschluß* kommt während des Ablaufs erst auf volle Touren. Daher ist die Belichtungszeit auf der Anlaufseite länger als auf der Ablaufseite. Meist spielen diese Differenzen keine Rolle; sie können aber bei Verwendung des Farbfilms mit seinem geringen Belichtungsspielraum spürbar werden. Dann dreht man nach Möglichkeit den Apparat so, daß der Himmel in dem zuletzt belichteten Filmstück liegt; er wird dann am kürzesten belichtet.

## 2. Verschluß und Bewegungsablauf

Aufnahmen sehr schnell bewegter Objekte kommen einwandfrei, wenn man einen Zentralverschluß verwendet. Bei verkehrter Anwendung des Schlitzverschlusses hingegen können beachtliche Verzeichnungen auftreten. Wir müssen uns daher zunächst orientieren, in welcher Richtung sich der Schlitzverschluß im Aufnahmeapparat bewegt.

- a) Bewegt sich der Schlitzverschluß gleichlaufend mit einem fahrenden Auto, so bewegt sich dessen optisches Bild dem Schlitzverschluß entgegen. Es wird zuerst der Kühler auf dem Film belichtet; inzwischen bewegt sich der Wagen noch weiter, und ehe das Schlußlicht fotografiert wird, hat es sich noch ein gutes Stück auf das Bild des Kühlers zu bewegt. Das bewegte Objekt erscheint daher im Bild verkürzt, zusammengestaucht (Bild 176 rechts).
- b) Bewegt sich der Schlitzverschluß dem fahrenden Auto entgegen, so bewegt er sich gleichlaufend mit dem optischen Bild. Dann wird zuerst das Schlußlicht des Autos belichtet. Inzwischen können sich der Wagen und der Kühler noch weiter nach vorwärts bewegen. Das bewegte Objekt erscheint also in der Aufnahme gedehnt, verlängert (Bild 176 links).

c) Bewegt sich der Schlitzverschluß senkrecht zur Bewegungsrichtung des Autos, so ergeben sich im Bild Schrägverzerrungen.

Bei horizontal ablaufendem Schlitzverschluß resultiert bei Aufnahmen von Objekten mit hoher Eigenbewegung entweder eine Verlängerung oder eine Stauchung. Die Verlängerung ist falsch und muß verhindert werden, denn es verlängern sich gleichzeitig auch die Fehler und werden dann auffällig. Wir müssen die Verkürzung wählen, denn dann verkürzen sich die Fehler, und sie treten im Bild kaum mehr hervor.

Die Bewegungsrichtung des Schlitzverschlusses ist auch bei Aufnahmen aus fahrenden Verkehrsmitteln von Bedeutung.

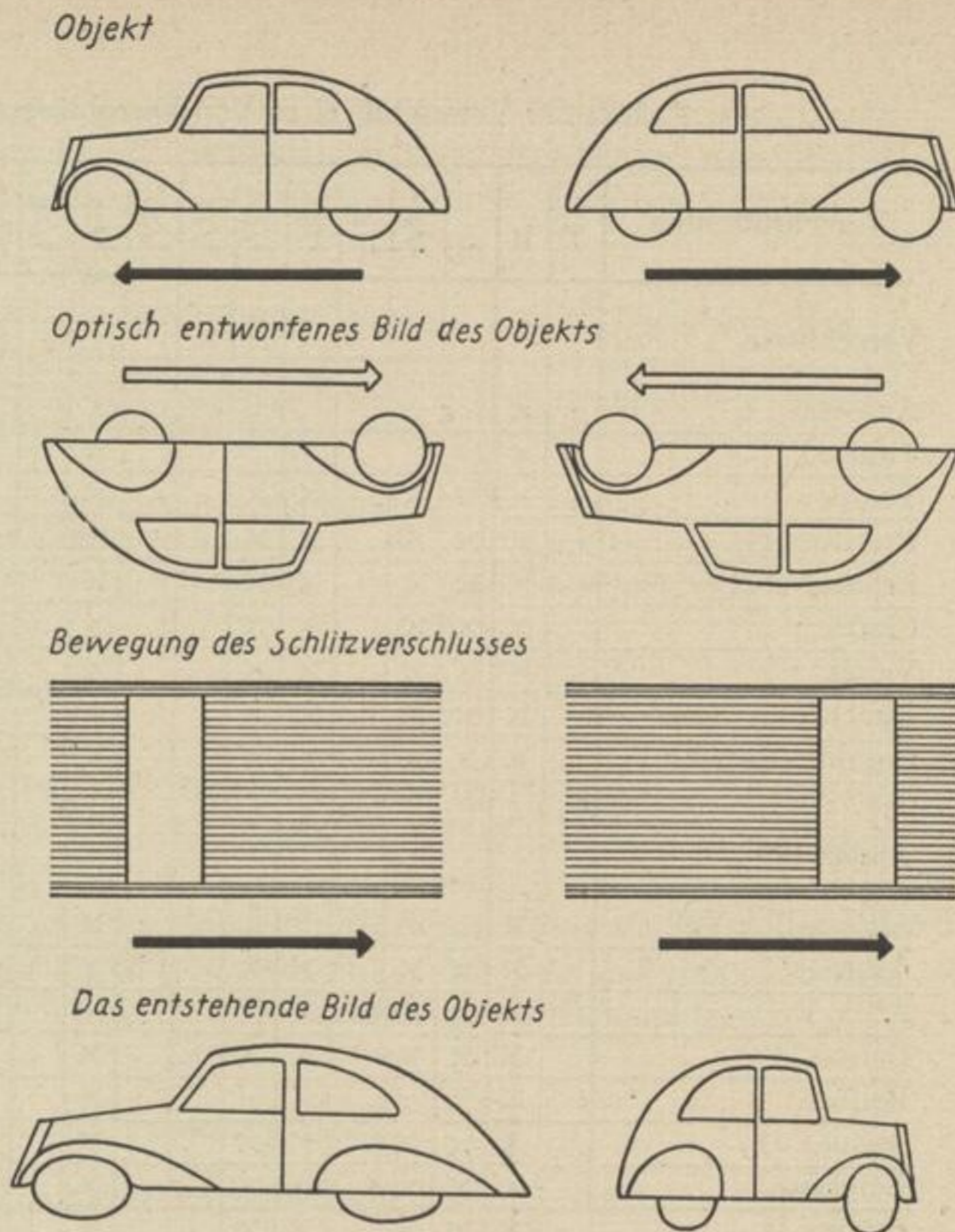


Bild 176. Schlitzverschluß und Bewegungsablauf. Links: Das Fahrzeug bewegt sich dem Schlitzverschluß entgegen: Dehnung des Objekts. Rechts: Das Fahrzeug bewegt sich mit dem Schlitzverschluß: Stauchung des Objekts

Tabelle 26: Schlitzverschluß und Bewegungsablauf

<b>Allgemeine Regel:</b>		
Schlitzverschlußablauf und Bewegungsablauf müssen übereinstimmen, weil das optische Bild dem Bewegungsablauf entgegelläuft.		
Objekt	Bewegungsrichtung	Ende des Apparats, von dem der Schlitzverschluß ausgeht
Fahrzeug,	das von rechts kommt das von links kommt	rechts links
Aufnahme aus fahrendem Zug	rechte Fahrseite linke Fahrseite	links rechts
Turmspringer im Bade		oben
Raketenaufstieg		unten

Tabelle 27: Verschußzeiten von Verschlüssen und Kameratypen

Verschußzeiten	T	B	1	1/2	1/4	1/5	1/10	1/15	1/20	1/25	1/30	1/40	1/50	1/60	1/100	1/150	1/200	1/250	1/300	1/500	1/1000
<b>Verschlüsse</b>																					
Automat		×								×			×		×						
Junior	×	×								×			×		×						
Tempor		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Prontor SV		×	×	×		×	×			×			×		×					×	
Prontor SVS		×	×	×		×	×			×			×		×					×	
Cludor		×	×	×		×	×			×			×		×		×				
Vebur		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Synchro-Compur		×	×	×		×	×			×			×		×			×		×	
Compur-Rapid		×	×	×		×	×			×			×		×			×		×	
<b>Apparate</b>																					
Altissa-Box VD		×								×											
Altix IV		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Altix V		×	×	×		×	×			×			×		×			×		×	
Beirax II		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Belfoca		×								×			×		×						
Belfoca 11		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Belplasca		×	×	×		×	×			×			×		×		×				
Beltica II		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Certo-Six		×	×	×		×	×			×			×		×			×		×	
Contax D und E		×	×	×		×	×		×				×		×		×			×	×
Deko Pionier	×									×											
Ecasix		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Ercona		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Exa		×								×			×		×	×					
Exakta Varex <sup>1)</sup>	×	×	×	×		×				×			×		×	×		×		×	×
Exona		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Leica III f		×	×	×	×		×	×	×		×	×		×	×		×			×	×
Pentona		×									×			×		125					
Perfekta II		×								×			×		×						
Pouva Start		×								×											
Praktica		×		×		×	×			×			×		×		×			×	
Praktina		×		×		×	×			×			×		×		×			×	×
Precisa II		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Super Dollina II		×	×	×		×	×			×			×		×			×		×	
Taxona		×	×	×		×	×			×			×		×				×		
Weltaflex		×	×	×		×	×			×			×		×				×		
Welti II		×	×	×		×	×			×			×		×			×			
Werra		×	×	×		×	×			×			×		×			×			

<sup>1)</sup> Die einzige Kamera, die zusätzlich die Verschußzeiten 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 und 12 Sekunden besitzt

Ein praktisches Beispiel. Bei der Leica (Bild 9) läuft der Schlitzverschluß vom Aufzugknopf zum Aufwickelknopf. Er bewegt sich beim Anvisieren des Objekts von rechts nach links. Es muß also der Aufzugknopf stets die oben angegebene Stellung einnehmen.

Tabelle 28: Kamerahaltung der Leica bei bewegten Objekten und bei Eigenbewegung

Querformat	Fahrzeug fährt von rechts nach links Fahrzeug fährt von links nach rechts	Kamerahaltung normal Kamera umkehren
	Aufnahmen aus fahrenden Fahrzeugen in Fahrtrichtung rechtsseitig in Fahrtrichtung linksseitig	Kamera umkehren Kamerahaltung normal
Hochformat	Turmspringer Raketenanstieg	Aufzugknopf links oben Aufzugknopf rechts unten

Bei lichtstärksten Objektiven (1 : 1,5), offener Blende und kürzesten Momenten gibt es beim Schlitzverschluß noch eine Überraschung. Der enge Schlitz läßt nicht alle Strahlen gleichzeitig durch, die sich zu einem Punkt auf der Filmebene vereinigen. Daher tritt eine Verlängerung der Belichtungszeit ein; sie kann bei Öffnungen von 1 : 1,5 und Belichtungszeiten von  $\frac{1}{1000}$  Sekunde auf das Doppelte ansteigen. Das wäre bei der Verwendung von Farbfilm zu berücksichtigen.

### 3. Die Verschußzeiten

Die einzelnen Verschlüsse haben recht verschiedene Verschußzeiten. Wir unterscheiden:

*Die Sekundenzeiten.* Sie werden in ganzen Zahlen angegeben. 1, 2, 3, 4 usw. bedeutet: 1 Sekunde, 2, 3, 4 Sekunden.

Bei Kleinformaten braucht man sie nicht allzu häufig; denn sie lassen sich nur bei Stativaufnahmen anwenden. Bei diesen aber sind sie sehr wertvoll. Man braucht sie dann bei der Aufnahme nicht auszuzählen. Damit vermeidet man subjektive Zählabweichungen und kann sich auf die Aufnahme voll konzentrieren.

*Die langen Momente.* Sie reichen von  $\frac{1}{10}$  Sekunde bis zu 1 Sekunde. Sie werden meist als ganze Zahlen geschrieben. 10, 5, 2, 1 bedeutet:  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{2}$  Sekunde, 1 Sekunde.

Unter ungünstigen Aufnahmebedingungen braucht man die langen Momente häufig. Dann sind sie von sehr großer Bedeutung und stellen meist die einzige Möglichkeit dar, unter schwierigen Lichtverhältnissen Freihandaufnahmen zu machen. Auf jeden Fall vergrößern sich dann die Chancen, unverwackelte Freihandaufnahmen durchzuführen.

*Die kurzen Momente.* Sie umfassen die Geschwindigkeiten von  $\frac{1}{20}$  ...  $\frac{1}{200}$  Sekunde. Auch sie werden als ganze Zahlen geschrieben: 50, 100, 200 bedeutet also:  $\frac{1}{50}$ ,  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{200}$  Sekunde.

Die kurzen Momente sind die meist gebrauchten Verschußwerte. Diejenige Kamera gibt die besten Aufnahmebedingungen, die die größte Differenzierung in diesem Geschwindigkeitsbereich aufweist.

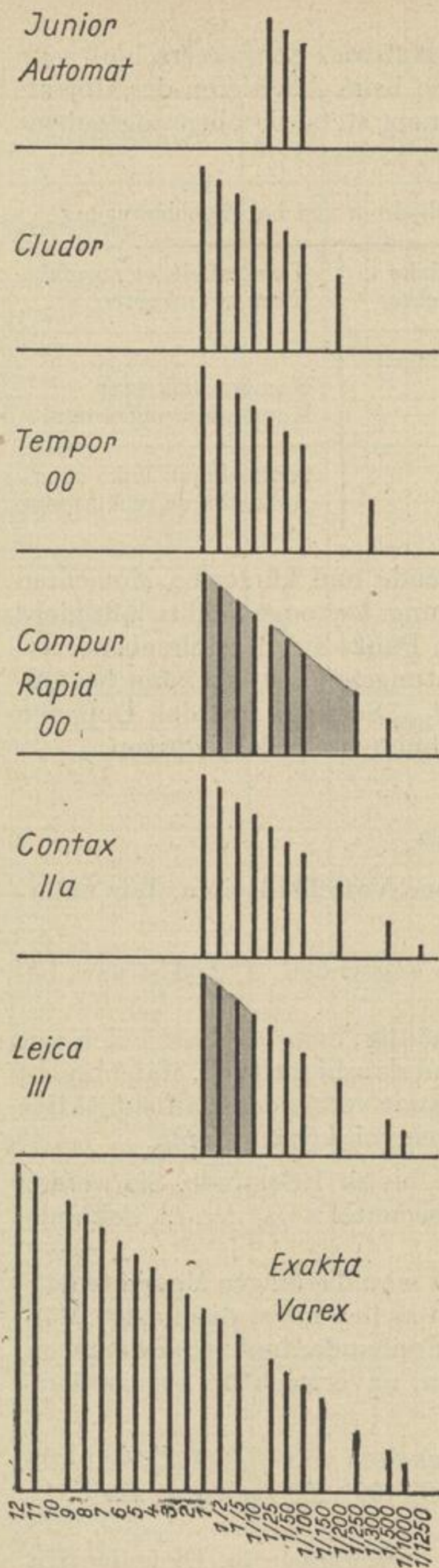


Bild 177. Die Verschlusszeiten (Punktraster = kontinuierlicher Einstellbereich)

*Die kürzesten Momente.* Sie umfassen die Zeiten von  $\frac{1}{250}$  ...  $\frac{1}{1250}$  Sekunde und werden ebenfalls als ganze Zahlen geschrieben. 250, 300, 500, 1000 bedeutet:  $\frac{1}{250}$ ,  $\frac{1}{300}$ ,  $\frac{1}{500}$ ,  $\frac{1}{1000}$  Sekunde.

Die kürzesten Momente haben für den normalen Amateur nur geringe Bedeutung. Man braucht sie bei Sportaufnahmen, bei Aufnahmen sehr stark bewegter Objekte oder bei Aufnahmen aus sehr schnell fahrenden Verkehrsmitteln. Besonders die Spitzenwerte verteuern den Verschluß beachtlich.

*Die langen Zeiten.* Sie werden durch Buchstaben bezeichnet.

T = (Z) = O: die lange Zeitaufnahme,  
B = Z = D: die kurze Zeitaufnahme.

T leitet sich vom englischen »time« ab und bedeutet »Zeit«. Es wurde von den ersten Kodak-Apparaten übernommen. Es wird verschiedentlich durch Z für »Zeit« oder durch O für »Offen« ersetzt.

Bei der langen Zeitaufnahme stellt man den Verschluß also auf T. Beim Auslösen wird der Verschluß geöffnet. Er bleibt auch offenstehen, wenn man den Auslöseknopf losläßt. Erst durch einen zweiten Druck auf den Knopf (oder bei der Leica durch Zurückdrehen des Stellknopfes) wird der Verschluß wieder geschlossen. Wir wenden die T-Stellung bei Nachtaufnahmen und bei sehr starkem Abblenden an.

B leitet sich von »Ball« ab und bezieht sich auf den Gummiball, mit dem bei den ersten Apparaten der Verschluß durch Luftdruck ausgelöst wurde. Man legt ihm heute die Bedeutung »beliebig« bei. Das B wird häufig durch Z für Zeit oder durch D für Dauer ersetzt.

Bei der B-Stellung des Verschlusses bleibt der Verschluß so lange geöffnet, wie der Auslöser niedergedrückt wird. Beim Loslassen des Auslösers wird der Verschluß automatisch geschlossen. Die B-Einstellung wenden wir zum Beispiel bei hellem Kunstlicht oder bei sehr düsteren Motiven bei Tageslicht an.

Bei Kleinbildformaten, deren Hauptaufnahmegebiet die Freihandaufnahme ist, wird

häufig am Verschuß die T-Stellung eingespart. Bei langen Zeitbelichtungen verwendet man dann Drahtauslöser mit Arretierschraube. Sie können in der Druckstellung arretiert werden. Nach Ablauf der Belichtung löst man die Schraube, und der Verschuß schließt sich sofort.

Die *Compurverschlüsse* haben vor den Schlitzverschlüssen den Vorteil, daß bei ihnen außer den vorgesehenen Festwerten auch die Zwischenzeiten mit Ausnahme der Werte zwischen  $\frac{1}{10}$  und  $\frac{1}{25}$  Sekunde und den beiden Höchstgeschwindigkeiten eingestellt werden können.

Überblicken wir die Tabelle 27 der Verschlüsse und Verschußzeiten und dazu das Bild 177! Es ergeben sich dann folgende interessante Verschiedenheiten.

Den einfachsten Verschuß haben die Box-Apparate. Bei ihnen kann man nur zwischen  $\frac{1}{25}$  Sekunde und dem Moment B wählen. Fast alle Aufnahmen werden mit der  $\frac{1}{25}$  Sekunde gemacht. Die Perfekta II läßt die Wahl zwischen B,  $\frac{1}{25}$ ,  $\frac{1}{50}$  und  $\frac{1}{100}$  Sekunde.

Einfache Verschlüsse vom Typ Junior haben außer der B-Stellung nur die Verschußzeiten  $\frac{1}{25}$ ,  $\frac{1}{50}$  und  $\frac{1}{100}$  Sekunde und gehen damit nicht über die Wahl-

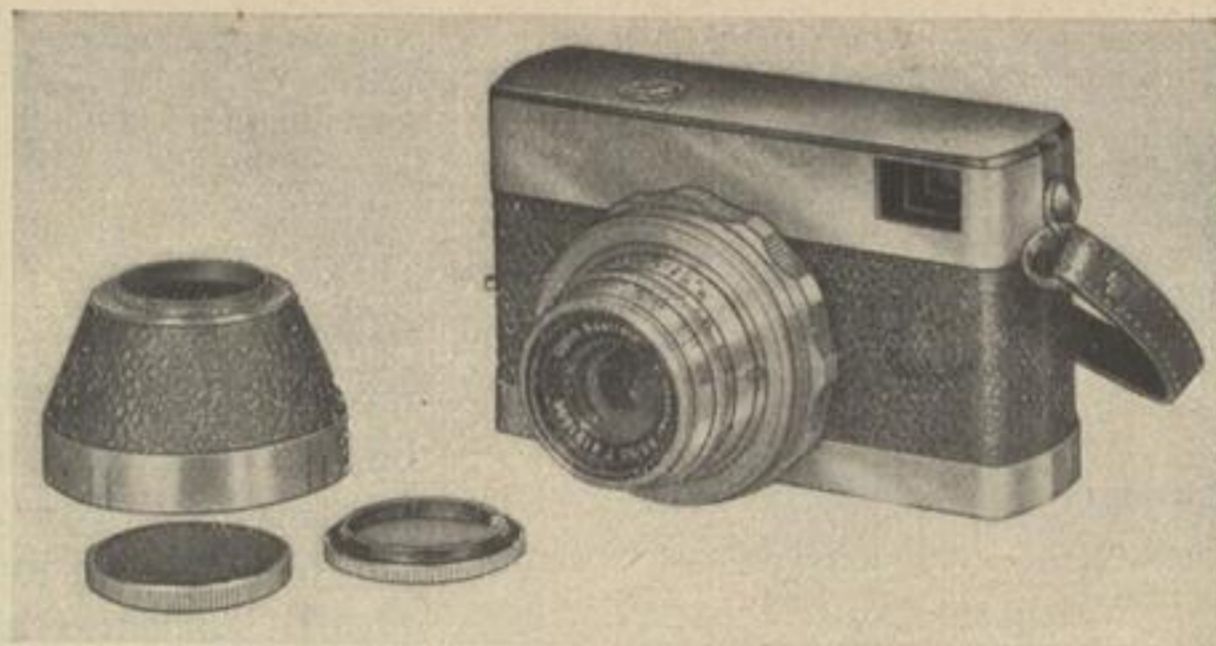


Bild 178

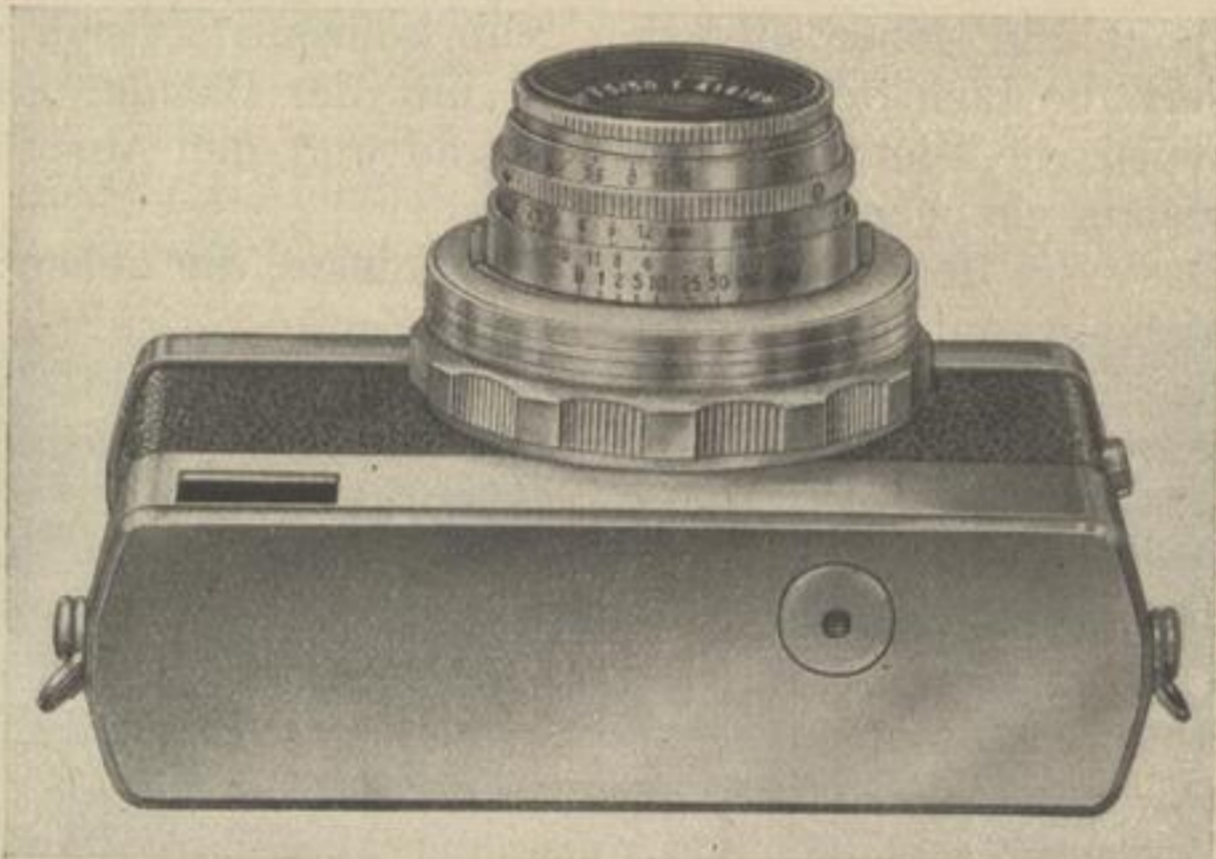


Bild 179

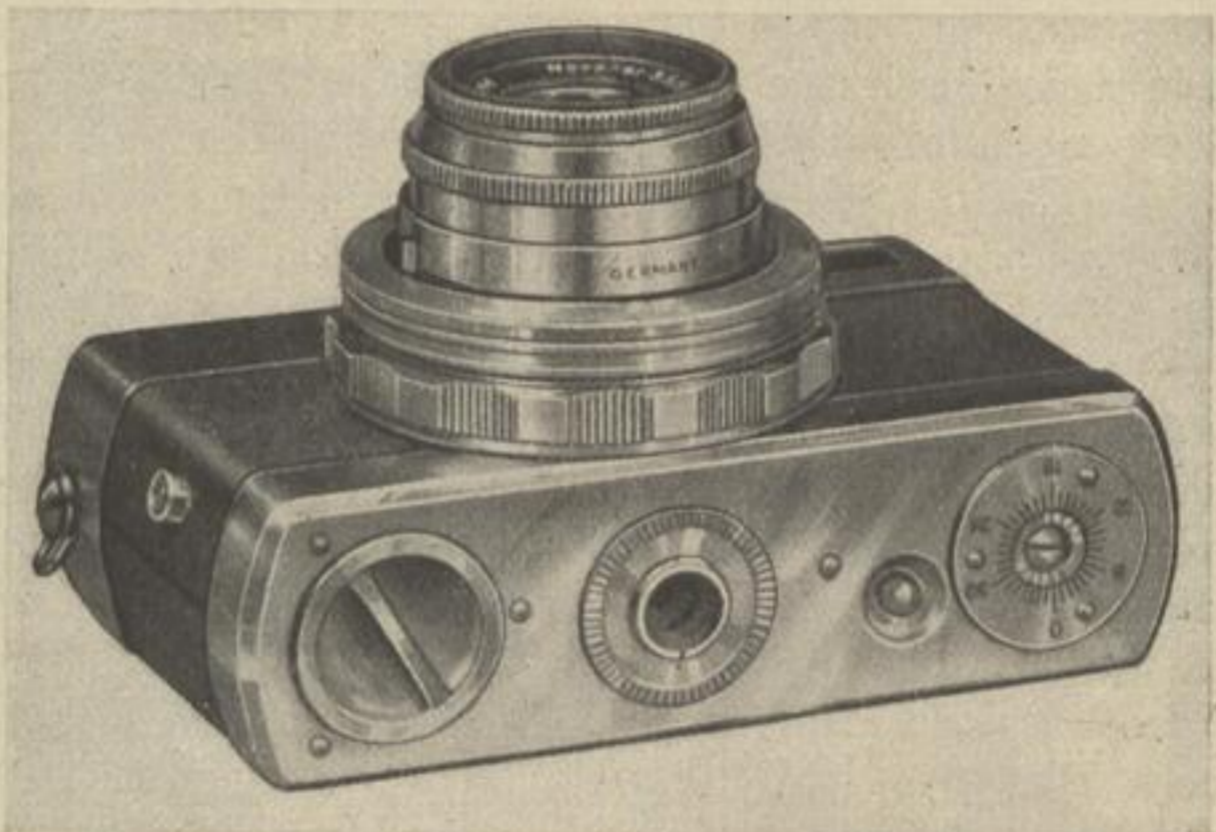


Bild 180

Bild 178. Werra, eine neuartige Kleinbildkamera des VEB Carl Zeiss, Jena; glattes Gehäuse; Auslöseknopf in die Deckplatte, Rückwickelknopf, Filmzähluhr und Stativmutter in die Grundplatte eingelassen; Tessar 2,8/50; Zentralverschuß von 1 bis  $\frac{1}{250}$  s; Gegenlichtblende in Ruhestellung über den Objektivstützen gestülpt

Bild 179. Werra von oben Bild 180. Werra von unten

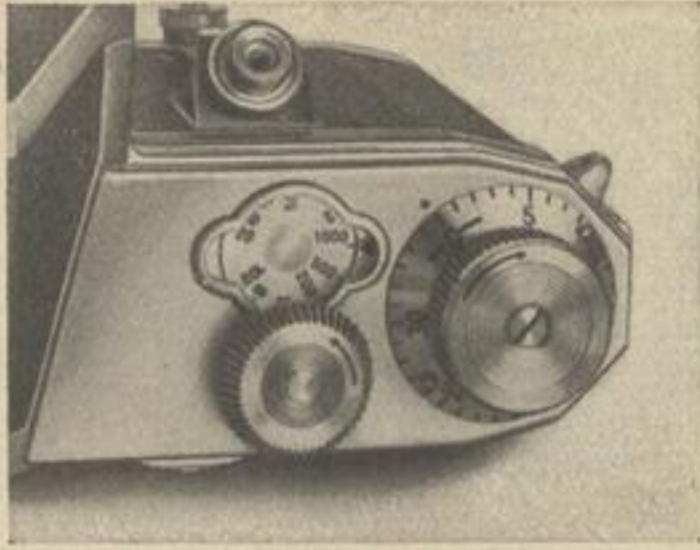


Bild 181. Verschuß der Contax D mit versenkter Verschußzeitenscheibe (B; 1 bis  $\frac{1}{1000}$  s), Zeiteinstellknopf und dem Verschußspannkopf (rechts) mit Bildzähluhr

möglichkeiten der Perfekta hinaus. Ebenso wie bei der Blendenreihe sind die Werte so abgestimmt, daß die Zeit bei zwei aufeinanderfolgenden Werten jeweils verdoppelt bzw. auf die Hälfte verkürzt wird.

Mit diesen Verschußzeiten kommt man ohne weiteres aus. Sie lassen sich leicht und sicher einstellen. Man konzentriert sich auf die drei Werte und reguliert die Lichtfülle im übrigen mit der Blende. Es entstehen billige Apparatypen, die leicht zu bedienen sind und den Ansprüchen der meisten Amateure voll auf genügen.

Das Gros der Apparate hat Verschlüsse, die neben den kurzen auch die langen Momente aufweisen und die kurzen Zeiten bis zu  $\frac{1}{250}$  oder  $\frac{1}{500}$  Sekunde erweitern. Es werden also gegenüber der zweiten Gruppe das Gebiet der Aufnahmen unter extrem schlechten Lichtverhältnissen und das Gebiet der Sportaufnahmen mit erfaßt (Bild 181).

Die Apparate werden hierdurch wesentlich teurer. Außerdem setzt auch eine größere Zahl von Variationsmöglichkeiten größere technische Vorkenntnisse und Überlegungen voraus, wenn man den Apparat voll auswerten will.

Aus dem Rahmen des üblichen ragen vier Entwicklungsrichtungen heraus, die auf Sondergebieten schätzenswerte Eigenschaften haben.

*Compur-Rapid 00* hat kontinuierliche Einstellbereiche von  $1 \dots \frac{1}{10}$  und von  $\frac{1}{25} \dots \frac{1}{250}$  Sekunde. Es gibt kein Umrechnen; jede Verschußgeschwindigkeit ist greifbar.

Die *Leica* besitzt eine kontinuierliche Einstellungsreihe im Bereich der langen Momente und eine feine Differenzierung der meistgebrauchten Belichtungszeiten von  $\frac{1}{20} \dots \frac{1}{100}$  Sekunde. Die Belichtungszeit läßt sich leicht auch in den engen Grenzen variieren, die beim Verwenden des Farbfilms gegeben sind.

Die *Exakta Varex* hat den weitesten Bereich aller nur erdenklichen Einstellzeiten und gibt die Möglichkeit zu exakten Belichtungseinstellungen bis zu 12 Sekunden für Stativaufnahmen. Das ist wichtig für Nah- und Makroaufnahmen und Innenaufnahmen aller Art. Der Vorteil der langen Momente liegt besonders in der Serienaufnahme. Ohne Zuhilfenahme einer Uhr und ohne Auszählen wird automatisch die erforderliche Belichtungszeit verwirklicht, und wir erhalten Streifen völlig einheitlich belichteter und entwickelter Negative.

Die *Contax II* erreicht mit  $\frac{1}{1250}$  Sekunde den Rekord der kürzesten Belichtungszeit. Die  $\frac{1}{1250}$  wird aber nur selten ausgenutzt; außerdem weicht dieser Wert nur um 25% von der auch bei anderen Präzisionsapparaten üblichen  $\frac{1}{1000}$  Sekunde ab.

Wer sich also nicht mit theoretischen Erwägungen plagen will, der wähle auch beim Verschuß einen einfachen Typ. Entscheidend ist nicht die tausendstel Sekunde, entscheidend für den Amateur ist vielmehr eine einfache, übersichtliche Apparatur mit ihren erleichterten Aufnahmebedingungen.



## b) Die Belichtungszeit

### 1. Die richtige Belichtungszeit

Eines der Hauptprobleme der Kleinbildfotografie ist das Einhalten der richtigen Belichtungszeit. Die Belichtung ist eine Zufuhr von Lichtenergie. Diese Energie ruft zunächst noch unsichtbare stoffliche Veränderungen in den lichtempfindlichen Schichten hervor, die durch den nachfolgenden Entwicklungsvorgang vollendet und zugleich sichtbar gemacht werden. Es entsteht ein Negativ des Aufnahmegegenstandes, in dem die hellsten Bildteile am stärksten geschwärzt und die dunkelsten Partien glasklar durchsichtig sind. Der Grad der Schwärzung hängt von der Menge des einfallenden Lichts ab. Beim sachgemäß belichteten Negativ liegt daher zwischen den tiefsten Schwärzen und den hellsten Lichtern eine weite Skala von Halbtönen. Tonwertreichtum ist das Kennzeichen einer guten fotografischen Aufnahme. Bei falscher Belichtung wird die Tonwertskala stark eingengt. Ist die Belichtung zu kurz gewählt, so kommen im Negativ nicht nur die tiefsten Schatten klar, sondern auch die weniger dunklen Bildteile bleiben ohne Zeichnung. Im Positiv laufen



Bild 182. Sowjetisches Tanzensemble in Berlin, Friedrichstadtpalast. Tanzszene voller Bewegung, die nur mit Hilfe moderner Röhren- und Kolbenblitzgeräte eingefangen werden kann



Bild 183. Georgier. Dreyer-Fey, Berlin-Köpenick

gewirkt. Ein Lichteindruck, der nicht vorhanden ist, läßt sich nachträglich aber nicht verstärken. Man kann nicht nachträglich etwas in das Bild hineinbringen, was nicht bereits in geringem Maße vorhanden ist. Daher ist eine der wichtigsten Grundregeln jeder Belichtung:

**In jedem Falle eine Unterbelichtung vermeiden und dafür etwas länger belichten.**

Verstärken und Abschwächen des Negativs sind allerdings nur Korrekturmöglichkeiten für die Groß- und Mittelformate. Beim Kleinbild verlieren sie an Bedeutung; denn dort werden höchste Anforderungen an die Bildqualität gestellt. Sowohl durch Unterbelichtung als auch durch nachträgliche chemische Behandlung des Negativs wird häufig das Korn gröber, und die Vergrößerungsfähigkeit leidet darunter. Außerdem sinkt bei Überbelichtung das Auflösungsvermögen des Films. Die Schärfe der Bildkonturen läßt dann beachtlich nach. Beim Kontaktabzug machen sich der Schärfeabfall und die Vergrößerung des Korns zunächst kaum störend bemerkbar. Aber die Vergrößerung läßt auch alle Bildfehler in entsprechend vergrößertem Maßstabe erscheinen. Abweichungen von der Belichtungszeit ergeben also beim Kleinbild flauere, unscharfe Vergrößerungen mit grobem Korn.

sie dann zu detaillosen schwarzen Flächen zusammen. Wird die Belichtung zu lange ausgedehnt, so finden Überstrahlungen statt. Streulicht erhellt dann auch die dunklen Bildteile auf der Aufnahmeschicht, so daß auch sie im Negativ geschwärzt erscheinen. Das Negativ verschleiert; die Tonwertskala ist stark verkürzt; das Bild erscheint grau in grau und wirkt flau. In diesem Falle kann man die Aufnahme häufig noch durch Abschwächen des Negativs retten. Der Schleier wird beseitigt, und man muß nur darauf achten, daß nicht zugleich die Durchzeichnung der Schatten verlorengeht. Bei Unterbelichtung kann man die Schwärzen des Negativs entsprechend verstärken. Das führt aber nur bei sehr geringen Unterbelichtungen zum Ziel. Bei stärkeren Graden der Unterbelichtung hat das Licht noch nicht auf die betreffenden Schichtteile ein-

Das Kleinbild steht und fällt mit einer exakten Belichtung des Negativmaterials. — Weitere Erschwerungen beim Bestimmen der Belichtungszeit zeigen sich beim Farbfilm. Er hat nur einen geringen Belichtungsspielraum. Abweichungen von der richtigen Belichtungszeit führen zu Farbverfälschungen.

Im wesentlichen wird die Belichtungszeit von sechs Faktoren beeinflusst:

von Objektiv und Blende, von Standort und Beleuchtung,  
 vom Aufnahmematerial, von der Aufnahmezeit und  
 vom Entwicklungsprozeß, von der Eigenbewegung des Aufnahmegegenstandes.

## 2. Objektiv und Belichtungszeit

Die relative Öffnung des Objektivs legt die in der Zeiteinheit einwirkende Lichtmenge fest. Beim Abblenden tritt die Blendenöffnung an die Stelle der relativen Öffnung. Objektive mit großer relativer Öffnung (das heißt mit kleiner Öffnungszahl) ermöglichen kurze Belichtungszeiten, Objektive mit kleiner Öffnung erfordern lange.

Tabelle 29: Relative Öffnung und Belichtungszeit

Relative Öffnung des Objektivs. . . . 1:	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	45
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten . .	0,13	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
<p>Eine Belichtungszeit von <math>\frac{1}{200}</math> Sekunde bei Blende 4 entspricht einer solchen von</p> <p><math>\frac{1}{100}</math> Sekunde bei Blende 5,6</p> <p><math>\frac{1}{50}</math> Sekunde bei Blende 8</p> <p><math>\frac{1}{25}</math> Sekunde bei Blende 11</p> <p><math>\frac{1}{10}</math> Sekunde bei Blende 16</p> <p>oder von <math>\frac{1}{400}</math> Sekunde bei Blende 2,8</p> <p><math>\frac{1}{800}</math> Sekunde bei Blende 2</p>													

Bei gleicher Blendenöffnung ist die Belichtungszeit bei den einzelnen Objektiven gleich groß. Die eingravierte relative Öffnung des Objektivs hingegen zeigt bisweilen Abweichungen, und zwar besonders bei wenig bekannten Objektivtypen. Denn die Hersteller sind häufig bestrebt, die Öffnung reichlich anzugeben. Das Normenblatt DIN 4522 bestimmt, daß der gemessene Wert der relativen Öffnung bei geöffneter Blende höchstens 5% unter dem angegebenen Wert liegen darf. Diese Toleranz ist wesentlich größer, als sie zur Fertigung notwendig wäre. Als Folge hiervon sind einzelne Firmen dazu übergegangen, das Objektiv in der Fertigung mit einer um 5% geringeren Öffnung herzustellen und den hohen Wert aufzugravieren. Bisweilen wächst dann die Differenz zwischen eingravierter und tatsächlicher relativer Öffnung auf 10% an. Der Hersteller aber spart die Korrektur einer entsprechend großen Randzone, in der die meisten Abbildungsfehler des Linsensystems enthalten sind, so daß sich die Produktionskosten wesentlich senken. Die angegebene relative Öffnung stimmt also nicht immer; nur bei Markenobjektiven kann man sich auf sie verlassen.

### 3. Aufnahmematerial und Belichtungszeit

Das Aufnahmematerial besitzt, wie wir später sehen werden, verschiedene Lichtempfindlichkeit; sie wird in DIN-Graden angegeben. Eine Differenz von drei DIN-Graden bedeutet jeweils eine Verdoppelung der erforderlichen Belichtungszeit bzw. eine Verkürzung auf die Hälfte.

Tabelle 30: Lichtempfindlichkeit und Belichtungszeit

Lichtempfindlichkeit des Aufnahmematerials in ° DIN . . . . .	9	12	15	18	21	24	27
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten . . . . .	8	4	2	1	0,5	0,25	0,13
<p>Eine Belichtungszeit von <math>\frac{1}{100}</math> Sekunde bei Aufnahmematerial von 18/10° DIN entspricht einer solchen von <math>\frac{1}{200}</math> Sekunde bei 21/10° DIN  <math>\frac{1}{400}</math> Sekunde bei 24/10° DIN  <math>\frac{1}{800}</math> Sekunde bei 27/10° DIN                  oder von <math>\frac{1}{50}</math> Sekunde bei 15/10° DIN  <math>\frac{1}{25}</math> Sekunde bei 12/10° DIN  <math>\frac{1}{10}</math> Sekunde bei 9/10° DIN</p>							

Meist sind wiederum die Hersteller bestrebt, möglichst hohe Empfindlichkeitswerte auf dem Negativmaterial anzugeben. Bei der Probeaufnahme wählt man daher meist den *Schwellenwert*, der genügen würde, eine gerade noch wahrnehmbare Schwärzung auf dem Negativ hervorzurufen. Dieser Schwellenwert spielt im Kopierprozeß keine Rolle und ist in der Praxis nicht anwendbar. Bei einer kleinen unbeabsichtigten Unterbelichtung rückt man dann bereits aus dem Bereich der brauchbaren Negative in den des Ausschusses. Will man Fehlbelichtungen ausschließen, so verdoppelt man die Belichtungszeit oder wählt die nächstgrößere Blendenöffnung, besonders unter ungünstigen und schwer zu beurteilenden Lichtverhältnissen.

### 4. Filmentwicklung und Belichtungszeit

Eine sachgemäße Entwicklung des Films ist besonders beim Kleinbild äußerst wichtig. Durch Feinkorn- und Feinstkornentwickler wird das Korn der Aufnahmeschicht weitestgehend unterdrückt, und die Vergrößerungsfähigkeit steigt. Feinkornentwickler verlangen im allgemeinen eine reichliche Belichtung. Diese ist bei älteren Belichtungstabellen und Belichtungsmessern noch nicht in Rechnung gesetzt. Man muß dann etwa doppelt so lange und bei Feinstkornentwicklern dreibis viermal so lange belichten, wie die Belichtungshilfen angeben. Neuzeitliche Geräte berücksichtigen bereits die erforderlichen längeren Belichtungszeiten, da man heute nicht nur in der Kleinbildfotografie, sondern ganz allgemein mit Feinkornentwicklung arbeitet. Nur bei extremen Feinstkornentwicklern ist heute noch eine Verlängerung der angegebenen Belichtungszeit nötig, weil diese den Film nicht bis zum Schwellenwert ausentwickeln.

Zusammenfassend ist also zu den technisch bedingten Belichtungszeitfaktoren zu sagen, daß man heute in der Kleinbildfotografie darauf achten muß, daß beim Bestimmen der Belichtungszeit der *Schwellenwert* der möglichen Belichtungszeiten in keinem Falle unterschritten wird; man muß also richtig belichten oder ein wenig überbelichten;

Überbelichtungen sich in mäßigen Grenzen halten, da die richtige Belichtungszeit allein das höchste Auflösungsvermögen des Films, kontrastreiche, »kornlose«, scharfe und damit gut vergrößerungsfähige Negative ergibt; mit zunehmender Überbelichtung verschlechtern sich diese Werte rapid;

die einzelnen Kleinbildaufnahmen eines Filmstreifens auch unter den extremsten Aufnahmebedingungen annähernd *gleichwertig belichtet* werden; denn sie alle werden in einem Arbeitsgang entwickelt (Wegfall individueller Entwicklung jedes Einzelbildes).

In jedem Falle wird die Belichtungszeit verlängert bei der Anwendung von Vorsatzlinsen zur Verlängerung der Brennweite und Vergrößerung des Abbildungsmaßstabes,

Lichtfiltern (Gelb-, Grün-, Blau-, Rotfilter),

Polarisationsfiltern,

Stereovorsätzen,

bei ausgesprochenen Nahaufnahmen durch entsprechende Auszugverlängerung.

Für die einzelnen Zusatzgeräte werden von den Herstellern *Belichtungsfaktoren* angegeben, mit denen die unter normalen Aufnahmebedingungen ermittelte Belichtungszeit multipliziert werden muß, um die richtige Belichtungszeit zu erhalten.

#### 5. Standort, Beleuchtung und Belichtungszeit

Bild 95 zeigt, wie bei vollem Sonnenschein die *Beleuchtungsstärke* der einzelnen Aufnahmeobjekte großen Schwankungen unterworfen ist.

Tabelle 31: Beleuchtungsstärke und Belichtungszeit

	direkte Sonnenbestrahlung	in lichtem Baum-schatten	auf über-dachtem Balkon	im Zimmer am Fenster	in der Mitte des Zimmers
Beleuchtungsstärke in Lux	100 000	10 000	6 000	2 500	300
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten . . . . .	1	10	17	40	333

Beschattete Objekte erfordern im Hochsommer die 4...10fache Belichtungszeit von solchen, die direkt von der Sonne beschienen werden. Wichtig ist auch die *Wolkenbildung* am Himmel.

Tabelle 32: Bewölkung und Belichtungszeit

Sonne				Ohne Sonne		
und weiße Wolken	ohne Wolken	und dunkle Wolken	leicht bedeckt	grau	gleichmäßig trüb, düster	regendrohende, finstere Gewitterwolken
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten						
1	1,3	1,6	2	3	4	8

Also schon ein leicht dunstiger Himmel bedingt die doppelte Belichtungszeit. Weiße Wolken wirken lichtreflektierend, und damit verstärken sie die Beleuchtung. Das gleiche gilt von gleißenden Wasser- und Schneeflächen und allen reflektierenden Gegenständen in der Nähe des Aufnahmegegenstands.

*Helle Aufnahmegegenstände* erfordern kürzere Belichtungszeiten als die gleichen Gegenstände in düsteren Farben. Dunkle Häuser muß man doppelt so lange belichten wie helle, hellfarbige Kunstgegenstände doppelt so lange wie weiße, dunkel- farbige 4...8mal so lange.

### 6. Aufnahmezeit und Belichtung

Die Belichtungszeit unterliegt jahreszeitlichen und tageszeitlichen Schwankungen.

Tabelle 33: Jahreszeiten und Belichtungszeit

Jahreszeit	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov. Dez.
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten . . . . .	4,5	2,5	2	1,5		1		1,5	2	2,5	4,5

Tabelle 34: Tageszeiten und Belichtungszeit

Tagesstunde		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Verhältniszahlen der Belichtungszeiten	im Juni		4		2			1				2		4
	im Dez.				16		8	4	8		16			

Diese Einzelfaktoren wirken in der Praxis naturgemäß zusammen; sie alle müssen wir bei der fotografischen Aufnahme berücksichtigen. Wir werden sie daher beim Gebrauch der Belichtungstabellen wiederfinden, in denen sie alle zusammengefaßt sind. Wenn wir die Belichtungszeit nach Tabellen errechnen, so finden wir die Rubriken Objekt, Jahreszeit, Tageszeit, direkte oder indirekte Beleuchtung, Himmel. Jede einzelne Rubrik gibt einen Leitwert, der, mit den übrigen zusammengezählt, schließlich die Belichtungszeit ergibt.

### 7. Eigenbewegung des Aufnahmegegenstands und Belichtungszeit

Die bisherigen Tabellen zeigen uns, wann wir kurz belichten können und wann wir länger belichten müssen. Es sind die Daten, die auf die technischen Bedingungen des fotografischen Prozesses Bezug nehmen. Außer ihnen spielen aber auch die Eigenbewegungen des Aufnahmegegenstands und des Fotoapparats (Aufnahme aus sich bewegenden Fahrzeugen) eine Rolle und dürfen nicht vernachlässigt werden. Wollen wir zum Beispiel den Mond fotografieren, so müssen wir wesentlich länger belichten, als wir dies am Tage gewöhnt sind. Bei 17/10° DIN-Film und einer Blende von 4 ist für Vollmondaufnahmen eine Belichtungszeit von etwa  $\frac{1}{5}$  Sekunde erforderlich, für den Mond im ersten Viertel eine Zeit von etwa 2 Sekunden. Nun bewegt sich aber der Mond im Laufe von 2 Minuten um seinen Eigendurchmesser vorwärts. Bei derart langen Belichtungszeiten ergeben sich dann bereits

Bild 184. Testaufnahme zum Studium des rationellen Arbeitsprozesses. Eine Lichtquelle wurde auf den Handrücken des Arbeiters geschnallt; ihre Leuchtspur wurde fotografisch festgehalten. Unsachgemäße Lagerung des Materials und der Geräte bedingt lange und ungeordnete Handbewegungen  
Hans-Joachim Fritsch, Leipzig;  
Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 8.

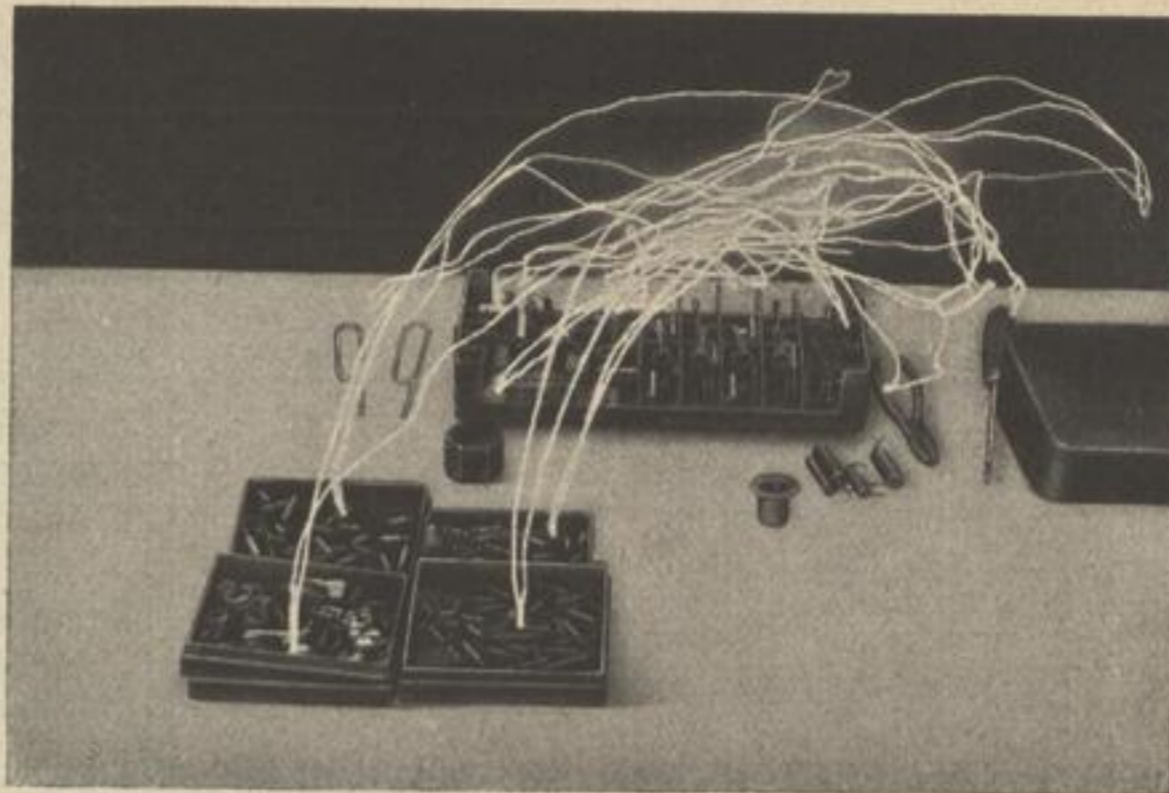
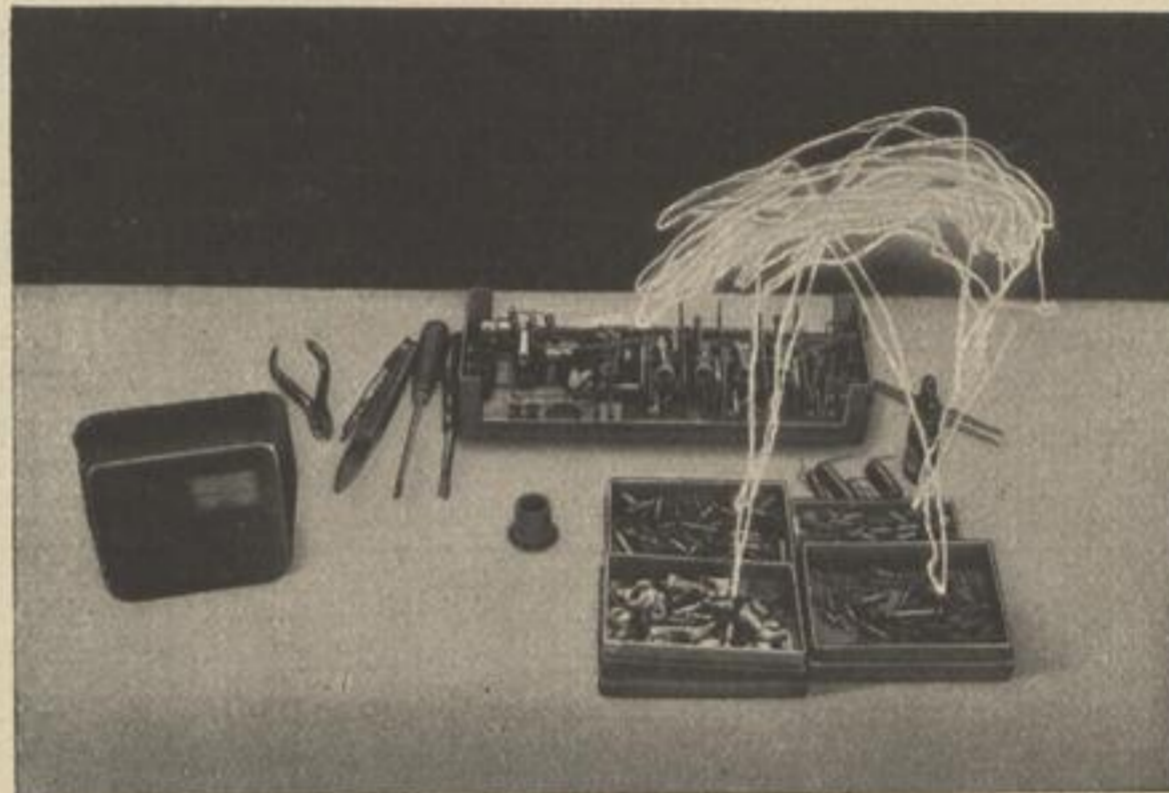


Bild 185. Die gleiche Testaufnahme bei kurzen Handbewegungen durch sachgemäße Lagerung des Materials; hierdurch Erhöhung der Arbeitsproduktivität



mehrfache Konturen und bei noch längeren Zeiten Deformationen der Mondsichel. Wollen wir eine nächtliche Landschaft zusammen mit dem Mond aufnehmen, so ist das nur in den seltensten Fällen unmittelbar möglich. Die Helligkeit der Mondscheinlandschaft ist sehr gering; es ergeben sich Belichtungszeiten, bei denen nicht mehr der Mond, sondern die Mondbahn abgebildet wird. An Stelle der Mondscheibe sehen wir ein wurstförmiges, leuchtendes Gebilde am Himmel.

Eine Nachtaufnahme in der Großstadt erfordert je nach dem Aufnahmegegenstand und -apparat lange Momente oder eine Belichtungszeit von mehreren Sekunden. Huscht in dieser Zeit ein Auto oder eine Straßenbahn durchs Blickfeld, so bleibt zwar das Verkehrsmittel auf dem Bild unsichtbar, aber der Weg der Lichtquelle (des Autoscheinwerfers, der Beleuchtung der Straßenbahn) ist als mehr oder weniger breites Lichtband im Bild festgehalten. Man kann die Lichtspur von Bewegungsvorgängen zur Untersuchung des Arbeitsprozesses verwerten (Bilder 184 und 185), indem man zum Beispiel die sich bewegende Hand mit einer Lichtquelle ausrüstet. Dann ergeben Testfotos das Bild eines praktischen, geordneten, wohl durchdachten oder auch dasjenige eines ungeordneten, unpraktischen Arbeitsablaufs. Eine Gewitteraufnahme bei Nacht zeigt den gesamten Weg des Blitzes, der sich mit 1 Milliarde Volt und in einer Zeit entlädt, die kürzer als  $\frac{1}{1000}$  Sekunde ist.

Tabelle 35: Eigengeschwindigkeit bewegter Objekte

Eigengeschwindigkeit in Meter/Sekunde	1...2,5			2,5...5		
Aufnahmerichtung ↑ zu Bewegungsrichtung: Erforderliche Belichtungsgeschwindigkeit in Sek.	→ 1/100	↗ 1/50	↑ 1/25	→ 1/250	↗ 1/100	↑ 1/50
<b>A. Aufnahmen aus Fahrzeugen</b>	Aus Falt- und Ruderboot; ruhiges Wasser			Ruderboot, Segelboot, Flußdampfer		
<b>B. Bewegte Menschen</b>						
Kind .....	Kind, ruhiges Spiel bei ruhiger Arbeit, Fußgänger			Kind, Bewegungsspiel Fußgänger in schneller Bewegung		
Erwachsener .....	1,4					
<b>C. Verkehr</b>						
Rad .....				Radfahrer 5,5		
Motorrad .....						
Auto .....						
Straßenbahn .....						
Eisenbahn .....						
Schiffahrt.....	Falt- und Ruderboot, ruhiges Wasser 2			Segler bei Flaute, Flußdampfer		
Luftfahrt .....						
Verkehr.....	Festzug, Aufmarsch Becherwerk des Baggers 0,5 (1/50, 1/25, 1/10)			Ruhige Straßenszene Elektrokarren 4		
technische Beförderungsmittel.....	Förderband 1,5...2					
<b>D. Sport</b>						
Turnen .....						
Spiel .....						
Tennis.....						
Reiten .....	Pferd im Schritt 2			Pferd im Trab 4		
Wassersport .....				Wasserspiele, Schwimmen		
Wintersport .....				Skilauf, ruhig		
Eislauf .....				Eislauf, ruhig		
<b>E. Tiere</b>						
Insekten .....						
Vögel .....						
Säugetiere .....	auf der Weide					
<b>F. Bewegte Objekte</b>						
Schnee .....	Schneeflocke 0,2...2			bewegtes Wasser, Wellenspritzer; Wasserfall		
Wasser .....	schwach bewegt			starker Wind		
Wind .....	Landschaft bei schwachem Wind					
Wolken .....	rasch ziehend					



5...10			10...25			25...50			> 50		
→ 1/500	↗ 1/250	↑ 1/100	→ 1/1000	↗ 1/500	↑ 1/250	→ 1/1000	↗ 1/500	↑ 1/250	→ 1/1000	↗ 1/500	↑ 1/1000
Segelboot bei frischer Brise Schnellzug			Faltboot im Wildwasser Schnellzug								
beim Lauf											
5 Motorradfahrer 12 Auto im Stadttempo Straßenbahn Segelschiff, frische Brise Ruder- und Segelregatta Großstadtverkehr			Radrennen 20 Auto auf Landstraße Personenzug Faltboot im Wildwasser, Dampfer; Motorboot Segelflug			Motorradrennen 40 Auto auf Autobahn Schnellzug			Autorennen Elektrischer Schnellwagen Flugzeug		
4 Hoch- und Weitsprung Läufer 8 Pferd im Galopp 8 Turmsprung Bislaufr schnell, Eishockey			Geräteturnen, 100 m-Lauf, Diskus, Speerwerfen, Kugelstoßen, Fußball, Handball Tennis Rennpferd 10 Wellenreiten Skischußfahrt; Bob 15 Pirouetten			Fußball, Handball: Torschuß Tennis beim Schlag Reiter beim Sprung Skisprung					
			Biene 12...14 Brieftaube; Möve 20			Stechfliege 30...50 fliegende Vögel			Schwalbe 60		
			Regentropfen 11			starker Sturm			Die Werte der Tabelle gelten für 10m-Aufnahmeabstand 5 m Abstand: nächste Spalte rechts (halbe Belichtungs- zeit erforderlich) 25 m Abstand: nächste Spalte links (doppelte Belichtungs- zeit möglich) 50 m Abstand: zweite Spalte links (vierfache Belichtungs- zeit möglich)		

A) Bewegungsrichtung senkrecht zur Aufnahme-  
richtung (a); gestrichelt: weit entferntes  
Objekt – kleines Mattscheibenbild –  
kleine Bewegung auf der Mattscheibe;  
ausgezogen: nahes Objekt – großes  
Mattscheibenbild – große Bewegung auf  
der Mattscheibe

B) Bewegung in Aufnahme-  
richtung (b), gestrichelt: geringfü-  
gige Bewegung auf der Mattscheibe (im  
Gegensatz zur ausgezogenen  
Querrichtung a);

C) Bewegungsrichtung spitzwinklig zur Aufnahme-  
richtung (c); gestrichelt: geringe  
Bewegung auf der Mattscheibe (im  
Gegensatz zur ausgezogenen  
Querrichtung a)

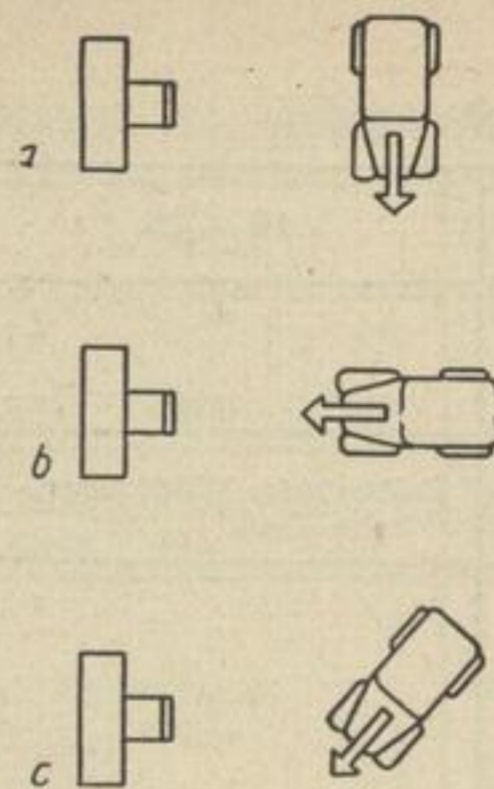
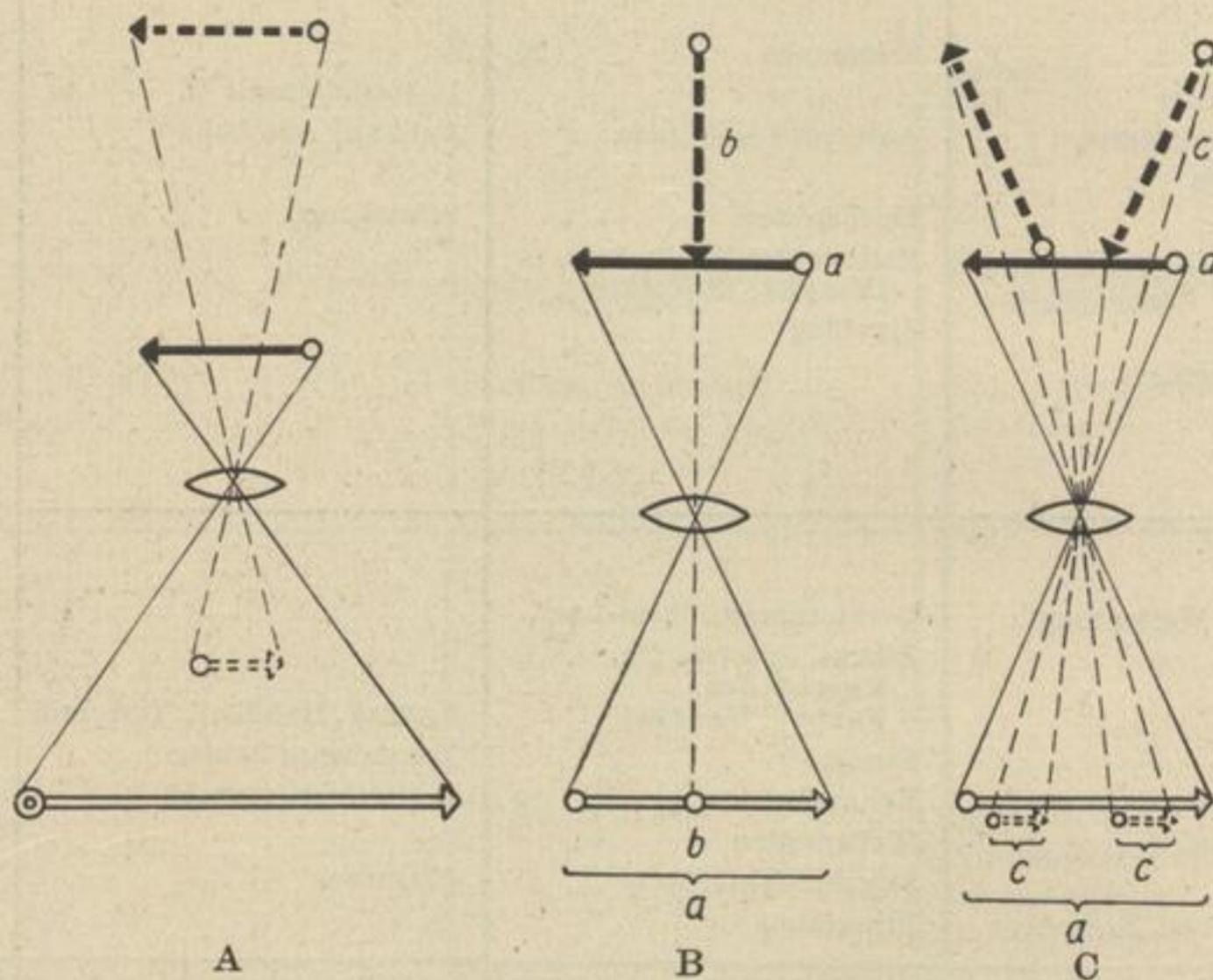


Bild 186. Bewegungs-  
richtung und  
Belichtungszeit



Auch langsam bewegte Gegenstände dürfen nicht zu lange belichtet werden, da sich ihr Bild auf der Aufnahmeschicht dauernd verschiebt. Je näher das Aufnahmeobjekt ist, desto größer wird es auf der Filmebene abgebildet, und desto größer werden dort auch die Ortsbewegungen dargestellt. Das Ausmaß der Bewegungen auf der Filmebene muß in der Größenordnung der erlaubten Streukreise (S. 81) bleiben, wenn ein scharfes Bild entstehen soll.

Bei gleichbleibender Bewegungsgeschwindigkeit ist die Verschiebung des Mattscheibenbildes bei verschiedener Bewegungsrichtung verschieden groß. Sie ist am größten, wenn die Bewegungsrichtung quer zur Aufnahme-  
richtung liegt, das heißt, wenn sich das Objekt von rechts nach links oder umgekehrt durchs Aufnahme-  
feld bewegt (Bild 186 A). Sie ist kleiner, wenn die Objekte sich spitzwinklig zur Aufnahme-  
richtung bewegen; sie ist am kleinsten bei direkter Bewegung in Aufnahme-  
richtung auf die Kamera zu oder von der Kamera weg (Bilder 186 B und C).

Bild 187. Wasserball. Dieser Schnappschuß voller Bewegungen setzt höchste Verschußgeschwindigkeiten voraus. Bei geringeren Verschußgeschwindigkeiten wäre die durch den Ball aufgeworfene Wasserfontäne unscharf gekommen. So stehen die Wassertropfen in der Luft, eine zu Eis erstarrte Kaskade. Lothar Kaster, Dresden; Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 3,5;  $\frac{1}{1000}$  s



Die Belichtungszeit muß also um so kürzer gewählt werden,

je schneller sich das Objekt bewegt (Bild 187; Tabelle 35),

je näher das sich bewegende Objekt dem Apparat ist (Bild 186 A; Tabelle 35),

je mehr sich die Bewegungsrichtung der Senkrechten zur Aufnahme-richtung nähert (Bild 186 A),

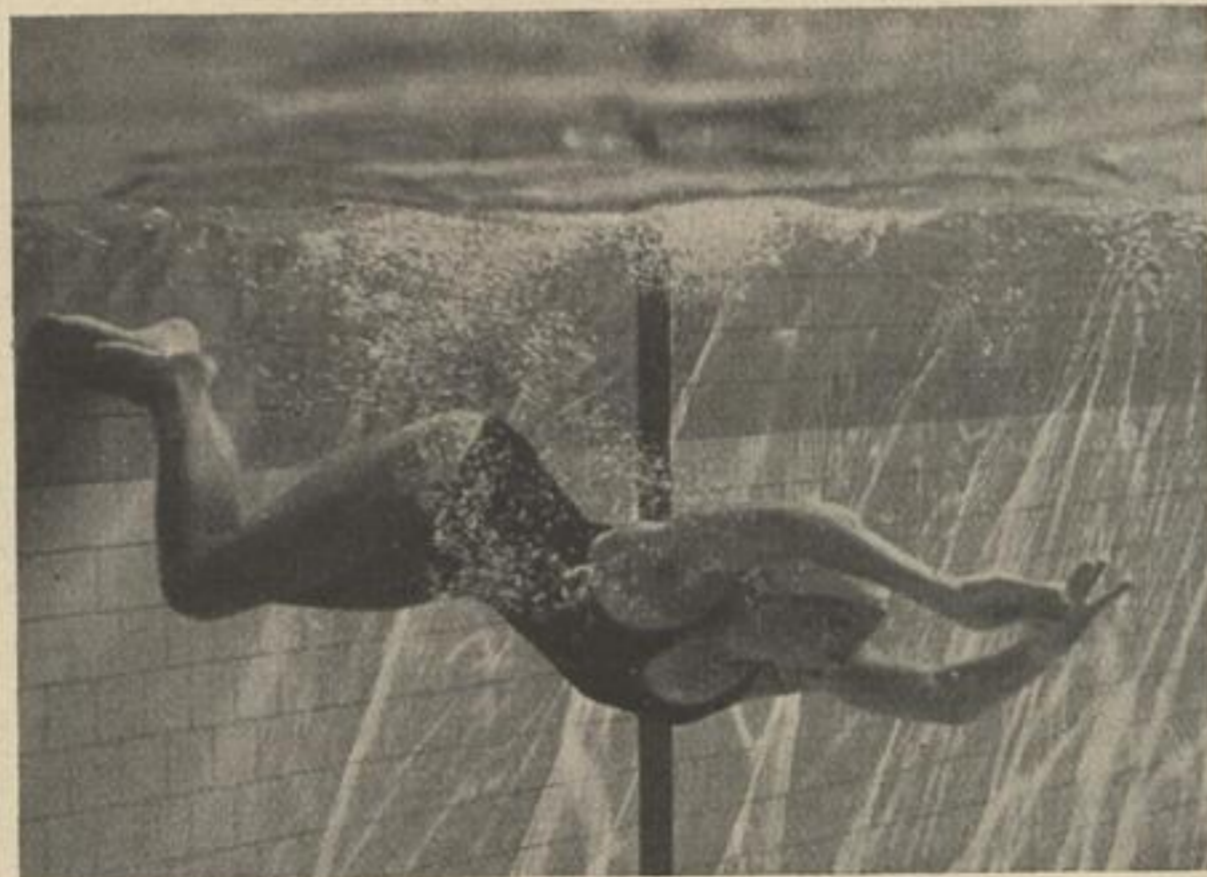
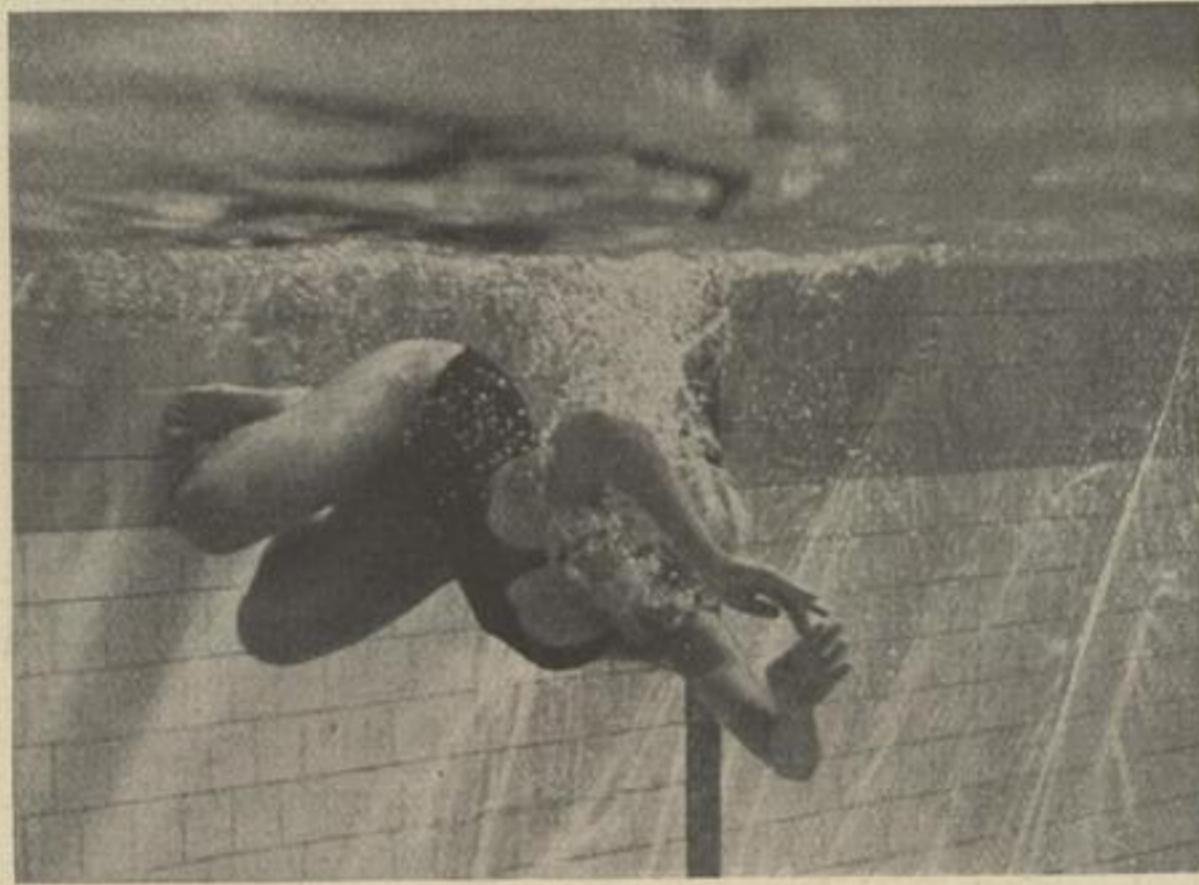
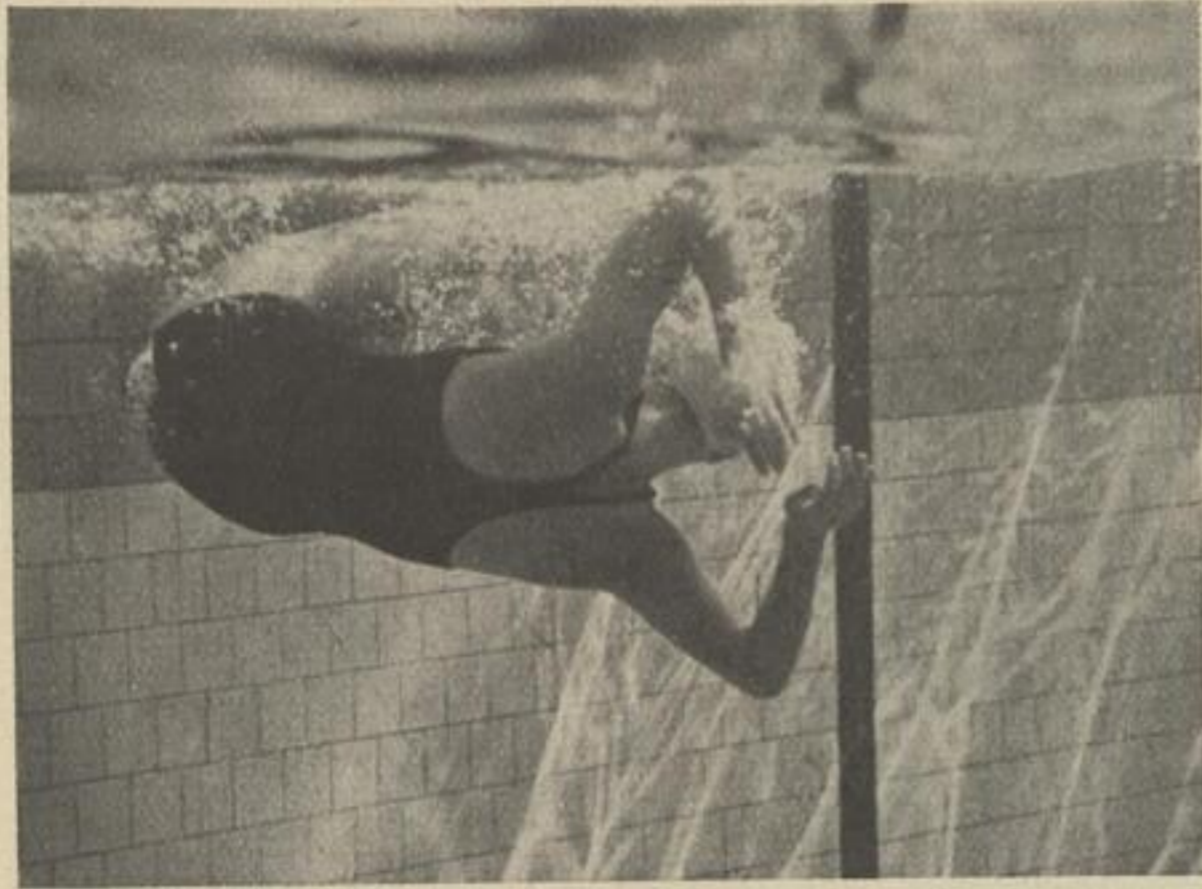
je länger die Brennweite des Aufnahmeobjektivs ist; denn mit größerer Brennweite werden das Objekt und auch dessen Bewegungen größer dargestellt als mit Normalbrennweite.

#### *Kürzeste Belichtungszeiten setzen voraus*

Apparate mit höchsten Verschußgeschwindigkeiten,  
Objektive mit höchster Lichtstärke,  
Filme höchster Empfindlichkeit.

Verfügt man nur über billige Aufnahmeapparate mit längeren Verschußgeschwindigkeiten, über Objektive mit relativ kleiner Öffnung (großer Öffnungszahl), so muß man beim *Fotografieren stark bewegter Objekte* darauf achten, daß

Filme höchster Empfindlichkeit verwendet werden (diese haben gröberes Korn als weniger empfindliche Sorten),  
das bewegte Objekt aus größerer Entfernung aufgenommen wird (eventuell später Ausschnittvergrößerung),  
die Bewegungsrichtung nahezu mit der Aufnahme-richtung zusammenfällt oder beide nur einen spitzen Winkel einschließen (Bilder 186 B und C).



Das ergibt folgende *Grundregeln für die Fotopraxis*:

Aufnahmen aus schnell fahrenden Verkehrsmitteln prinzipiell in Fahrtrichtung oder Gegenrichtung, nie rechtwinklig dazu.

Aufnahmen im Straßengewühl: Schnell sich bewegende Passanten quer zur Aufnahmerichtung nie in unmittelbarster Nähe des Apparats, sondern stets weiter entfernt von ihm. In Apparatnähe höchstens Bewegungen in Aufnahmerichtung!

Bewegte Szenen, wie Sportaufnahmen, Tanzszenen, Varieténummern, weisen häufig einen toten Punkt in der Bewegung auf. An diesem Punkte geht die Bewegung in ihre Gegenbewegung über, und es herrscht für einen Augenblick nahezu Bewegungsstillstand. Die Schaukel und der Hochspringer erreichen den toten Punkt ihrer Bewegung im höchsten Punkt; in diesem führen wir die Aufnahme durch.

Beim Wettschwimmen wird die Bewegung an der Umkehrstelle abgebremst (Bilder 188 ... 190).

Bild 188. Wende beim Rückenschwimmen.

Bild 189. Freistilwende

Bild 190. Freistilwende

Die Serienaufnahmen lassen die Einzelphasen der Bewegung genau erkennen, indem sie diese fixieren; in mancher Hinsicht sind sie daher für das Studium einer Bewegung lehrreicher als das Laufbild. Exakta Varex; Biotar 2/58; Blende 4;  $\frac{1}{100}$  s

Bild 191. In der Kurve. Aufnahme des rasch sich bewegenden Fahrzeugs direkt in Fahrtrichtung. Paul Schubert; Aufnahmeobjektiv Meyer-Primoplan 1,9/58; Blende 4;  $\frac{1}{500}$  s



Bei Auto- und Motorradrennen müssen wir um so weiter vom Objekt entfernt sein, je schneller die Bewegung ist und je länger wir belichten müssen. In rascher Fahrt versucht man das Motorrad in Fahrtrichtung an einer Kurve zu fassen (Bild 191). Bei quer laufender Fahrtrichtung lassen sich die bewegten Fahrzeuge durch einen kleinen Kunstgriff scharf darstellen. Man nimmt das Fahrzeug in Bildfeldmitte eines Sportsuchers (Albadasuchers) und geht mit dem Apparat gleichmäßig und langsam derart mit, daß das Objekt stets in Suchermitte bleibt. Während des Mitgehens lösen wir aus. Das Fahrzeug bleibt dann auch noch scharf, wenn wir nur  $\frac{1}{100}$  Sekunde Verschluss-

geschwindigkeit anwenden, während der Hintergrund verrissen wird und unscharf erscheint (Bild 192). Wir erhalten denselben Bildeffekt, als wenn wir aus einem Fahrzeug bei rasender Fahrgeschwindigkeit in die vorübersausende Landschaft blicken. Die Hintergrundunschärfe vermittelt uns den Eindruck starker Bewegung. Sie stört nicht, sondern sie unterstützt die Bildwirkung.

Bei Objekten mit starker Eigenbewegung sind für die Beurteilung der erforderlichen kurzen Belichtungszeit wesentlich *die Geschwindigkeit der Bewegung, die Bewegungsrichtung und der Abstand des bewegten Objekts vom Apparat.*

Über die Beziehungen dieser drei Größen zur Belichtungszeit unterrichtet die Tabelle 35.

#### 8. Bewegungsunschärfe und Verwacklungsunschärfe

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Belichtungszeit zeigen sich zwei Formen der Unschärfe im Bild.

Die *Bewegungsunschärfe* kommt dadurch zustande, daß ein relativ schnell be-

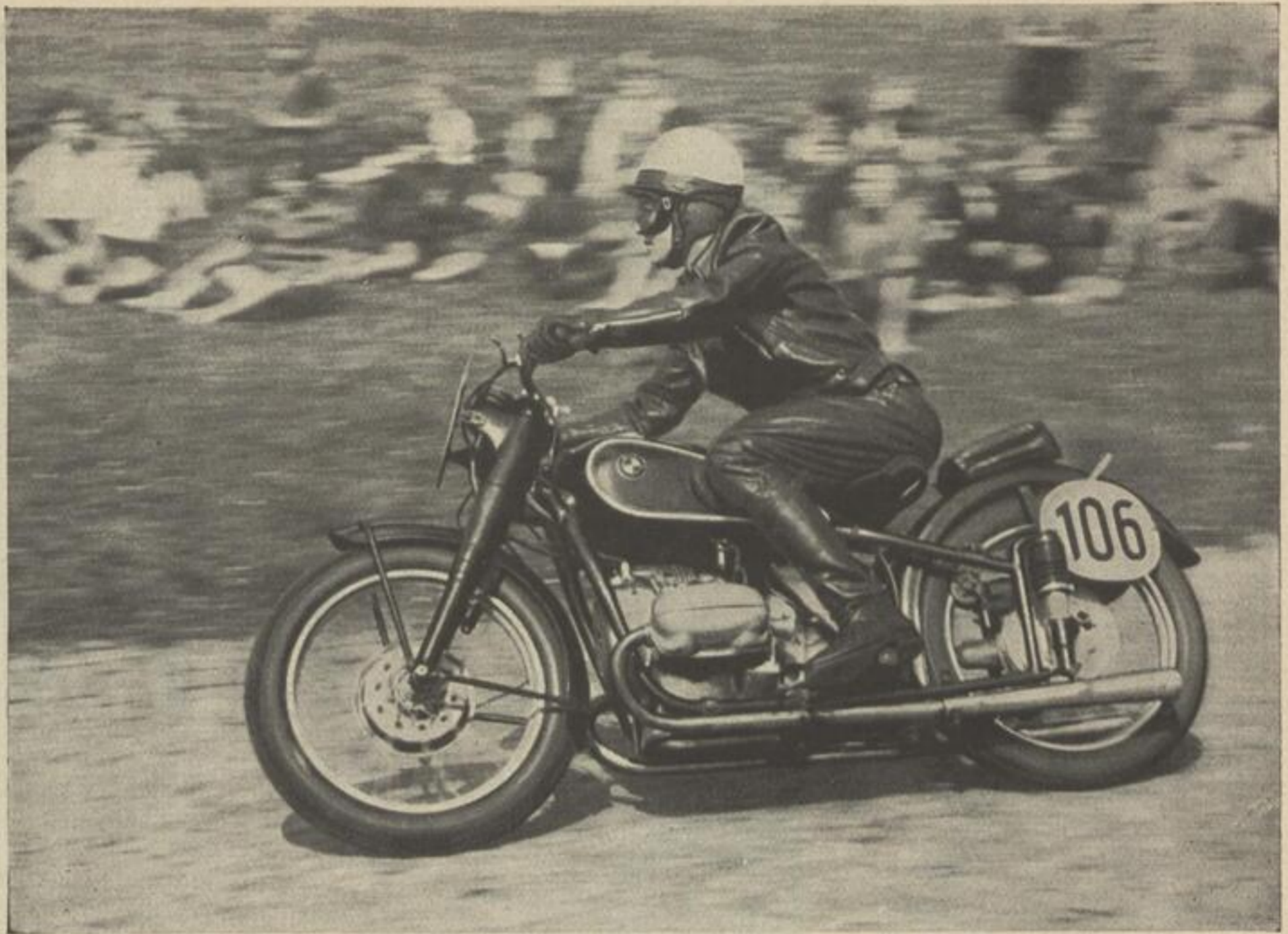


Bild 192. Motorradrennen quer zur Aufnahme-richtung. Durch Mitziehen der Kamera während der Aufnahme wurde das sehr rasch bewegte Objekt trotz geringer Verschlussgeschwindigkeit von  $\frac{1}{250}$  s vollkommen scharf erfaßt. Vorder- und Hintergrund hingegen sind verrissen und ergeben den Eindruck der raschen Bewegung

wegtes Objekt mit einer relativ langgewählten Belichtungszeit abgebildet wird. Wird zum Beispiel ein quer zur Aufnahme-richtung vorüberfahrender Radfahrer mit  $\frac{1}{20}$  Sekunde aufgenommen, so entsteht ein unscharfes Bild des Radfahrers. Er legt in der Sekunde etwa 5 m zurück. Das sind in  $\frac{1}{20}$  Sekunde 25 cm. Diese entsprechen auf dem Film einer Strecke von etwa 3,6 mm. Während der Aufnahme ist also das Bild des Radfahrers 3,6 mm über den Film gerutscht. Das Bild des Radfahrers ist daher verschwommen und schemenhaft vor einem scharfen Hintergrund. Das ist das untrügliche Zeichen der Bewegungsunschärfe. Sie betrifft nur die bewegten Teile des Objekts. So werden bei Porträts verschiedentlich der Kopf, eine Hand oder auch nur die Augen unscharf wiedergegeben, weil sie während der Aufnahme schnell bewegt wurden.

Eine leichte Bewegungsunschärfe ist manchmal erwünscht, indem sie die Bewegung des Objekts andeutet, während dieses sonst in einer aus der Bewegung herausgelösten Stellung erstarrt. In Bild 193 sehen wir das Erdreich aus dem Greifer fallen und vom Wagen herabrieseln. Der Bewegungsvorgang ist angedeutet und bildmäßig gestaltet. Beim Arbeiten mit höchsten Verschlussgeschwindigkeiten würden die scharf abgebildeten Erdteilchen und Steine zusammenhanglos in der Luft schweben. Hier handelt es sich um eine bildmäßig erwünschte Bewegungsunschärfe. Wir alle kennen die »scharfen« Wasserfälle, die mit höchsten Verschlussgeschwindigkeiten fotografiert wurden und in ihrer gestochenen Schärfe unnatür-



Bild 193. Bei der Arbeit. Eine bildmäßig erwünschte Bewegungsunschärfe der herabfallenden Erde vermittelt den Eindruck der Bewegung. Karl Taube †, Leipzig



Bild 194. Trusetaler Wasserfall (Thüringer Wald). Das Bild des Wasserfalls, wie es die Ansichtspostkarte wiedergibt. Die dunkle Umgebung der bewaldeten Schlucht zwingt zu relativ langen Belichtungszeiten. Daher wird das Wasser in vollkommener Bewegungsunschärfe als weißer Schleier wiedergegeben (Milchbach). Helmut Stapf, Leipzig; Leicaaufnahme; Summar 2/50; Blende 2,8;  $\frac{1}{20}$  s



Bild 195. Trusetaler Wasserfall. Durch Standortveränderung wird eine völlig neue Bildwirkung erzielt. Wir stehen unmittelbar im Bereich des Sprühregens und arbeiten daher sehr rasch und mit Gegenlichtblende als Sprühschutz für das Objektiv. Durch Verkürzung der Belichtungszeit auf  $\frac{1}{60}$  s werden die Wasserschleier zu Einzeltröpfchen aufgelöst, die nicht starr in der Luft stehen, sondern in der Abwärtsbewegung als Striche erscheinen. Sie geben den Eindruck des Sprudeln wieder. Helmut Stapf, Leipzig; Leicaaufnahme; Summar 2/50; Blende 2;  $\frac{1}{60}$  s; Gegenlichtblende

lich wirken. Sie sehen eher einer zu Eis erstarrten Kaskade ähnlich als einem Gewässer, das sich in fließender Bewegung befindet (Bild 187). Bei zu langen Belichtungszeiten erhalten wir den gegenteiligen Bildfehler: Ein Milchbach ohne alle Einzelheiten fließt den Hang herab (Bild 194). Am besten bewähren sich die mittleren Belichtungszeiten von  $\frac{1}{40}$ ... $\frac{1}{60}$  Sekunde. Das Wasser erscheint dann in leichter Bewegungsunschärfe; man sieht es im Bilde »fließen« (Bild 195). Geht man auf  $\frac{1}{30}$  Sekunde herunter, so erscheinen die einzelnen Wassertröpfchen als Striche im Bild und geben die Abwärtsbewegung treffend wieder.

Von der Bewegungsunschärfe unterscheidet sich schon rein äußerlich die *Verwacklungsunschärfe*. Sie zeigt sich in verschiedenen Ausmaßen. In den extremsten Fällen erscheinen alle Gegenstände, auch die unbewegten, im Bild mit doppelten, dreifachen oder selbst mehrfachen Konturen. Dann ist die Aufnahme total verrissen. Dieser häufige Anfängerfehler kommt dadurch zustande, daß durch stoßartiges Niederschlagen des Gehäuseauslösers der Apparat heftig nach unten bewegt wird und an Stelle einer einheitlichen Belichtung mehrere Aufnahmen in verschiedener Stellung auf dem Film aufgenommen werden. Schon vor der Aufnahme



muß der Finger leicht auf dem Auslöseknopf liegen. Nun wird der Knopf ganz allmählich niedergedrückt und löst den Verschuß in einer bestimmten Lage aus. Die Stelle der Auslösung kennt man bald nach einiger Übung. Mit neuen Apparaten macht man sich vor der Aufnahme durch Spannen des Verschlusses und Blindauslösen genügend vertraut.

Außer den typischen Doppelkonturen kennen wir auch Bewegungsunschärfen geringeren Grades, die sich in einer mehr oder weniger deutlichen Konturenunschärfe des Gesamtbilds zeigen. Nicht ein Verreißen der Aufnahme ist daran schuld, sondern eine unsichere Kamerahaltung. Daher oberster Grundsatz bei der Aufnahme:

Ruhig und breitbeinig aufstellen!

Während der Aufnahme den Atem anhalten!

Kleinbildapparate sicher fassen und gegebenenfalls fest gegen die Stirn oder gegen den Jochbogen drücken!

Ellenbogen nicht frei stehen lassen, sondern gegen den Körper stemmen!

Bei Aufnahmen aus fahrenden Zügen oder Autos nicht anlehnen oder auf die Fensterbrüstung stützen, sondern breitbeinig und federnd frei im Fahrzeug stehen!

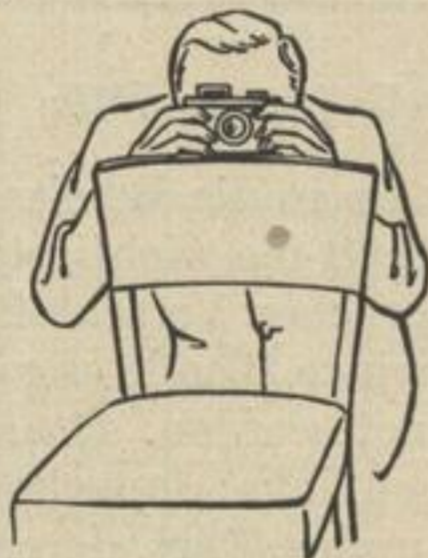
Sonst übertragen sich die Vibrationen des Wagens ungefedert auf den Apparat.

Bei langen Momenten jedes Hilfsmittel zur Ruhigstellung des Apparats ausnutzen (Bilder 196...199)! Aufstützen der Ellenbogen auf die Tischplatte! Auflegen des Apparats auf eine Stuhllehne! Auch ein Bierglas mit aufgelegtem Pappteller ist ein willkommenes Hilfsstativ! Pressen des Apparats gegen einen Baumstamm oder eine Wand! Bei festem Druck gegen einen unbeweglichen Gegenstand hält man oft überraschend lange Belichtungszeiten noch erschütterungsfrei ohne Stativ.

Im übrigen wähle man nicht zu lange Belichtungszeiten für Freihandaufnahmen. Die gut durchkorrigierten Markenobjektive mit ihren großen relativen Öffnungen geben die Möglichkeit, bei nur sehr geringem Abblenden oder bereits bei voller Öffnung Aufnahmen von überraschender Schärfe zu erhalten. Also keine Angst vor der großen Öffnung! Jeder Mensch ist anders veranlagt. Der eine hält noch die Zehntelsekunde sicher, der andere verreißt noch ebenso sicher eine Vierzigstel Sekunde. Man kann sich Ruhe bei der Aufnahme angewöhnen und eine sachgemäße Bedienung des Auslösers erlernen; man kann seine Leistungen darin aber nicht beliebig steigern.



Aufstützen der Ellenbogen auf Tisch, Bank, Gartenmauer



Die Stuhllehne als Apparatstütze



Das Bierglas als Behelfsstativ



Anpressen der Kamera an Mauervorsprünge, Wände, Felsen, Baumstämme und Pfähle

Bilder 196...199. Hilfsstative zur ruhigen Kamerahaltung bei langen Momenten

Bereits durch den Blutkreislauf entstehen Vibrationen, die sich auf den Apparat übertragen. Ähnliche Vibrationen zeigen sich auch bei Metallröhren- und Holzstativen leichter Bauart, und vorüberfahrende Lastwagenzüge können ebenfalls Vibrationsunschärfe veranlassen. Sie tritt im Original kaum sichtbar in Erscheinung, wird aber schon bei leichter Vergrößerung deutlich sichtbar, so daß die Aufnahme praktisch wertlos ist.

Bei der Verwendung langbrennweitiger Objektive kann man Freihandaufnahmen nur mit sehr kurzen Belichtungszeiten durchführen. Dabei faßt man den Apparat sicher unter dem langen Objektivstutzen. Bei allen individuellen Verschiedenheiten diene als Richtschnur, daß man bei Freihandaufnahmen mit Kleinbildapparaten als längste Belichtungszeit folgende Verschußgeschwindigkeiten verwendet:

bei Aufnahmen mit Normalbrennweite von 50 mm ..	$\frac{1}{10} \dots \frac{1}{20}$ S,
bei Aufnahmen mit 100 mm Brennweite .....	$\frac{1}{30} \dots \frac{1}{40}$ S,
bei Aufnahmen mit 135 mm Brennweite .....	$\frac{1}{50}$ S,
bei Aufnahmen mit 180 mm Brennweite .....	$\frac{1}{100}$ S,
bei Aufnahmen mit 250 mm Brennweite .....	$\frac{1}{200}$ S.

Aufnahmen mit längeren Brennweiten können nicht mehr aus freier Hand mit Sicherheit durchgeführt werden. Man denke daran, daß mit der Brennweite auch der Abbildungsmaßstab wächst. Es werden dann auch leichteste Vibrationen bei der Kamerahaltung entsprechend vergrößert dargestellt!

### c) Belichtungshilfen

#### 1. Faustregel

Allen anderen Belichtungshilfen voran steht die Faustregel, die Helferin in der Not. Denn man soll sich nicht auf die anderen Belichtungshilfen verlassen. Man kann sie vergessen. Sie können auch versagen. In solchen Fällen muß man wenigstens annähernd für den Normalfall Bescheid wissen. Daher merken wir uns:

Sommer, Sonne, 17/10° DIN, Blende 8:  $\frac{1}{50}$  Sekunde

#### 2. Kleine Belichtungstabelle für alle Fälle

Klebt man sie auf Kartonpapier und steckt sie in die Bereitschaftstasche, so ist sie immer mit gutem Rate zur Hand. Sie enthält die wichtigsten Aufnahmetypen und nimmt zugleich Rücksicht auf die erforderlichen Verschußgeschwindigkeiten. Es ist immer nur der Wert für die gebräuchlichste Blende angegeben. Die übrigen Werte können im Bedarfsfall leicht errechnet werden. Denn eine Spalte nach rechts: halbe Belichtungszeit; eine Spalte nach links: doppelte Belichtungszeit. In Zweifelsfällen werden zwei Aufnahmen durchgeführt, deren Belichtungszeiten sich wie 1 : 6 verhalten. Nimmt man zum Beispiel als richtigen Wert »2 Sekunden« an, so belichtet man

die erste Aufnahme ..... mit 1 Sekunde,  
die zweite Aufnahme ..... mit 6 Sekunden.

Tabelle 36: Kleine Belichtungstabelle für alle Fälle  
(Belichtungszeit in Sekunden)

Blende 1:	11	8	5,6	4	2,8	2
<i>Schnellste Objekte</i> Sport; aus Fahrzeugen; aus Flugzeug				$1/200 \dots 1/500$	$1/500 \dots 1/1000$	$1/1000$
<i>Hellste Objekte</i> Offenes Meer, Gletscher, Schnee, Wolken	$1/60 \dots 1/200$					
<i>Helle Objekte</i> Landschaft offen, Gebirgsfernsicht, Strandszenen; Landschaft mit Vordergrund		$1/60 \dots 1/100$				
		$1/30 \dots 1/60$				
<i>Bewegte Objekte</i> Straße, Verkehr, Gruppe, spie- lende Kinder, Tiere im Zoo und auf der Weide  <i>dazu</i> Architektur ohne wesentliche Schatten, Pflanzen			$1/60 \dots 1/100$			
			$1/60 \dots 1/100$			
<i>Dunkle Objekte</i> Porträt im Freien im Schatten Porträt im Zim- mer am Fenster				$1/10 \dots 1/30$	$1/2 \dots 1/20$	$1/4 \dots 1/40$
<i>Schlechtwetter</i> Regen, Nebel, Schneegestöber (nicht nach b verändern!)				$1/20 \dots 1/40$		

Die Tabellenwerte beziehen sich auf	a) April bis August	b) Sonne	c) 10...14 <sup>h</sup>	d) 17/10° DIN
Tabellenwerte ver- doppeln	März, September	leicht bedeckt, Dunst	8...10; 14...16	14/10° DIN
Tabellenwerte mal 4	Januar, Februar, Oktober, Nov., Dezember	gleichmäßig trüb	6...8; 16...18	11/10° DIN
Tabellenwerte halbieren				21/10° DIN

Die Belichtungstabelle wird durch eine zweite für Kunstlicht ergänzt, in der die wichtigsten Werte bei den gebräuchlichsten Blenden zusammengefaßt sind:

Tabelle 37: Kleine Kunstlicht-Belichtungstabelle

(Belichtungszeit in Sekunden)

Gültig für 21/10° DIN Blende 1: 4 2,8 2 1,5

Großstadt	Personen am Schaufenster			$1/5 \dots 1/20$	
	<i>Direktes Licht selbststrahlender Objekte</i>				
	sehr helle Straßen und Plätze			$1/20 \dots 1/40$	
	helle Verkehrsstraßen			$1/2 \dots 1/10$	
	erleuchtete Schaufenster			$1/2 \dots 2$	
Varieté, Zirkus Theater, Film	<i>Indirektes Licht angestrahlter Objekte</i>				
	mit Scheinwerfer angestrahlte Gebäude			3...8	
	helle Straßen und Plätze			8...15	
	unbelebte Straßen			15...30	
	Lichtkreis einer Straßenerlaterne			30...60	
Kunstlicht	Bei Großscheinwerfer			$1/100$	$1/200$
	Normalbeleuchtung			$1/25$	$1/40$
Kunstlicht	Nitrafot B; 500 Watt; 2 m	$1/10$			
	Glühlampe 100 Watt; 1 m		$1/2$		
	40 Watt; 1 m			$1/2$	
	Beutelblitz Größe 0; 1 g; 5 m	×			
	Magnesiumband 2 cm; 2 m	×			
	Vakublitz Größe 1; bis 5 m	×			
Größe 2; bis 6 m	×				

Für schnelles und rationelles Arbeiten beim Belichten gibt es in der Praxis zwei Möglichkeiten:

Man arbeitet mit einer *Standardblende* für die bestimmten Motivgruppen und ändert diese nur in zwingenden Fällen ab (zum Beispiel zur Erhöhung der Tiefenschärfe). Man braucht also die Blende am Apparat nicht zu regulieren. Bei der Spiegelreflexkamera stellt man die gewählte Blende fest am Blendenvorwählring ein. Die Unterschiede der Beleuchtung gleicht man durch Veränderung der Verschlussgeschwindigkeit aus. Nach diesem Prinzip sind die Belichtungstabellen 36 und 37 aufgebaut. Für jede Motivgruppe ist die bevorzugte und am meisten angewendete Blende eingesetzt. Im Bedarfsfalle lassen sich die Belichtungszeiten für abweichende Blendenwerte leicht errechnen.

Man arbeitet mit einer *Standardbelichtung*, das heißt: mit fest eingestellten Verschlusszeiten für die einzelnen Tageszeiten. Verschiedenheiten der Beleuchtung kann man mit Hilfe der Blende ausgleichen. Für diesen Fall ist die Belichtungstabelle 38 zusammengestellt. Für jede Standardbelichtung enthält sie zwei Werte, die kurze Zeit für helle Objekte, die lange Zeit für dunkle. Personen in dunkler Kleidung, Tiere mit dunklem Fell, Landschaften mit dunklem Vordergrund sind also mit der längeren Belichtungszeit aufzunehmen.

Tabelle 38: Standard-Belichtungszeiten

Standard-Belichtungszeiten mit dazugehörigen Blendenwerten  
Belichtung für 17/10° DIN

	Frühjahr; Herbst März/April; Aug./Sept.	Sommer Mai, Juni, Juli
Mittag 11...14 h	$1/100 \dots 1/200$	$1/200 \dots 1/400$
Vormittag 9...11 h Nachmittag 14...17 h	$1/50 \dots 1/100$	$1/100 \dots 1/200$
Früh Abends	$1/20 \dots 1/50$	$1/40 \dots 1/100$
Längere Zeit: Dunkles Objekt und in Zweifelsfällen (Person in dunkler Kleidung; Landschaft mit dunklem Vordergrund)		
Dazu: <b>Blendenzahl = A mal B</b>		
	<b>A: Himmel</b>	<b>B: Motiv</b>
<b>1</b>	<b>Dunkel</b> Stark bedeckt Regen Sehr trüb Nebel	<b>1</b> <b>Dunkel</b> Am Fenster; in hellen Hallen In engen, finstern Gassen Unter lichten Bäumen
<b>2</b>	<b>Mittel</b> Leicht bedeckt <b>Bei Sonne:</b> Im vollen Schatten	<b>2</b> <b>Mittel</b> Personen, Gruppen Dunkle Architektur Straßen mit Schatten
<b>3</b>	<b>Hell</b> Leichte Sonne Dunstige Stadtluft Blauer, wolkenloser Himmel	<b>3</b> <b>Hell</b> Sport Landschaft, Flüsse, Teiche Helle Architektur Breite, schattenlose Straßen, Plätze
<b>4</b>	<b>Sehr hell</b> Volle Sonne mit weißen Wolken <i>(siehe auch 2!)</i>	<b>4</b> <b>Sehr hell</b> Meer, Strand, Wolken Hochgebirge Fernsicht (evtl. auch 3) Süden Schnee (mit Gelbfilter 2fach)

Allgemein zeigt sich die Eigentümlichkeit, daß sich das menschliche Auge überraschend stark der Allgemeinhelligkeit seiner Umgebung anpaßt. Es empfindet daher helle Objekte weniger hell und dunkle weniger dunkel, als sie in Wirklichkeit sind und von der fotografischen Schicht registriert werden. In Zweifelsfällen nimmt man das Objekt daher zweimal auf, und zwar die zweite Aufnahme

bei hellen Objekten mit  $1/3$  der geschätzten Belichtungszeit,  
bei dunklen Objekten mit der 3...5fachen Belichtungszeit.

In der Tabelle findet man eine Ziffer für die Beleuchtung (Himmel) und eine zweite für das Motiv. Multiplizieren wir beide miteinander, so erhalten wir den zugehörigen Blendenwert für die am Kopf der Tafel verzeichnete Standardbelichtung. Die Tabelle bringt also gegenüber der ersten eine stärkere Differenzierung der Aufnahmebedingungen. Man hat sie aber auch weniger schnell im Kopf wie die ausgewählten Standardwerte der ersten Belichtungstafel. Denn aus dieser wiederum braucht man, je nach bevorzugter Motivwahl, auch nur eine begrenzte Zahl von Werten. Die Tabelle 36 ist also die »Kopftabelle«, die uns nie verlassen soll und die wir stets im Kopf haben; die Tabelle 38 ist für den praktischen Gebrauch bestimmt; man muß sie mit sich tragen oder ihren prinzipiellen Aufbau beherrschen.

### 3. Die Belichtungstabellen des Handels

Die oben gegebenen Belichtungstabellen 36 und 37 sind kurz gehalten und auf die wesentlichsten Gebrauchswerte zugeschnitten. Ihr Vorteil liegt in ihrer klaren und übersichtlichen Gliederung und in der Schnappschußbereitschaft; denn die Belichtungszeit kann für den Normalfall direkt der Tabelle entnommen werden. Belichtungstabelle 38 führt einen Schritt weiter. Ihre stärkere Gliederung bringt es mit sich, daß die erforderliche Blende durch die Multiplikation zweier kleiner Zahlen errechnet werden muß.

Die Belichtungstabellen des Handels sind im allgemeinen stärker aufgegliedert. Sie passen sich daher den Spezialfällen der Aufnahmetechnik besser an. Gleichzeitig aber wird ihr Gebrauch auch entsprechend komplizierter. Wir unterscheiden Rechentabellen von beweglichen Tabellen. Zu den letzteren gehören die Schiebe- und Drehtabellen (Belichtungsuhren).

Die *Rechentabellen* sind in eine Anzahl kleinere Tabellen aufgegliedert; diese enthalten die variablen Größen, welche die Belichtungszeit bestimmen. Es sind die Kleintabellen über 1. Aufnahmegegenstand, 2. Tages- und Jahreszeit, 3. Beleuchtung (Wetter), 4. Lichtempfindlichkeit des Aufnahmematerials, 5. Blende und 6. Filterfaktoren. Jeder dieser Kleintabellen entnehmen wir einen Zahlenwert und addieren diese zu einer Gesamtsumme. Mit ihrer Hilfe können wir aus der Endtabelle die erforderliche Belichtungszeit entnehmen. Die ausführlichste und genaueste Rechentabelle ist die *Belichtungstabelle mit Additionszahlen von Rheden*. Bei längerer Einarbeitung liefert sie sehr präzise Werte. Sie zeichnet sich durch weitgehende Untergliederung aus, und zwar durch

Einteilung der Aufnahmegegenstände in solche, die direkt von der Sonne beschienen werden und solche, die im Schatten liegen;

Aufgliederung der Einzelobjekte nach ihrer Eigenfärbung (sehr hell, hell, mittelhell, dunkel, sehr dunkel);

unterschiedliche Werte für die einzelnen Tageszeiten mit Hilfe von Stecktafeln, die jeweils für eine Woche gelten;

Untergliederung durch Stecktafeln für die einzelnen geographischen Breiten.

Daneben enthält das Tabellenwerk zahlreiche Hilfstabellen über Blende, Bildwechsel beim Filmen, Filmempfindlichkeit, Sensitometer, sowie für die besonderen Aufnahmebedingungen bei Tagesanbruch, Sonnenuntergang, im Hochgebirge, bei Nahaufnahmen, mit Filtern, bei Mondschein und künstlicher Beleuchtung.

Unter den *Schiebetabellen* ist eine der klarsten die *Agfa-Belichtungstabelle*. Mit

Hilfe des linken Schiebers wird die Tagesstunde auf den Monat eingestellt. Je nach der Empfindlichkeit des Aufnahmematerials erhält man einen »relativen Lichtwert«, der noch zusätzlich nach den herrschenden Beleuchtungsverhältnissen korrigiert werden muß. Auf den korrigierten Lichtwert der Mittelrippe stellt man mit Hilfe des rechten Schiebers den Aufnahmegegenstand ein und kann dann unmittelbar die erforderliche Belichtungszeit für die einzelnen relativen Öffnungen ablesen.

Neben diesen Schiebetabellen sind zahlreiche *Drehtabellen* oder Belichtungs-*uhren* im Handel. Sie bestehen aus einer kleineren und einer größeren Drehscheibe, die je nach den Aufnahmebedingungen gegeneinander verstellt werden. Nach der Einstellung lassen sich die Belichtungszeiten ablesen. So liefert z. B. die sehr praktische *Kodak-Belichtungsuhr* bei Einhand-Bedienung durch geringfügiges Gegeneinanderdrehen zweier Drehscheiben sehr zuverlässige Belichtungszeiten für alle Blenden und Filme der Empfindlichkeit 17/10 und 21/10° DIN.

#### 4. Die optischen Belichtungsmesser

Bekannt sind unter ihnen Bewi, Lios-Aktinometer und Justophot. Sie sind meist fernrohrartig gestaltet. Mit ihnen wird das Aufnahmeobjekt direkt anvisiert. Ihre Hauptvorteile liegen darin, daß man das Lichtstärkeverhältnis zwischen hellen und dunklen Bildteilen ermitteln kann und daß man auch die Lichtstärke sehr schwach beleuchteter Objekte messen kann; beides ist bei den elektrischen Belichtungsmessern noch nicht ohne weiteres möglich.

Nachteilig wirkt sich die Einschaltung des menschlichen Auges als Meßinstrument aus. Mit dem gleichen Belichtungsmesser erhalten verschiedene Personen meist abweichende Belichtungsergebnisse, da ihre Augen unterschiedlich reagieren. Außerdem ist das Auge durch große Außenhelligkeit häufig geblendet und gereizt, so ganz besonders auf sonnendurchfluteten Flächen (Gletscher, Meer, Hochgebirge, Strand). Dann muß sich das Auge vor dem Ablesen des Meßergebnisses genügend lange an die Dunkelheit des Meßfelds anpassen; das Adaptieren dauert einige Minuten, in extremen Fällen bis zu 10 oder 15 Minuten. Daher erhält man unter extremen Lichtverhältnissen auch die stärksten Meßfehler mit den optischen Geräten.

Daneben gibt es auch optische Belichtungsmesser in Form von Uhren. Sie sind mit Graukeilen ausgestattet, die in einzelnen Stufen von den hellsten Lichtern zu den tiefsten Schwärzen führen und auf denen Ziffern angebracht sind. Mit ihrer Hilfe wird die Helligkeit des Aufnahmegegenstands festgestellt. Auch bei der Anwendung der Graukeil-Belichtungsmesser erhält man nur subjektive Meßwerte; denn das Auge nimmt die Messung vor. Das wirkt sich naturgemäß auf die Meßgenauigkeit entsprechend aus.

#### 5. Der elektrische Belichtungsmesser

(Hierzu Typentafel IV: Elektrische Belichtungsmesser)

Objektiv, in manchen Fällen beinahe zu objektiv, arbeitet der elektrische Belichtungsmesser. Das Meßergebnis wird nicht durch subjektive Faktoren beeinflusst. Vollautomatisch registriert er die auf ihn einstrahlende Lichtmenge. Sein Bildwinkel entspricht etwa dem Bildwinkel der Normalobjektive. So ist zum Beispiel der Bildwinkel des Sixtomat (Bilder 200 und 203) auf 60° begrenzt. Die scharfe



Bild 200. Sixtomat x 3, moderner elektrischer Belichtungsmesser der Firma Gossen, Erlangen, für Objekt-, Licht- und Kontrastmessung. Zwei Belichtungszeitskalen für die beiden gängigen Verschlussteilungen mit Gangzahlmarken fürs Filmen bewegen sich gegen die feststehende Blendenskala. Neu sind Einstellung auf Punktschärfe mit Hilfe eines Meßkreuzes, zusätzliche Lichtwertskala und Farbtemperaturmessung für Farbaufnahmen mit Hilfe eines Colorfinders auf der Rückseite des Geräts. Rechts Stellknopf für Filmempfindlichkeit

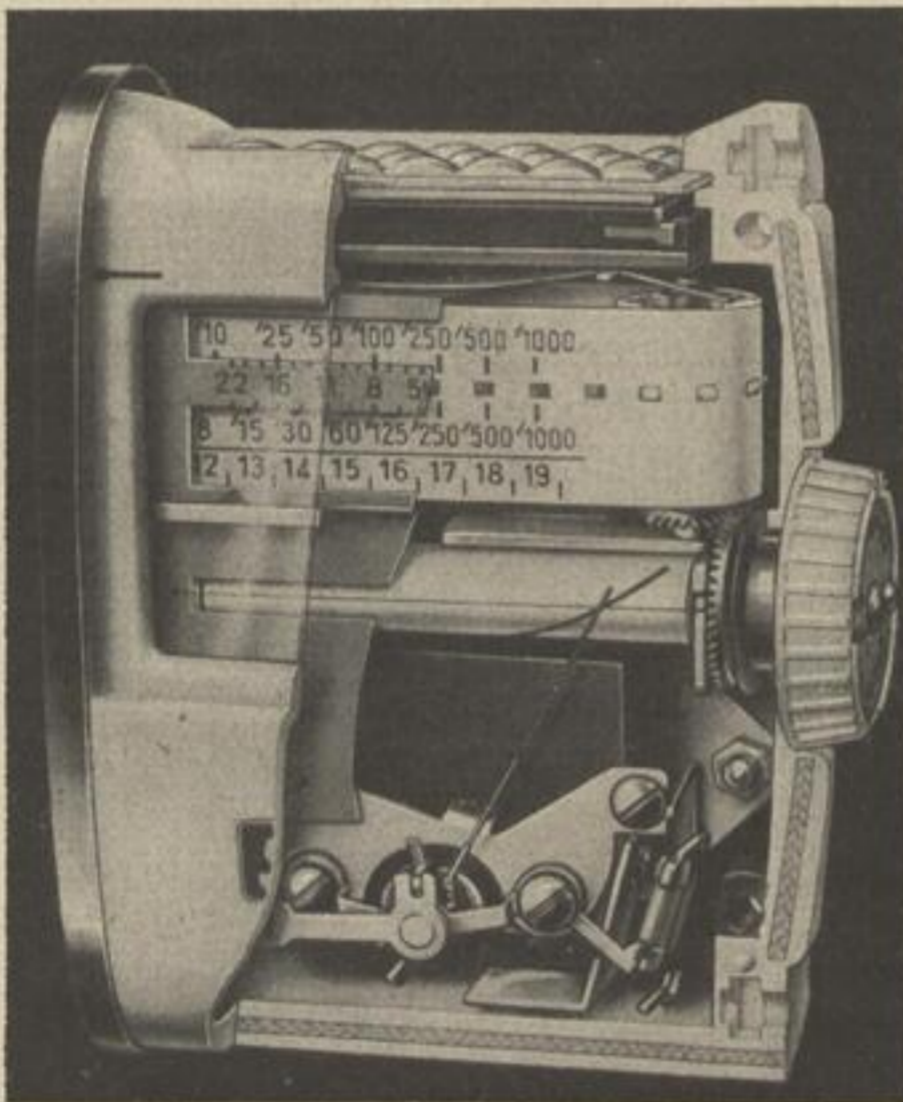


Bild 201. Ein Blick ins Innere des Sixtomat x 3. Über und unter der feststehenden (dunkleren) Blendenskala auf drehbarer Walze die Belichtungszeitskalen und zu unterst die Lichtwertskala. Am Grunde das Meßwerk mit dem Drehspulamperemeter

Bildwinkelbegrenzung wird durch ein Linsen-Waben-System erreicht, das dem Fotoelement vorgeschaltet ist (Bild 202). Das in der optischen Achse einfallende Licht wird beim Meßvorgang zu 100% berücksichtigt (Bild 203). Das von den Seitenpartien reflektierte Licht hingegen wird um so weniger berücksichtigt, je seitlicher die betreffenden Bildteile liegen. Bei Abweichungen von  $10^\circ$  von der optischen Achse registriert der Sixtomat nur noch 95%, bei  $20^\circ$  nur 75% und bei  $30^\circ$  schließlich nur noch 35% des einfallenden Lichtes. Damit wird ein Überwiegen der Randpartien vermieden, die häufig eine untergeordnete Rolle im Bildaufbau spielen. Bild 204 zeigt das Meßwerk, Bild 205 den inneren Bau des Belichtungsmessers.

In speziellen Fällen, besonders bei Anwendung von Weitwinkel- und Teleobjektiven, weichen die tatsächlichen Lichtverhältnisse vom Meßergebnis ab. So wird häufig bei Teleaufnahmen das Licht heller Flächen (Himmel, Gletscher, Meer) mitgemessen, die nicht am Bildaufbau teilnehmen. Das Endergebnis ist eine starke Unterbelichtung. Zum Abschirmen, vor allem des fast immer überstrahlenden Himmelslichts, besitzt der Belichtungsmesser Metraphot eine ausziehbare Oberlichtblende, deren Bau und Funktion der Sonnenblende beim Objektiv entspricht. Bei den übrigen Typen schirmt man das Himmelslicht während der Messung durch Beschatten des lichtaufnehmenden Feldes mit der Hand, einem Hut u. dgl. ab.

Schwierig wird die Messung, wenn zum Beispiel eine dunkle Person auf einer hellen Fläche (Schneefläche) steht. Um ein angenähert richtiges Meßergebnis zu erhalten, muß man sich daher in jedem Falle mit dem Belichtungsmesser dem Objekt stark nähern, um nur die vom Objekt selbst ausge-



strahlte Lichtmenge zu messen. Gleichzeitig richtet man den Belichtungsmesser auf die dunklen Partien des Objekts, damit diese gut durchgezeichnet werden.

Mit modernsten Geräten lassen sich auch diese extremen Aufnahmebedingungen exakt erfassen. So arbeiten zum Beispiel die Belichtungsmesser Sixtomat, Sixon und Sixti, die aus dem früheren Sixtus herausentwickelt wurden, nach dem Six-Dual-Prinzip. Hierbei sind zwei verschiedene Formen der Messung vorgesehen, die in ihrer Kombination noch eine dritte Möglichkeit einschließen. Wir unterscheiden bei ihnen Objektmessung, Lichtmessung und Kontrastmessung.

1. *Die Objektmessung* erfolgt nach der bisher bekannten Methode vom Aufnahmeapparat zum Aufnahmeobjekt. Es wird das vom Objekt reflektierte Licht gemessen. Die Objektmessung ist zum Beispiel bei Landschafts-, Gebäude- und Gruppenaufnahmen angebracht (Bild 206). Man wendet sie allgemein an, wenn im Bildfeld keine starken Helligkeitsgegensätze auftreten, sondern das Hauptmotiv lichtmäßig in einer ausgeglichenen Umgebung steht. *Besonders wendet man Objektmessung an*

für Aufnahmen im gedämpften Licht von Innenräumen; der Belichtungsmesser zeigt dann die kürzestmögliche Belichtungszeit an;

Bild 202. Bildwinkelbegrenzung durch ein Wabensystem. Von links fällt das Licht durch einen Linsenraster und eine Wabenblende auf das rechts sichtbare Selen-Fotoelement.

Bild 203. Bildwinkelbegrenzung beim Sixtomat für Objektmessung. Die rotationssymmetrische Kurve umschließt die erfaßte Lichtmenge. Sie zeigt, daß das senkrecht von vorn einströmende Licht zu 100% erfaßt wird, das im Winkel von 10...20° auftreffende Licht zu 95...75%, das im Winkel von 20...30° auftreffende Licht zu 75...35%. Der Bildwinkel selbst ist für reflektiertes Licht bei 60° scharf begrenzt. Bei Lichtmessung wird die Bildwinkelbegrenzung durch die Streuwirkung eines Transparentrollos aufgehoben

Bild 204. Meßwerk des Sixtomat. Drehspul-Mikroamperemeter, aus dem Gerät herausgelöst

Bild 205. Bau des Sixtomat

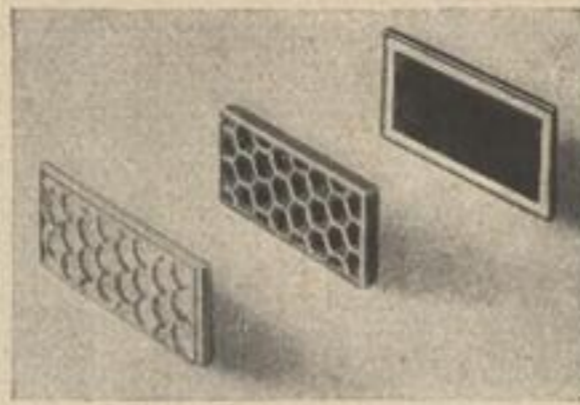


Bild 202

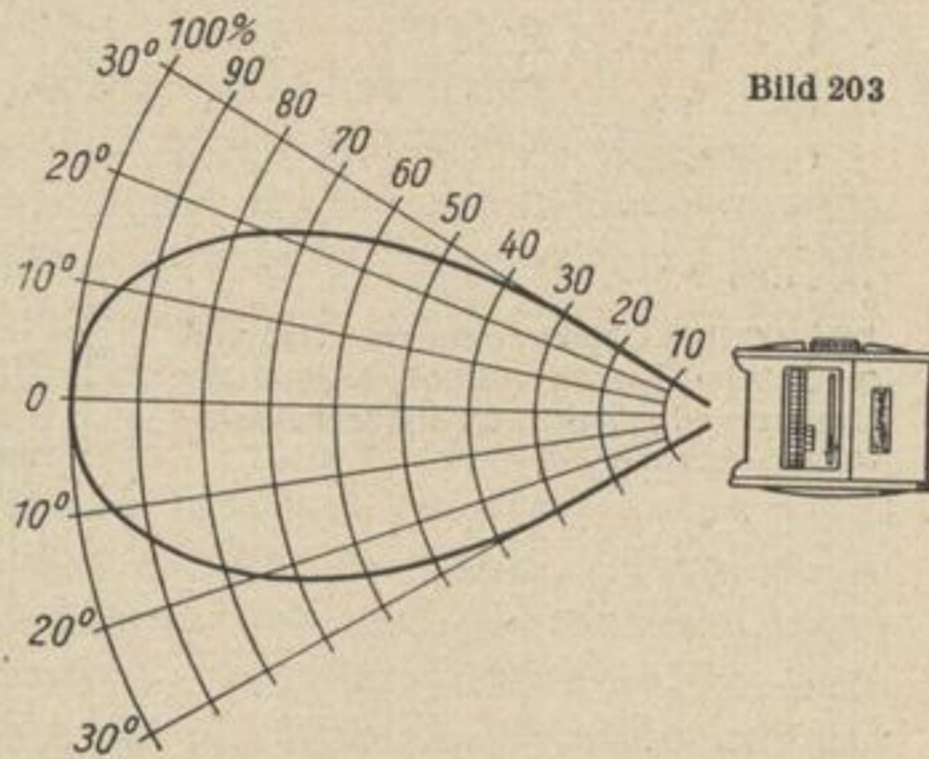


Bild 203

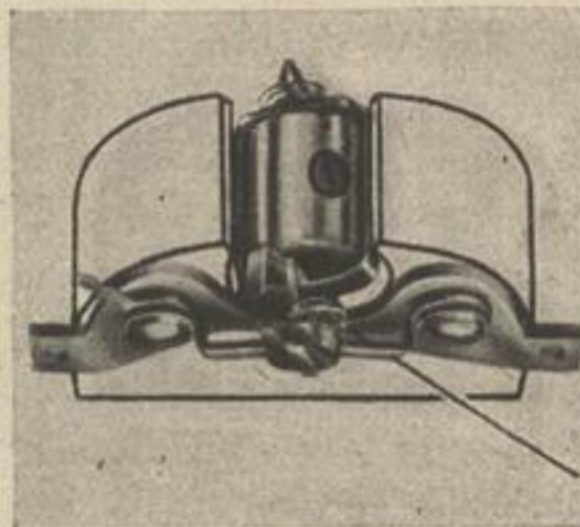


Bild 204

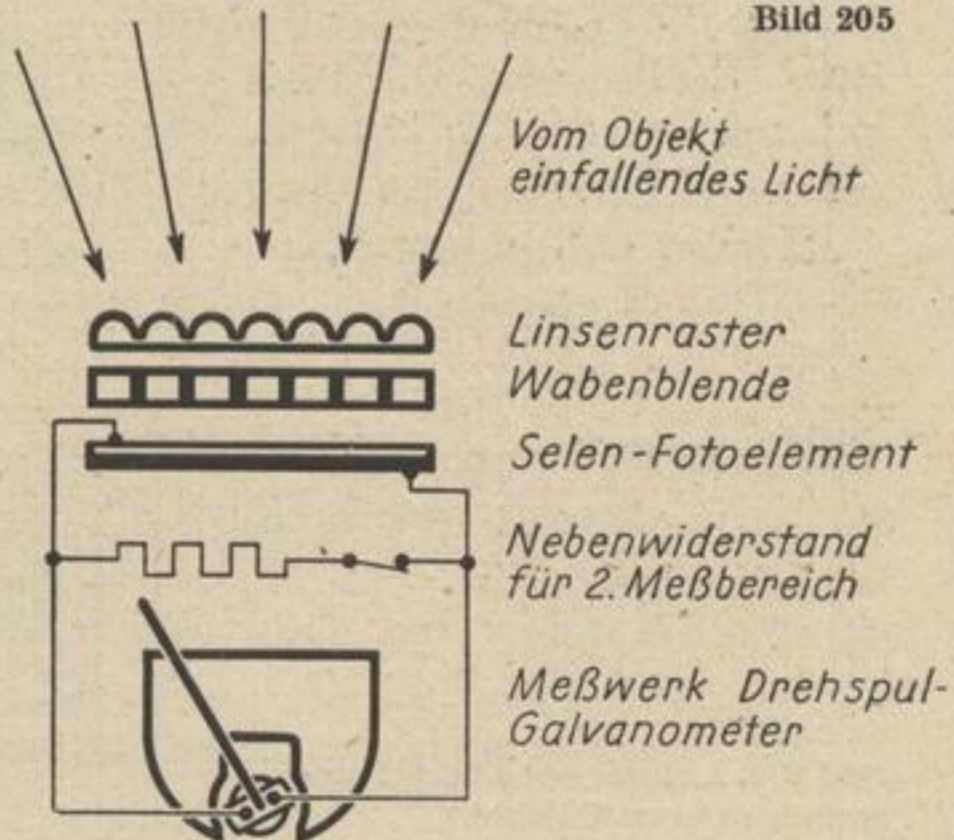


Bild 205

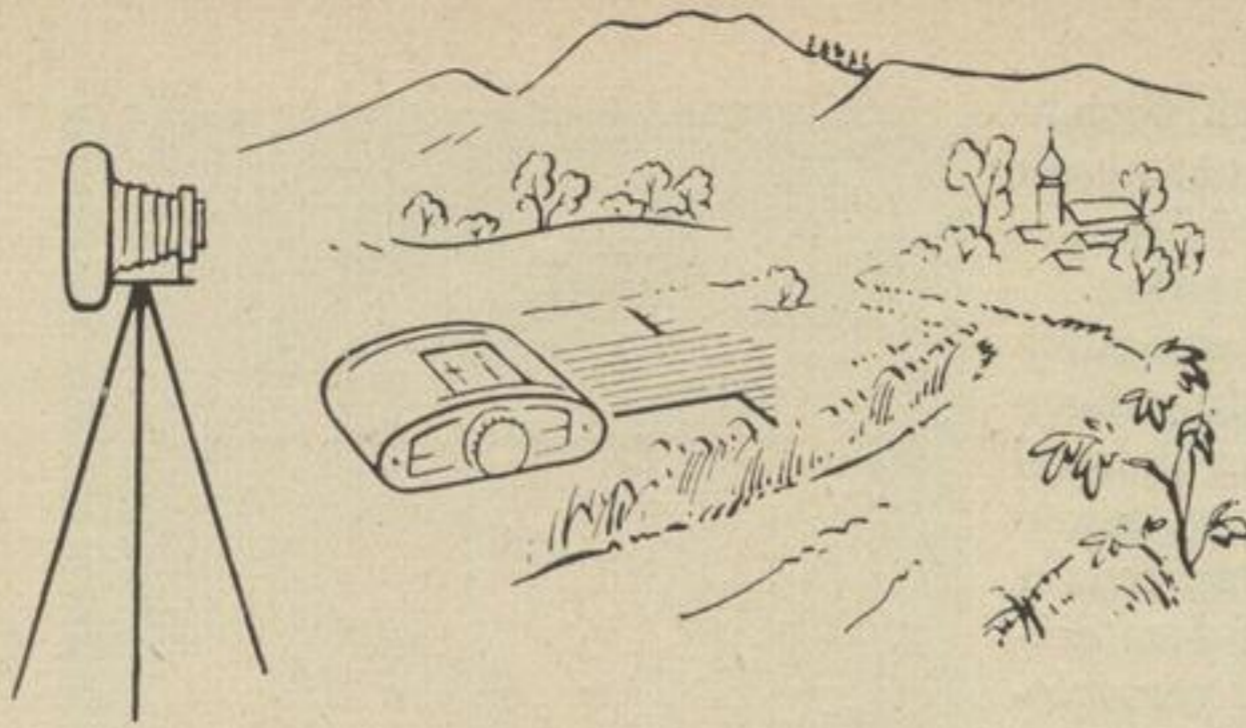


Bild 206. Die wichtigste Form der Objektmessung: Die Landschaft ohne extreme Lichtgegensätze. Belichtungsmesser am Apparat; Meßrichtung zum Objekt

Bild 207. Die Objektmessung als Nahmessung beim Porträt mit objektähnlicher Hintergrundhelligkeit (mit jedem Belichtungsmesser möglich)

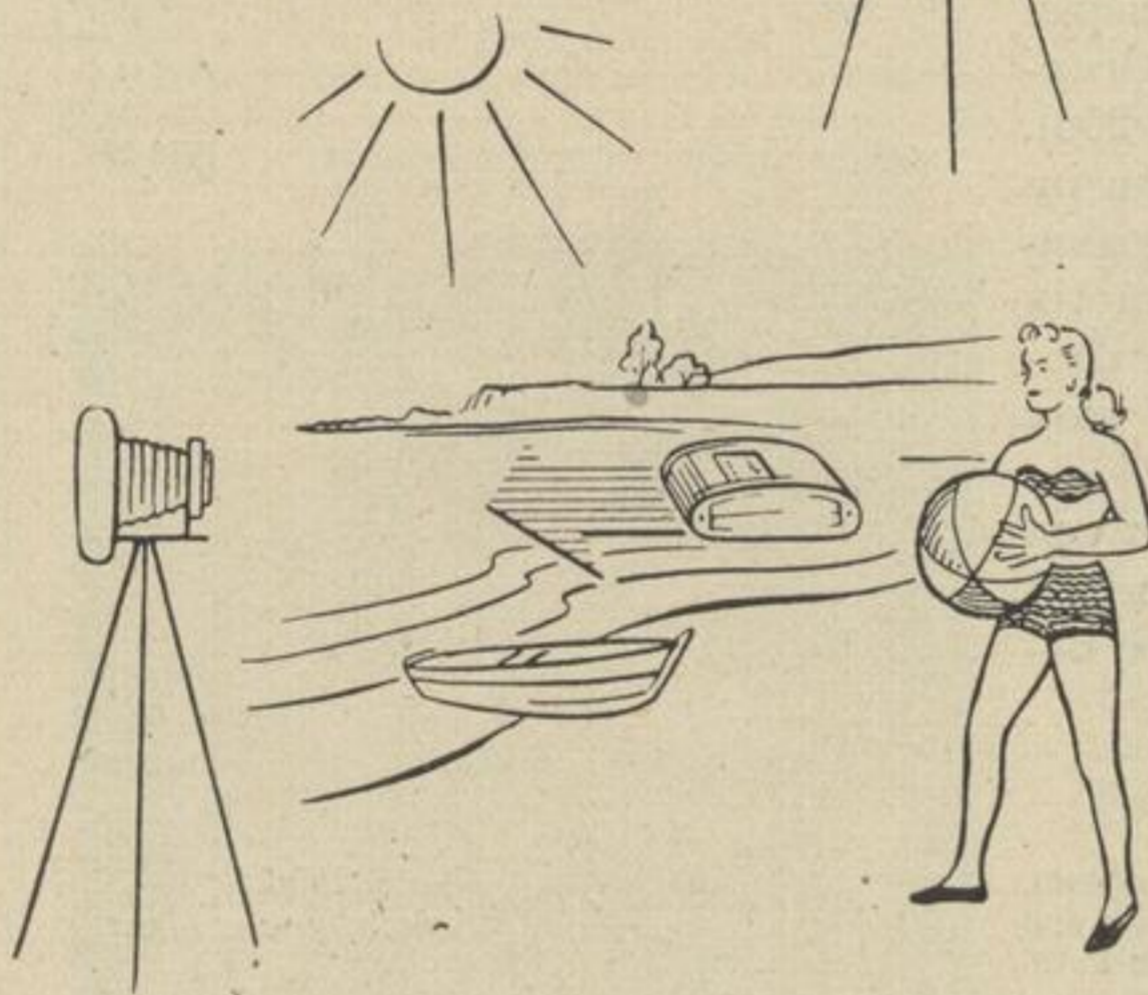


Bild 208. Die wichtigste Form der Lichtmessung: Die Helligkeit des Hintergrundes weicht sehr stark von derjenigen des Objekts ab. Belichtungsmesser am Objekt; Meßrichtung zum Apparat (nur mit Belichtungsmessern, die mit Diffusor oder Transparentrolle ausgerüstet sind, möglich)

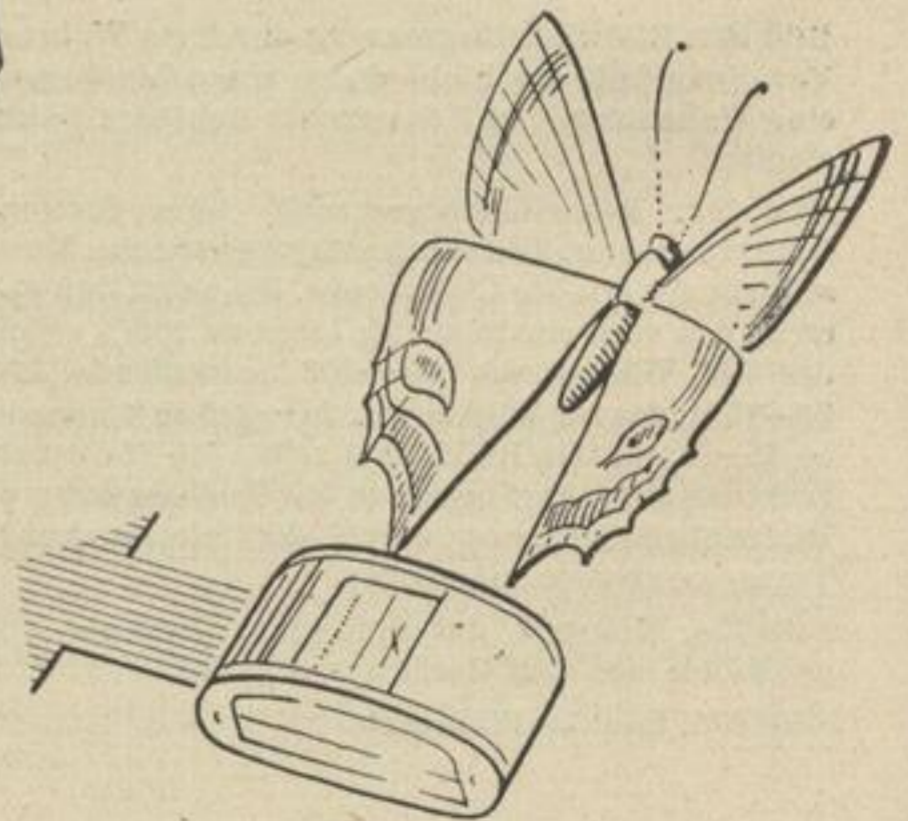
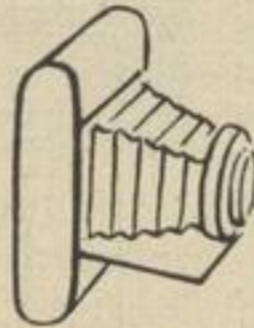


Bild 209. Lichtmessung beim Fotografieren kleiner Objekte

für Porträtaufnahmen bei Kunstlicht, wenn keine direkte Lichteinstrahlung auf das Meßfeld trifft und das Modell etwa die gleiche Helligkeit wie der Hintergrund aufweist; man tritt dann mit dem Belichtungsmesser in Meßrichtung möglichst nahe an das Objekt heran und richtet den Messer auf die dunkleren Bildteile (Bild 207);

für alle Aufnahmen, die schräg abwärts aufgenommen werden, sofern keine spiegelnden Flächen im Bildfeld liegen;

für alle Aufnahmen mit direktem Vorderlicht (Sonne im Rücken des Fotografen) und wenig ausgedehnten Schattenbereichen.

Die Objektmessung ist *nicht angebracht* bei Aufnahmen, bei denen der Hintergrund extrem dunkel oder extrem hell (große Himmelsfläche) ist; starkes Gegen- oder Seitenlicht auf die Wabenaugen des Belichtungsmessers fällt. Dann ergibt die Objektmessung eine ausgesprochene Unterbelichtung. Mit älteren Geräten, die nur Objektmessung zulassen, sucht man der Unterbelichtung dadurch zu entgehen, daß man die lichtaufnehmende Fläche beschattet und das Meßergebnis bei Gegenlichtaufnahmen verdoppelt.

Unter ausgeglichenen Belichtungsverhältnissen ist bisweilen ein in die Kamera eingebauter Belichtungsmesser (Contax III, Contax E) vorteilhaft. Im allgemeinen jedoch ist eine feste Verbindung mit der Kamera unpraktisch, und man muß den Apparat bei Stativaufnahmen häufig nachträglich wieder vom Stativ abschrauben. Günstiger erweist sich dann zum Beispiel der Sixti, der mit Hilfe eines Aufsteckschuhs an der Kamera befestigt wird und jederzeit abgenommen werden kann. Ein mit der Kamera fest oder beweglich verbundener Belichtungsmesser ist im Normalfall automatisch auf das Motiv ausgerichtet und erfaßt dann den gleichen Bildausschnitt bei der Messung wie das Normalobjektiv bei der Aufnahme. Bei der üblichen Landschaftsaufnahme erfaßt er im Meßergebnis häufig zu viel Himmelslicht. Den von der Kamera getrennten Belichtungsmesser hält man daher etwas nach unten.

2. *Die Lichtmessung* ist die neuere Methode. Es wird die Beleuchtung des Objekts gemessen. Man richtet den Belichtungsmesser vom Aufnahmeobjekt zum Aufnahmeapparat (Bild 208). Wir messen das Licht, das aus der Richtung des Aufnahmeobjektivs (der Kamera) auf das Objekt fällt. Bei der Messung wird beim Sixti ein Diffusor vorgeschaltet und beim Sixon oder Sixtomat ein Rollo halb geschlossen. Durch ihre Streuwirkung heben das Transparentrollo oder der Diffusor die Bildwinkelbegrenzung der Wabenaugen auf und erweitern den Meßbereich auf 180°. Bei Gruppenaufnahmen vor einer Landschaft oder bei Landschaft mit Vordergrund führt man die Messung vom bildwichtigen Vordergrund bzw. der Gruppe in Richtung auf den Apparat aus. Läßt sich dies nicht durchführen, wie zum Beispiel bei der Aufnahme eines Bootes vom Ufer aus, so mißt man vom Aufnahmeort in Gegenrichtung zum Motiv, also vom Motiv abgewendet.

*Man wendet die Lichtmessung stets an,*

wenn die Helligkeit der Umgebung bzw. die Helligkeit des Hintergrundes sehr stark von derjenigen des Motivs abweicht (Gruppen am Strand, Personen vor dem Himmel);

wenn extremes Seiten- oder Gegenlicht einfällt, also auch bei vielen Kunstlichtaufnahmen;

bei nahen Objekten vor hohem Himmel (Blütenzweige vor dem Himmel, Wirtshausschilder, Wegweiser);



Bild 210. Kontrastmessung zur Erkennung übermäßiger Lichtkontraste im Bildfeld (nur mit Belichtungsmessern, die mit Diffusor oder Transparentrollo ausgerüstet sind, möglich)

bei ausgesprochen kleinen Objekten (Schmetterling, Käfer, hellfarbige Blüte vor dunklem Hintergrund; Bild 209);

bei Porträt in Effektbeleuchtung;

bei Aufnahmen in der Wintersonne, auf Gletschern, am Strand, auf dem Wasser und bei Bildern mit großer Himmelsfläche (Fotografieren mit nach oben gekippter Kamera).

Die Objektmessung liefert in allen diesen Fällen Fehlresultate, weil die Lichteinstrahlung von glänzenden Flächen in dem einen Fall zur Unterbelichtung führt, in dem anderen Fall ein schwerer, dunkler Hintergrund eine Überbelichtung des zwar kleinen, aber sehr hellen Hauptmotivs herbeiführt. Messen wir aber

die Beleuchtung, wie sie vom Motiv her auf das Objektiv einstrahlt, dann werden zum Beispiel auch bei einem auf gleißender Wasserfläche schwimmenden Schwan die Schattenpartien noch genügend durchgezeichnet.

3. Die Kontrastmessung ist keine neue, selbständige Form der Messung. Es ist eine Kombination der beiden erstgenannten Methoden, bei der das dualistische Prinzip der Neukonstruktionen voll ausgenutzt wird. Es ist die Messung des Kontrastes zwischen Allgemeinhelligkeit und der Effektbeleuchtung (Licht und Schatten) des Objekts, die sich aus der Stellung und Stärke der Lichtquelle (Sonne, Heillampe usw.) ergibt. Diesen Beleuchtungskontrast mißt man mit vorgeschaltetem Streufilter (vorgeschaltetem Diffusor, halbgeschlossenem Rollo) einmal vom Objekt zur Kamera hin und dann in Gegenrichtung vom Aufnahmeapparat zum Effektlicht hin (Bild 210). Die Meßresultate geben die Möglichkeit, die Beleuchtung abzustimmen und die Lichtgegensätze in den Grenzen zu halten, die den optischen und chemischen Möglichkeiten des fotografischen Prozesses entsprechen. Man kann durch die Kontrastmessung Zufälligkeiten ausschalten, was sonst nur auf Grund langjähriger Erfahrungen möglich ist, und man erhält als Endresultat schönere, ausgeglichene Bilder.

Bild 211 zeigt den Belichtungsmesser von Carl Zeiss, Jena. Wesentlich ist, daß bei der Messung nur das Licht erfaßt wird, das die vom Objektiv gezeichneten Bildteile tatsächlich ausstrahlen. Der Meßwinkel des Belichtungsmessers muß also mit dem Bildwinkel der fotografischen Normalobjektive übereinstimmen. Daher setzt man zur Winkelbegrenzung vor das Fotoelement einen Lichtschacht, der der Sonnenblende der Objektive entspricht. Wirksamer noch ist eine Aufgliederung



Stabs.  
Landes-  
Bibl.

in eine größere Zahl kleiner Schächte, die dann kürzer gehalten sind und zusammen ein Wabenwerk bilden (Bilder 202 und 205). Vor jeder Einzelwabe befindet sich eine kleine Sammellinse. So entsteht eine Linsen-Waben-Blende vor dem Fotoelement, die für eine enge, scharfe Bildwinkelbegrenzung sorgt. Sie verhindert, daß helle Randpartien, die nicht aufs Bild kommen, das Meßergebnis beeinträchtigen, und schaltet auch scharfes Seitenlicht bei der Messung aus (Bild 203). Bei der Lichtmessung, die einen Meßwinkel von  $180^\circ$  erfordert, wird dann vor das Fotoelement ein streuendes Filter gesetzt oder geschoben, das die Begrenzung des Meßwinkels durch die Wabenaugen aufhebt.

Das Kernstück des elektrischen Belichtungsmessers ist die *Selensperrschichtzelle*. Sie besteht aus einer Eisenplatte (Bilder 202 und 205), auf die eine dünne Sperrschicht geschmolzenen Selen aufgetragen wird. Durch längeres Erwärmen sensibilisiert man das zunächst glasartig erstarrte Selen; es geht dabei in die kristalline Form über. Diese leitet zwar im Dunkeln den elektrischen Strom nur sehr wenig, aber bei Lichteinfall nimmt die Leitfähigkeit bis etwa auf den tausendfachen Wert zu. Durch kathodische Zerstäubung wird auf die Selenschicht eine hauchdünne Goldschicht gebracht. Eisen und Gold bilden nun die beiden Elektroden, zwischen denen die Selenschicht liegt. Die Goldschicht ist der Linse (oder den Linsen) des Belichtungsmessers zugekehrt, durch die das Licht einstrahlt (Bild 205). Es dringt nahezu ungehindert durch die Goldschicht und trifft auf das Selen. Durch die Lichtenergie werden im Selen Elektronen abgespalten. Als negative Elektrizitätsteilchen werden sie vom positiven Pol, in diesem Falle von der Goldhaut, angezogen. Es entsteht nun eine Spannungsdifferenz zwischen dem Gold und dem Eisen, die beide durch einen Meßdraht verbunden sind. Der hohe elektrische Widerstand der Selensperrschicht verhindert ein Zurückfließen der Elektronen zum Selen. Also müssen sich die Elektronen über den Meßkreis zum Eisen bewegen.

Im Endeffekt wird die einstrahlende Lichtenergie in der Selenschicht in elektrische Energie umgesetzt, und die Menge der sich bildenden Elektronen ist abhängig von der Menge des einstrahlenden Lichts. Die dabei auftretenden elektrischen Ströme sind allerdings sehr klein. Sie betragen nur wenige Millionstel Ampere. Zu ihrer Messung ist in den Meßkreis ein sehr empfindliches Meßinstrument eingeschaltet, ein Drehspul-Mikroamperemeter (Bilder 201 und 204). Der Elektronenstrom baut beim Durchfließen der Drehspule ein magnetisches Feld auf. Das Kraftfeld sucht sich dem Feld des Dauermagneten gleichzurichten und drängt dabei die Drehspule aus ihrer Ruhelage. Hierbei schlägt der mit der Spule verbundene Zeiger aus. Der Zeigerausschlag richtet sich

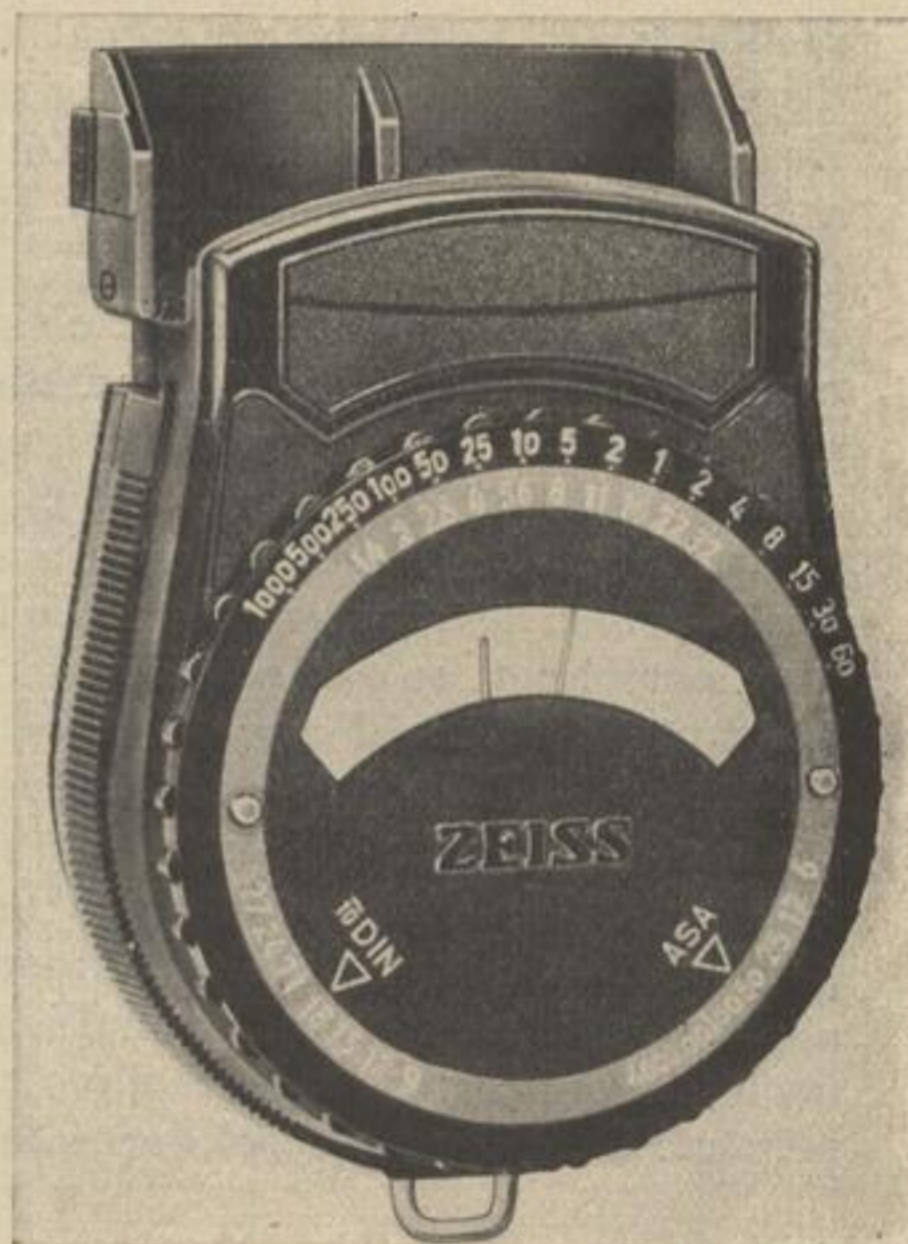


Bild 211. Elektrischer Belichtungsmesser; Carl Zeiss, Jena

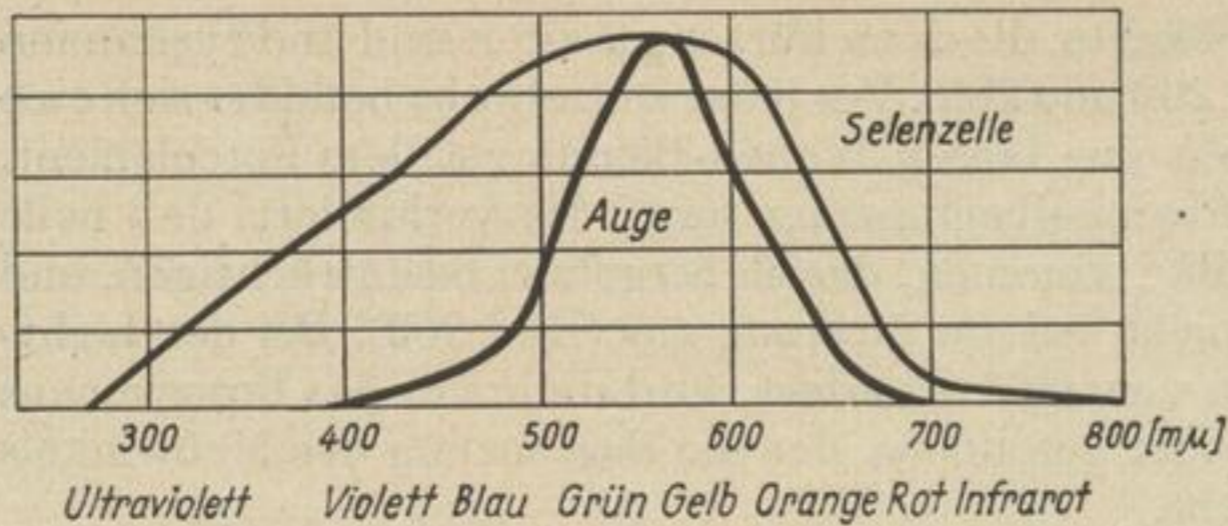


Bild 212. Spektralempfindlichkeit der Selenzelle im Vergleich zu derjenigen des menschlichen Auges

nach der Stärke des Elektronenstroms, und dieser ist abhängig von der Menge der einstrahlenden Lichtenergie. So kann man nach dem Zeigerausschlag auch direkt auf die Lichtmenge schließen und beim Unterlegen einer entsprechend eingeteilten Skala sofort die erforderliche Belichtungszeit ablesen. Sie gilt für die vorher eingestellte Filmempfindlichkeit und für den vorher eingestellten Blendenwert. Bei modernen automatisch arbeitenden Geräten bleibt das Resultat der Messung gestoppt, und es können unmittelbar die für die einzelnen Blendenwerte geltenden Belichtungszeiten abgelesen werden.

Die Spektralempfindlichkeit der Selenzelle (Bild 212) entspricht weitgehend derjenigen des panchromatischen Materials. Nur beim Verwenden orthochromatischer Schichten muß bei Kunstlichtaufnahmen das Meßergebnis des Belichtungsmessers verdoppelt werden, da diese Schichten weniger rotempfindlich sind, während das Kunstlicht einen hohen Rotanteil hat.

Die Bedingungen, unter denen fotografiert wird, sind denkbar verschieden. Ein Motiv ist nur von einer Kerzenflamme beleuchtet, ein anderes von greller Tropensonne. So soll der Belichtungsmesser in dem einen Fall 2,5 Lux, im anderen 30000...50000 Lux anzeigen. Die Präzisionsgeräte haben daher meist mehrere Meßbereiche. Entweder schwächt man im Hellbereich das einstrahlende Licht durch eine Blende oder ein Filter und verstärkt es im Dunkelbereich durch ein Zusatzelement, oder man arbeitet mit höchstempfindlichen Meßwerken und schwächt den Elektronenstrom im Hellbereich durch einen Neben- oder Vorwiderstand ab.

Auch das Arbeiten mit einem elektrischen Belichtungsmesser erfordert Erfahrungen, ganz besonders in der Naturfarbenfotografie. Man achte daher auf folgende Punkte. Die *älteren Belichtungsmesser* geben Werte an, die in der Schwarzweißtechnik für Normalentwicklung berechnet sind. Man muß sie verdoppeln bis vervierfachen, weil heute allgemein mit Feinstkornentwicklern gearbeitet wird. Bei *Instrumenten neueren Datums* ist die Belichtungszeit bereits für Feinstkornentwicklung berechnet, so daß eine Korrektur der gemessenen Werte in dieser Hinsicht nicht nötig ist. Bei *Farbaufnahmen* stellt man an der Kamera  $1/2$  Blende größer (öffnet um  $1/2$  Blende), wenn der Zeiger an der unteren Grenze des Meßfeldes steht, und stellt  $1/2$  Blende kleiner (schließt um  $1/2$  Blende), wenn der Zeiger an der oberen Grenze des Meßfeldes steht (zum Beispiel beim Sixon).

Bei der Herstellung des Aufnahmematerials ist eine Toleranz von  $3/10^\circ$  DIN erlaubt. Ein Film, dessen Empfindlichkeit mit  $18/10^\circ$  DIN angegeben wird, ist also noch als vollwertig zu betrachten, wenn seine Empfindlichkeit nur  $15/10^\circ$  DIN beträgt. Das aber bedeutet doppelte Belichtungszeit gegenüber dem angegebenen



Wert! Derartige Abweichungen sind allerdings weniger bei ausgesprochenen Markenfabrikaten zu erwarten. Die Wertangaben vieler Belichtungsmesser, so zum Beispiel des Sixtus, liegen sehr nahe an der unteren Grenze der Belichtungsmöglichkeit. Der Sixtus gibt also prinzipiell die kürzestmögliche Belichtungszeit an. Beim Metraphot hingegen sind die angezeigten Werte als Normalwerte zu betrachten. Legt man die auf der Filmpackung angegebene Empfindlichkeit bei der Aufnahme zugrunde, so kann uns das Mißgeschick passieren, daß erstens die Filmempfindlichkeit um  $3/10^\circ$  DIN niedriger als angegeben ist, daß zweitens die Belichtungsmesseranzeige dem Schwellenwert sehr nahe liegt und daß wir uns auf diese Weise bereits im Bereiche einer sehr starken und praktisch unbrauchbaren Unterbelichtung befinden. Um diese Gefahr auszuschalten, gehen wir also anfangs von einer um  $3/10^\circ$  DIN niedrigeren Empfindlichkeit aus oder verdoppeln die abgelesenen Belichtungszeiten. In jedem Falle aber empfiehlt es sich dringend, nicht mit Filmen und Belichtungsmessern auf die Reise zu gehen, die man nicht vorher in Serienaufnahmen gründlich erprobt hat.

Die elektrischen Belichtungsmesser liefern bei sachgemäßer Anwendung durchaus verlässliche Resultate. Man verlasse sich aber nicht blindlings auf ihn, damit man gegebenenfalls auch ohne Belichtungsmesser auskommen und dessen Anzeige in schwierigen Aufnahmefällen durch Erfahrungswerte korrigieren kann. Der Anfänger gehe von der Faustregel aus. Mit Hilfe der kleinen Belichtungstabelle 36 kommt man weiter. Bei jeder Aufnahme überlegt man sich an Hand dieser kleinen Hilfen zunächst, in welcher Weise die Belichtungszeit den herrschenden Beleuchtungsverhältnissen angepaßt werden muß. Ein Blick auf den elektrischen Belichtungsmesser läßt dann die Richtigkeit oder Fehlerhaftigkeit der eigenen Berechnung erkennen. So verfügt man bald über einen reichen Schatz an Erfahrungen und kann dann auch in den Grenzfällen weiterkommen, in denen die elektrischen Belichtungsmesser versagen, wie zum Beispiel im Bereich extrem ungünstiger Belichtungsverhältnisse.

### 6. Lichtwert, Lichtwertskala und Lichtwertverschluß

*Der Lichtwert faßt Verschlußzeit und Blende zusammen. Er charakterisiert die Aufnahme-helligkeit und gibt für bestimmte Aufnahmeverhältnisse die zugeordneten Zeit-Blende-Paarungen.*

*Der Lichtwert 0 entspricht einer Belichtungszeit von 1 Sekunde bei der relativen Öffnung 1:1.*

*Je größer der Lichtwert, desto günstiger die Lichtverhältnisse.*

*Die Lichtwerte 0...20 umfassen einen Helligkeitsbereich von 1:1 000 000.*

Die Schwärzung einer fotografischen Schicht hängt außer von der Filmeempfindlichkeit und der Objekthelligkeit vor allem von der Beleuchtungsstärke und der Zeitdauer ihrer Einwirkung ab. Gleichartige Schwärzung wird bei konstant gehaltener Filmeempfindlichkeit stets dann erzielt, wenn das Produkt aus *Zeitzahl* und dem Quadrat der *Blendenzahl* einen bestimmten, konstanten Wert hat. Dieser Wert wird mit dem Belichtungsmesser ermittelt. Es gilt die Beziehung:  $z \cdot B^2 = \text{konstant}$

Die Blendenzahlen	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	64	128
B (abgerundet):	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	64	128
B · B = B <sup>2</sup> :	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096

Die Reihe der  $B^2$ -Werte ist streng mathematisch derart aufgebaut, daß jede folgende Zahl das Doppelte der vorhergehenden Zahl ist. Man kann die Reihe auch folgendermaßen schreiben:

	$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$	$2^8$	$2^9$	$2^{10}$	$2^{11}$	$2^{12}$
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	----------	----------

Wählen wir statt dieser Werte nur die hochgestellten Ziffern, die Exponenten, so erhalten wir eine Reihe einfacher ganzer Zahlen, die

### Blendenleitwerte

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Die gleiche Schreibweise wenden wir auf die Reihe der *Zeitahlen* an. Vorher jedoch müssen wir die bisher übliche Zeitahlenreihe derart umformen, daß wiederum aufeinanderfolgende Zahlen jeweils auf das Doppelte oder auf die Hälfte springen. Es ergeben sich dann folgende Zahlenreihen:

Bisher übliche Belichtungszeitenreihe	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1000}$			
korrigierte Belichtungszeitenreihe	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{512}$	$\frac{1}{1024}$		
Die Zeitahlen abgerundet oder	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024		
	1	2	4	8	15	30	60	125	250	500	1000		
	$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$	$2^8$	$2^9$	$2^{10}$		

Die Reihe der Zeitleitwerte:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Koppeln wir beide Reihen, indem wir die Zahlen gegenläufig ansteigen lassen, so ergeben sich folgende Beziehungen:

Internationale Blendenreihe	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	64	128
Blendenleitwert	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Korrigierte Belichtungszeitenreihe	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{125}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4
Zeitleitwerte	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2

Addieren wir die untereinanderstehenden Blendenleitwerte und Zeitleitwerte, so erhalten wir im vorliegenden Falle stets die Summe 10. Verschieben wir beide Reihen gegeneinander, wie das zum Beispiel bei der Handhabung eines Belichtungsmessers oder einer Belichtungstabelle (Schiebe- oder Drehtabelle) geschieht, so erhalten wir entsprechend andere Zahlen, z. B. 9, 8, 7 usw. oder in anderer Richtung 11, 12, 13 usw. Diese Summe aus Blendenleitwert und Zeitleitwert bezeichnen wir als *Lichtwert*.

Entsprechend werden die *Filterfaktoren auf Lichtwerte* umgerechnet:

Filterfaktor	1×	1,5×	2×	3×	4×	6×	8×
bedeutet:							
Blendenstufen öffnen	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3
Zeitstufen verlängern	0		1		2		3
Lichtwert verändern	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3

Die letztgenannten Beträge werden vom Meßresultat abgezogen. Die heute noch üblichen Skalen für Verschußzeiten und Blendenwerte haben eine Teilung in wechselndem Abstand. Man ging dazu über, die geometrisch abgestuften neuen Zahlenreihen auf Skalen mit gleichmäßiger Teilung unterzubringen und beide Skalen zu koppeln. Es wird dann beim Wechsel des einen Wertes automatisch der andere in entsprechender Weise korrigiert (Bilder 213 und 214).

So entstand der neue *Synchro-Compur-Verschuß mit Lichtwert-Einstellung* der Firma Friedrich Deckel (München). Der durch Belichtungsmesser oder mit Hilfe einer Tabelle ermittelte Lichtwert wird mit einem Griff am Verschuß eingestellt. *Der Lichtwert gibt dann automatisch zu jeder Blende die richtige Belichtungszeit und zu jeder Belichtungszeit die richtige Blende*, denn beide Skalen sind gekuppelt. Man bezeichnet den neuen Verschuß daher als den „rechnenden“ Verschuß.

Die Anwendung der Lichtwertskala führt zu wesentlicher Arbeitsvereinfachung. Für einen bestimmten Anwendungsbereich stellen wir zum Beispiel den Lichtwert 13 fest. Ohne Rücksicht auf anzuwendende Belichtungszeit und Blende stellen wir den Verschuß auf den Lichtwert 13. Damit ist für gleichartige Aufnahmen ein für alle Male die Einstellung vollzogen.

a) Nehmen wir ein Objekt mit großer Tiefenausdehnung auf, so stellen wir einen hohen Blendenwert ein, z. B. 8. (Der zugehörige Zeitwert läßt sich sehr leicht errechnen:  $13 - 8 = 5$ .)

b) Nehmen wir ein rasch bewegtes Objekt auf, so brauchen wir eine kurze Belichtungszeit, also einen hohen Zeitwert, z. B. 9 ( $1/250$  s). (Der zugehörige Blendenwert ergibt sich durch  $13 - 9 = 4$ .)

In Zukunft denkt man dann nur noch in Lichtwerten.

Drei DIN-Grade entsprechen einer Lichtwertstufe:

Filmempfindlichkeit in °DIN	11/10	14/10	17/10	20/10	23/10
Lichtwertkorrektur	-2	-1	0	+1	+2

4 Lichtwerte umfassen die Helligkeitsunterschiede der Beleuchtung:

helle Sonne	verschleierte Sonne	helle Bewölkung	starke Bewölkung
-------------	---------------------	-----------------	------------------

Für 17/10° DIN-Film und Objekte mittleren Kontrastes ergibt das im Sommer unter den üblichen Aufnahmebedingungen die Lichtwerte

13	12	11	10
----	----	----	----

4 Lichtwerte umfassen die Helligkeitsunterschiede des Objekts:

helles Objekt	normales Objekt	dunkles Objekt	sehr dunkles Objekt
---------------	-----------------	----------------	---------------------

bedingen die Lichtwertveränderung

+1	0	-1	-2 (-4, -6)
----	---	----	-------------

und wir erhalten folgende abgewandelten Lichtwerte:

	helle Sonne	Sonne verschleiert	helle Bewölkung	starke Bewölkung
helles Objekt	14	13	12	11
Normalwert	13	12	11	10
dunkles Objekt	12	11	10	9
sehr dunkles Objekt	11 (9,7)	10 (8,6)	9 (7,5)	8 (6,4)

So werden die Helligkeiten bereits nach Lichtwerten beurteilt. *Die Blende dient nicht mehr zur Lichtregulierung, sondern nur noch zur objektgemäßen Tiefenschärfergulierung.* Wir stellen die Blende/Zeitpaare nur noch nach den Prinzipien ein:

rasche Bewegung: hoher Zeitwert  
große Tiefenschärfe: hoher Blendenwert

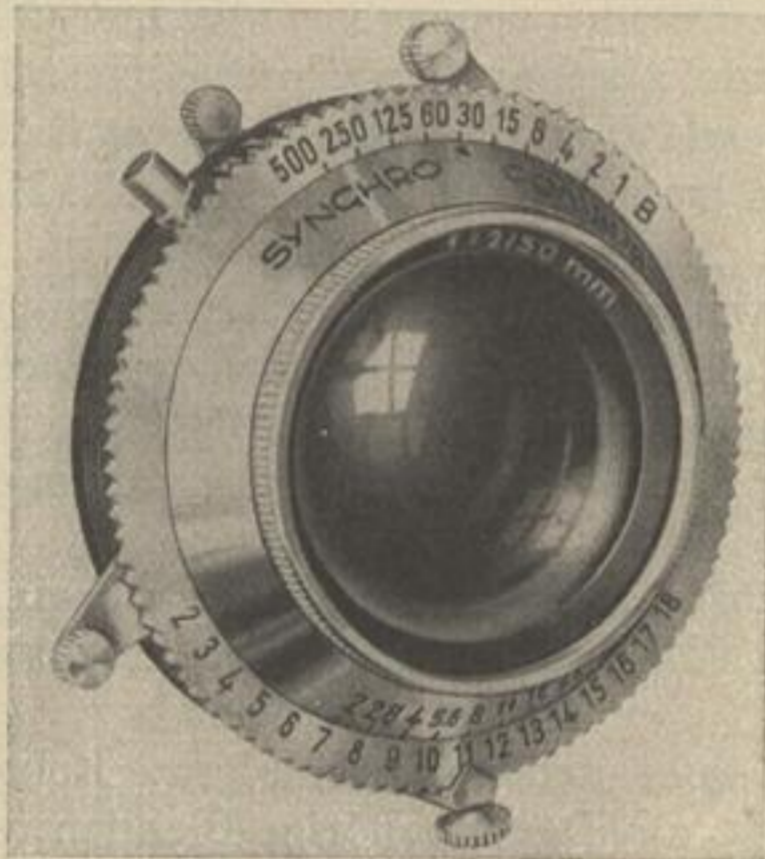


Bild 213. Synchro Compur-Verschluß mit Lichtwertskala in Schrägansicht. Friedrich Deckel, München

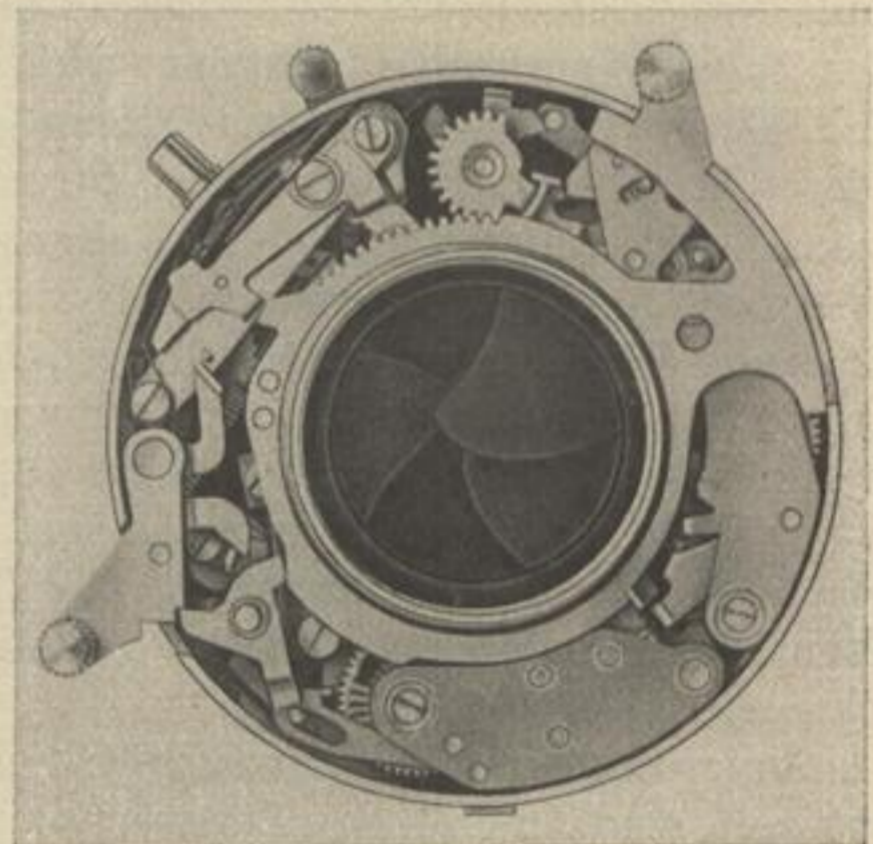


Bild 214. Synchro Compur-Verschluß mit Lichtwertskala geöffnet. Friedrich Deckel, München

## V. Beleuchtung mit Regie

### a) Das Tageslicht

#### 1. Gerichtetes Licht und Streulicht

Nicht nur das Motiv ist wesentlich in der Fotografie; von ausschlaggebender Bedeutung ist vielmehr auch die Beleuchtung des Objekts. Wir unterscheiden natürliche und künstliche Beleuchtung. Beide haben ihre Vorzüge und Nachteile. Das *Sonnenlicht* ist ein sehr kräftiges Licht; es ermöglicht die Anwendung lichtschwacher Objektive in billigen Apparaten und ergibt im allgemeinen kurze Belichtungszeiten. Das *Kunstlicht* ist im Verhältnis hierzu sehr schwach. In vielen Fällen setzt es die Verwendung lichtstarker Objektive voraus; in anderen Fällen führt es zu extrem langen Belichtungszeiten und erfordert die Anwendung eines Stativs.

Tabelle 39: Beleuchtungstabelle

Längserstreckung des Objekts			
1. Ost-West	2. Nord-Süd	3. Südwest-Nordost	4. Südost-Nordwest
Nachmittag Vormittag	Nachmittag Vormittag	Nachmittag Vormittag	Nachmittag Vormittag

Sonneneinfallswinkel in bezug auf die Nord-Süd-Richtung

	Vormittag	4 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	Nachmittag	12 <sup>h</sup>
		20 <sup>h</sup>	19 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup>	17 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>		
Januar						54°	42°	29°	15°		0°
Februar					70°	59°	46°	32°	17°		0°
März				89°	77°	65°	52°	37°	19°		0°
April			108°	97°	86°	74°	60°	44°	23°		0°
Mai			114°	103°	92°	81°	67°	50°	28°		0°
Juni	127°		116°	106°	95°	84°	71°	54°	31°		0°
Juli	127°		116°	105°	95°	83°	70°	53°	30°		0°
August			110°	99°	88°	77°	63°	46°	25°		0°
September				92°	81°	69°	55°	39°	21°		0°
Oktober					73°	62°	49°	34°	18°		0°
November						56°	44°	30°	15°		0°
Dezember						53°	41°	28°	14°		0°

Tabelle 40: Die günstigsten Aufnahmestunden (bei 30° Seitenlicht)

Längs- erstreckung des Auf- nahme- gegenstandes	1. Ost-West		2. Nord-Süd		3. SW-NO		4. SO-NW	
Januar	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>			11 <sup>h</sup>
Februar	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	17 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
März	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	17 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
April	9 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
Mai	9 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	12 <sup>30</sup>	15 <sup>30</sup>	8 <sup>30</sup>	11 <sup>30</sup>
Juni	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	12 <sup>30</sup>	15 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	11 <sup>30</sup>
Juli	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	12 <sup>30</sup>	15 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	11 <sup>30</sup>
August	9 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	12 <sup>30</sup>	16 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	11 <sup>30</sup>
September	9 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	10 <sup>30</sup>	13 <sup>30</sup>	13 <sup>h</sup>	16 <sup>30</sup>	7 <sup>30</sup>	11 <sup>h</sup>
Oktober	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	17 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
November	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>			11 <sup>h</sup>
Dezember	8 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>			11 <sup>h</sup>

Die *natürliche Beleuchtung* ist gegeben. Wir sind vom Wetter und von der Lage des Objekts im Raum abhängig. Die Nordfront eines Gebäudes liegt immer im Schatten; auf sie trifft kein Sonnenstrahl. Auch in anderen Lagen können wir die Beleuchtungsrichtung nicht beliebig ändern, wenn Standort und Zeit der Aufnahme festliegen. Wir können aber bei festgelegtem Standort aus der Tabelle 40 die Zeit der günstigsten Beleuchtung feststellen und zu dieser Zeit das Objekt aufnehmen. Auch die Zusammensetzung des Tageslichts ist für die Aufnahme nicht immer günstig. Es enthält besonders in den Mittagsstunden zu viel Blaulicht, das wir durch Filter abschwächen müssen.

Die *Beleuchtung durch Kunstlicht* gibt in vielen Fällen mehr Freiheit; wir können sie häufig beliebig verändern. Wir haben Einfluß auf die Menge des einstrahlenden Lichts und die Beleuchtungsrichtung. Die fotografisch wirksame Lichtmenge ergibt sich rechnerisch aus der Lichtintensität und dem Abstand der Lichtquelle vom Objekt. Wir kommen also in vielen Fällen zu gesicherten Belichtungszeiten. Außerdem ist die spektrale Zusammensetzung des Kunstlichts mit seinem hohen Rotanteil besonders günstig bei Anwendung von panchromatischem Film; wir kommen dann bei der Aufnahme ohne Filter aus.

Man kann beide Lichtquellen, Tages- und Kunstlicht, bei der Aufnahme kombinieren. So lassen sich »Nachtaufnahmen« in vorgeschrittener Dämmerung erzielen, oder man kann bei Zimmeraufnahmen die Schatten des Objekts mit Nitrafotlicht und bei Gegenlichtaufnahmen die Schattenpartien mit Elektronenblitzgeräten aufhellen. Schließlich kann man auch bei Aufnahmen im Freien unter ungünstigen Lichtverhältnissen zusätzlich mit Vakublitzern oder Elektronenblitzern beleuchten.

Wir unterscheiden *gerichtetes Licht* und Streulicht. Gerichtet ist zum Beispiel das Sonnenlicht und besonders das Scheinwerferlicht. Es ergibt starke Licht- und Schattenwirkungen und erhöht die Plastik einer Aufnahme. Für effektvolle, plastisch wirkende Aufnahmen brauchen wir also das gerichtete Licht. Allerdings vermittelt es durchaus nicht die beste Durchzeichnung der Schattenpartien. Diese wirken oft schwer, so zum Beispiel bei der Beleuchtung mit dem Effektscheinwerfer (Spotlight). Kurze, schwere Schlagschatten sind auch charakteristisch für die Aufnahme zur Mittagszeit. Das Bild wirkt dann hart. Am frühen Morgen und am späten Nachmittag hingegen bilden sich lange, lichterfüllte Schatten, die wirkungsvolle Bildelemente abgeben; bisweilen gliedern sie eintönige Flächen des Vordergrunds auf und vermitteln den Eindruck räumlicher Tiefe (Bild 47).

*Streulicht* ist reflektiertes Licht, so zum Beispiel das Himmelslicht bei trübem Wetter und künstliches Licht bei Anwendung eines Streuschirms. Es gleicht die Lichtgegensätze aus und mindert die Bildkontraste. Bei allseitig gleichmäßiger, ausgeglichener Beleuchtung entstehen zwar gut durchgezeichnete Abbilder des Objekts; sie sind aber wenig wirkungsvoll. Sie wirken leblos, tot. Das diffuse Licht nebelfeuchter Novembertage bereitet dem Kleinbildfotografen zusätzliche Sorgen. Es fehlen die Schlagschatten und die hellen Lichter. Die Skala der Tonwerte wird stark eingeeengt, und das Bild wirkt häufig flau; es enthält große Flächen ohne Details. Gutes Auflösungsvermögen ist nun einmal an kontrastreiche Beleuchtung gebunden. Kleinbilder müssen vergrößert werden; dabei werden flaue Bilder noch viel flauer, und es fehlt ihnen schließlich jede Kraft. Zusätzlich macht sich das Korn der Aufnahmeschichten störend bemerkbar und vermindert wiederum die Vergrößerungsfähigkeit. Das kontrastarme Bild ist also in der Kleinbildfotografie

viel schwerer zu meistern als das kontrastreiche, leicht vergrößerungsfähige Bild. Man muß darauf achten, daß bei Trübweatherbildern die Tonwertskala dadurch verlängert wird, daß dunkle Flächen im Vordergrund stehen, die dem Bild Kraft und Tiefe geben. Das können Personen oder Bäume sein, Torbögen oder andere Durchblicke. Schlechtweatherbilder mit ihren erschwerten Aufnahmebedingungen sind Sache des Fortgeschrittenen. Anfänger sollten sich zunächst gründlich bei Schönweather einarbeiten, und zwar ganz besonders dann, wenn sie mit Kleinbildapparaten arbeiten.

## 2. Vorder-, Seiten- und Oberlicht

Am besten ausgeleuchtet ist das Objekt in direktem *Vorderlicht*. Die Sonne steht dann im Rücken des Fotografen. Beleuchtungsrichtung und Aufnahmerichtung stimmen überein. Für Farbfotos ist das in vielen Fällen die günstigste Beleuchtung, weil dann die Farbwirkung voll zur Geltung kommt. Für Schwarz-Weiß-Fotos ist direktes Vorderlicht weniger vorteilhaft. Bauwerke zum Beispiel wirken dann flach und lassen die Raumwirkung vermissen; es fehlen die Plastik und die Aufgliederung der Flächen. Auch beim Porträt gibt direktes Vorderlicht ein flaches, unplastisches Bild; das Modell klebt förmlich am Hintergrund.

*Seitenlicht* wirkt fotografisch viel reizvoller als das Vorderlicht. Es entstehen im Bild kräftige Schlagschatten. Sie beleben die großen Flächen und gliedern sie auf. Oft werden die Schatten zu wesentlichen Bildelementen. Sie geben dem Bild räumliche Tiefe. Durch die Auflösung der Flächen in klare Lichter und dunkle Schatten entstehen kontrastreiche, plastische Bilder. Durch Seitenlicht werden die Fassaden von Bauwerken gegliedert und treten plastisch heraus. Jeder Mauervorsprung wirft einen Schlagschatten; jede Nische ist schattenerfüllt. Besonders die wenig hervortretenden Reliefs müssen immer bei seitlichem Sonnenstand aufgenommen werden. Bisweilen kann bei ihnen vorteilhaft auch direktes Oberlicht angewendet werden, das schwere Schlagschatten nach unten wirft (Bilder 215 und 216).

Nicht in allen Fällen ist allerdings das direkte Seitenlicht anwendbar. Bauwerke mit stark gegliederten Fassaden wirken durch die starke Aufgliederung unruhig. Besonders nachteilig kann sich Seitenlicht beim Frauenporträt auswirken. Infolge der Schlagschattenbildung treten schon die kleinen Hauterhebungen und -vertiefungen sehr plastisch hervor, und auch kleinste Hautfalten werden nachdrücklich betont. Bei stark modellierten Gesichtszügen muß man auch einmal zum ausgleichenden Vorderlicht greifen, es sei denn, daß man kräftig geschnittene Charakterköpfe gestalten will. Aber auch dabei wirkt reines Seitenlicht oft übertrieben hart; es gliedert das Gesicht unvermittelt in eine überstrahlte Hälfte ohne Details und eine nicht genügend durchgezeichnete schwarze, lichtlose Fläche. Man wird also häufig den Mittelweg zwischen Vorder- und Seitenlicht wählen müssen und auf oberes seitliches Vorderlicht zukommen. Dann steht die Lichtquelle seitlich vom Apparat und höher als dieser. Die Schattenseite wird gleichzeitig durch Reflektoren (weiße Tücher oder Pappen) oder eine schwächere Kunstlichtquelle aufgehellt.

Reines *Oberlicht* wird seltener angewendet. Es kann, ebenso wie das Seitenlicht, bei Kunstgegenständen plastische Wirkungen hervorrufen, wobei sich das beleuchtete Objekt klar aus den nach unten gelagerten Schlagschatten heraushebt. So können Objekte auch bei geringfügiger Tiefengliederung gute und starke Raumwirkung haben und bisweilen nahezu stereoskopisch wirken (Bilder 215 und 216).



Bild 215. Türklopper, Venedig. Leicaaufnahme.  
Helmut Stapf, Leipzig



Bild 216. Türklopper, Korčula (dalmatinische  
Küsteninsel). Leicaaufnahme. Helmut Stapf,  
Leipzig

Beide Kleinplastiken wurden unter Mittag bei extremem Oberlicht aufgenommen. In Bild 215 hebt der untere Schlagschatten die Bronzeplastik von der Tür ab und läßt sie räumlich hervortreten. In Bild 216 hebt der schwere Schlagschatten des Türdaches den Türklopper noch plastischer vom Untergrund und stellt die Figur (Daniel in der Löwengrube) besonders klar heraus

Beim Porträt ist die Schlagschattenbildung nach unten unerwünscht. Auf dem Bild zeigen sich dann finstere Augenhöhlen und dunkle Partien unter den Backenknochen und unter dem Mund, die das Modell alt erscheinen lassen. Man vermeidet daher Porträtaufnahmen bei sehr hohem Sonnenstand.

Auch für zahlreiche Aufnahmen in der Natur ist *vorderes Seitenlicht* recht günstig, und zwar besonders solches, das unter einem spitzen Winkel von etwa  $30^\circ$  auf die Objektfläche trifft. Dann entstehen plastische, kontrastreiche Bilder. In der Natur ist es oft zeitraubend und umständlich, die Beleuchtung eines Objekts zu den verschiedenen Tageszeiten eingehend zu studieren. Schneller kommt man zum Ziele, wenn man eine Beleuchtungstabelle zur Hand nimmt. Bei landschaftlichen Großformen (Gebirgszüge, Küstenlinien) stellt man die Richtung der Längserstreckung nach dem Landkartenbild fest; bei Kleinformen (Gebäudefassaden) muß man sie mit Hilfe des Kompasses bestimmen. Die Tabelle 39 gibt nun den Sonneneinfallswinkel in bezug auf die Nord-Süd-Richtung an. Am Kopf der Tabelle sind die vier Hauptrichtungen für die Längserstreckung der Objekte und die dazugehörigen günstigsten Sonneneinstrahlungswinkel (in bezug auf die Nord-Süd-Richtung) angegeben. Unter dem in Frage kommenden Monat sucht man den günstigsten Einfallswinkel in der Tabelle auf und kann dann die aufnahmegünstigste Tageszeit am Kopf der Tabelle ablesen.

Eine Gebäudefassade, die sich in Ost-West-Richtung erstreckt und frontal von



Süden her aufgenommen werden soll, muß man also unter einem Sonneneinfallswinkel von  $60^\circ$  zur Nord-Süd-Richtung aufnehmen. Diese Richtung ist zum Beispiel im April um 9 Uhr oder um 15 Uhr gegeben.

Die Tabelle 40 gibt für die verschiedenen Längserstreckungen des Aufnahmegegenstands unmittelbar die günstigsten Aufnahmestunden an.

### 3. Gegenlicht

*Gegenlicht* ist die wirkungsvollste Beleuchtungsart. Sie erfordert allerdings einige Vorsichtsmaßregeln. Bei direkt gegenüberstehender Sonne muß diese von irgendwelchen Bildelementen des Vordergrundes verdeckt sein. Dazu eignen sich Mauervorsprünge, Bäume und viele andere Dinge. Vorteilhaft ist bei solchen Aufnahmen eine direkte Mattscheibenbeobachtung, wie sie zum Beispiel die Spiegelreflexapparate bieten. Man erkennt dann Reflexbildungen bereits beim Einstellen des Objekts.

Bei allen Gegenlichtaufnahmen und auch bei starkem Seitenlicht wird prinzipiell eine Gegenlichtblende angewendet, damit das Licht nicht direkt ins Objektiv strahlt. Sonst gibt es störende Reflexe und Lichtschleier auf den Bildern (Bilder 87 und 89). Als behelfsmäßiger Lichtschutz können ein vorgehaltener Hut, ein Buch oder ein aufgespannter Schirm dienen; man muß allerdings achtgeben, daß diese Gegenstände nicht ins Bildfeld ragen. Natürliche Sonnenblenden sind Durchblicke



Bild 217. Dünen am Darßer Weststrand. Reine Gegenlichtaufnahme. Die silhouettenhaft gezeichneten Dünengräser geben dem Bild Inhalt und Kraft und erhöhen die Bildkontraste. Die Schattenpartien des Dünensandes weisen gute Durchzeichnung auf. Helmut Stapf, Leipzig; Exakta Varex Tessar 2,8/50;  $\frac{1}{100}$  s; Gegenlichtblende



Bild 218. Leipziger Hauptbahnhof; Schalterhalle. Silhouettenhaft gezeichnete Personen, interessante Schlag-  
schatten, flutendes Licht in der düsteren Halle ergeben ein Bild von eigenartigem Reiz. Karl Taube †, Leipzig

aller Art, Torbögen, Fenster, Felsnischen, Walddurchblicke. Stehen keine abschirmenden Bildteile zur Verfügung, so rückt man die Sonne seitlich etwas aus dem Bildfeld und arbeitet mit schräg einfallendem Gegenlicht. Nur bei Sonnenauf- und -untergang oder an dunstigen Wintertagen ist das Sonnenlicht so geschwächt, daß es auch ins Objektiv strahlen kann. Das sind die Zeiten, in denen man die Sonne direkt ins Bild einbeziehen kann.

Gegenlichtaufnahmen erfordern starke Schatten. Diese dürfen allerdings nicht zu

schwer und rußig ausfallen, sondern müssen genügend Durchzeichnung aufweisen (Bild 217). Daher stellt man die Belichtungszeit stets auf die Schatten im Bild ein und hält die Entwicklung nicht zu kräftig (Ausgleichsentwicklung).

Die elektrischen Belichtungsmesser geben, da viel Licht auf die Fotozelle einwirkt, eine zu kurze Belichtungszeit an. Sie registrieren die allgemeine Lichtfülle und richten sich weniger nach den bildwichtigen Schattenpartien. Man muß daher die durch Objektmessung ermittelten Belichtungszeiten verdoppeln oder verdreifachen. Oder man muß die Messung direkt am Objekt vornehmen und den Belichtungsmesser unmittelbar auf die dunkelsten Bildpartien richten. Beim Arbeiten mit neuzeitlichen Geräten führt man an Stelle der Objektmessung eine direkte Lichtmessung (Seite 159) durch. Man hüte sich ebenso vor übertrieben langen Belichtungszeiten, weil dann die typische Gegenlichtwirkung verlorengeht. Besonders schön wirken Motive, in denen das Gegenlicht in staubiger oder dunstiger Atmosphäre unmittelbar sichtbar wird (Bild 218). Dann tritt die Ferne in einem zarten Dunsthauch zurück, während sich der nächste Vordergrund kontrastreich abhebt.

## b) Das Arbeiten mit Kunstlicht

Bei Kunstlichtaufnahmen können wir zwei Arbeitsrichtungen unterscheiden. Die erste verwendet die Beleuchtungsmittel des Alltags. Von einfachsten Lichtquellen, dem Zündholz, der Kerze, der Petroleumlampe, führt mit steigender technischer Vervollkommnung der Weg zur elektrischen Beleuchtung und schließlich zum fotografisch besonders wirksamen Licht der Nitrafotlampe. Die zweite Arbeitsrichtung bedient sich spezieller Beleuchtungsmittel. Im einfachsten Falle ist es das Blitzlicht. Man kann es durch Magnesiumband ersetzen. Von ihm führt die technische Weiterentwicklung konsequent über den Vakublitz zur Blitzlampe und von dieser zum modernen Elektronenblitzer.

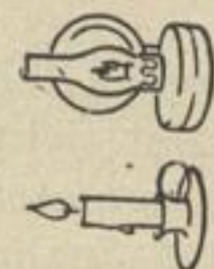
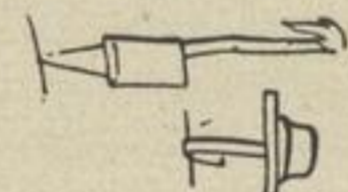
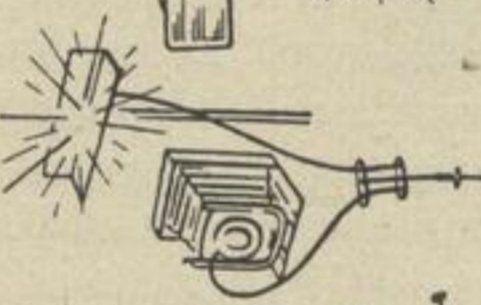
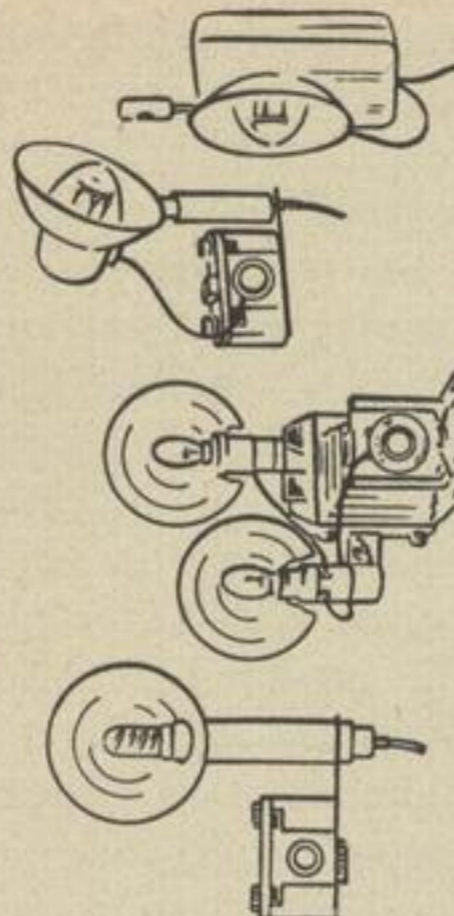

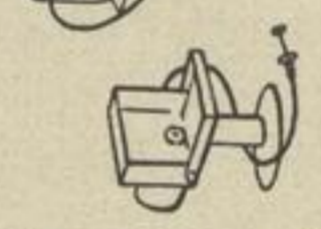

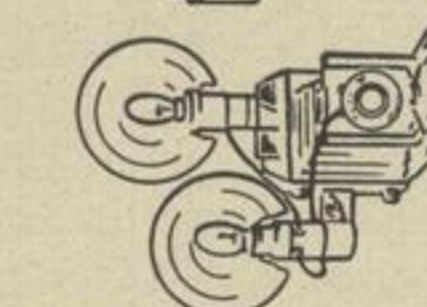
### 1. Einfache Lichtquellen

Mit den lichtstarken neuzeitlichen Objektiven lassen sich Aufnahmen auch mit sehr schwachen Lichtquellen durchführen. So kann man Personenaufnahmen bereits im Scheine mehrerer *Kerzen* durchführen, die zum Beispiel in einem Leuchter dicht vor den Personen aufgestellt sind und als Lichtquelle mit in das Bild einbezogen werden. Bei einer relativen Öffnung von 1 : 2 und einem hochempfindlichen Film von 21...23/10° DIN kommt man mit Belichtungszeiten von etwa  $\frac{1}{2}$ ...1 Sekunde aus. Auch mit einer einfachen *Petroleumlampe* lassen sich stimmungsvolle Bilder erhalten, wenn man eine Personengruppe um einen kleinen Tisch versammelt, in dessen Mitte die Lampe steht. Bei 1 : 2 und 23/10° DIN ergeben sich Belichtungszeiten von etwa 2 Sekunden.

### 2. Elektrische Beleuchtung

Jede elektrische Glühlampe kann als Lichtquelle dienen (Bilder 219 und 220). Die Belichtungszeit richtet sich nach den veränderlichen Werten am Apparat, nach dem Aufnahmematerial sowie nach der Wattzahl der Glühlampe und deren Entfernung vom Aufnahmeobjekt. Die frei stehende Glühlampe strahlt Licht nach allen

Tabelle 41: Entwicklungsstufen der Kunstlichtfotografie

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Die Zeitaufnahme bei Kunstlicht	Übergang zum elektrischen Licht	Die langen Momente mit der Heimplampe (Nitralicht)	Kapselblitz und Beutelblitz	Die kurzen Momente Die Blitzlampe	Gleichzeitige Auslösung von Verschluss und Blitzlampe	Lange Momente ohne elektrisches Licht Magnesiumband	Vakublitz	Die Blitzleuchte, synchronisiert mit Verschluss	Blitz und Tochterblitz	Das Blitzröhrengerät	Blitzröhrengerät und Synchronblitze
 <p>Gewöhnliche Lichtquellen</p>									 <p>Hochentwickelte Spezialleuchten</p>		
 <p>Einfache Speziallichtquellen</p>											
Raucher und Stänker; Feuersgefahr			Kein Rauch, kein Geruch, kein offenes Feuer			Durch Batterie oder Akku Unabhängigkeit von der elektrischen Leitung					

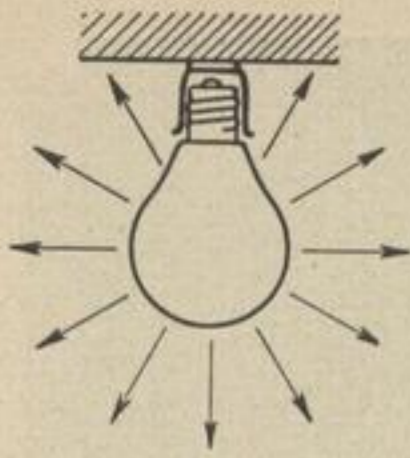


Bild 219

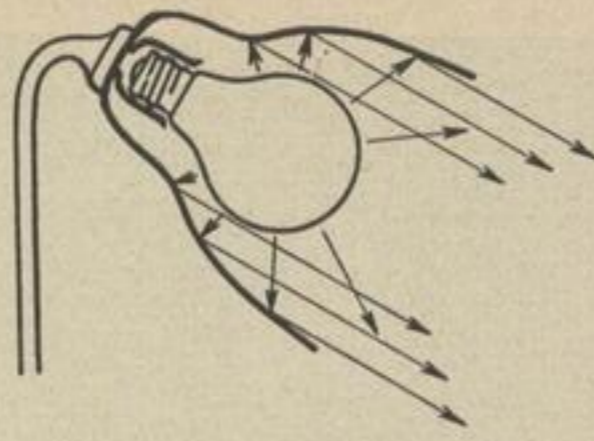


Bild 220

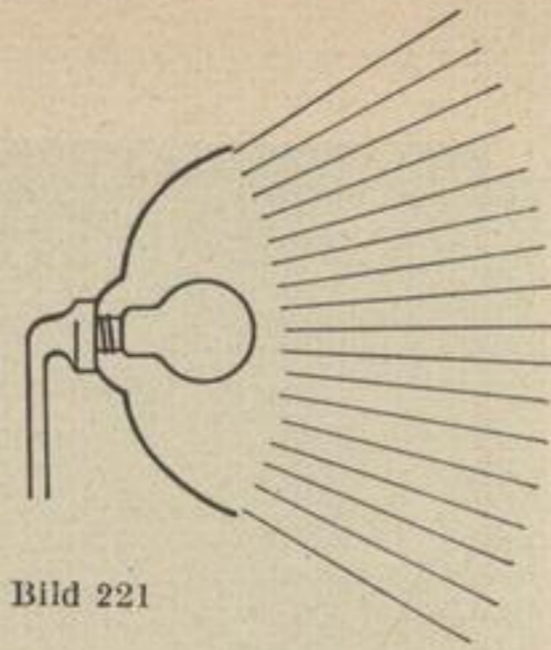


Bild 221

Bild 219. Strahlung der frei stehenden Glühlampe

Bild 220. Strahlengang der Lampe im Reflektor. Der Reflektor faßt die allseitige Lichtausstrahlung zusammen und wirft sie nach einer bestimmten Seite

Bild 221. Weichstrahler haben einen flachen, breiten Reflektor. Sie beleuchten ein großes Feld schwach und ausgeglichen

Bild 222. Effektstrahler haben einen schmalen, tiefen Reflektor. Sie werfen einen schmalen, harten Lichtkegel

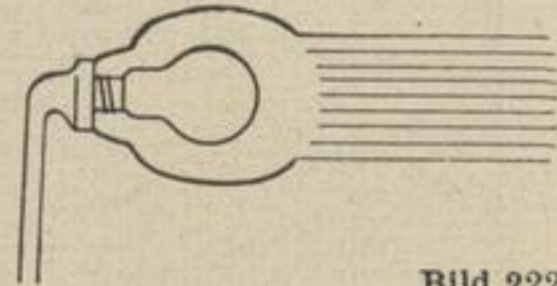


Bild 222

Seiten des Raumes aus (Bild 219). Nur ein ganz geringer Teil dieses Lichts trifft die fotografische Schicht und wird damit bildwirksam. Eine günstigere Lichtausnutzung ergibt sich beim Einsetzen der Lampe in einen Metall- oder Pappreflektor; der letztere ist innen mit Silberpapier belegt und läßt sich zusammenfalten. Der *Reflektor* faßt das allseitig strahlende Licht zu einem scharfen und weitreichenden Lichtkegel zusammen, der das Objekt trifft. Dabei ist die Form des Reflektors von ausschlaggebender Bedeutung für die Art der Beleuchtung (Bilder 221 und 222). Weite, flache Reflektoren beleuchten ein großes Feld. Ihr Licht ist weich, ausgeglichen und relativ schwach; der Lichtkegel wird mit zunehmender Entfernung rasch schwächer. Die weit gebauten Reflektoren sind typische *Breitstrahler* und *Weichstrahler*. Tiefe, schmale Reflektoren hingegen ergeben einen weitreichenden, schmalen und harten Lichtkegel. Das sind die *Tiefstrahler* oder *Effektstrahler*. Ihr Licht steht hart und unvermittelt gegen die dunklen Schattenpartien. Ihr Lichtfeld ist meist auch nicht gleichmäßig ausgeleuchtet, sondern im Zentrum heller als in den Randpartien. Von besonderer Bedeutung speziell für Farbaufnahmen sind die neuartigen *Stufenlinsenscheinwerfer*, deren Lichtkegel am Rande ebenso hell ist wie in der Mitte.

Weichstrahler und Tiefstrahler haben ihre speziellen Aufgaben. Der *Breitstrahler* leuchtet bei Vorderlicht ein Porträt gut und gleichmäßig aus und bildet nur schmale, unwesentliche Schattenpartien. Die Hautunebenheiten treten im Bild wenig hervor. (Wirkung ähnlich Bild 336.) Der *Effektstrahler* hingegen läßt das Objekt plastisch hervortreten. Er arbeitet beim Porträt die Hautfalten und Unebenheiten scharf und mit kräftigen Schatten heraus. Er erzeugt Glanzlichter und bei extremem Seiten- und Gegenlicht wirkungsvolle Lichtsäume (Bild 337).

In vielen Fällen wendet man beide Beleuchtungsformen gleichzeitig an. Der *Breitstrahler* steht seitlich vom Aufnahmeapparat in etwa 2 m Höhe. Er gibt ein weiches, gleichmäßiges Vorderlicht, das gleichzeitig leicht von oben kommt. Als zweite, schwächere Lichtquelle setzt ein extrem seitlich stehender *Effektscheinwerfer* Glanzlichter auf und entwirft interessante Lichtkanten (Bild 225). Eine leichte Aufhellung oder Durchstrahlung der Haare kann mit Hilfe einer dritten



Bild 223. Alt-Leipzig, Thüringer Hof. Stimmungsvolle Nachtaufnahme. Die einzigen Lichtquellen sind die beiden Türleuchten und das aus dem Flur herausflutende Licht. Der Reiz der Aufnahme liegt in der feinen Durchzeichnung der Hauswand und in der Stimmungsechtheit dieses gelungenen Schnappschusses, an dem nichts gestellt ist. Helmut Stapf, Leipzig; Leicaaufnahme; Stativaufnahme; Summar 2/50; volle Öffnung; 6 s



Bild 224. Vierhundert Meter unter Tage. Blick in ein Staßfurter Salzbergwerk. Die gut gewählte Ausleuchtung läßt den Kumpel klar im Raum stehen. Die Schattenpartien werden durch das Bergmannsgeleucht im Vordergrund aufgehellt. Gute Halbtondurchzeichnung gibt den Übergang zu den Tiefen der Abbauräume. Wilhelm Biscou, Großottersleben; Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 5,6;  $\frac{1}{2}$  s

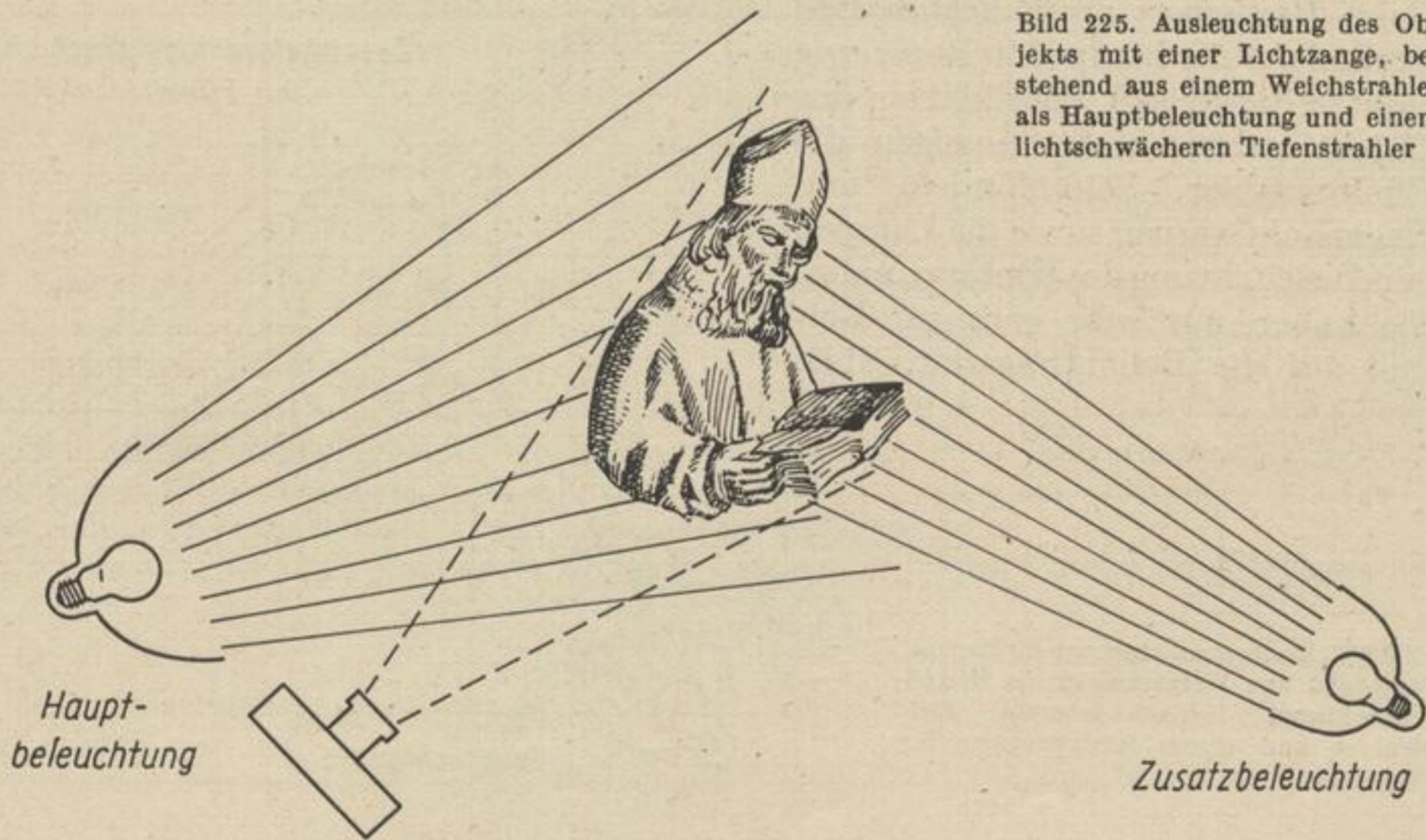


Bild 225. Ausleuchtung des Objekts mit einer Lichtzange, bestehend aus einem Weichstrahler als Hauptbeleuchtung und einem lichtschwächeren Tiefenstrahler



Bild 226. Wirkung der Lichtzange. Links: Beleuchtung nur mit der Hauptlichtquelle. Mitte: Beleuchtung mit der lichtschwächeren Zusatzleuchte. Rechts: Allseitige Ausleuchtung mit der Lichtzange

Lichtquelle erreicht werden. Bild 225 zeigt die Anordnung der Leuchten, wenn die Hauptlichtquelle durch eine schwächere Nebenlichtquelle ergänzt wird. Man spricht dann von einer *Lichtzange*. Bild 226 zeigt ihre Wirkung. Links ist nur die Hauptbeleuchtung eingeschaltet, in der Mitte nur die Zusatzbeleuchtung. Rechts ist die Figur durch die Lichtzange allseitig gut ausgeleuchtet. Beim Porträt greift man bevorzugt zur dreifachen Lichtzange, die aus einem Weichstrahler als Hauptlichtquelle, einem lichtschwächeren Tiefstrahler und einer zusätzlichen Effektleuchte für Oberlicht besteht (Bild 227).

Bei der Anwendung mehrerer Lichtquellen muß man aber sehr genau die *Schattenbildungen* beobachten. Bei ungünstiger Lampenstellung entstehen mehrere Schatten an der Wand, ja es kommt sogar vor, daß die Nase mehrere Schatten im Gesicht wirft. Dann muß man die Lampenstellung derart verändern, daß die störenden Doppelschatten ausgeschaltet werden.

Beim *Bestimmen der Belichtungszeit* werden nur die Lampen in Rechnung gesetzt, die volles Vorderlicht auf das Objekt geben, nicht hingegen die Effektstrahler, Seitenlampen und Gegenlichtlampen sowie die Lampen zur Ausleuchtung des Hintergrundes. Sie haben nur sehr geringen Einfluß auf die Belichtungszeit. Stets

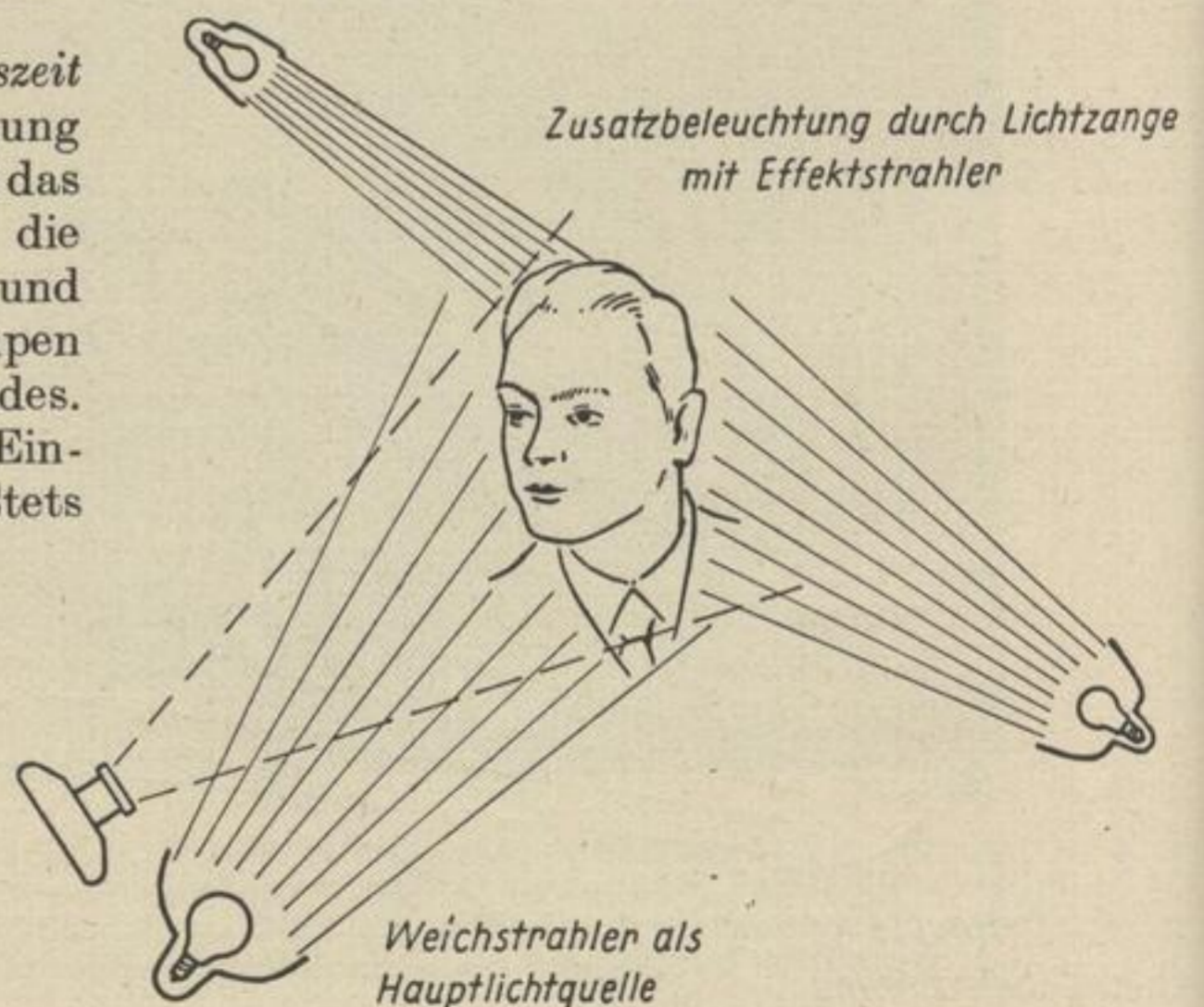


Bild 227. Dreifache Lichtzange für Porträt, bestehend aus Weichstrahler als Hauptbeleuchtung, lichtschwächerem Tiefstrahler und einem Effektstrahler für Oberlicht



Bild 228. Verzwickte Situation. Der gut gewählte Bildausschnitt, die Bildkomposition, die gesamte Ausführung, die sich im wesentlichen auf Halbtöne stützt, läßt den zögernden Zug miterleben, während sich das Interesse zwangsläufig schon wieder dem zu erwartenden Gegenzug zuwendet. Ein Beispiel dynamischer Bildgestaltung. Karl Taube †, Leipzig



ist zu beachten, daß die Lichtintensität mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Eine Lichtquelle, die bei 1 m Abstand eine Belichtung von 1 Sekunde erfordert, macht bei 2 m Abstand 4 Sekunden, bei 4 m Abstand 16 Sekunden Belichtungszeit erforderlich.

Tabelle 42: Belichtungszeiten bei elektrischer Beleuchtung in Sekunden

Für panchromatischen Film 21/10° DIN und Blende 4 (Lampe mit Reflektor)

Abstand Lampe/ Aufnahmeobjekt in Metern	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
25 Watt	1/2	1	2,5	5	10	20	40	80		
40 Watt	1/4	3/4	1,5	3	8	16	32	64		
60 Watt	1/5	1/2	1	2,5	5	10	20	40	80	
100 Watt	1/10	1/5	1/2	1	2,5	5	10	20	40	80
200 Watt	1/25	1/10	1/5	1/2	1	2,5	5	10	20	40
Belichtungszeit verdoppeln			Belichtungszeit × 3				Belichtungszeit × 4			
bei dunklen Objekten mit Streuschirm bei 17/10° DIN  bei orthochromatischem Film			bei sehr dunklen Objekten bei Lampe in Lampen- schirm bei vorgesetztem Streu- schirm				bei Lampe ohne Reflektor			

Tabelle 43: Belichtungszeiten bei Nitrafot-Heimlampe (Nitrafot B; 500 Watt) in Sekunden für panchromatischen Film 21/10° DIN und Blende 4

Abstand Lampe/Objekt in Metern	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
Nitrafot B 500 Watt	1/50	1/25	1/10	1/5	1/2	1	2	4	6	8
Belichtungszeit										
	× 0,5	× 1	× 1,5	× 2			× 3			
Fotolita N (PF 208) bei innenverspiegelten Lampen	Argafoto B (PF 308)	Nitrafot S Fotolita S (PF 207)	bei 17/10° DIN mit Streuschirm				ohne Reflektor			
			bei dunklen Objekten beim Vorschalten eines Streuschirms bei orthochromatischem Film				bei sehr dunklen Objekten			

### 3. Das Nitrafotlicht

Neben den normalen elektrischen Glühlampen gibt es Speziallampen für fotografische Zwecke. In ihnen wird durch Überspannung eine starke Lichtentwicklung erreicht, die allerdings durch kurze Lebensdauer der Lampen erkauft wird. Die Lampen strahlen ein Licht aus, das auf die panchromatische Aufnahmeschicht besonders stark einwirkt und hierdurch relativ kurze Belichtungszeiten ergibt. Es werden Lampen mit und solche ohne Innenverspiegelung angeboten. Die Innenverspiegelung wirkt als Lichtsammler und ersetzt damit den Reflektor. Die Lampen ohne Verspiegelung müssen in einen Reflektor aus Metall oder aus Pappe, die mit Silberpapier belegt ist (Bild 229), eingesetzt werden. Die Reflektoren sind häufig mit Hilfseinrichtungen ausgestattet (Bild 230). Polierte Einsatzspiegel im Hintergrund der Reflektoren ergeben ein hartes, gerichtetes Licht. Spiegelklappen vor der Glühlampe dienen zum Abblenden des direkten Lampenlichts; sie und die Streuschirme ergeben ein weiches, ausgeglichenes Raumlicht. Meist werden die Heimleuchten mit Handgriff und Standteller geliefert, von denen der letztere ein für die Stativmutter passendes Gewinde trägt. Die Heimleuchten mit ihren Hochleistungslampen werfen starke Schlagschatten. Sie werden durch eine zweite, schwächere Heimleuchte oder durch Raumbeleuchtung aufgehellt. Außerdem kann man leichtere Schatten auch durch Reflektoren aufhellen und als solche helle Wände, aufgespannte Tücher oder weiße Pappen verwenden.

Die Nitrafotlampen werden in drei Ausführungen geliefert: als B-, S- und K-Type. Sie unterscheiden sich durch ihren Wattverbrauch, die Anschaffungskosten und die Brenndauer. Die B-Lampe hat den höchsten Wattverbrauch, die höchste Lichtleistung, und sie ist die teuerste unter ihnen (Tabelle 45). Im ersten Augen-

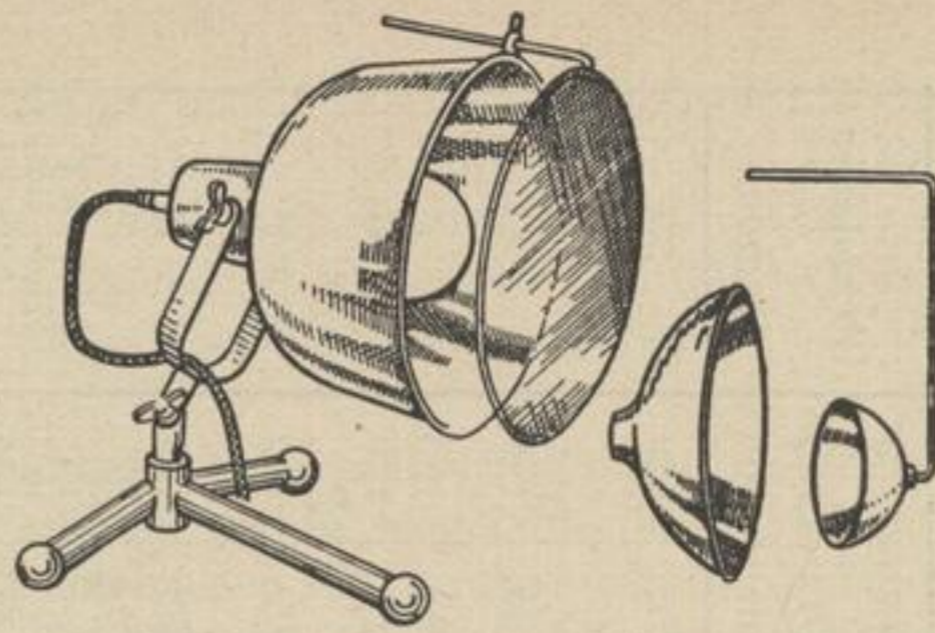
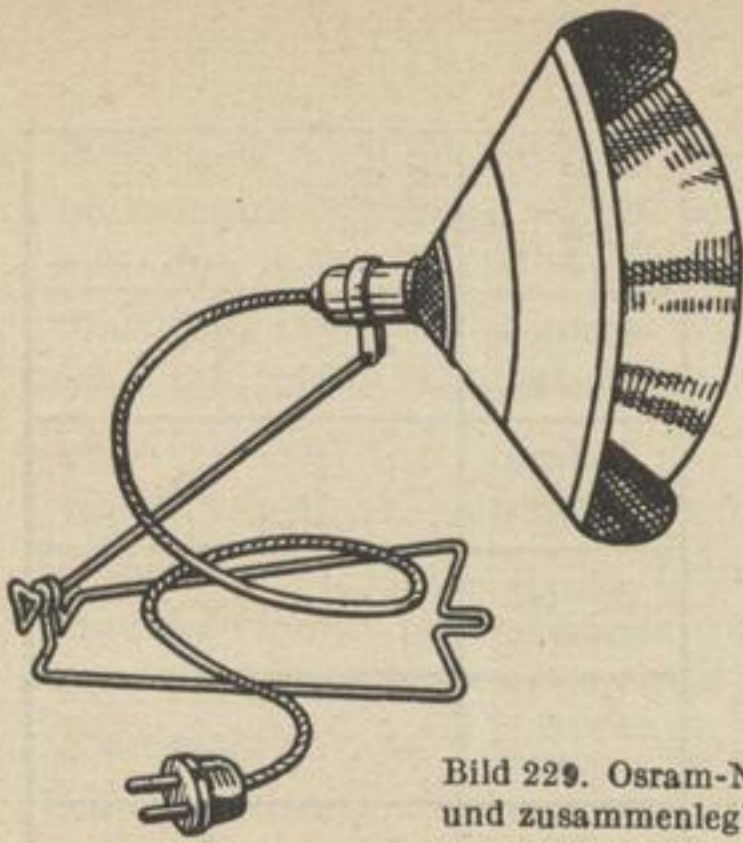


Bild 229. Osram-Nitrafotreflektor S. Das Drahtgestell trägt eine Fassung mit Zuleitung und zusammenlegbarem Pappreflektor, bestimmt zur Aufnahme einer Nitrafot-S-Lampe

Bild 230. Heimleuchte von Erich Kontny, Dresden. Stahlrohrfuß mit dreh- und schwenkbarem Tiefstrahler. Dazu vorschaltbarer Streuschirm und Spiegelkappe (ganz rechts) für weiches Licht; Einsatzspiegel für hartes Licht

blick scheint die S-Type besonders leistungsfähig und preiswert zu sein, da sie bei nur halbem Wattverbrauch nahe an die Lichtleistung der B-Lampe heranreicht und nur ein Viertel der Anschaffungskosten verursacht. Ihre Lebensdauer ist aber auf 2 Brennstunden beschränkt, während die B-Type 100 Brennstunden aushält. Die S-Lampe ist also nur eine billige Lichtquelle für den Amateur, der gelegentlich einige Kunstlichtaufnahmen durchführt. Bei häufigerem Gebrauch erweist sich hingegen die teure B-Lampe als die billigste.

Bei Kunstlichtaufnahmen werden häufig 2...3 Heimleuchten gleichzeitig zum Ausleuchten des Objekts verwendet. Hierbei ist auf die Netzspannung und die Absicherung der Leitung zu achten. Es gibt Lichtleitungen mit 110 und in der überwiegenden Zahl der Fälle mit 220 Volt Netzspannung. Die normalen Haushaltsleitungen sind mit den grünen 6 Ampere-Sicherungen oder mit roten 10 Ampere-Sicherungen gesichert. Bei einer mit 10 Ampere gesicherten 220 Volt-Leitung ergibt sich eine Höchstleistung von  $10 \times 220 = 2200$  Watt (Tabelle 44). Diese Wattzahl darf bei der Stromentnahme durch sämtliche an dem Netz angeschlossenen Lampen und elektrischen Geräte nicht überschritten werden, sonst schmilzt der Draht in der Sicherung durch, und der Strom wird unterbrochen. Beim Betrieb mehrerer Heimplampen können also nicht gleichzeitig elektrische Kocher, Öfen, Bügeleisen usw. angeschlossen werden.

Tabelle 44: Netzspannung und Belastungsfähigkeit

Netzspannung 110 Volt	Gesamtleistungsfähigkeit	Anschlußmöglichkeit für Nitrafot
Grüne Sicherung 6 A Rote Sicherung 10 A	660 Watt 1100 Watt	1 × Type B 2 × Type B oder 1 × B + 2 × (K, S)
Netzspannung 220 Volt		
Grüne Sicherung 6 A Rote Sicherung 10 A	1320 Watt 2200 Watt	2 × Type B + 1 × (K, S) 4 × Type B oder 2 × B + 4 × (K, S)

Tabelle 45: Die Fotolampen

Firma	Fabrikat	Innenver- spiegelung	Typ	Spannung	Leistungs- aufnahme Watt	Licht- wirkung Lumen	Abmessung		Brenndauer Stunden
							Ø mm	Länge mm	
VEB Berliner Glüh- lampen- werk	BGW	mit	PR 250	110 125 220	250		85	120	50
			PR 500	110, 125 220	500		125	175	100
Osram	Nitrafot B	ohne ohne	K 200	125, 220	200		80	160	8
			B 500	125, 220	500		100	180	100
			100...160 200...240	500	11 000		100	180	100
			100...160 200...240	200	6 000		80	165	8
	Nitrafot S			250	9 000	65	122	2	

Tabelle 46: Heimleuchten

Firma	Fabrikat	Lichtart	Halterung	Reflektor aus	Ø	Drehbar	Schwenk- bar	Stativ- gewinde	Einsatz- spiegel	Spiegel- klappe	Streu- schirm	Ge- wicht g
Osram	Nitrafotleuchte 200 Reflektor S	Effektlicht	Metallhalter Drahtgestell Stahlrohrfuß	Aluminium Pappe Alublech	30	×	×	×	×	×	×	1130
												510
Kontny	Tiefstrahler 2500/2012 Kleiner Tiefen- strahler 3011/3010 Fachleuchte 3008/3002 Amateur- leuchte 3008/3009	Tiefenstrahler Flachreflektor Flächenlicht	Holzfuß U-Stahlfuß U-Stahlfuß	Alublech Alublech Alublech	20 28 26	×	×	×	×	×	×	×

Auf eines ist noch besonders zu achten. Ältere Steckdosen sind häufig mit 2 Ampere-Lamellensicherungen abgesichert. Diese Dosen können bei 110 Volt-Leitungen nur mit  $2 \times 110 = 220$  Watt, bei 220 Volt-Leitungen mit  $2 \times 220 = 440$  Watt maximal belastet werden. An eine solche Steckdose kann also keine Nitrafot B angeschlossen werden, oder man muß vorher eine Lamellensicherung zu 6 Ampere einsetzen.

Bei Stromunterbrechung prüft man zunächst, ob die Sicherung der Steckdose in Ordnung ist, von der die Heimlampe abgezweigt wurde. Gegebenenfalls muß auch eine 6 Ampere-Hauptsicherung gegen eine solche von 10 Ampere ausgetauscht werden. Im übrigen wird auf die Möglichkeit hingewiesen, die Belichtung in mehreren Etappen durchzuführen. Man kann zunächst mit der Hauptbeleuchtung arbeiten und dann eine Nachbelichtung auf denselben Film mit der aufhellenden Nebenbeleuchtung durchführen. Bedingung ist ein unbewegtes Objekt oder bei Porträt rasches Hintereinanderbelichten mit je einer Lampe.

Beim Arbeiten mit mehreren Nitrafotleuchten muß man beim Bestimmen der Belichtungszeit genau darauf achten, welche Lampen auf das Objekt reines Vorderlicht geben. Nur diese zählen bei der Errechnung der Belichtungszeit nach der Wattzahl mit.

Arbeiten wir zum Beispiel mit drei Heimleuchten, von denen die erste reines Vorderlicht gibt, die zweite seitliches Effektlicht erzeugt und die Schlagschatten aufhellt und die dritte zur Hintergrundausleuchtung dient, so ist ausschlaggebend für die Belichtungszeit allein die erste Lampe. Die zweite setzt nur Glanzlichter auf und erhellt die Schatten, nicht aber das eigentliche Objekt, und das gleiche gilt für die Hintergrundbeleuchtung. Würde man die Wattzahl aller drei Lampen addieren und der Berechnung die Wattsumme zugrunde legen, so käme man zu einer stark unterbelichteten Kunstlichtaufnahme.

#### 4. Blitzlicht

Das Blitzlicht ist die billigste Lichtquelle, wenn kein elektrisches Licht zur Verfügung steht. Heute ist es weitgehend durch Vakublitz und Elektronenblitzer zurückgedrängt worden. Für den Amateur, der nur gelegentlich Kunstlichtaufnahmen macht, hat es aber immer noch wegen seiner Billigkeit einige Bedeutung.

Blitzpulver sind hochexplosiv und daher feuergefährlich. Darum ist beim Umgang mit Blitzpulvern das Rauchen verboten. Die Pulverbeutel muß man sicher und vor allem *trocken* aufbewahren. Das Blitzpulver besteht aus einem Stoff, der beim Verbrennen grell aufleuchtet (zum Beispiel pulverisiertes Magnesium), und einer sauerstoffreichen Verbindung, die in der Hitze Sauerstoff abgibt und damit den Verbrennungsprozeß beschleunigt. Das kann zum Beispiel Kaliumchlorat sein. Bei hochwertigen Blitzpulvern verwendet man Zeriumnitrat. Als weiße, pulverförmige Verbrennungsrückstände entstehen Magnesium- und Zeriumoxyd, die auch als weißer Rauch in der Luft herumwirbeln. Das Zeriumoxyd erhöht die Leuchtintensität des Blitzpulvers. Es ist der gleiche Stoff, der in den Gasglühstrümpfen enthalten ist und beim Erhitzen ein helles weißes Licht ausstrahlt. In der Blitzlichtflamme wird das pulverförmige Zeriumoxyd zur Weißglut erhitzt und strahlt zusätzliches Licht aus.



Bild 231. Blitzbeutel mit herabhängendem Salpeterpapier, mit Hilfe einer Drahtschlinge an einem Aufhängerdraht befestigt

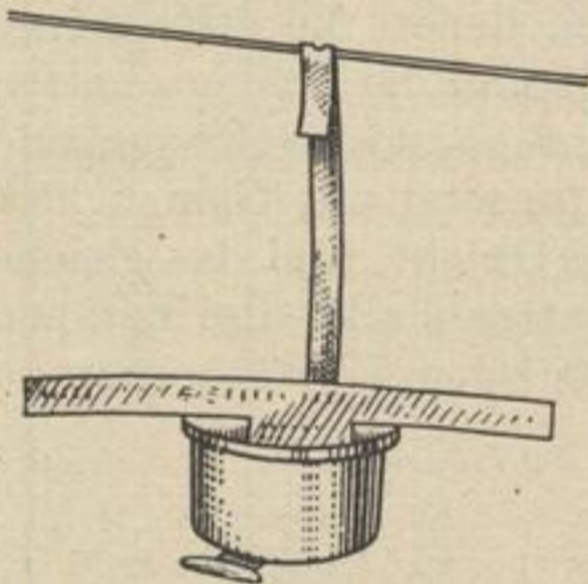


Bild 232. Kapselblitz, an einem Aufhängerdraht befestigt. In das Pulvergemisch ist das Salpeterpapier getaucht, das an einem Ende entzündet wird

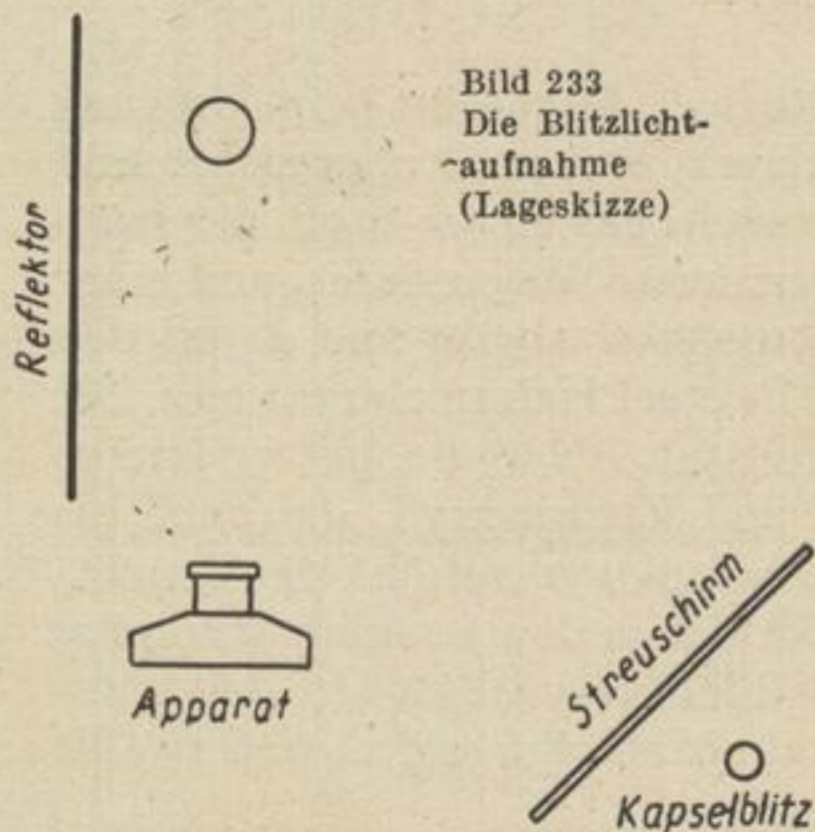


Bild 233  
Die Blitzlichtaufnahme  
(Lageskizze)

Das Blitzpulver ist in verschiedenen Formen im Handel. *Beutelblitze* (Bild 231) und *Kapselblitze* (Bild 232) enthalten abgemessene Pulvermengen in Papierbeuteln bzw. in Blechkapseln. Durch Zündpapier (Salpeterpapier) wird das Pulver zur Entzündung gebracht. Beim Kapselblitz ist in der Kapsel nur das Magnesiumpulver enthalten, während der Sauerstoffspender in einer gesonderten kleinen Hülse beigegeben ist. Beide Bestandteile werden erst unmittelbar vor der Anwendung gründlich durchmischt. Dann wird das Salpeterpapier in das Gemisch gesteckt und am Ende entzündet. Es brennt langsam herunter und zündet das Pulver erst nach etwa 10...15 Sekunden. Sofort nach dem Anbrennen des Papiers öffnet man den Verschluss und kann sich in dieser Zwischenzeit noch selbst in das Bildfeld begeben, muß aber darauf achten, daß sich hinter dem Aufnahmestandort keine brennende Lichtquelle und kein Spiegel befinden; diese wären in der Zwischenzeit bereits abgebildet worden und würden im Bild durch den Körper schimmern. Nach dem Blitzen wird das Objektiv sofort abgedeckt oder der Verschluss geschlossen. Das Arbeiten mit Blitzlicht ist nicht schwierig. Es erfordert aber einige Vorsicht. Die Blitzpackung wird an einem Draht oder Stock in 2 m Höhe über dem Boden aufgehängt; so vermeidet man die häßlichen großen Schlagschatten an Wänden und Möbeln, die beim Abbrennen in geringer Höhe auftreten. Der Blitzbeutel muß hinter dem Apparat und etwas seitlich von ihm hängen, damit die Blitzflamme nicht in das Bildfeld überstrahlt (Bild 233).

Die Blitze werden in mehreren Größen geliefert (Größe 0, I, II). Man muß damit rechnen, daß die Flamme der Verpuffung 10 cm nach unten und 75 cm nach oben schlägt; sie hat im allgemeinen einen Durchmesser von etwa 30 cm. Es dürfen sich im Umkreis von 1 m keine feuergefährdeten Gegenstände, wie zum Beispiel Gardinen, befinden. Außerdem tut man gut, den Teppich durch Auflegen von Packpapier vor herabfallenden Verbrennungsrückständen zu schützen.

In trockenem Zustande brennt das Blitzpulver in etwa  $\frac{1}{10}$ ... $\frac{1}{30}$  Sekunde ab. Beim Lagern zieht es aber an feuchter Luft Wasser an und klumpt zusammen. Dann brennt es mit fahlgelber Flamme ab, die Brenndauer ist wesent-

lich länger und die Lichtausbeute geringer. Bei feuchter Witterung muß man also eine größere Blende wählen, um den Lichtschwund auszugleichen.

Dem Blitzpulver werden drei üble Nebenwirkungen nachgesagt. Zunächst ist man über das Verrauchen und Verstauben des Aufnahme-raums verärgert. Neuzeitliche Pulvergemische brennen rauchschwach ab und hinterlassen wenig Verbrennungsrückstände. Rauch- und staubfrei, wie man häufig liest, sind sie allerdings nicht. Daher ist es unzweckmäßig, mehrere Blitzlichtaufnahmen hintereinander im gleichen Raume durchzuführen, weil die Rauchschwaden die Zweitaufnahme und jede folgende in steigendem Maße vernebeln. Weiter sagt man dem Blitzlicht nach, daß die Blitztechnik für die erschreckten Gesichter und die weit aufgerissenen Augen auf Blitzlichtaufnahmen verantwortlich sei. Diese Nebenwirkungen zeigen sich nicht, wenn man während der Aufnahme die Raumbeleuchtung brennen läßt. Man muß nur darauf achten, daß sich die Personen nach dem Öffnen des Verschlusses nicht mehr stark bewegen, da sonst Mehrfachbelichtungen auftreten, die man an Mehrfachkonturen im Bilde erkennt. Die dritte Nebenwirkung ist die einer gerichteten, harten Beleuchtung. Grellweiße, kalkige Flächen (Gesichter, Wände) stehen neben schweren, rußigen Schlagschatten. Auch hier läßt sich Abhilfe schaffen. Man setzt im Abstand von 1 m vor das Blitzpulver einen quadratischen Rahmen, der mit weißem Pauspapier oder mit Ölpapier bespannt ist. Dann wirkt der Streuschirm als Lichtquelle, und er verteilt das Licht gleichmäßig im Raum. Da der Streuschirm Licht verschluckt, muß man eine größere Blendenöffnung wählen. Bei Gruppenaufnahmen stellt man die Personen nicht in Zimmermitte, sondern nahe einer Seitenwand auf. Diese wirkt als Reflektor und hellt durch Seitenlicht die Schlagschatten auf. In Räumen mit dunkler Wand spannt man an dieser ein weißes Tuch als Reflektor auf.

Prinzipiell dient Blitzlicht nur als Lichtquelle für mehr oder weniger bewegte Szenen. Stilleben kann man mit anderen Lichtquellen ausleuchten; sie halten längere Belichtungszeiten aus. Bei Personen- und Tieraufnahmen haben Beutel- und Kapselblitze den Nachteil, daß sie erst nach einigen Sekunden aufleuchten und daß man den Zeitpunkt der Verpuffung nicht exakt festlegen kann. Inzwischen kann sich das Objekt aus der gewünschten Lage verschoben haben. Zur Auslösung in einem gegebenen Zeitpunkt dient die *Blitzpulverleuchte* (Bild 234). Sie besteht aus einem Blitzpulver-Auflegeteller aus Metall mit Zündvorrichtung und besitzt einen Handgriff und einen Ständer. In den Blitzpulverpackungen sind beide Bestandteile, Metallpulver und Sauerstoffspender, in getrennten Behältern untergebracht und werden erst unmittelbar vor Gebrauch gemischt. Dieses lose Blitzpulver ist wesentlich billiger als das der abgemessenen Blitze. Meist ist der Packung eine Meßschaufel beigelegt, die man auf einen Bleistift als Stiel stecken kann. Gestrichen mit Blitzpulver gefüllt, faßt sie  $\frac{1}{2}$  g. Das Pulver, dessen Menge den Aufnahmebedingungen angepaßt ist, häuft man am Zündrad auf, nachdem man bereits vorher den Leuchten-

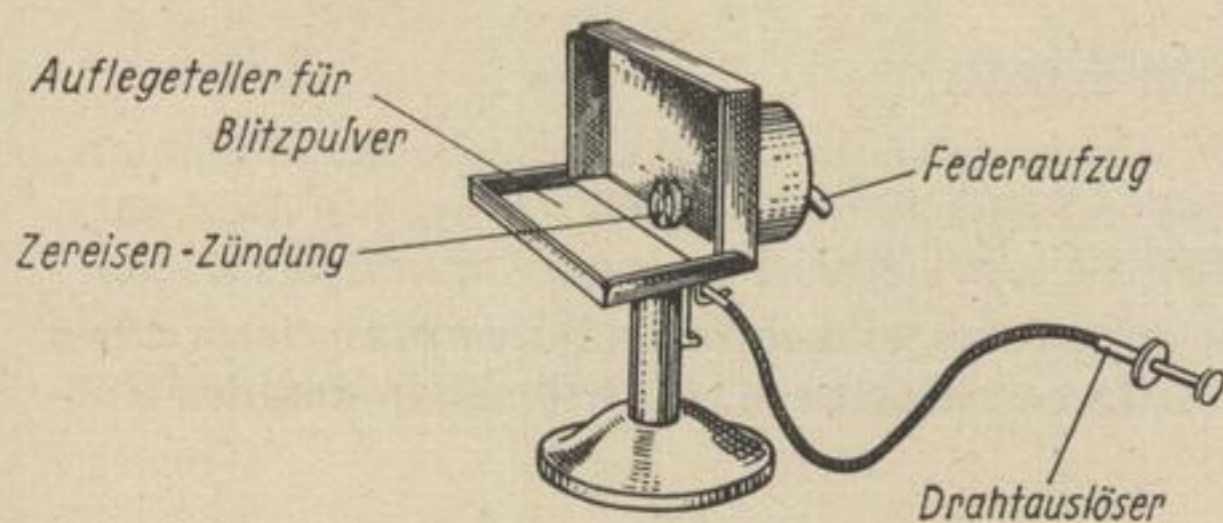


Bild 234. Agfa-Blitzpulverleuchte mit Zereisenzündung

Tabelle 47: Belichtungswerte für Agfa-»Halox«-Beutelblitz

Entfernung Blitz : Aufnahmeobjekt	Blendenzahlen für		
	10/10° DIN	17/10° DIN 18/10° DIN	20/10° DIN 21/10° DIN
2 m	4,5	11	12,5
3 m	3,5	8	11
4 m	2,8	6,3	9
5 m	2,2	5,6	8
6 m		4,5	6,3
8 m		3,5	5,6
10 m		2,8	4,5
12 m		2,2	3,5
Große Räume; im Freien: 1...3 Blendenwerte öffnen Dunkle Räume: 1...2 Blendenwerte öffnen Personen in dunkler Kleidung: 1 Blendenwert öffnen Mit Streuschirm: 1 Blendenwert öffnen			
Blendenzahlen für Brillant-Blitz 17/10° DIN			
Entfernung Blitz : Aufnahmeobjekt	Beutelblitz 0	Beutelblitz I	Beutelblitz II
	bis 5 Personen kleine Räume	bis 10 Personen mittlere Räume	bis 20 Personen große Räume
3 m	11	16	
5 m	8	11	16
8 m	5,6	8	11
11 m	4,5	5,6	8
15 m			5,6

auslöser gespannt hat. Nun öffnet man den Apparatverschluß und löst den Blitz im geeigneten Moment durch Niederdrücken des Drahtauslösers aus. Das gerillte Zündrad wird in Umdrehung versetzt, reibt sich am Zereisen und schlägt von diesem Funken ab. Diese zünden das Pulvergemisch. Auf den Amateurleuchten kann man bis zu 3 g Blitzpulver abbrennen, auf der großen Agfa-Blitzpulverleuchte für Fachfotografen bis zu 25 g. Beim Abbrennen von 12 g Pulvergemisch hat die Blitzflamme einen Durchmesser von 55 cm und eine Flammhöhe von 120 cm.

Die Menge des Blitzpulvers für eine Aufnahme richtet sich nach der  
 Filmempfindlichkeit,  
 Blendenöffnung,  
 Größe des Raums,  
 Gesamttonung des Raums (hell, dunkel),  
 Eigenfärbung des Objekts,  
 Entfernung der Lichtquelle vom Objekt und nach der  
 Verwendung von Streuschirmen und Reflektoren.

In großen Räumen muß man die doppelte oder mehrfache Pulvermenge anwenden wie in kleineren, deren Wände das Licht reflektieren. Aufnahmen in dunklen Hö-



len, weiten Hallen und im Freien erfordern besonders reichliche Pulvermengen. In Räumen mit dunklen Wänden, die ebenfalls kein Licht reflektieren, muß man auch die Menge des Pulvers erhöhen. Beim Fotografieren von Personen in dunkler Kleidung braucht man die doppelte Pulvermenge, wie sie sich aus den Tabellen ergibt.

Die Lichtintensität nimmt im Quadrate der Entfernung der Lichtquelle vom Objekt ab. Bei der doppelten Entfernung braucht man also die 4fache Blitzpulvermenge. Die Tabellen 47 und 48 geben Anhaltspunkte über die Blendenwerte bei der Verwendung von Beutelblitzen und über die Blitzpulvermengen für Aufnahmen mit Blitzpulverleuchten.

Tabelle 48: Belichtungswerte für Blitzpulverleuchten 17/10° DIN

Entfernung Blitz : Auf- nahmeobjekt	Blitzpulvergemisch in Gramm bei Blende				
	1 : 2,8	1 : 4	1 : 5,6	1 : 8	1 : 11
1 m	0,05	<b>0,1</b>	0,2	0,4	0,8
2 m	0,1	<b>0,2</b>	0,4	0,8	1,6
3 m	0,2	<b>0,4</b>	0,8	1,6	3,2
4 m	0,35	<b>0,7</b>	1,4	2,8	5,6
5 m	0,4	<b>0,8</b>	1,6	3,2	6,4
6 m	0,6	<b>1,2</b>	2,4	4,8	9,6
7 m	0,8	<b>1,6</b>	3,2	6,4	12,8
8 m	1,0	<b>2,0</b>	4,0	8,0	16,0
9 m	1,2	<b>2,4</b>	4,8	9,6	19,2
10 m	1,4	<b>2,8</b>	5,6	11,2	22,4

Tabelle 49: Beleuchtung durch Magnesiumband

Länge des Magnesiumbandes in Zentimetern

17/10° DIN	Entfernung Band : Aufnahmeobjekt					
	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
Blende 1:2			$\frac{1}{2}$	1	2	3
Blende 1:2,8		$\frac{1}{2}$	1	2	3	5
Blende 1:4	$\frac{1}{2}$	1	2	4	6	9
Blende 1:5,6	1	2	4	8	12	18
Blende 1:8	2	4	8	16	24	36
Blende 1:11	4	8	16	32	48	72

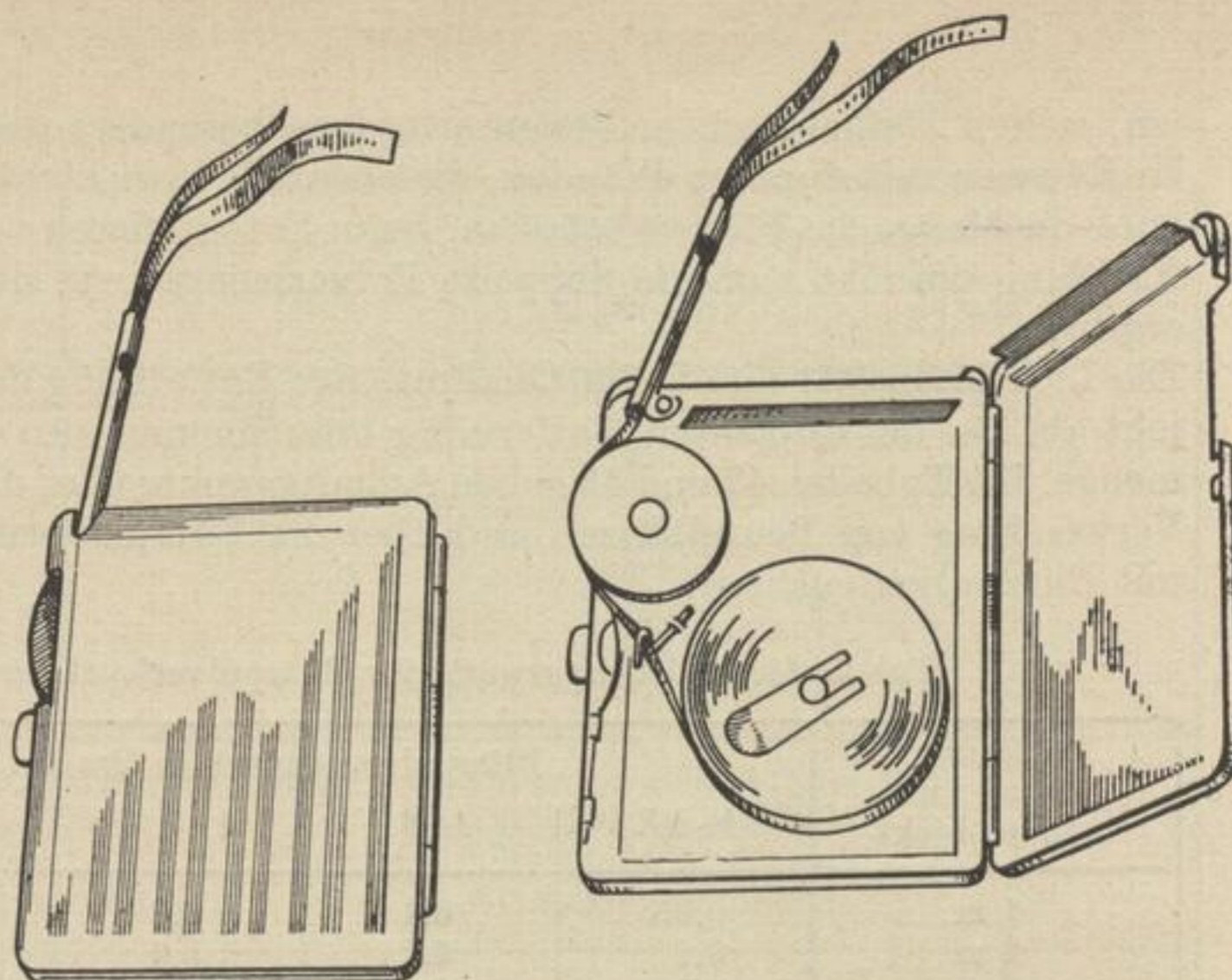
Große Räume: doppelte bis 4fache Länge,  
 Dunkle Wände: doppelte bis 3fache Länge,  
 Personen in dunkler Kleidung: doppelte Länge.

### 5. Magnesiumband

An Stelle von Magnesiumpulver oder anderen Metallpulvern im Blitzlicht kann man auch brennendes Magnesiumband als Lichtquelle verwenden (Bild 235). Maßgeblich für die Beleuchtung ist dann die Folienlänge des Bandes. Es gibt auch Geräte, in denen Doppelfolien oder 5fach zusammengelegte Folien abgebrannt werden; dann braucht man nur die halbe Länge oder den fünften Teil. Magnesium-

Bild 235. „Böhms Sonne in der Westentasche“ in Form eines Zigarettentuis, aus dem eine Führungsschiene für das Magnesiumband herausgeklappt werden kann.

Rechts: In aufgeklapptem Zustand, die Führung des Magnesiumbandes zeigend, das von der großen Rolle abgespult wird



band hat gegenüber dem Magnesiumpulver den Nachteil der längeren Brenndauer. Denn der Brennprozeß ist ein typischer chemischer Vorgang, der mit Stoffumwandlung verbunden ist. Er verläuft um so rascher, je feiner verteilt der brennbare Stoff vorliegt. Außerdem brennt das Magnesiumband in der Luft ab, die nur etwa 20% Sauerstoff enthält, während beim Pulvergemisch sauerstoffreiche Verbindungen zusätzlich Sauerstoff abgeben und damit den Brennprozeß intensivieren. Aus der allmählichen Verbrennung eines Metallbandes wird daher beim Pulver eine rasch ablaufende Verpuffung. Blitzlicht ist ein Momentlicht, das in etwa  $\frac{1}{20} \dots \frac{1}{30}$  Sekunde abbrennt; es ist eine künstliche Beleuchtung für Momentaufnahmen, für bewegte Szenen. Magnesiumband ergibt Zeitlicht für unbewegte Objekte oder für in Ruhe verharrende Personen. Es hat den Vorteil, daß man es während des Abbrennens bewegen und umhertragen kann; dabei wird eine gleichmäßige Raumausleuchtung erreicht.

Zunächst wird der Apparat eingestellt, dann der Verschuß geöffnet. Nun entzündet man das Magnesiumband mit einem Zündholz. Es brennt langsam unter starker Rauchentwicklung ab. Man muß darauf achten, daß der sich bildende weiße Rauch nicht ins Bildfeld kommt, wo er mit abgebildet wird. Man befestigt das Band an nichtbrennbaren Haltern (Draht) oder faßt es mit einer Zange. Sofern nicht Auffangteller untergehalten werden, fällt der weiße Verbrennungsrückstand (Magnesia) auf den Boden. Die lange Brenndauer gibt die Möglichkeit, das Band zu bewegen und hierdurch den Raum besser auszuleuchten. Tabelle 49 gibt einen Überblick über die zu verwendenden Bandlängen.

### 6. Vakublitz

Das Magnesiumpulver, das im Blitzlicht mit sauerstoffabgebenden Chemikalien gemischt ist, verpufft bei der Zündung. Das Magnesiumband hingegen brennt an der Luft nur allmählich ab. Die technische Weiterentwicklung führt folgerichtig zum Vakublitz (Bild 236). Das ist ein glühlampenähnlicher Glaskolben, der mit Sauerstoff gefüllt ist und in dem sich eine Magnesium- oder Aluminiumfolie be-

Bild 236. Vakublitz, ein mit Sauerstoff und einer Leichtmetallfolie gefüllter Glaskolben

findet. Durch elektrische Zündung mit Hilfe einer Taschenlampenbatterie oder mit Netzstrom wird die Folie entzündet, das heißt, sie wird durch den elektrischen Strom auf Entzündungstemperatur erwärmt. Ist die Zündtemperatur erreicht, so brennt die Metallfolie unter starker Lichtentwicklung in etwa  $\frac{1}{40} \dots \frac{1}{50}$  Sekunde ab. Da der Brennvorgang in dem geschlossenen Raum des Glaskolbens abläuft, tritt weder Rauch- noch Geruchsbelästigung ein, und es besteht auch keine Brandgefahr irgendwelcher Art. Jeder Glaskolben ist allerdings nur einmal verwendbar, denn seine Füllung brennt während des Blitzens ab. Der Vakublitz ist also die saubere, feuerungefährliche, dabei aber auch die teuerste Form des Blitzlichts. Bei der Verwendung schraubt man den Vakublitz in die Fassung eines zusammenklappbaren Pappreflektors. Seine Innenfläche ist mit Aluminiumfolie ausgelegt; sie bewirkt eine etwa 5fache Verstärkung des Lichtstrahls, der den Aufnahmegegenstand trifft. Der Vakublitz wird in zwei Größen geliefert; Größe II erzeugt die doppelte Lichtintensität wie Größe I.



Das Arbeiten mit dem Vakublitz ist einfach. Die Lichtintensität ist gegeben. Wir verändern lediglich die Blende des Objektivs entsprechend dem Abstand der Lichtquelle vom Objekt (Tabelle 50). Wir wenden den Vakublitz für Momentaufnahmen überall dort an, wo Rauch, Geruch und offene Flammen vermieden werden müssen. Er dient ebenso als Einzellichtquelle für eine Aufnahme wie auch zur zusätzlichen Erhellung bei Nachtaufnahmen, sowie zur Verstärkung des Tageslichts beim Fotografieren sehr kleiner Objekte. Mit ihm können wir auch bei Heimplampenaufnahmen zusätzlich die Schatten erhellen oder Glanzlichter aufsetzen.

Im einfachsten Falle schrauben wir den Vakublitz in den Reflektor, stellen den Apparatverschluß auf B und nehmen den Blitzauslöser in die linke und den Apparatauslöser in die rechte Hand. Die Raumbelichtung bleibt eingeschaltet, damit wir auf den Bildern keine erschreckten Gesichter erhalten. Nun öffnen wir den Verschluß, zünden den Blitz und schließen sofort wieder den Verschluß. Durch rasches Arbeiten werden Vorausbelichtungen und Doppelkonturen auf dem Bild vermieden.

Tabelle 50: Vakublitz und Blende

Vakublitz	Größe		Preis	Blende beim Abstand Blitz/Objekt in Metern	1	2	3	4	5	6
	Ø in mm	Länge in mm								
Größe I	55	105	0,57	Verhältnis der Lichtausbeute 1	1:22	1:11	1:8	1:5,6	1:4	1:2
Größe II	70	136	0,85	2		1:22	1:16	1:11	1:8	1:4
Reflektor (Pappe, innen Aluminiumfolie)			0,60							
Halter (Zündung an Lichtleitung)			4,65							

## 7. Vom Vakublitz zur Blitzleuchte

(Hierzu Typentafel V: Blitzleuchten, und Typentafel VI: Kolbenblitzlampen)

Das Hineinblitzen in den geöffneten Verschuß führt bei Bewegungsaufnahmen immer dann zu verwaschenen, unscharfen Konturen, wenn der Raum relativ gut erleuchtet ist, weil bereits vor der Blitzauslösung eine Vorausbelichtung des Aufnahmematerials stattfindet. Andererseits kann man den Verschuß nicht auf die Blitzgeschwindigkeit einstellen und Blitz und Verschuß zur gleichen Zeit auslösen, da die Zündung der Metallfolie im Glaskolben erst nach einer kurzen Vorerwärmung erfolgt. Diese *Zündverzögerung* kann beim gleichzeitigen Auslösen bewirken, daß sich der Verschuß noch vor dem Aufflammen des Blitzes wieder geschlossen hat.

Für kürzeste Momentaufnahmen verwendet man daher Blitzleuchten, die meist an einer Grundplatte unter dem Apparat (Bild 237) oder an dessen Stativmutter oder im Aufsteckschuh (Bild 238) befestigt werden. Die Blitzleuchten befinden sich während der Aufnahme seitlich oder über dem Apparat, und ihr Lichtstrahlenbündel kreuzt sich mit der optischen Achse auf dem Aufnahmegegenstand. Apparatverschuß und Blitzleuchte müssen genau aufeinander einreguliert werden. Diese Einregulierung bezeichnet man als *Synchronisation* (Bild 239).

Vom Auslösen des Verschlusses bis zum Öffnen desselben vergeht eine kurze Zeitspanne, innerhalb deren der Blitz noch nicht aufleuchten darf. Außerdem braucht, wie wir bereits sahen, der Blitz nach dem Auslösen noch eine Zeitspanne bis zum Aufflammen, die Zündverzögerung. Der *Synchronkontakt für Blitzlampen*, der *M-Kontakt*, der früher auch als Vakublitzkontakt oder V-Kontakt bezeichnet wurde, schließt den Stromkreis etwa 10...15 Millisekunden vor dem Öffnen des Verschlusses. Dann fällt das Aufblitzen mit dem Verschußablauf zusammen.

Bei Schlitzverschlußapparaten rollen die beiden Verschußrollen beim Auslösen über das Bildfeld und geben je nach der eingestellten Schlitzbreite das Bildfeld

für einen längeren oder kürzeren Zeitraum frei. Beim Arbeiten mit lichtstarken Apparaten und großer Blendenöffnung, bei der Verwendung hochempfindlichen Aufnahmematerials und beim Einhalten kurzer Entfernungen zwischen Blitz und Aufnahmeobjekt kann man beim Vakublitz sehr kurze Belichtungszeiten erzielen. Beim Einstellen kurzer Zeiten ist der Spalt im Schlitzverschluß sehr schmal. Er gibt das Bildfeld dann nicht für die volle Dauer des Aufleuchtens frei, die etwa 20 Millisekunden beträgt, sondern nur für den vom Verschuß festgelegten Zeitraum (Bild 240). So wird aus der Lichtintensität des Blitzes nur der Bruchteil an Lichtstrahlung bildwirksam, der zur Belichtung der Filmemulsion bei der eingestellten Blendenöffnung erforderlich ist. Mit

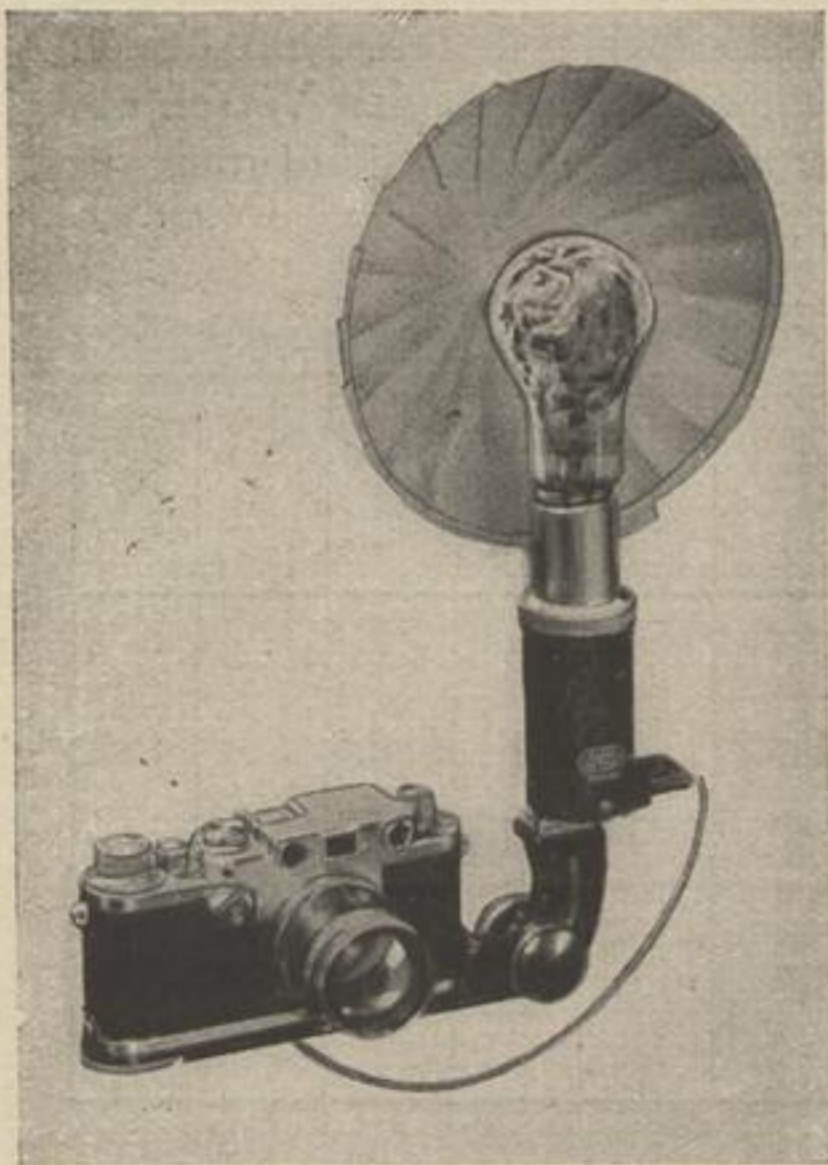


Bild 237. Blitzleuchte an der Leica, mit Hilfe einer Grundplatte an der Kamera befestigt

kürzesten Verschlusszeiten ist es möglich, einen raschen Bewegungsablauf im Bilde erstarren zu lassen und damit eine Einzelphase innerhalb der Bewegung bildmäßig festzuhalten. So ist nach dem heutigen Stande der Technik *beim Arbeiten mit Schlitzverschlüssen die Blitzleuchte das Gerät für kürzeste Momentbelichtungen bei Kunstlicht.*

Zur Ermittlung der richtigen Blendefür die Aufnahme dient die *Leitzahl*. Sie ist das Produkt aus Blendenzahl mal Aufnahmeabstand in Metern. Die Leitzahl ist für jeden Blitztyp konstant. Sie gibt uns die Möglichkeit, entweder den möglichen Aufnahmeabstand oder die mögliche Abblendung zu errechnen.

Ist der *Aufnahmestandort festgelegt*, so teilt man die Leitzahl durch die Meter-



Bild 238

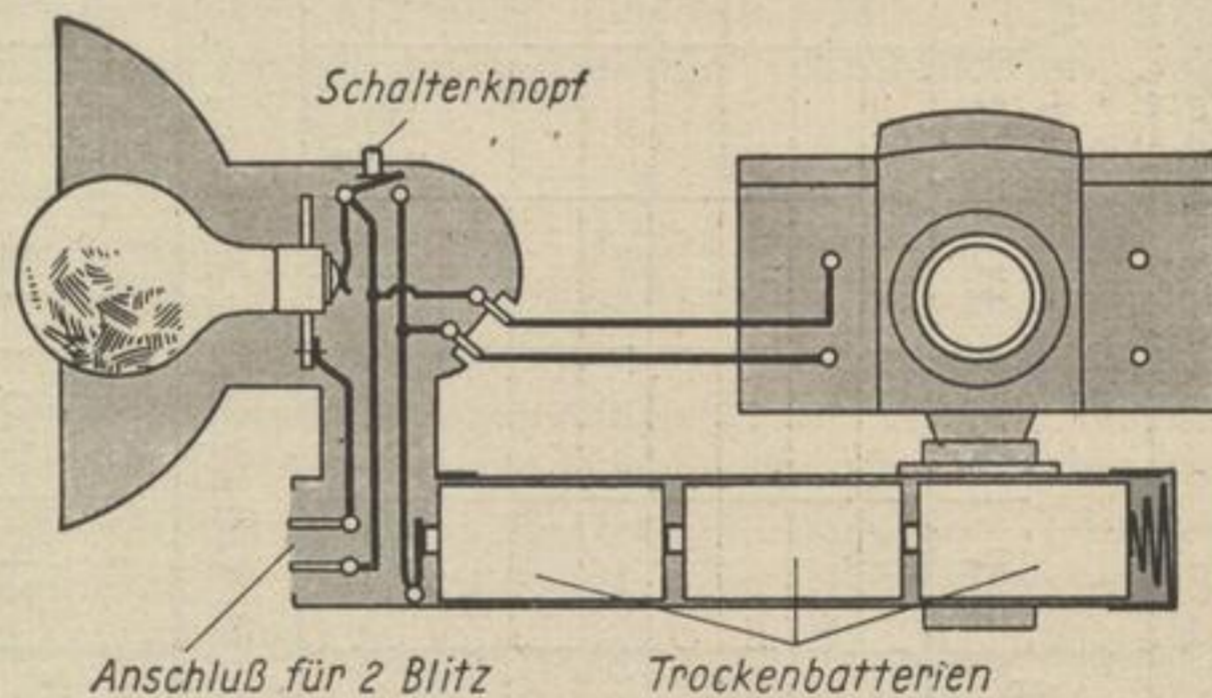


Bild 239

Bild 238. Kondensator-Blitzgerät an der Linhof-Technica III E 6 x 9 cm, aufgesteckt in den Sucherschuh, und ein Zusatzblitzgerät, am Blitzbügel verklemmt. Der verchromte Messing-Stufenreflektor mit körniger Oberfläche garantiert gleichmäßige Lichtverteilung und bewirkt weiche Beleuchtung. Eine 22,5 Volt-Anodenbatterie lädt den Kondensator auf

Bild 239. Schaltung eines Kondensator-Blitzgeräts

Bild 240. Die Leuchtkurve eines Vakublitzes. Aus der Leuchtzeit des Blitzes schneidet der Schlitz des Schlitzverschlusses die eingestellte Belichtungszeit heraus

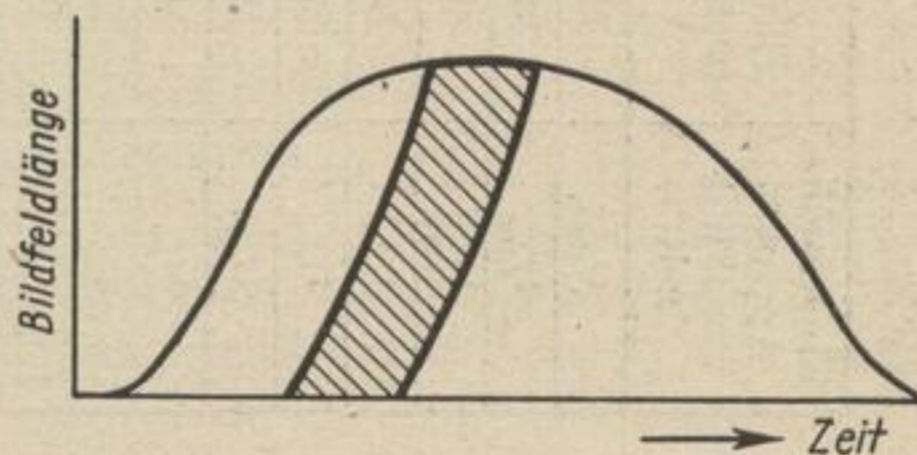


Bild 240

Tabelle 51: Gebrauch von Blitzlampen mit der Exakta Varex

Eingestellte Apparat- verschuß- zeit	Blitz- anschluß	Wirksame Belichtungszeit in Sekunden														
		Osram Vakublitz					Philips Photoflux Blitzlampe									
		XP	XO	FO	F1	F2	SO	S1	S2	PF 3	PF 14 N	PF 24 N	PF 25 N	PF 45 E	PF 56 E	PF 110 E
1/1000	M						1/1000	1/1000	1/1000		1/1000	1/1000	1/1000	1/1000	1/1000	1/1000
1/500	M						1/500		1/500		1/500	1/500	1/500	1/500	1/500	1/500
1/250	M								1/250		1/250	1/250	1/250	1/250	1/250	1/250
1/150	M								1/150		1/150	1/150	1/150	1/150	1/150	1/150
1/100	M								1/100		1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100
1/50	M								1/50		1/50	1/50	1/50	1/50	1/50	1/50
1/25	M										1/25	1/25	1/25	1/25	1/25	1/25
1/5	X	1/250	1/200	1/150	1/100	1/60	1/40	1/40	1/30	1/150	1/45	1/40	1/40	1/15	1/35	1/25
längere Zeit	X	1/250	1/200	1/150	1/100	1/60	1/40	1/40	1/30	1/150	1/45	1/40	1/40	1/15	1/35	1/25

Tabelle 52: Leitzahlen für Blitzlampen für 21/10° DIN = Aufnahmeabstand in Metern × Blendenzahl

Eingestellte Apparat- verschuß- zeit	Blitz- anschluß	Osram Vakublitz											Philips Photoflux Blitzlampe					
		XP	XO	FO	F1	F2	SO	S1	S2	PF 3	PF 14 N	PF 24 N	PF 25 N	PF 45 E	PF 56 E	PF 110 E		
1/1000	M						15	18	24					9	18	23		
1/500	M						21	24	33					13	27	33		
1/250	M								46					20	37	44		
1/150	M								60					23	47	53		
1/100	M								67					27		67		
1/50	M								93					33		93		
1/25	M													36				
1/5	X			46	67	93	64	75	120		40	53	40	73	107			
längere Zeit	X			46	67	93	64	75	120		40	53	40	73	107			

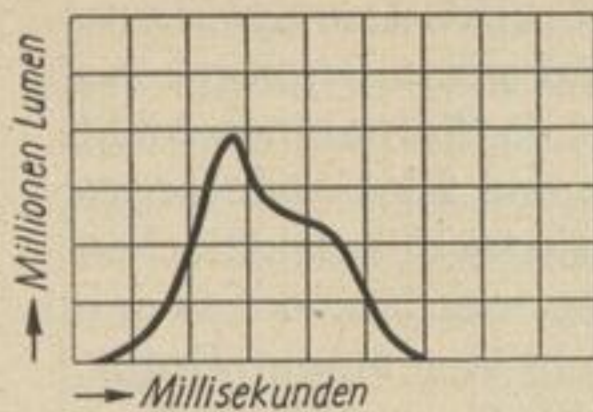


Bild 241  
Leuchtkurve für Fotoblitzlampen der DF-Reihe (M-Synchronisation; besonders geeignet für Schlitzverschluß)

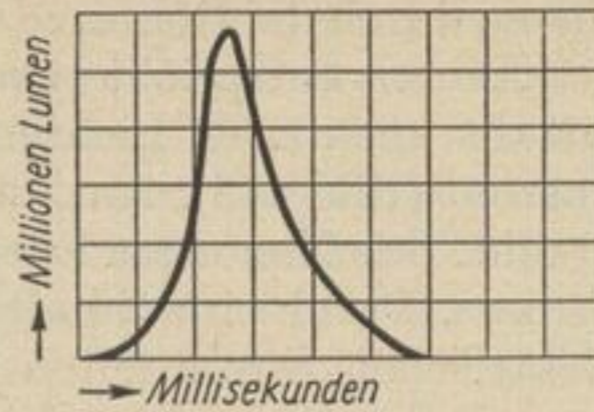


Bild 242  
Leuchtkurve für Fotoblitzlampen der F-Reihe (X-Synchronisation; geeignet für Zentralverschluß und Schlitzverschluß)

entfernung vom Objekt. Man erhält den Blendenwert, bis zu dem gerade noch abgeblendet werden kann, wenn man ein brauchbares Negativ erhalten will.

*Beispiel:* Der gewählte Aufnahmeabstand beträgt 5 m, die Leitzahl der Blitzlampe 40.  
 $40 : 5 = 8$ . Man kann bei der Aufnahme bis 1 : 8 abblenden.

Hat man sich auf eine bestimmte *Blende festgelegt*, so läßt sich aus der Leitzahl errechnen, wie weit man bei der Aufnahme vom Objekt zurücktreten darf.

*Beispiel:* Die gewählte Blende beträgt 1 : 8, die Leitzahl 33.  
 $33 : 8 \approx 4$ . Man darf den Aufnahmeabstand also nicht größer als 4 m halten, um das Objekt bei der Aufnahme genügend auszuleuchten.

Selbstverständlich gelten die Leitzahlen jeweils für eine bestimmte Filmempfindlichkeit. Bei Erhöhung der Filmempfindlichkeit um  $\frac{3}{10}^\circ$  DIN erhöht sich die Leitzahl um  $\frac{1}{3}$ , bei einer um  $\frac{3}{10}^\circ$  DIN geringeren Filmempfindlichkeit liegt sie um  $\frac{1}{3}$  tiefer.

Wichtig für die Blitzleuchte ist der *Kondensator-Zündungseinsatz*. Bei der Entladung durch die Blitzlampe gibt er nur den Zündstrom ab, der vom Kondensator aufgespeichert worden ist. Hierdurch wird die Batterie geschont und ihre Lebensdauer verlängert. Außerdem erzielt man einen stets gleichmäßigen Zündstrom. Unter den Fotoblitzlampen unterscheidet man die DF-Reihe für M-Synchronisation, besonders geeignet für Schlitzverschluß, 15 msec. vor Verschlußöffnung zündend (Bild 241), und die F-Reihe für X-Synchronisation, sowohl für Zentralverschlüsse als auch für Schlitzverschlüsse, zu Beginn der Verschlußöffnung zündend (Bild 242).

Um dem raschen Anwachsen des Verbrauchs von Kleinblitzen (F 19, XM 1, PF 1 u. a.) Rechnung zu tragen, erhielt die Exakta Varex neuerdings außer dem X- und M-Kontakt als dritten den *F-Kontakt* (Bild 160). Mit seiner Hilfe werden die kurzleuchtenden Blitzlampen bei VerschlußEinstellung von  $\frac{1}{25}$  s sicher gezündet, ebenso wie die Blitzröhren bei VerschlußEinstellung  $\frac{1}{50}$  s.

Eine praktische Neuerung ist auch die Voigtländer-Blitztasche, eine Kombination von Bereitschaftstasche und Blitzleuchte mit Batterie-Kondensator-Zündung. Beim Öffnen des Deckels klappt dieser herab und rastet ein. Nach Einsetzen der Blitzlampe ist die Blitzleuchte einsatzbereit. Der Deckel der Bereitschaftstasche ist innen als Reflektor mit aufgedampfter Aluminiumschicht ausgebildet.

## 8. Das Blitzröhrengerät (Elektronenblitzer)

(Hierzu Typentafel VII: Elektronenblitzer)

Das Kernstück des Blitzröhrengerätes ist die *Blitzröhre*, die einen kurzzeitigen Lichtblitz mit großer Lichtintensität erzeugen muß. Die Blitzröhre ist ein Glasrohr, das mit dem Edelgas Xenon gefüllt ist. Fließt ein sehr hoher elektrischer

Strom durch die Röhre, so wird das Gas zum Aufleuchten gebracht. Das Spektrum des Xenons entspricht etwa demjenigen des Sonnenlichts und stimmt weitgehend mit der spektralen Lichtempfindlichkeit der panchromatischen Aufnahmeschicht überein (Bild 243). An beiden Enden der Glasröhre ist je eine Elektrode angebracht. Das Xenon als Edelgas erweist sich aber als ein Nichtleiter des elektrischen Stroms. Durch eine Zündelektrode muß das Gas erst ionisiert werden, ehe es den elektrischen Strom leiten kann. Diese Zündelektrode besteht aus einem Draht, der auf das Glasrohr aufgewickelt ist, oder aus einem Metallbelag auf der Röhre. Zur Zündung ist eine Spannung von mehreren tausend Volt erforderlich.

Die zur Entladung der Blitzröhre erforderliche Elektrizität wird in den meisten Geräten von einem Kondensator gespeichert. An den Kondensator sind die Elektroden der Blitzröhre direkt angeschlossen. Bei der Zündung entlädt sich der Kondensator stoßartig; es entsteht eine Lichtbogenentladung, das heißt, es bildet sich ein Kurzschluß über die Edelgasröhre. Hierbei entstehen in der Blitzröhre Entladungsströme von mehreren hundert Ampere; sie veranlassen das Aufglühen des ionisierten Xenons und dessen Lichtausstrahlung. Die Kurve des zeitlichen Ablaufs (Bild 244) zeigt zunächst einen aufsteigenden Teil, in dem sich der Lichtbogen ausbildet. Der anschließende absteigende Teil entspricht dann einer normalen Kondensatorenentladung über einen niedrigohmigen Widerstand. Der Eigenwiderstand der Blitzröhre beträgt etwa 1...10 Ohm, die Betriebsspannung 200...5000 Volt. Die effektive Dauer des Lichtblitzes hängt von der Betriebsspannung ab und liegt zwischen  $10^{-5}$  und  $10^{-1}$  Sekunde. Im Scheitel der Entladungskurve wird eine Lichtmenge von 50 000 000 Lumen ausgestrahlt. Bild 245 zeigt die Schaltung der Blitzröhre. Mit Hilfe eines Netztransformators und eines Gleich-

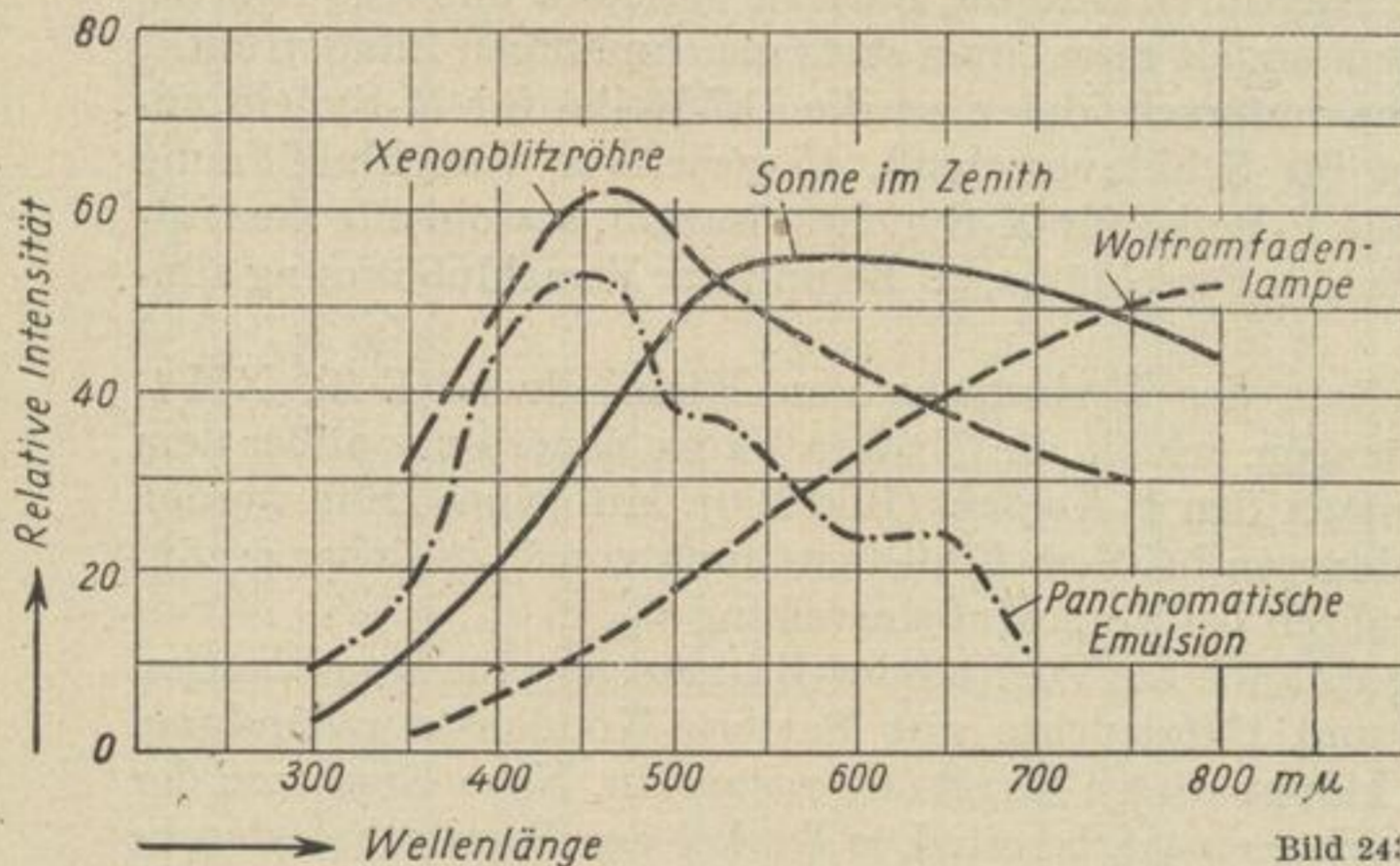


Bild 243. Spektrale Lichtverteilung des Xenons im Verhältnis zum Sonnenspektrum, zum Spektrum des Wolframglühfadens und der Absorptionskurve einer panchromatischen Aufnahmeschicht

Bild 244. Zeitlicher Ablauf der Lichtausstrahlung bei Blitzröhren

Bild 245. Prinzipschaltung der Elektronenblitzröhre. (C<sub>1</sub>) Blitzkondensator (Aufladung mit Hilfe eines Netztransformators und eines Gleichrichters), (C<sub>2</sub>) Zündkondensator, (KK) Klemmen für den Kamerakontakt, (T) Transformator, (XB) Blitzröhre

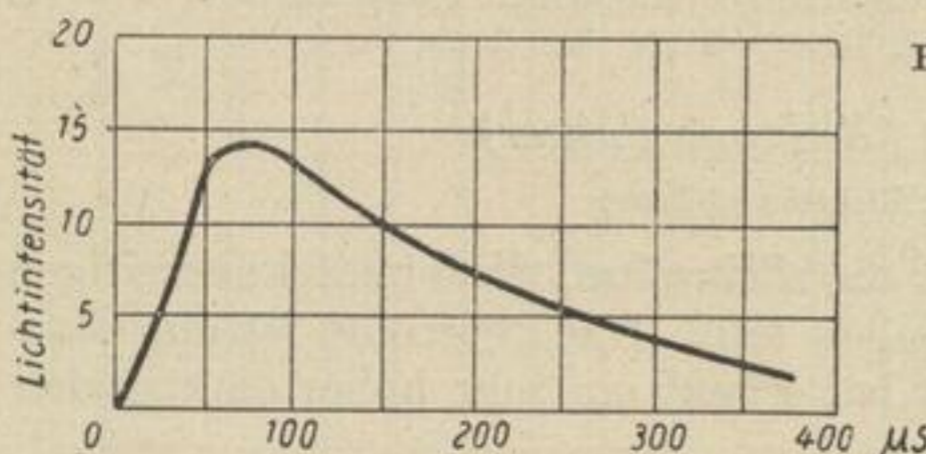


Bild 244

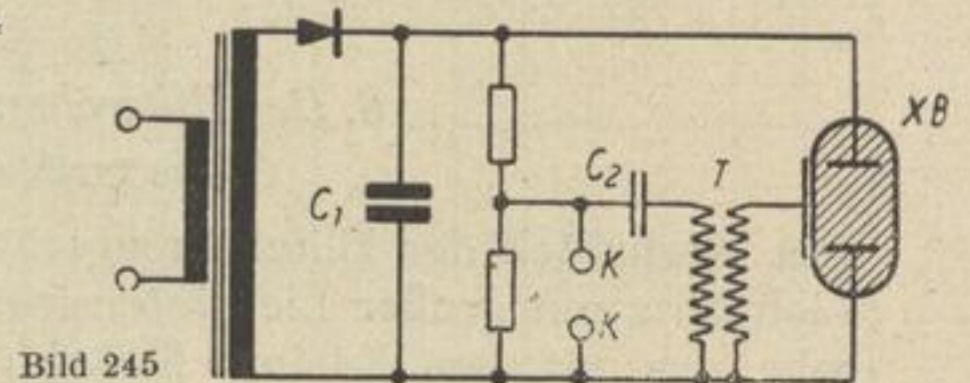


Bild 245



richters wird der Blitzkondensator  $C_1$  aufgeladen. Die Kondensatorenspannung liegt nun an der Blitzröhre. Gleichzeitig wird über Spannungsteiler auch der Zündkondensator  $C_2$  aufgeladen. Nun schließen wir den Kamerakontakt an die Klemmen KK an. Beim Öffnen des Apparatverschlusses wird über den Kamerakontakt eine stoßartige Entladung des Zündkondensators  $C_2$  vorgenommen, und der Transformator T führt der Blitzröhre den auftretenden Spannungstoß zu. Damit wird die Zündung bewirkt.

Die mannigfaltigen Anwendungsgebiete der Blitztechnik auf den verschiedensten Teilgebieten der Fotografie führten zur Entwicklung zahlreicher Blitzröhrentypen für spezielle Anwendungsbereiche (Bild 246). Die Normalröhren für den Amateurblitzer haben wenige Windungen; die Röhren für Hochleistungsgeräte der Reporter zeigen hochgewinkelte Spiralen. Schneckenblitze bewirken großflächige Ausleuchtung für ausgedehnte Aufnahmebereiche. Ringblitzröhren vermitteln, ringförmig um das Objektiv gelegt, eine schattenfreie Beleuchtung für Aufnahmen der Mundhöhle, Operationsaufnahmen, für Mikroaufnahmen u. dgl. V-förmige Röhren lassen das Licht als »punktförmige« Lichtquelle an der Spitze

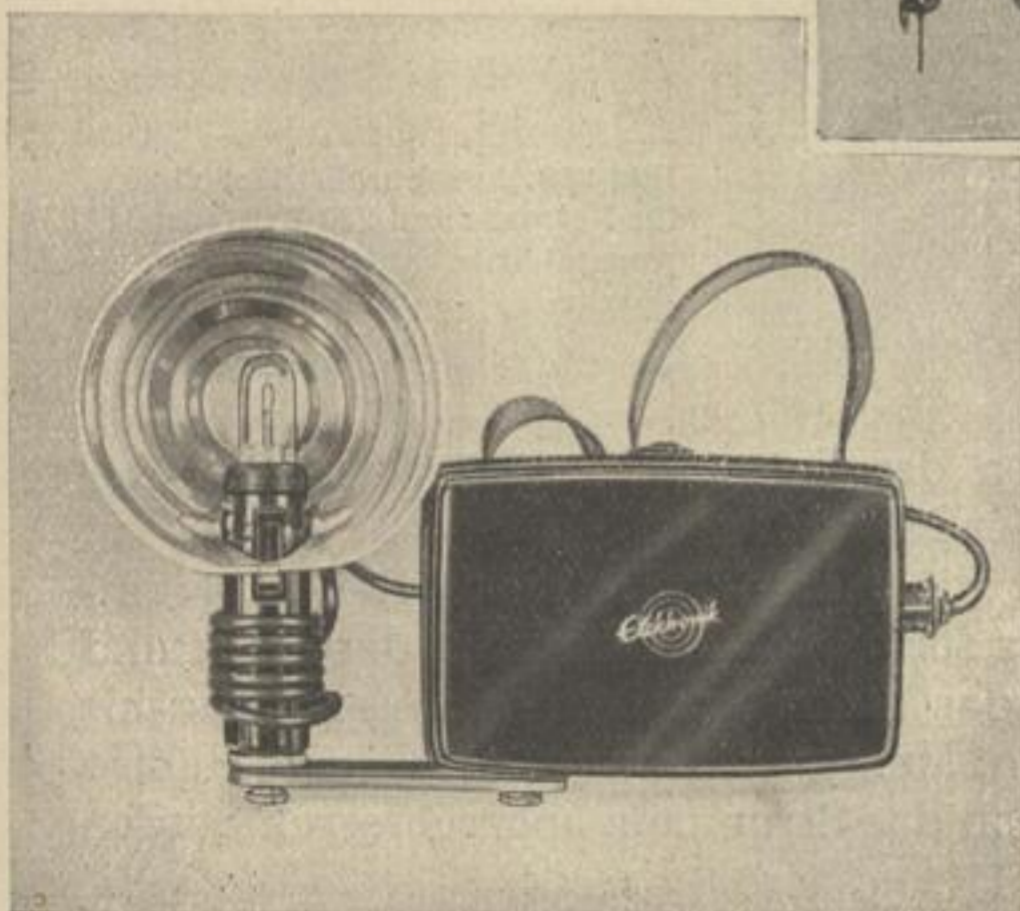
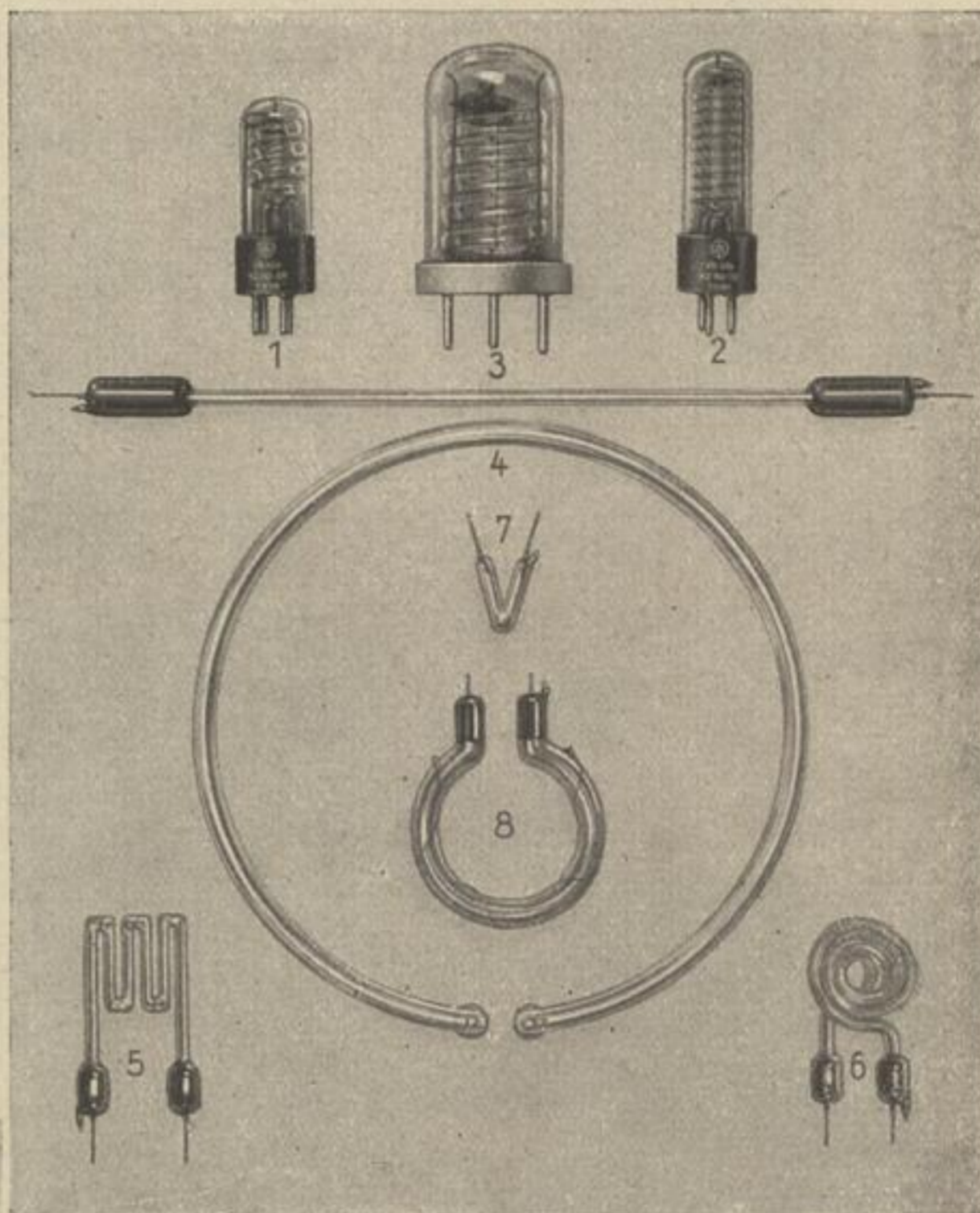


Bild 246. Blitzröhren der Deutschen Glimmlampengesellschaft Pressler, Leipzig

1 und 2: Spiralförmige Entladungsröhren, montiert auf Sockel mit Schutzkolben zur Bestückung von Reporter- und Amateurgeräten

3: Spezialtype für Montage einer Pilotlampe innerhalb der Entladungsspirale

4...8: Sonderausführungen für spezielle Aufgaben der Wissenschaft und Technik

Bild 247.

B 70, ein Amateurblitzer für Batterie und Netz des VEB Elektronik, Plauen

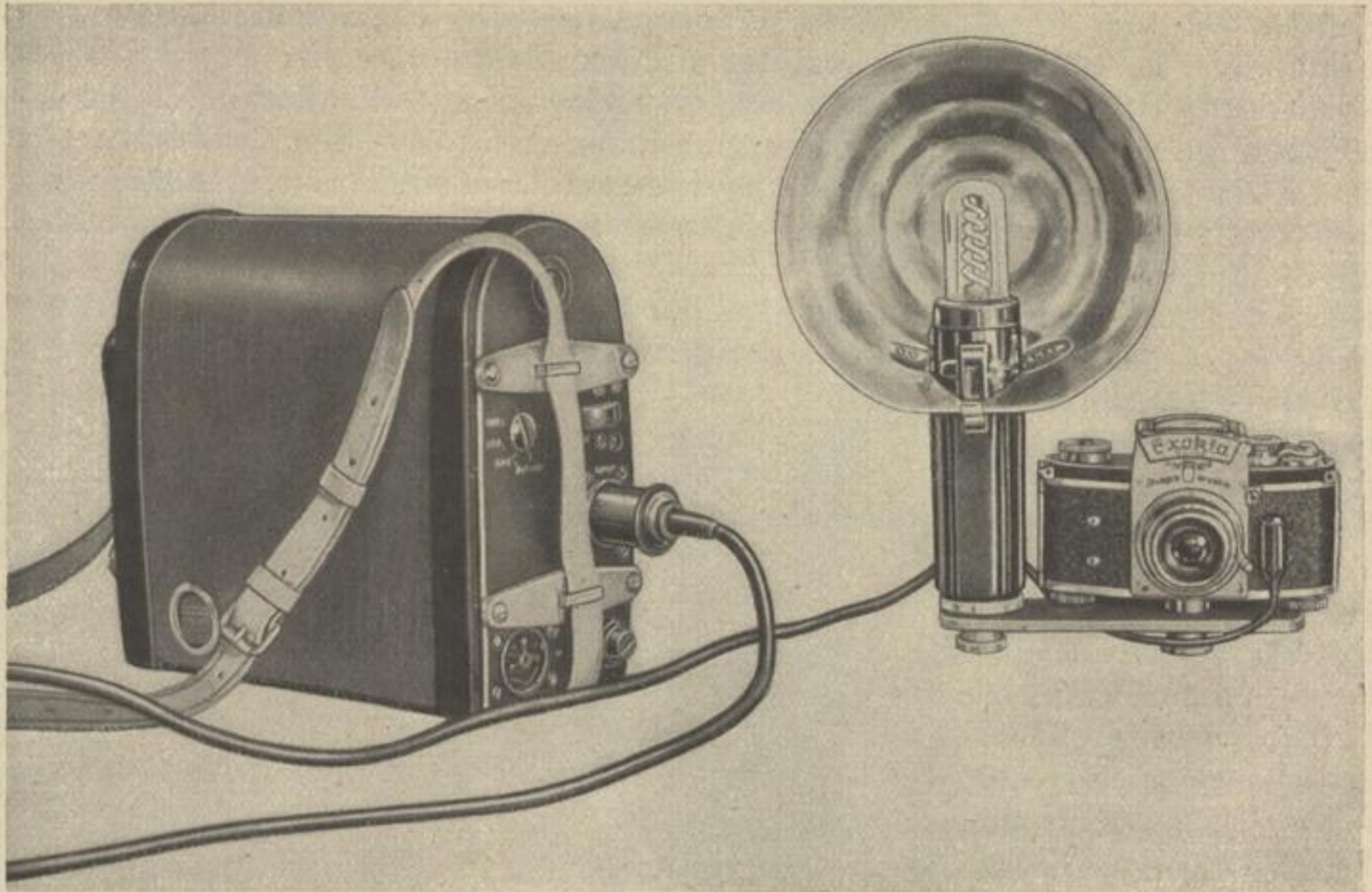


Bild 248. B 140, ein Reporter-Blitzgerät mit Batterieanschluß des VEB Elektronik, Plauen

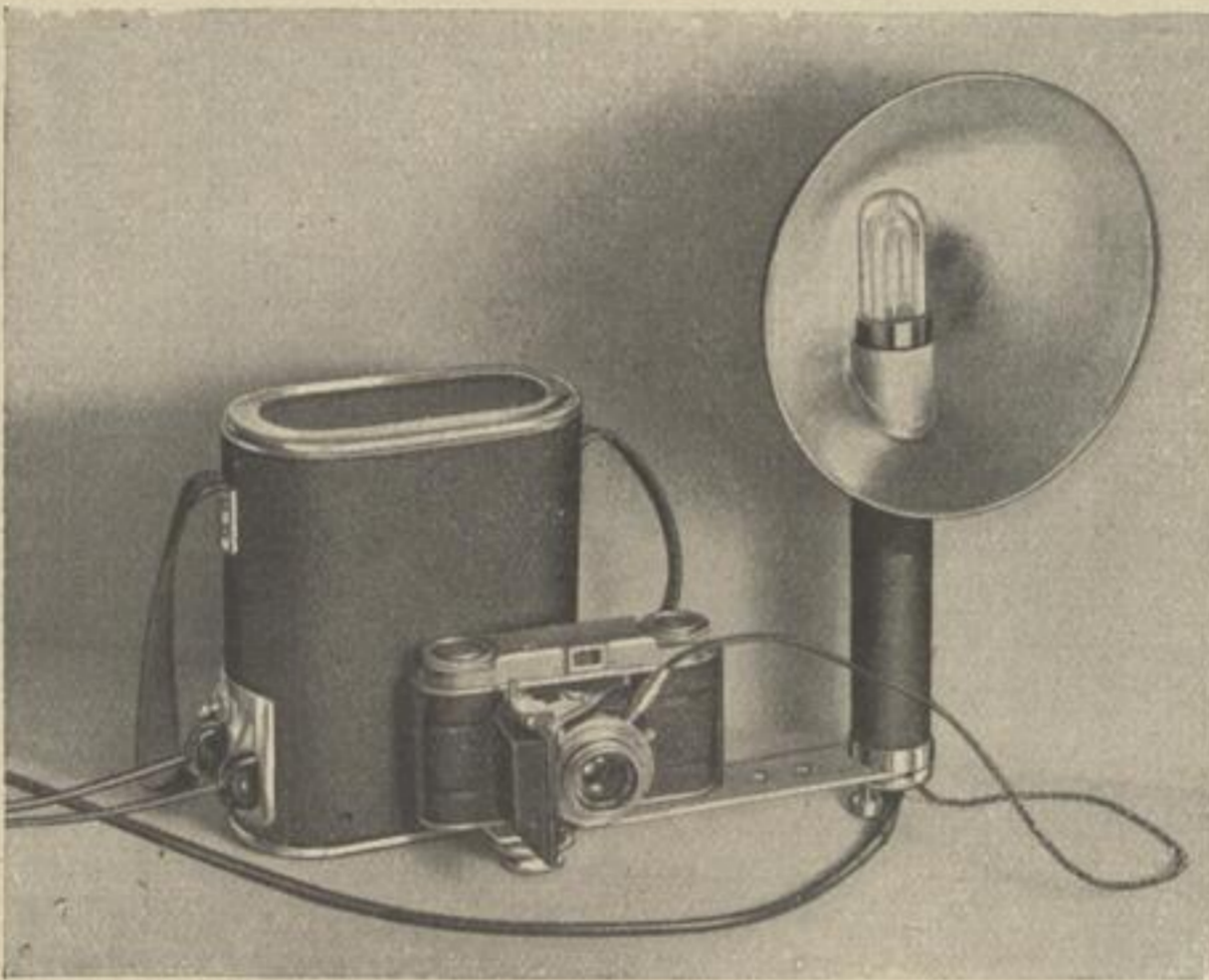


Bild 249. Amateurblitz Modell 80 für Netzanschluß 220 V; Mansfeld Apparatebau, Stuttgart

austreten. Spezielle Röhrenformen dienen der Fotografie in Körperhöhlen, der Endoskopie, der Kolposkopie und auch der Mikroskopie. In den modernen Blitzröhrengeräten ist die Blitzröhre in einen Reflektor eingebaut. Er bildet einen Berührungsschutz für die Röhre, sammelt das Licht und bündelt es. Teils werden die Geräte an das Stromnetz angeschlossen, teils mit Akku, teils mit Trockenbatterie betrieben. Man unterscheidet das leichte, billige und wendige Amateurgerät, das aber nur an das Stromnetz angeschlossen werden

kann und damit auch nur einen sehr begrenzten Anwendungsbereich hat, von den schwereren Geräten mit Netz- und Akkubetrieb. Denn der Akku allein hat ein hohes Eigengewicht und bedeutet eine starke Belastung. Außerdem muß der Akku ständig gewartet werden; er darf nicht ungefüllt stehen. Einen besonderen Typ stellt das Zeiss-Ikotron dar, das mit einer Hochspannungs-Trockenbatterie von 1200 V arbeitet.

Das Wesentliche am Elektronenblitzer ist die große Lichtmenge, die in einer äußerst kurzen Zeit ausgestrahlt wird. Die Blitzdauer schwankt bei den einzelnen Geräten zwischen  $\frac{1}{250}$  und  $\frac{1}{5000}$  Sekunde. Sie kann praktisch nur beim Arbeiten mit Zentralverschlüssen voll ausgenutzt werden, weil bei diesen das gesamte Bildfeld schlagartig freigegeben wird. Beim Schlitzverschluß laufen die beiden Verschlusßrollen kurz nacheinander über das Bildfeld.

Bild 250 links zeigt, daß bei der Einstellung des Verschlusses auf  $\frac{1}{50}$  Sekunde das erste Rollo das Bildfeld bereits überquert hat, ehe das zweite Rollo ins Bildfeld gelangt. In der kurzen Zwischenzeit, in der das Bildfeld vollkommen freiliegt, muß der Blitz aufleuchten. Bild 250 rechts hingegen zeigt die Verschlusseinstellung von  $\frac{1}{100}$  Sekunde. Der Schlitz ist dann bereits so schmal, daß das zweite Rollo schon ins Bildfeld rückt, ehe das erste Rollo dieses vollkommen überquert hat. Damit ist es zu keinem Zeitpunkt mehr möglich, mit dem Blitz das volle Bildfeld auszuleuchten. Das zeigt die technische Grenze des Elektronenblitzergeräts nach dem heutigen Stande an. Man muß beim Arbeiten mit Schlitzverschlußapparaten eine bestimmte Mindestbreite des Schlitzes und damit eine gewisse Höchstgeschwindigkeit einhalten. Man kann die Verschlusßgeschwindigkeit nicht höher als  $\frac{1}{40}$  Sekunde einstellen. Zur Kontaktgabe verwendet man den X-Kontakt. Diese *X-Synchronisation* löst den Blitz erst nach etwa 16 Millisekunden aus, das heißt zu einem Zeitpunkt, in dem das erste Verschlusßrollo gerade das Bildfeld überquert hat (Bild 251) und damit das volle Bildfeld freiliegt. Bei einer Einstellung des Schlitzverschlusses auf  $\frac{1}{5}$  Sekunde ist die Schlitzbreite derart, daß auch alle Blitzlampen des Handels mit der X-Synchronisation gezündet werden können. Der Verschlusß ist dann so lange geöffnet, daß die Zündverzögerung des Lampenblitzes keine Rolle mehr spielt.

Die zuletzt genannte *Offenblitzmethode* kann natürlich nur bei unbewegten Objekten angewandt werden. Bei Bewegungsaufnahmen reicht vielfach die Verschlusßgeschwindigkeit von  $\frac{1}{40}$  bis  $\frac{1}{20}$  Sekunde aus, um Vorbelichtungen auszuschalten und den Bewegungsablauf scharf und einkonturig darzustellen. Bei schnellen Bewegungsaufnahmen hingegen kann der Elektronenblitzer in Verbindung mit Schlitzverschlußapparaten nur dann befriedigende Ergebnisse bringen,

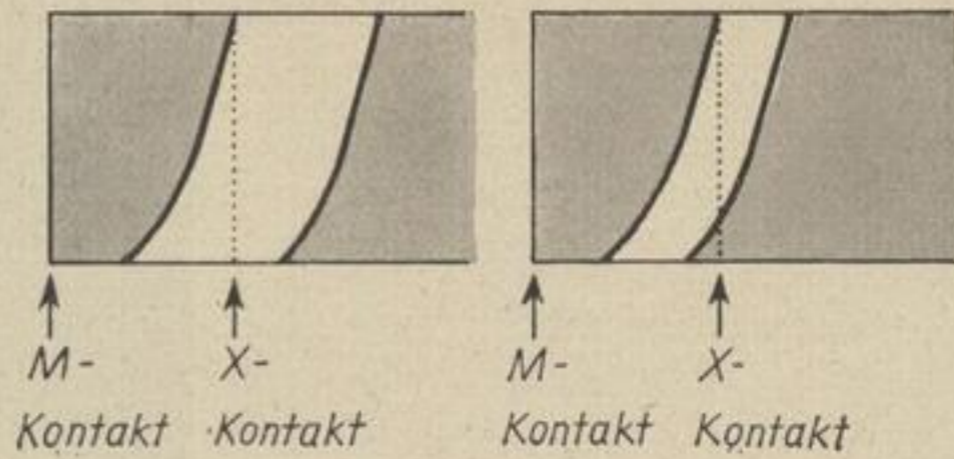


Bild 250. Schlitzverschlußbreite und Bildfeldöffnung

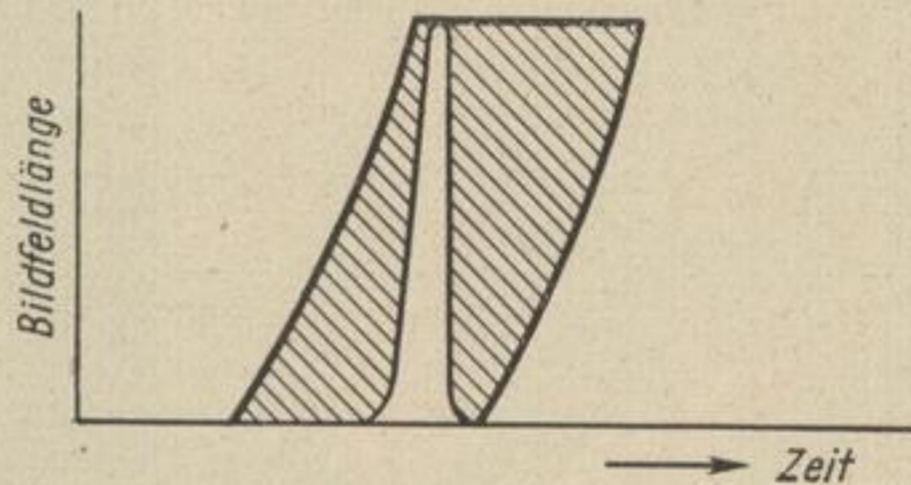


Bild 251. Hineinblitzen in den Schlitz des Schlitzverschlusses im Augenblick des vollkommen freien Bildfeldes

Bild 252. Bilder aus der Manege I:  
 Charlie. Typische Elektronenblitzaufnahme. Vorderes oberes Seitenlicht bewirkt plastische Ausleuchtung des Kopfes. Richard Peter jun., Dresden; Exakta Varex; Dagmar 4,5/75 (mittellange Brennweite); Blende 8; Verschuß  $\frac{1}{25}$  s; Elektronenblitzgerät

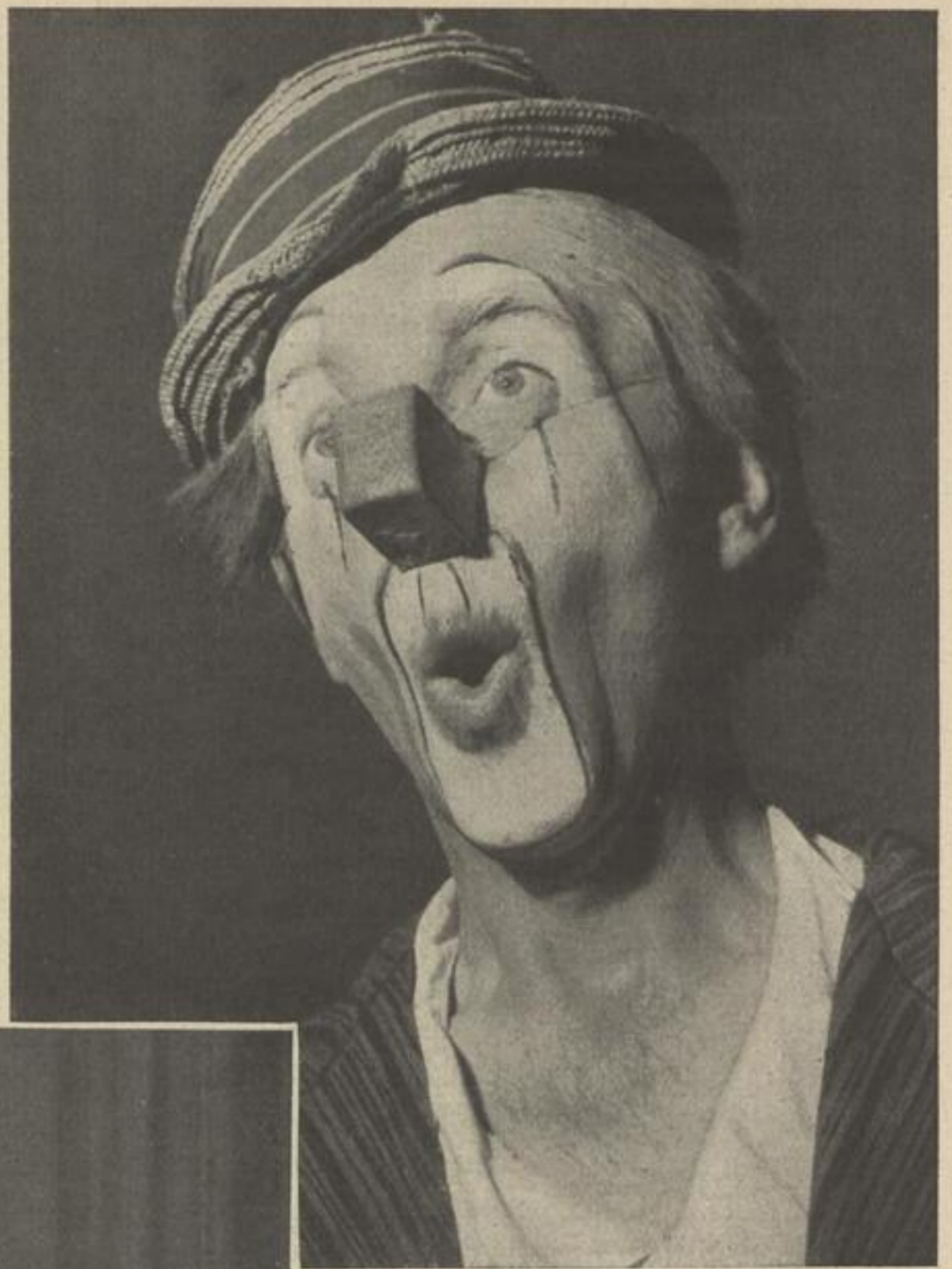


Bild 253. Bilder vom Varieté I:  
 Luftspagat. Eine Bühnenaufnahme im hellsten Scheinwerferlicht des Friedrichstadt-Palastes, Berlin. Walter Weitzer; Contax-Aufnahme; Zeiss-Biotar 1,5/75; Blende 4;  $\frac{1}{125}$  s

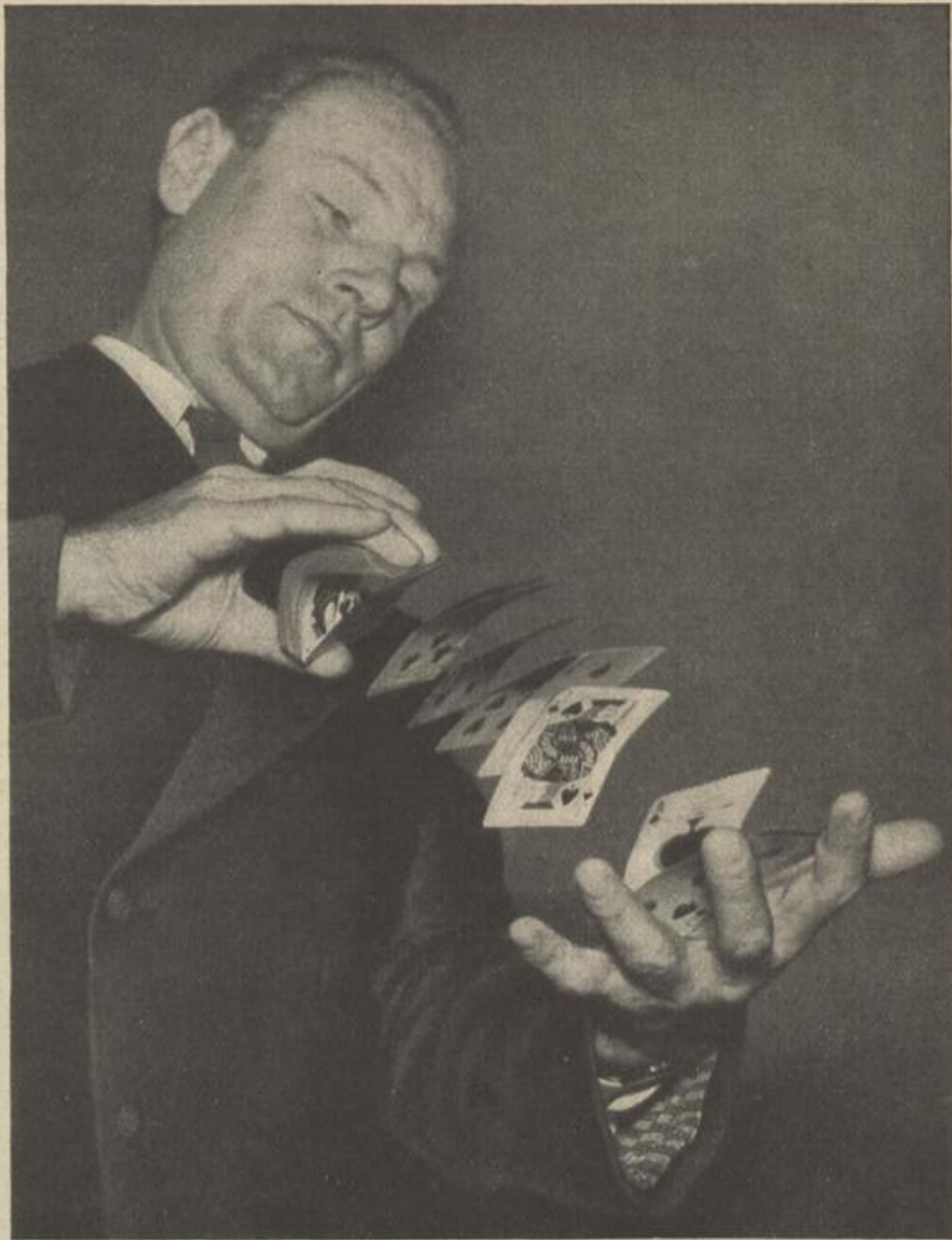
Bild 254...256. Bilder vom  
Varieté II: Kartenspieler

Bild 254. Hannes Speckens,  
Düsseldorf; Exakta Varex;  
Biotar 2/58; Blende 11;  $\frac{1}{1000}$  s

Bild 255. G. und H. Marcuse,  
Berlin; Exakta Varex;  
Sonnar 2,8/180; Blende 5,6;  
 $\frac{1}{5000}$  s; Elektronenblitzgerät

Bild 256. G. und H. Marcuse  
Berlin; Exakta Varex;  
Sonnar 2,8/180; Blende 5,6;  
 $\frac{1}{5000}$  s; Elektronenblitzgerät

Der sehr rasche Bewegungs-  
ablauf ist in allen Einzel-  
phasen scharf erfaßt und bild-  
mäßig festgehalten



wenn der Raum keine große Eigenhelligkeit hat und wenn das Objekt vorwiegend dunkel gefärbt ist, damit keine Vorausbelichtung der fotografischen Schicht zu Mehrfachkonturen führt.

So ist es zu erklären, daß man mit einem Elektronenblitzer, der nur  $\frac{1}{5000}$  Sekunde aufleuchtet, bei Schlitzverschlußapparaten dennoch mit Verschlußgeschwindigkeiten von  $\frac{1}{50}$  Sekunde arbeiten muß, während man beim Arbeiten mit Lampenblitzen die Verschlußgeschwindigkeit bei lichtstarken Objektiven voll ausnutzen kann und nur eine Licht»scheibe« aus der länger andauernden Leuchtperiode der Blitzlampe heraus»schneidet«. Die Bilder 252...257 zeigen Aufnahmen, die teils in hellem Scheinwerferlicht und teils mit Elektronenblitzgeräten durchgeführt wurden. Die ersteren sind typisch in den Ruhepunkten der Bewegung durchgeführt, die letzteren stellen zum Teil Objekte in sehr rascher Bewegung dar.

Der Hauptvorteil der Elektronenblitzgeräte beruht in der sehr kurzen Belichtungszeit, ohne daß man zur Anwendung ultralichtstarker Objektive mit ihren sehr geringen Tiefenschärfebereichen oder besonders hochempfindlicher Filme mit ihrem unvermeidbar gröberen Korn gezwungen ist. Nachteilig wirkt sich die enge Verbindung von Blitzröhre und Aufnahmeapparat aus, die dazu verführt, die Objekte in grellem Vorderlicht aufzunehmen. Dann fehlt den Bildern häufig die Plastik und Ausdruckskraft. Moderne Blitzröhrengeräte sehen daher meist

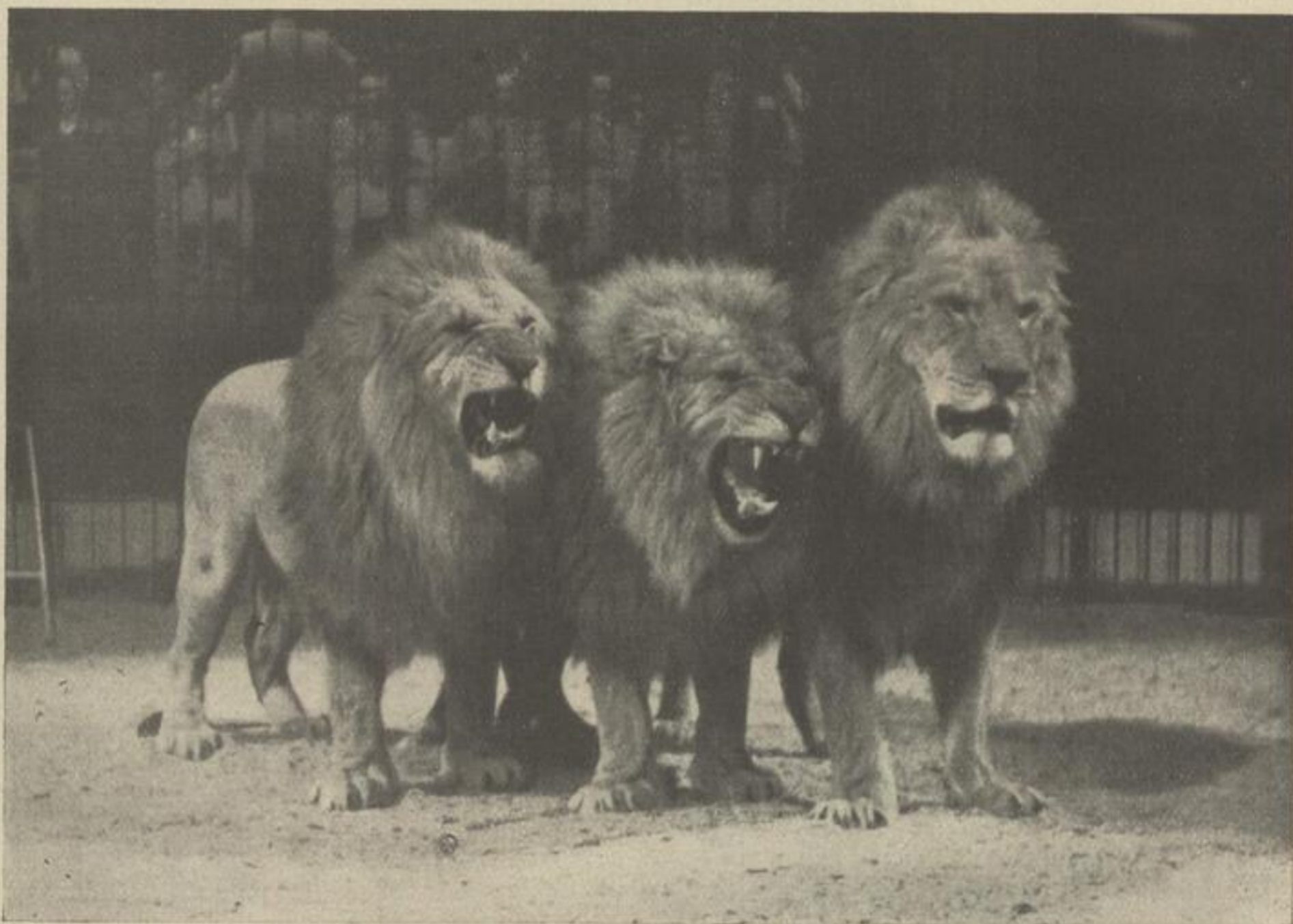


Bild 257. Bilder aus der Manege II: Die Löwengruppe. Aufnahme im Scheinwerferlicht ohne zusätzliche Lichtquellen. Die Durchzeichnung wurde mit hochempfindlichem Panfilm erzwungen, dessen Vergrößerungsfähigkeit begrenzt ist. Das Bild zeichnet sich durch feine Halbtöne aus. G. und H. Marcuse. Berlin; Exakta Varex; Biotar 2/58; Blende 2;  $\frac{1}{100}$  s

einen Zweitanschluß für einen weiteren Blitz vor, der gleichzeitig mit dem ersten, aber in seitlicher Stellung aufflammt. Es können auch mehrere Elektronenblitzer gleichzeitig zum Ausleuchten großer Räume eingesetzt werden. Dann sind die Hilfsgeräte mit je einer Fotozelle ausgestattet, deren Bildfenster auf den Hauptblitz ausgerichtet wird (Bilder 258 und 259). Beim Aufflammen des Hauptblitzes lösen die Fotozellen (Bild 260) automatisch die Hilfsblitze aus, und zwar nahezu gleichzeitig. Wie wandelt sich hierbei nun die Beleuchtungsstärke ab?

Die Leitzahl des Elektronenblitzgeräts legt bei einem bestimmten Abstand vom Objekt die Blende des Aufnahmeapparats fest. Werden zwei Blitzlampen von einem Akku abgezweigt und beleuchten beide Reflektoren die gleiche Fläche, so verändert sich die Lichtstärke hierdurch nicht, sondern nur die Lichtrichtung; wir wenden die gleichen Blendenwerte an. Dient ein Gerät zur Vordergrundbeleuchtung und das zweite zum Aufhellen des Hintergrundes oder der Schattenpartien, so verringert sich die Lichtintensität um die Hälfte, und wir müssen die Blende um eine Stufe öffnen.

Werden zwei getrennte Elektronenblitzgeräte angewendet, die zum Beispiel bei einer Porträtaufnahme beide Vorderlicht geben, so arbeiten wir mit der doppelten Lichtintensität und demzufolge auch mit einer um eine Stufe weiter geschlossenen Blende. Dient einer der beiden Blitzer nur zum Aufsetzen von Reflexen, als Streiflicht oder zur Ausleuchtung des Hintergrundes, so trägt er nur unwesentlich zur Erhellung des Objekts bei und zählt beim Errechnen der Belichtungszeit nicht mit. Es muß besonders darauf hingewiesen werden, daß der Elektronenblitzer nicht nur als Hauptlichtquelle zum Beleuchten des Objekts dienen kann. Man kann ihn

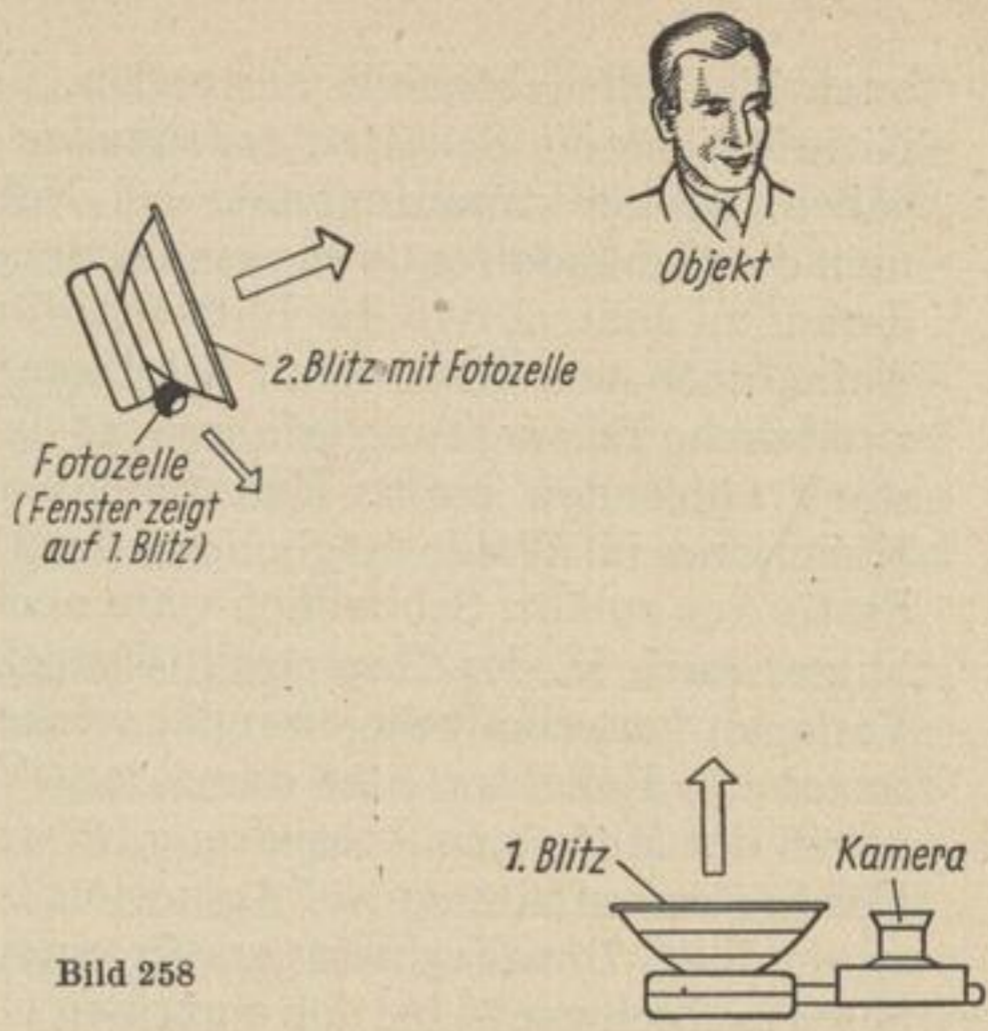


Bild 258

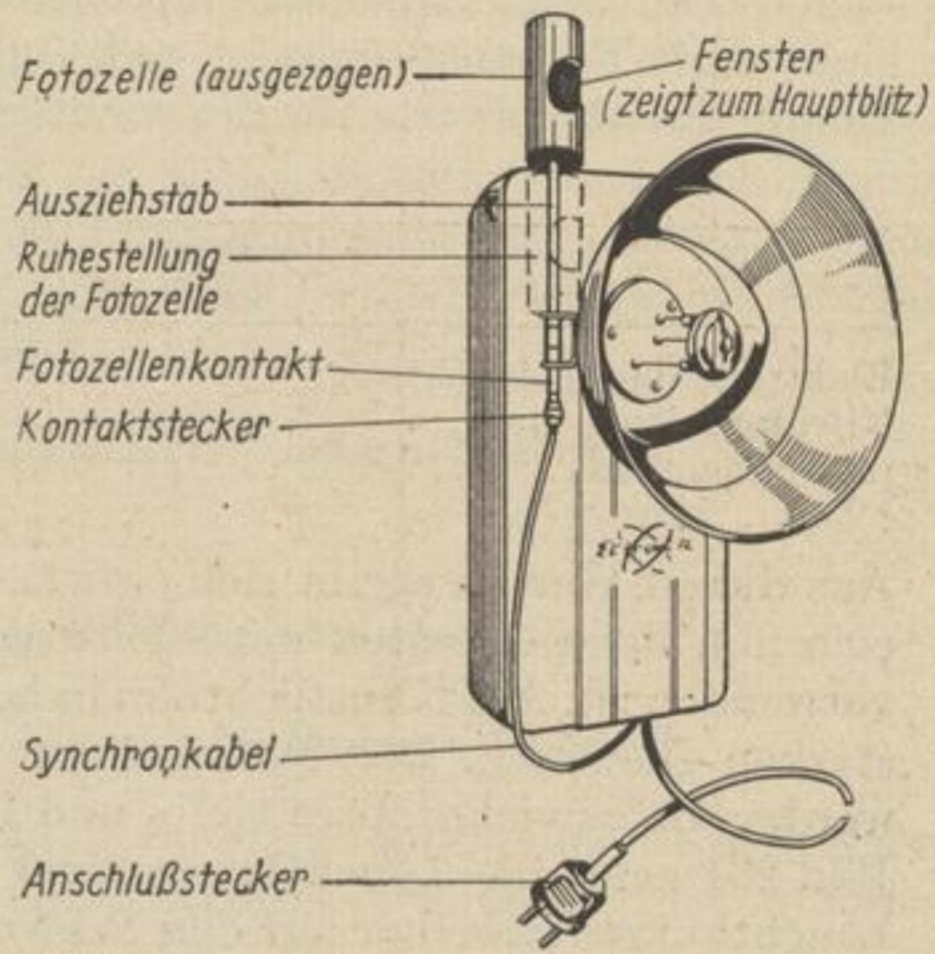


Bild 259



Bild 260

Bild 258. Aufnahme mit mehreren Blitzern. Kamera mit Hauptblitz; Zweitblitz mit Zündung durch Fotozelle

Bild 259. Servoblitz mit Zündung durch Fotozelle

Bild 260. Fotozelle zur Zündung von Simultanblitzern

auch als Hilfslichtquelle anwenden, um zum Beispiel bei einer Aufnahme mit Nitrafotlicht die Schatten aufzuhellen oder Streif- und Effektlicht zusätzlich zu geben. Architekturaufnahmen bei Nacht können sehr wirkungsvoll sein, wenn man die Gebäudefront von verschiedenen Standorten anblitzt. Dabei ist natürlich darauf zu achten, daß die Blitzentladungen nicht innerhalb des Bildfeldes liegen. Aufnahmen von Kleintieren bei Tageslicht können durch Blitzröhrengeräte eine zusätzliche Beleuchtung erfahren, so daß man zur Vergrößerung der Tiefenschärfe stark abblenden kann. Und schließlich werden auch Momentaufnahmen von Kleintieren im Walde möglich, wo das Dämmerlicht sonst nur Zeitaufnahmen vom Stativ aus zuläßt. Schließlich wäre noch darauf hinzuweisen, daß der Elektronenblitzer auch in der Reproduktionstechnik zur schattenfreien Ausleuchtung der Vorlagen vorteilhaft angewendet werden kann. Der mit einer Ringblitzröhre ausgestattete Reflektor sitzt dann dem Vorderteil des Aufnahmeapparats auf und hat in der Mitte eine Aussparung für das Objektiv.

Für Farbaufnahmen auf Agfacolorfilm sind Elektronenblitzgeräte besonders gut anwendbar. Ihre Farbtemperatur entspricht weitgehend derjenigen des Sonnenlichts und schwankt bei den einzelnen Geräten zwischen 5500 und 6300°C, während man das mittlere Sonnenlicht mit 5200...5800°C annehmen muß. Bei der Aufnahme einer Agfa-Farbenstufentafel auf Agfa-Isopan-ISS-Film ergaben sich folgende Empfindlichkeitswerte für die wichtigsten Farben:

	Blau	Grün	Gelb	Rot
Elektronenblitzbeleuchtung . . . . .	160	50	40	45
Nitrafotbeleuchtung . . . . .	100	70	100	100
im Sonnenlicht . . . . .	150	60	50	50

Aus diesen Werten ergibt sich einwandfrei, daß für Farbaufnahmen auf Agfacolorfilm beim Arbeiten mit Elektronenblitzgeräten der Color-Tageslichtfilm zu verwenden ist. Auf Kunstlichtfilm haben Aufnahmen mit Elektronenblitzern einen starken Blaustich. Bei Nitrafotlicht hingegen muß Kunstlichtfilm verwendet werden, da es viel größere Gelb- und Rotanteile als das Tageslicht hat.

Bild 261 zeigt die Leuchtkurve einer Blitzauslösung, wie sie ein elektronischer Leuchtkurvenschreiber auf den Schirm einer Braunschen Röhre aufzeichnet. Im Zeitpunkt *A* wird der Blitz ausgelöst. Die Lichtkurve steigt nun äußerst steil an

und klingt nach Erreichen des Scheitelwertes allmählich ab. Die fotografische Wirksamkeit des Blitzes reicht etwa vom Erreichen des halben Scheitelwertes bei *B* bis zum Zurücksinken auf den gleichen Wert bei *C*.

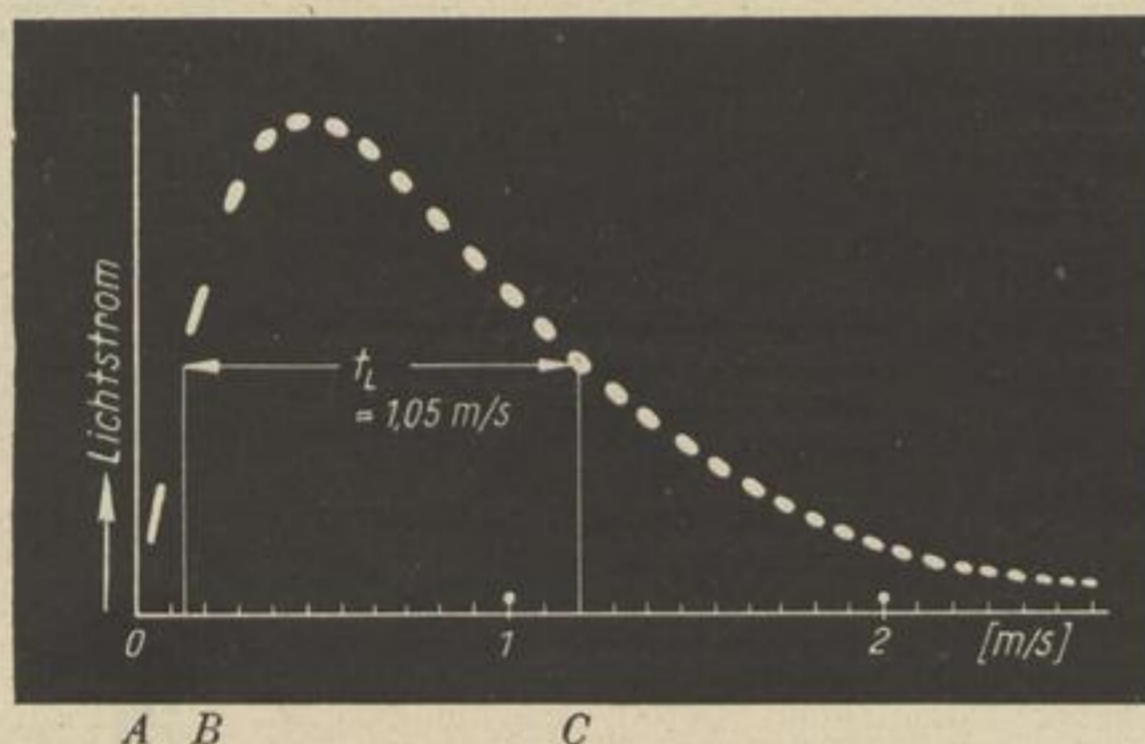


Bild 261. Leuchtkurve einer Blitzauslösung, aufgenommen mit einem elektronischen Leuchtkurvenschreiber





Tabelle 54: Umrechnungsfaktoren für die Leitzahl bei verschieden hoher Filmempfindlichkeit

Abweichung in ° DIN	— — — — — — — — —	0	+ + + + + + + + +
	$\frac{9}{10}$ $\frac{8}{10}$ $\frac{7}{10}$ $\frac{6}{10}$ $\frac{5}{10}$ $\frac{4}{10}$ $\frac{3}{10}$ $\frac{2}{10}$ $\frac{1}{10}$		$\frac{1}{10}$ $\frac{2}{10}$ $\frac{3}{10}$ $\frac{4}{10}$ $\frac{5}{10}$ $\frac{6}{10}$ $\frac{7}{10}$ $\frac{8}{10}$ $\frac{9}{10}$
Umrechnungs- faktor für die Leitzahl	0,3 0,37 0,45 0,5 0,55 0,6 0,7 0,8 0,9	1	1,1 1,25 1,4 1,6 1,8 2 2,2 2,5 2,8
Umrechnung der Leitzahl auf eine andere Filmempfindlichkeit, zum Beispiel Kennzahl bei 17/10° DIN = 26 Kennzahl bei 23/10° DIN = 26 · 2 = 52 (da + 6/10° DIN)			

## VI. Das technische und wissenschaftliche Foto

### a) Das technische Foto

An das technische Foto werden bestimmte Anforderungen gestellt, die nicht mit jedem Apparat gleichermaßen gut zu erfüllen sind. Zunächst wird äußerste Schärfe und damit auch größte Tiefenschärfe verlangt. Die technische Aufnahme ist vorwiegend eine Stativaufnahme. Man wählt für sie einen ausgesprochenen Scharfzeichner unter den Objektiven, der zum Beispiel für Porträtaufnahmen nur wenig geeignet ist. Das Zeiss-Tessar-Objektiv übertrifft in dieser Hinsicht nahezu alle anderen Typen. Zeiss-Tessar ist das gegebene Objektiv für das technische Foto und die Reproduktionstechnik, ebenso natürlich für jede andere Aufnahme, bei der gestochene Schärfe verlangt wird und die nachträglich stark vergrößert werden muß. Hier wirkt sich vorteilhaft die große Lichtstärke des neuesten Tessars 1 : 2,8 aus.

Die Beleuchtung ist von großer Bedeutung für die Bildwirkung. Zur sicheren Beurteilung der Beleuchtung ist die Mattscheibe unbedingt erforderlich. Es scheiden daher von vornherein die Blindapparate unter den Kleinbildkameras aus. Es bleiben die großen Balgen- und Spiegelreflexapparate und die Kleinbildspiegelreflex übrig. Für Markenkameras unter den ersteren wurden Zusatzgeräte zur Mattscheibeneinstellung konstruiert.

Der Berufsfotograf bedient sich auch heute noch vielfach der Großformate bis herab zu 6 × 9 cm: Unübertroffen ist die Linhof-Technik (Bild 125). Das Objektiv ist am Objektivträger, der Standarte, bis 65 mm in der Höhe verstellbar, und die Standarte ist außerdem kippbar. Der Laufboden kann bis zu 30° herabgeklappt werden. Vor allen Dingen aber ist wesentlich der Schwenkrahmen, der die Mattscheibe trägt. Er ist durch einen Lederbalgen mit dem Kameragehäuse verbunden und läßt sich horizontal, vertikal und diagonal aus seiner Normallage ausschwenken (Bilder 263, 265, 268 und 272). Auch beim Arbeiten mit anderen Geräten auf technischem Gebiete sollte man sich die Vorteile einer solchen Anordnung zunutze machen, indem man sich einen kleinen Schwenkrahmen mit Zusatzbalgen an die Kamera anbauen läßt. Welche Vorteile ein Schwenkrahmen in Verbindung mit einer kippbaren Standarte und einem abklappbaren Laufboden mit sich bringt, wollen wir an einigen praktischen Beispielen kennenlernen.

### 1. Vergrößerung der Tiefenschärfe ohne Abblenden

Bei Nahaufnahmen tiefengestaffelter Objekte reicht oft die Tiefenschärfe des Objektivs bei weitem nicht aus, um alle Teile scharf abzubilden. Dann sind wir bei Anwendung einer Kamera starrer Bauart an den technischen Grenzen einer Scharfabbildung angelangt. So ergab zum Beispiel die Nahaufnahme eines sich schräg in die Tiefe erstreckenden Maßstabes bei Blende 6,8 einen Tiefenschärfebereich von nur 2 cm. Beim Abblenden auf 1:22 kann der Tiefenschärfebereich unter den gleichen Aufnahmebedingungen auf den doppelten Wert, nämlich 4 cm, erweitert werden. Die Belichtungszeit ist dann bereits auf den 16fachen Wert angewachsen. Bei Aufnahmen ruhender Objekte ist das bedeutungslos, bei Aufnahmen bewegter Objekte bereits entscheidend. Durch sachgemäßes Ausschwenken der Mattscheiben- und Bildebene kann man unter den gleichen Aufnahmebedingungen und bei voller Objektivöffnung 1:6,8 die Tiefenschärfe bereits auf 20 cm, das heißt auf den 10fachen Betrag der ersten Aufnahme, ausdehnen (Bild 262). Das bringt gegenüber der zweiten Aufnahme einen Gewinn der 16fachen Lichtstärke und einen 5fach größeren Tiefenschärfebereich. Mit Hilfe der Blende kann nun noch zusätzlich der Tiefenschärfebereich erweitert werden. Wie ist diese zunächst verblüffende Wirkung zu erklären?

Die Gegenstandsweite  $G$  ist die Entfernung des Objekts vom Objektiv (Bild 263), die Bildweite  $B$  hingegen die Entfernung des Objektivs von der Bildebene (= Mattscheibenebene). Im vorliegenden Falle liegt der Nahpunkt  $O_2$  des Objekts dem Objektiv 10...12 cm näher als der Fernpunkt  $O_1$ . Diese verschiedenen Gegenstandsweiten von Nah- und Fernpunkt ( $G_2$  und  $G_1$ ) erfordern zur gleichmäßig scharfen Abbildung auch verschiedene Bildweiten ( $B_1$  und  $B_2$ ), wobei sich die Gegenstandsweiten umgekehrt proportional zu den Bildweiten verhalten. Je größer die Gegenstandsweite, desto kleiner ist die Bildweite und umgekehrt.

Mit einer Kamera starrer Bauart stellen wir auf einen Punkt des Objekts scharf ein, der dem Objektiv etwas näher liegt als die mittlere Entfernung zwischen Nah- und Fernpunkt. Die Ausdehnung der Tiefenschärfe wird durch Abblenden erreicht.

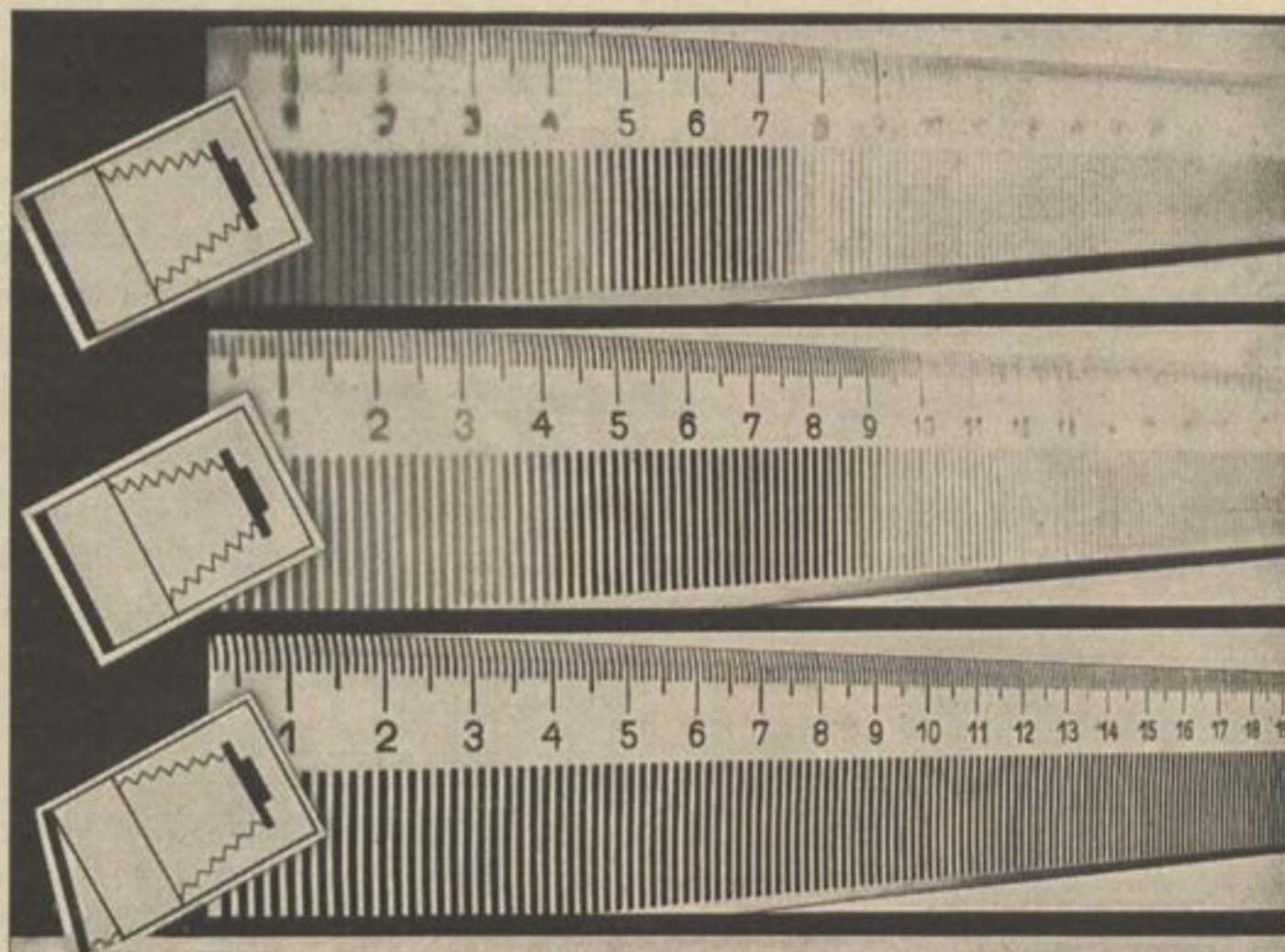


Bild 262. Tiefenschärfegewinn ohne Abblenden. Oben: Bei voller Objektivöffnung 1:6,8 Tiefenschärfebereich 2 cm. Mitte: Bei Blende 1:22 Tiefenschärfebereich 4 cm bei 16facher Belichtungszeit. Unten: Bei voller Objektivöffnung 1:6,8 durch Ausschwenken erzielter Tiefenschärfebereich 20 cm

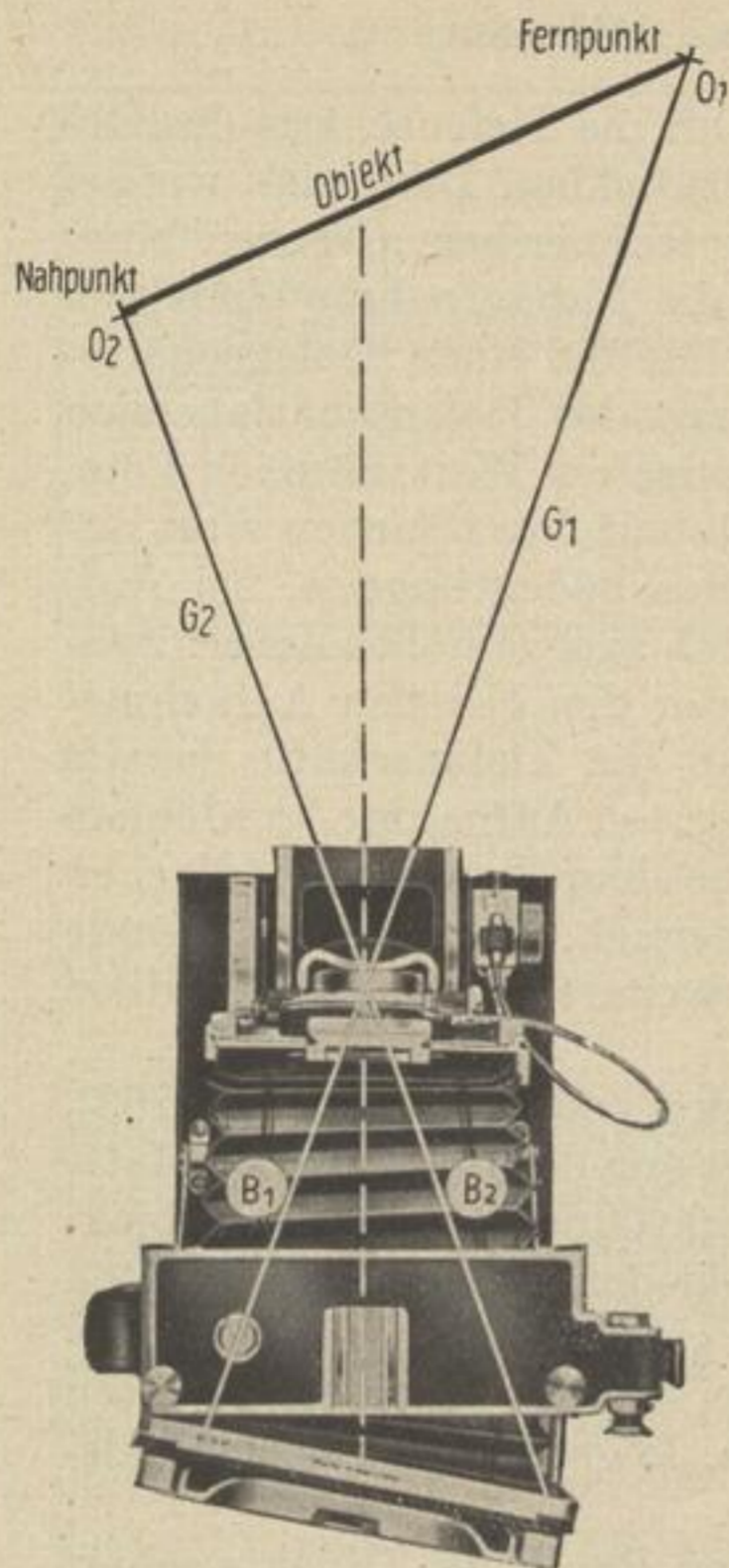


Bild 263. Schärfenausgleich ohne Abblenden durch Verschwenken des Mattscheibenrahmens

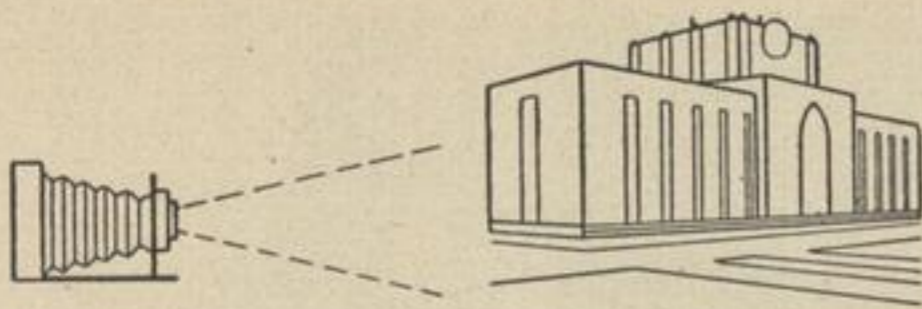
Die technischen Grenzen des Tiefenschärfebereichs sind durch die Brennweite des Objektivs gegeben. Diese technischen Grenzen werden mit Hilfe des schwenkbaren Mattscheibenrahmens durchbrochen (Bild 263). In dem abgebildeten Falle stellen wir den rechtsseitigen Fernpunkt des Objekts in der üblichen Weise auf der Mattscheibe scharf ein und schwenken den Mattscheibenrahmen rechtsseitig so weit aus, bis auch der linksseitige Nahpunkt des Objekts auf der Mattscheibe scharf erscheint. Dann sind auch die Zwischenentfernungen automatisch scharf abgebildet, da jetzt die Tiefenerstreckung des Objekts der Schrägstellung der Bildebene entspricht. Wir haben also die Kamerarückwand in entgegengesetztem Sinne zur Tiefenstaffelung des Objekts verschwenkt und damit den Schärfenausgleich ohne Abblenden erreicht. Wir kommen bei der Aufnahme mit kürzeren Belichtungszeiten aus oder können die Tiefenschärfe über die Tiefengliederung des Objekts hinaus zusätzlich ausdehnen. Diese Wirkung kann durch Gegenschwenkung der Standarte mit dem Objektiv verdoppelt werden.

## 2. Stürzende Linien bei Architekturaufnahmen

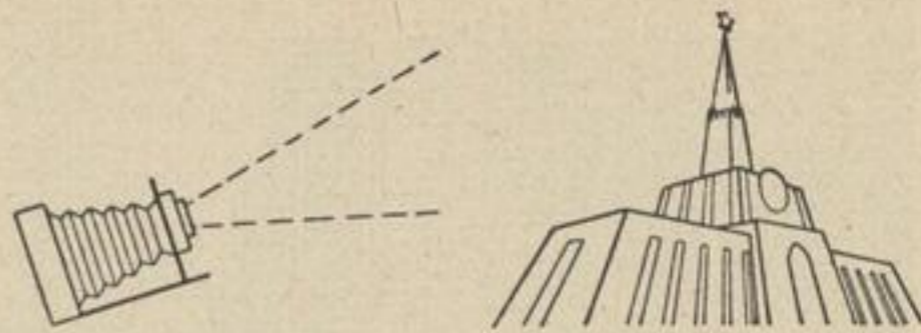
Bei Architekturaufnahmen muß die Mattscheibe senkrecht stehen, wenn die Gebäudekanten im Bild ebenfalls senkrecht stehen sollen. Aber der Aufnahmestandpunkt ist in den meisten Fällen zu ebener Erde gegeben (Bild 264a). Dann kommt auf das Bild zu viel Vordergrund, während die oberen Teile der Gebäude fehlen. Um das Gesamtgebäude abzubilden, müssen wir den Aufnahmeapparat nach oben richten (Bild 264b). Dann wird gleichzeitig die Mattscheibe aus ihrer senkrechten Lage gebracht, und die Gebäudekanten stürzen im Bild zusammen.

Durch Hochstellen des Objektivs an der Standarte wird bei nicht zu hohen Bauten das Gesamtgebäude abgebildet, ohne daß die Senkrechten zusammenstürzen (Bild 264c). Mit hochgestellter Standarte, gekippter Kamera und abgewinkeltem Schwenkrahmen wird zwar nur der Turm abgebildet, aber stürzende Linien werden vermieden (Bild 264d). Wollen wir diesen Schwierigkeiten entgehen, so wenden wir ein Weitwinkelobjektiv an. Dann erhalten wir das Gesamtgebäude. Aber die Gefahr stürzender Linien ist beim Weitwinkelobjektiv noch wesentlich größer als beim Normalobjektiv. Selbst ein geringfügiges Abweichen von der waagrechten Kamerahaltung läßt alle Linien im Bild zusammenstürzen.

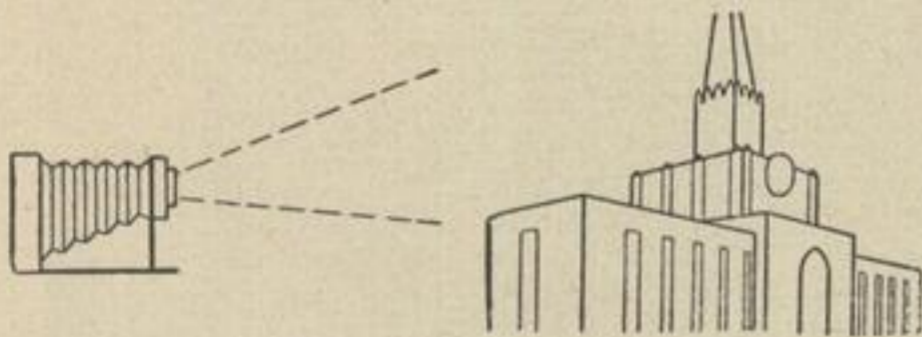
Verlegen wir den Kamerastandort weiter rückwärts, sofern uns die begrenzenden Hausfronten, engen Straßen und Plätze nicht daran hindern, dann erhalten wir



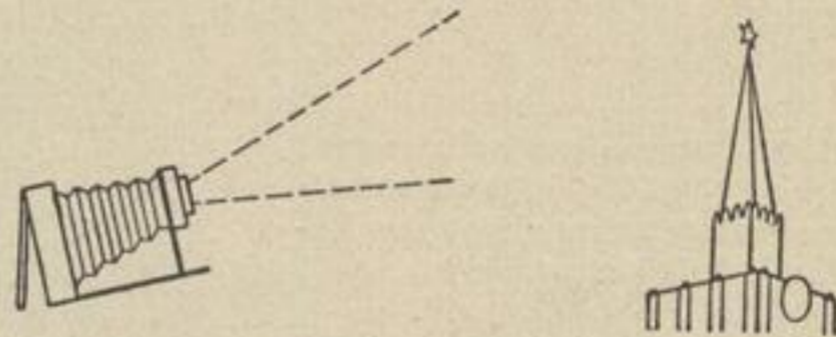
a) Normale Kamerahaltung und horizontale optische Achse. Resultat: Viel unnötiger Vordergrund; der Turm des Gebäudes fehlt



b) Kamera gekippt. Resultat: Das Gesamtgebäude wird erfaßt, aber die senkrechten Linien stürzen im Bild zusammen



c) Hochgestellte Standarte bei horizontaler optischer Achse. Resultat: Die stürzenden Linien werden vermieden.



d) Hochgestellte Standarte, gekippte Kamera, abgewinkelter Schwenkrahmen. Resultat: Aufnahme des Turms, ohne daß stürzende Linien auftreten

Bild 264. Hohe Gebäude bei nahe gelegenem Standort

das Hauptmotiv zwar ohne stürzende Linien auf dem Foto, aber es ist sehr klein und unscheinbar. Dann hilft uns in dieser Stellung das Teleobjektiv weiter. Es holt das Hauptmotiv heran und stellt es in größerem Abbildungsmaßstab dar.

Man kann auch die Standarte neigen (Bild 265). Dann erhält man im Bild das Gesamtgebäude mit senkrechten Linien, aber mit ausgeprägter Unschärfe (Bild 266). Diese läßt sich durch Gegenschwenken der Kamerarückwand ausgleichen. Das Resultat ist dann ein scharfes Bild mit senkrechten Kanten (Bild 277).

Wichtig für Architekturaufnahmen ist bei hohen Gebäudeteilen eine Hochverstellung der Standarte. Dies allein genügt allerdings oft nicht. Durch gleichzeitiges Herabklappen des Laufbodens bei der Anwendung von Weitwinkelobjektiven und durch gegenteiliges Verschwenken des Kamerarückteils (Bild 268) werden selbst ausgeprägt starke Verzeichnungen bereits bei der Aufnahme wirkungsvoll behoben (Bilder 269 und 270).

Hieraus ergibt sich, daß insbesondere für Architektur- und Industriefotografien Kameras mit weitgehenden Verstellmöglichkeiten verwendet werden. Beim Ausschwenken der Mattscheibe zur Erzielung größerer Tiefenschärfe ändert sich zwangsläufig auch die Perspektive der Darstellung. Durch Nachmessen kann man die Veränderungen jederzeit feststellen. Für den praktischen Gebrauch sind sie geringfügig und in den meisten Fällen unerheblich.

Ihre wichtigsten Merkmale sind: Verstellbarkeit des Objektivs an der Standarte, schwenk- und kippbare Standarte, Schwenkrahmen und herabklappbarer Laufboden. Ungünstig für Architekturaufnahmen sind die starren Spiegelreflexkameras; sie zwingen häufig zu nachträglichem Entzerren der Aufnahme beim Vergrößern.

Bild 265. Neigen der Standarte wird bei der Linhof-Technika durch entgegengesetzte Schwenkung des Kamerarückteils kompensiert

Bild 266. Die Hausfront ist schräg in die Tiefe gestaffelt. Die Tiefenschärfe reicht für die Darstellung häufig nicht aus

Bild 267. Gewinn an Tiefenschärfe durch Schwenkkorrektur. Durch entgegengesetzte Schwenkung des Mattscheibenrahmens wird der Schärfenausgleich vollzogen

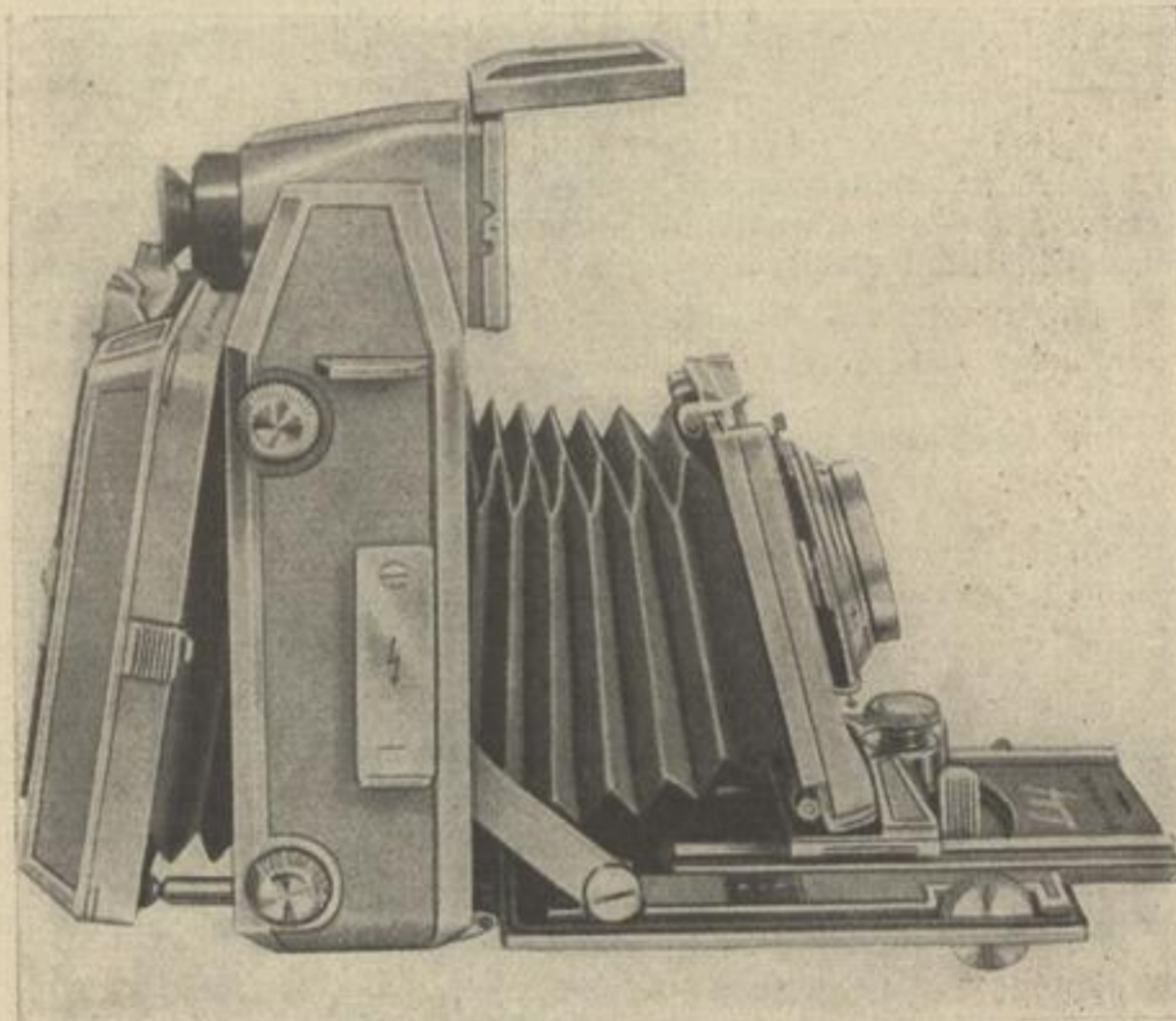


Bild 265

Bild 268

Bild 268. Weitwinkelobjektiv, herabgeklappter Laufboden, Hochverstellung der Standarte und entgegengesetzte Verschwenkung des Rückteils bei der Linhof-Technika führen zu wirkungsvoller Behebung aller Verzeichnungen bereits bei der Aufnahme

Bild 269. Architekturaufnahme mit starrer Kamera. Das hohe Gebäude weist starke Verzeichnungen auf

Bild 270. Durch Schwenkkorrektur und Standartenverstellung werden die Verzeichnungen bei der Aufnahme mit der Technika leicht behoben

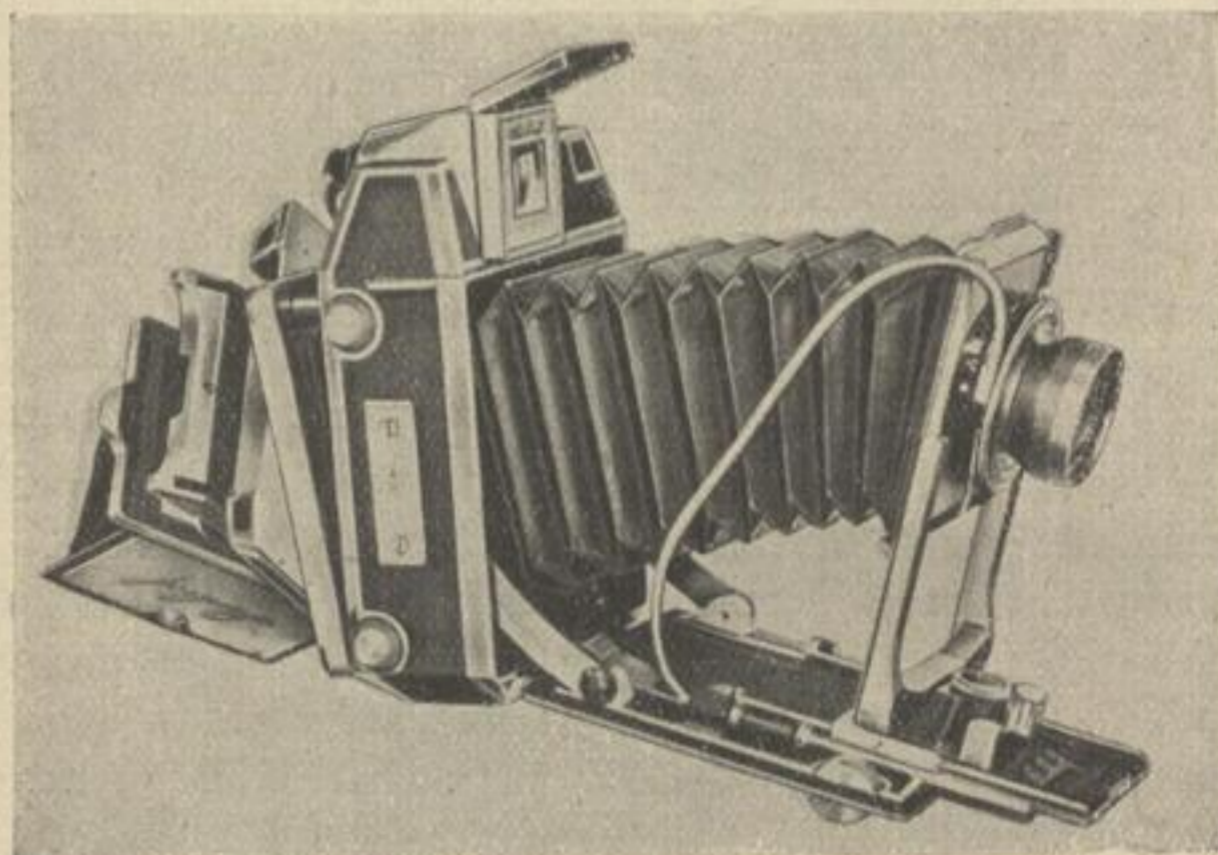




Bild 266



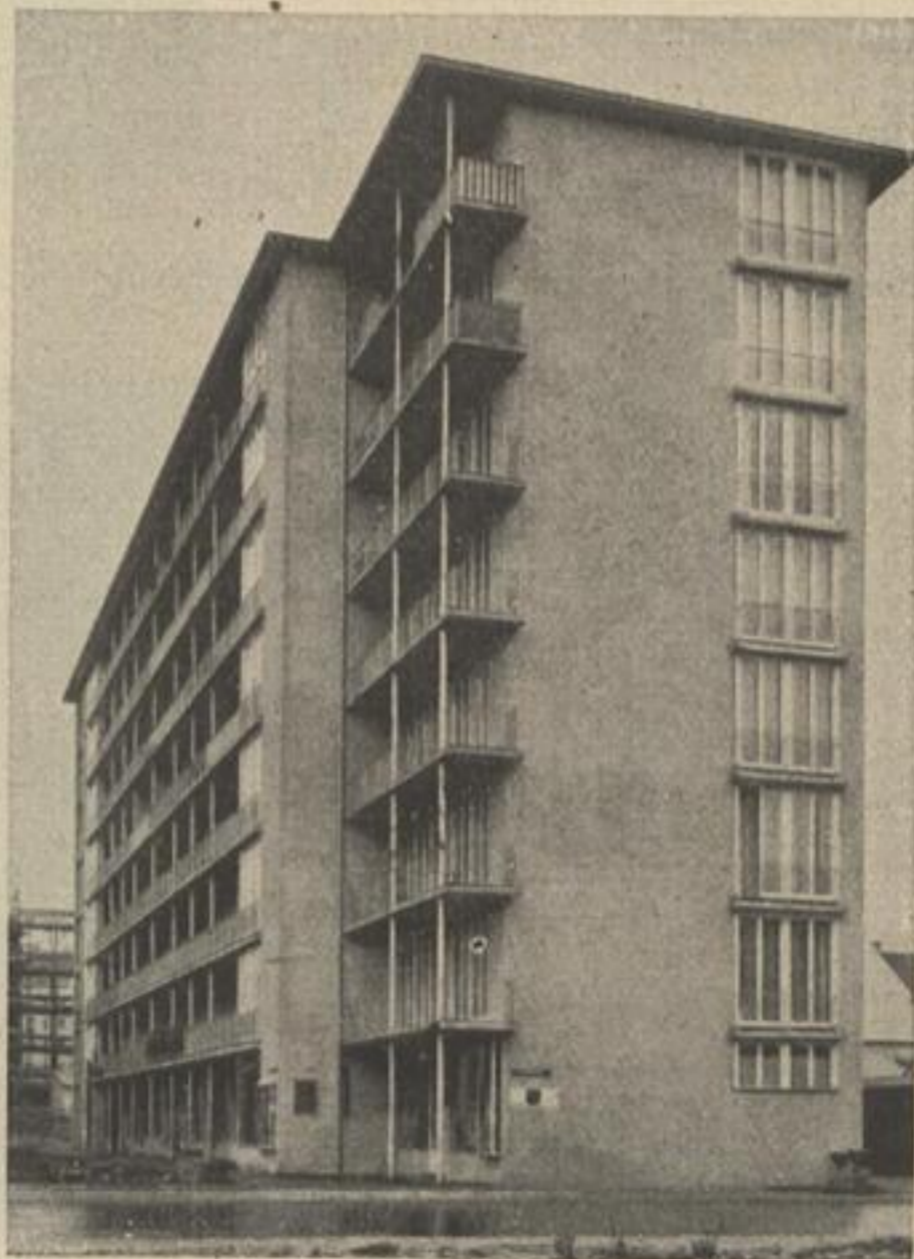
Bild 267

Bild 269



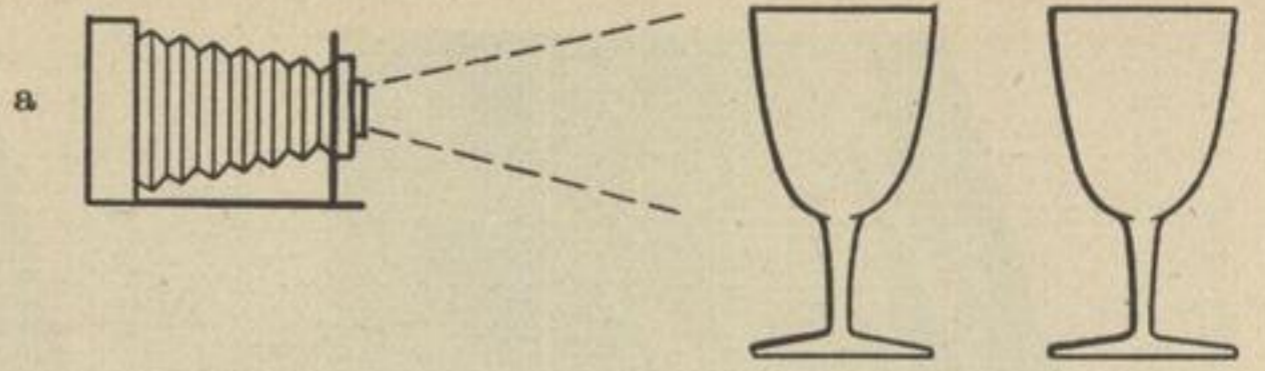
14 Stapf, Fotografische Praxis

Bild 270

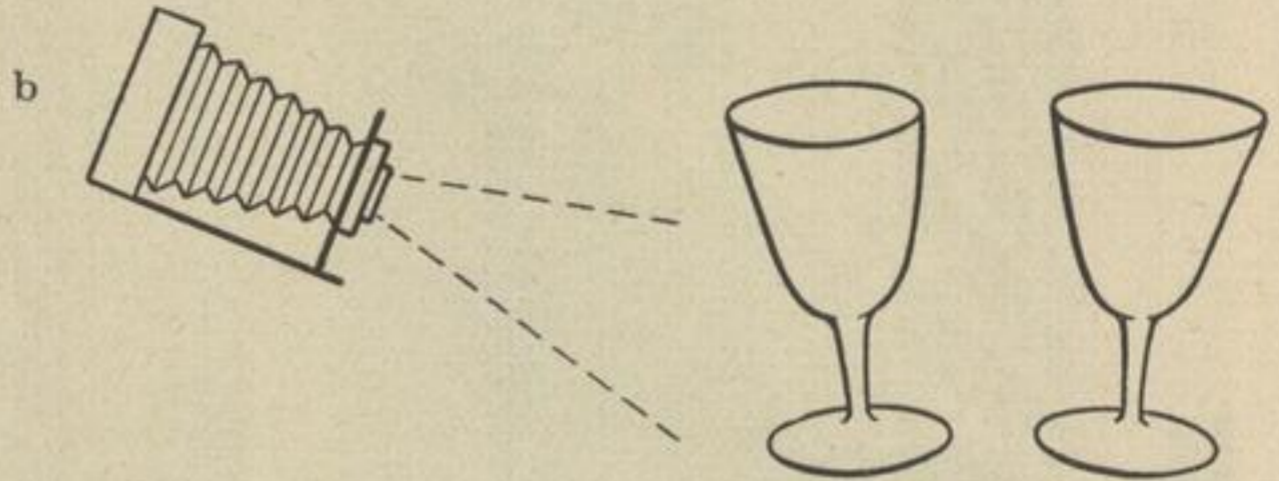


209

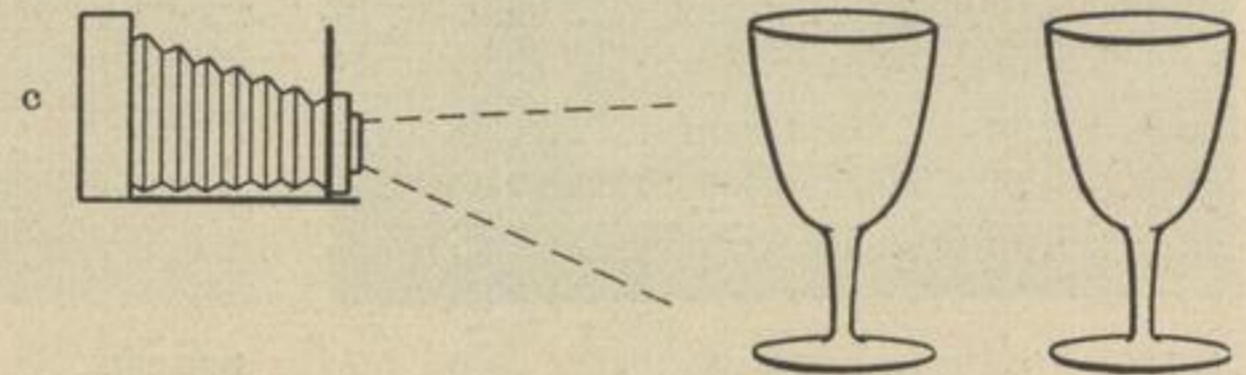
a) Normale Kamerahaltung:  
Gläser in Vordersicht wirken  
als technischer Schnitt und un-  
plastisch



b) geneigte Kamera: die Gläser  
wirken plastisch, fallen aber  
auseinander



c) tiefverstelltes Objektiv: un-  
günstige Perspektive



d) tiefverstelltes Objektiv, ge-  
neigte Kamera, ausgeschwenk-  
ter Rahmen ergeben Einblick  
in die Gläser ohne auseinander-  
fallende Linien

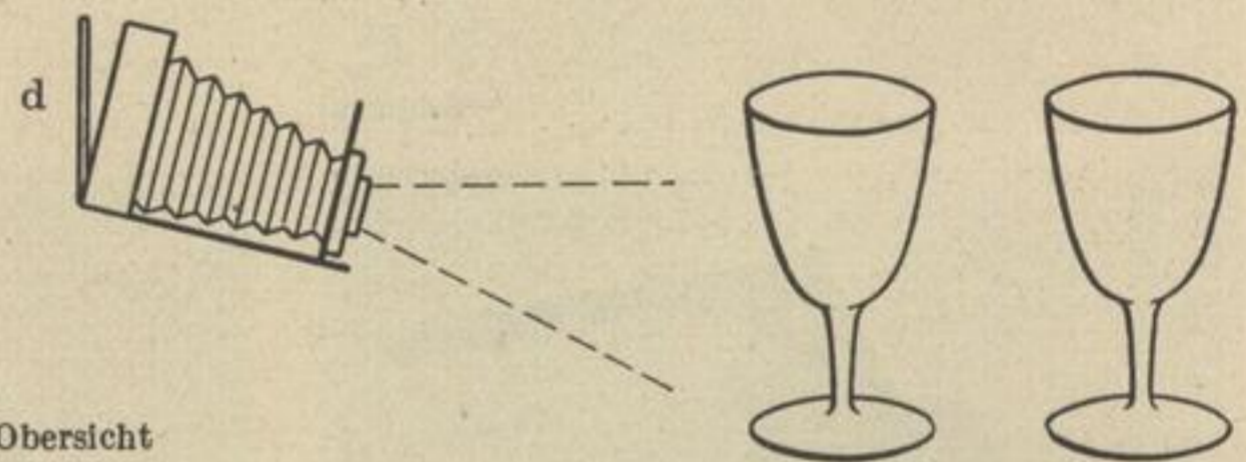


Bild 271. Gläser in Vorder-, Unter- und Obersicht

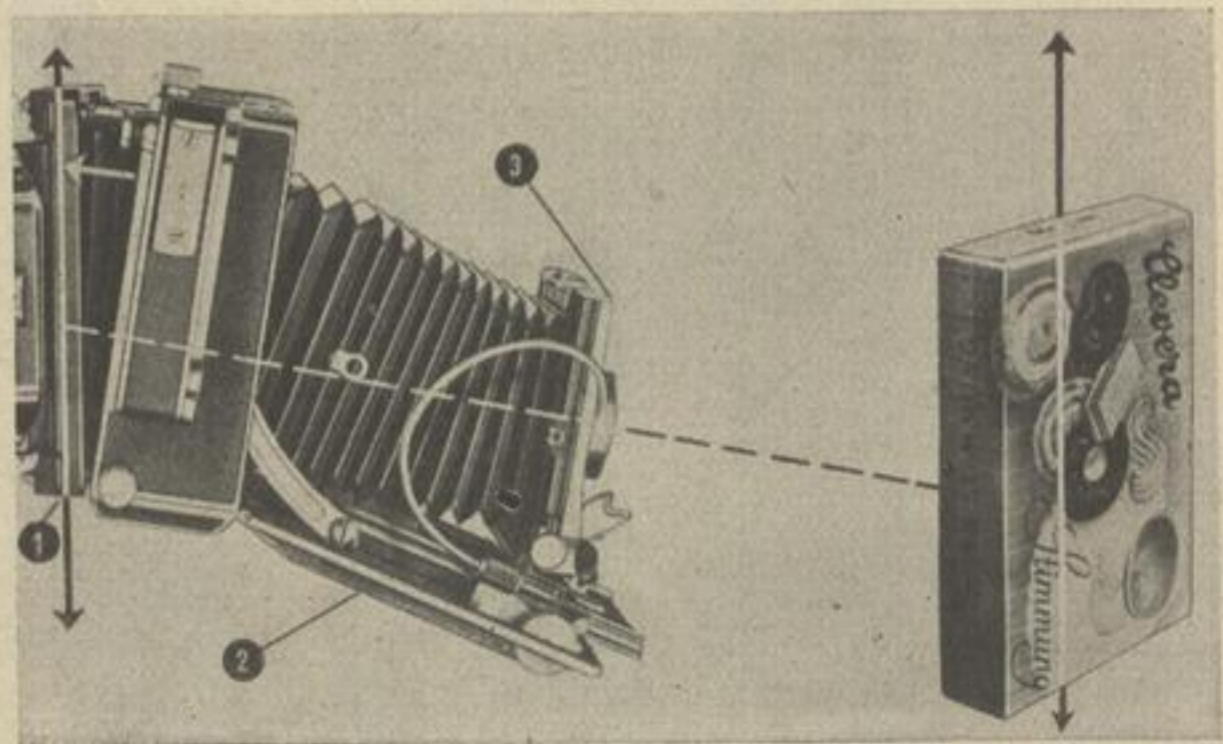


Bild 272. Senkrechte Kanten durch  
Ausschwenken des Kamerarückteils  
in senkrechte Stellung (1) bei her-  
abgeklapptem Laufboden (2) und  
zurückgeneigter Standarte (3)



### 3. Das Werbefoto in der Obersicht

Häufig muß man beim Werbefoto schräg nach unten fotografieren, damit das Bild nicht nur die Seitenansicht des Objekts zeigt, sondern auch die Aufsicht auf eine Schachtel oder den Einblick in eine Packung usf. Das Hineinblicken erst zeigt den Inhalt, die Aufsicht erst das Etikett. Außerdem bewirkt der Blick von oben Plastik und Raumfüllung (Bild 274).

Bei reiner Vordersicht erscheint zum Beispiel ein Gefäß flach, unperspektivisch, unräumlich (Bild 271a). Neigt man den Vorderteil des Apparats mit dem Objektiv, so sieht man in das Gefäß hinein. Es entsteht ein räumliches, plastisches, aber zugleich verzerrtes Bild des Gegenstandes, denn die senkrechten Linien weichen auseinander. Der Gegenstand scheint im Bild auseinanderzufallen (Bilder 271b und 273).

Auch in diesem Falle können wir das Bild bei der Aufnahme entzerren; wir klappen den Laufboden herunter (Bild 268). Hierdurch wird die Neigung des Apparats auf ein Minimum beschränkt. Durch Rückwärtsneigen der Standarte wird die Ein-

stellungsschärfe verbessert. Durch Ausschwenken und Senkrechtstellen der Mattscheibe und damit der Aufnahmeebene werden die senkrechten Kanten des Objekts auf dem Bild senkrecht wiedergegeben (Bilder 272 und 274).



Bild 273. Fehlerhaftes Werbefoto in der Aufsicht. Die senkrechten Kanten der Packung weichen auseinander



Bild 274. Korrektes Werbefoto in der Aufsicht bei der durch Bild 275 dargestellten Aufnahmetechnik

#### 4. Spiegelnde Flächen

Ein Wandspiegel soll fotografiert werden. Will man eine verzerrungsfreie Wiedergabe erzielen, so muß sich das Objektiv des Aufnahmeapparates gegenüber der Spiegelmitte befinden, und die optische Achse muß senkrecht auf der Spiegelfläche stehen, das heißt, die Mattscheibe muß sich parallel zur Spiegelfläche erstrecken. In dieser Stellung bildet sich aber der Aufnahmeapparat im Spiegel mit ab. Stellt man den Apparat seitlich vom Spiegel auf, so wird er nicht spiegelbildlich mit abgebildet, aber der Spiegel ist in seiner Form verzerrt. Will man ein verzerrungsfreies Bild ohne gespiegelten Apparat erhalten, so muß man den Apparat seitlich vom Spiegel aufstellen und diesen schräg aufnehmen. Man winkelt die Standarte derart ab, daß sie parallel zur Spiegelfläche steht, und winkelt den Schwenkrahmen im gleichen Sinne aus.

#### 5. Nachträgliche Entzerrung

Mit Apparaten starrer Bauart lassen sich oft stürzende oder auseinanderfallende Kanten nicht vermeiden, und es treten verschiedenartige Verzerrungen der geometrischen Formen auf (Bilder 269 und 273). Man kann sie nach dem gleichen Prinzip auch nachträglich beim Vergrößern entzerren. Man muß den Negativhalter schräg legen und das Kopierbrett in die entgegengesetzte Schräglage bringen. Bild 400 zeigt den Vergrößerungsapparat Focomat I c, der mit Entzerrungseinrichtung geliefert wird. In die Filmbühne des Beleuchtungskopfes setzt man einen allseitig schwenkbaren Negativhalter und gibt ihm eine Schräglage, die der Schräglage senkrechter Linien im Bilde entspricht. Das Kopierbrett wird auf einem Kippgelenk befestigt. Durch Schrägstellen des Negativhalters und entgegengesetztes Kippen des Kopierbrettes wird auch hier erreicht, daß sich die Gegenstandsweiten und Bildweiten des Nah- und Fernpunktes umgekehrt proportional verhalten (Bild 263). Dann verlaufen die stürzenden Linien des Negativs (Bild 404) wieder senkrecht in der Vergrößerung, und das Gesamtbild wird trotzdem scharf wiedergegeben (Bild 404). Der nachträglichen Entzerrung sind allerdings technische Grenzen gesetzt.

#### b) Die Nahaufnahme und Lupenaufnahme

Bei den Nahaufnahmen kommt es darauf an, das Objekt möglichst groß und oft dazu in einem bestimmten Abbildungsmaßstab wiederzugeben. Wir unterscheiden graduell

- die *Nahaufnahme*: Das Objekt wird noch verkleinert wiedergegeben; die Gegenstandsweite beträgt 1 m...10 cm;
- die *Lupenaufnahme* oder *Makroaufnahme*: Das Objekt wird vergrößert wiedergegeben; die Gegenstandsweite beträgt 30 cm...1 cm;
- die *Mikrofotografie*: Das Objekt wird stark vergrößert wiedergegeben; die Gegenstandsweite ist kleiner als 1 cm.

Nahaufnahmen und Lupenaufnahmen sind nicht scharf zu trennen; sie gehen kontinuierlich ineinander über. Nahaufnahmen mit Großformatapparaten setzen

das Vorhandensein eines doppelten oder dreifachen Bodenauszugs voraus. Denn mit Verkleinerung der Gegenstandsweite wird zugleich die Bildweite größer (Bild 263). Die größtmögliche Auszugsverlängerung bildet zugleich die mechanische Grenze für den Abbildungsmaßstab. Sie kann nur auf optischem Wege überschritten werden, indem man durch Vorsatzlinsen die Brennweite des Objektivs verlängert. Dann wird der Abbildungsmaßstab vergrößert. Dabei werden aber gleichzeitig die guten Abbildungseigenschaften des ausgezeichnet korrigierten Aufnahmeobjektivs verschlechtert, und die Tiefenschärfe sinkt rapid ab. Man muß beim Arbeiten mit Vorsatzlinsen stark abblenden, mindestens auf 1 : 8.

Beim Kleinbildapparat ist das Arbeiten mit Vorsatzlinsen, die die Brennweite verlängern, schwierig. Bei der sehr geringen Tiefenschärfe kommt es auf genaueste Einstellung an. Diese ist nur mit einer Mattscheibe erreichbar, beim Arbeiten mit dem Zentimetermaß hingegen nicht gewährleistet. Die Suchermaßweisung ist schließlich nicht mehr exakt auszugleichen; es treten die Parallaxenfehler gehäuft in Erscheinung. Die Blindkamera versagt für genaueste Nahaufnahmen.

Auf diesem Gebiet zeigt sich die eindeutige Überlegenheit der einäugigen Spiegelreflex, während das Arbeiten mit der zweiäugigen Spiegelreflex wieder durch die Sucherparallaxe sehr erschwert wird. Mit der einäugigen Spiegelreflex arbeitet man mit dem normalbrennweitigen Objektiv, dessen ausgezeichnete Korrektur voll erhalten bleibt. Die Auszugsverlängerung wird bei den Tubusapparaten durch Zwischenschalten von Bajonettringen und Verlängerungstuben erreicht. Mit dem Normalobjektiv von 50 mm Brennweite erzielt man mit einer Auszugsverlängerung von 50 mm den doppelten Auszug und gleiche Bildgröße zwischen Objekt und Bild.

Tabelle 55: Auszugsverlängerung und Abbildungsmaßstab

Objektiv 50 mm und Auszugsverlängerung	ergibt	Abbildungsmaßstab
50 mm	2fachen Auszug	1 : 1
100 mm	3fachen Auszug	2 : 1
150 mm	4fachen Auszug	3 : 1
200 mm	5fachen Auszug	4 : 1

Bei diesen Abbildungsmaßstäben wird auf dem 24 × 36 mm-Format der Kleinbildkamera ein Ausschnitt des Aufnahmegegenstandes in folgender Größe erfaßt:

Tabelle 56: Auszugsverlängerung und erfaßtes Objektfeld bei 50 mm Brennweite

Auszugsverlängerung	Abbildungsmaßstab	Größe des erfaßten Objektfeldes
50 mm	1 : 1	24 × 36 mm
100 mm	2 : 1	12 × 18 mm
150 mm	3 : 1	8 × 12 mm
200 mm	4 : 1	6 × 9 mm

Die Blendenzahlen des Objektivs haben zur Errechnung der Belichtungszeit bei Aufnahmen in vergrößertem Maßstab keine Gültigkeit mehr. Sie gelten, strenggenommen, nur für die Unendlichstellung des Objektivs. Die kleinen Einstellungs-differenzen beim Arbeiten mit dem Schneckengang können praktisch vernach-lässigigt werden. Beim Zwischenschalten von Verlängerungstuben aber wird der Weg des Lichts hinter dem Objektiv schon merklich verlängert. Dabei wird die Lichtintensität schwächer; sie nimmt im Quadrat der Entfernung ab, in diesem Falle im Quadrate der Auszugsverlängerung. Es gilt dann die Formel:

$$\text{Belichtungszeitverlängerung} = \left( \frac{\text{Bildweite}}{\text{Brennweite}} \right)^2$$

Bei einer Auszugsverlängerung um 100 mm zum Beispiel beträgt die Belichtungszeit-verlängerung gegenüber einer Normalaufnahme unter gleichen Lichtverhältnissen

$$\left( \frac{150}{50} \right)^2 = 3^2 = 3 \cdot 3 = 9$$

Bei 3fachem Auszug müssen wir also  $3 \cdot 3 = 9$  mal länger belichten.

Tabelle 57: Auszugsverlängerung und Belichtungsfaktor bei 50 mm Brennweite

Auszugsverlängerung	Abbildungsmaßstab	Belichtungszeitfaktor (= Verlängerung der Normalbelichtungszeit)
50 mm	1 : 1	4
100 mm	2 : 1	9
150 mm	3 : 1	16
200 mm	4 : 1	25
Faustregel: Belichtungsfaktor = $\frac{1}{10}$ der Auszugsverlängerung		

Bei Aufnahmen in vergrößertem Maßstab multipliziert man also stets die nor-malerweise erforderliche Belichtungszeit mit dem entsprechenden Belichtungs-zeitfaktor.

Arbeitet man mit Spezialobjektiven bei der Verwendung von Verlängerungstuben, so ergeben sich folgende Beziehungen:

Bei *Weitwinkelobjektiven* ist die Bildweite kürzer. Man erreicht mit den gleichen Verlängerungstuben ein größeres Abbildungsverhältnis.

Tabelle 58: Auszugsverlängerung, Abbildungsmaßstab und Belichtungszeitfaktor bei Weitwinkelobjektiven der Brennweite 35 mm

Auszugsverlängerung	Abbildungsmaßstab	Belichtungszeitfaktor
50 mm	1,4 : 1	6
100 mm	2,9 : 1	15
150 mm	4,3 : 1	28
200 mm	5,7 : 1	45

Bei *langen Brennweiten* ist die Bildweite länger. Man erreicht daher mit den gleichen Verlängerungstuben nur eine geringere Vergrößerung.

Tabelle 59: Auszugsverlängerung, Abbildungsmaßstab und Belichtungszeitfaktor bei längeren Brennweiten

Auszugsverlängerung	Abbildungsmaßstab	Belichtungszeitfaktor
1. Objektivbrennweite 58 mm		
50 mm	0,9 : 1	4
100 mm	1,7 : 1	8
150 mm	2,6 : 1	13
200 mm	3,4 : 1	20
Faustregel: Belichtungszeitfaktor = $\frac{1}{10}$ der Auszugsverlängerung		
2. Objektivbrennweite 135 mm		
50 mm	0,4 : 1	2
100 mm	0,7 : 1	3
150 mm	1,1 : 1	5
200 mm	1,5 : 1	6

Überschreitet man bei der Aufnahme die 3fache Auszugsverlängerung, so werden die Bildecken in zunehmendem Maße vignettiert, und zwar ganz besonders bei gleichzeitiger Verkleinerung der Blendenöffnung. Man kann dieser Tatsache Rechnung tragen, indem man für die Vergrößerung nur das mittlere Kreisfeld ausnutzt und auf die Bildecken verzichtet.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Aufnahmeobjektive für große Gegenstandsweite und kleine Bildweite berechnet und korrigiert sind. Bei Aufnahmen in vergrößertem Maßstab kehren sich diese Verhältnisse um. Wir arbeiten dann mit kleiner Gegenstandsweite und größerer Bildweite. Bei Nahaufnahmen mit einem Vergrößerungsverhältnis über 2 : 1 ist es daher zu empfehlen, die Aufnahmeobjektive umzukehren und mit der Hinterlinse dem Objekt zuzuwenden. Mit Hilfe eines Objektivumschraubbrings schraubt man also das Objektiv verkehrt herum in den Apparat. Dann kann man für die Feineinstellung nicht mehr den Schneckengang verwenden, sondern muß diese durch Veränderung des Kamerastandorts oder durch kleinste Lageveränderungen des Objekts durchführen.

Für 5fache und noch stärkere Vergrößerungen verwendet man am besten Spezialobjektive, wie zum Beispiel Zeiss-Mikrotare. Diese werden bei der Aufnahme nicht umgekehrt. Auch sie haben keine Schneckengangeinstellung, sondern die Feineinstellung wird in der oben beschriebenen Art vollzogen.

Tabelle 60: Die Mikrotare

Mikrotar	liefert einen Abbildungsmaßstab von	Durchmesser des abgebildeten Objektfeldes
30 mm	3 : 1	15 mm
20 mm	5 : 1	7 mm
10 mm	10 : 1	3,5 mm

Häufig muß man bei gefordertem Abbildungsmaßstab vorausberechnen, welche Auszugsverlängerung zur Aufnahme notwendig ist. Das geschieht nach der Formel

$$\text{Abbildungsmaßstab} = \frac{\text{Abbildungsgröße}}{\text{natürliche Größe}} = \frac{\text{Auszugsverlängerung}}{\text{Brennweite}}$$

Will man zum Beispiel beim Arbeiten mit Normalbrennweite 50 mm eine Verkleinerung eines Gegenstands von 20 mm Länge auf die Hälfte erzielen, so ergibt das folgenden Rechenansatz:

$$\frac{10 \text{ mm (Abbildungsgröße)}}{20 \text{ mm (natürliche Größe)}} = \frac{x \text{ (gesuchte Größe)}}{50 \text{ mm (Brennweite)}}; \quad x = \frac{10 \cdot 50}{20} = \frac{500}{20} = 25 \text{ mm}$$

Bei Unendlichstellung des Objektivs muß man also 25 mm Verlängerungstuben zwischenschalten; der Belichtungsfaktor beträgt dann 2,3.

Soll ein Objekt von der Längenausdehnung 6 mm,  $2\frac{1}{2}$  fach vergrößert, dargestellt werden, so gilt die Beziehung

$$\frac{15}{6} = \frac{x}{50}; \quad x = \frac{50 \cdot 15}{6} = 125$$

Bei Unendlichstellung des Objektivs schaltet man 125 mm Verlängerungstuben dazwischen und belichtet etwa mit der 12,5fachen Belichtungszeit.

Eine kurze Berechnung erspart langwieriges Ausprobieren der richtigen Tuben- und Ringkombination und ebenso das umständliche Nachmessen auf der Mattscheibe. Bei der Anwendung von Zwischenringen muß man sich also im voraus klar sein

1. über den Vergrößerungsmaßstab der einzelnen Ringkombinationen,
2. über das bei den einzelnen Vergrößerungsstufen erfaßte Bildfeld.



In der Praxis sind dann nicht nur sprunghafte Veränderungen des Vergrößerungsmaßstabs möglich, sondern es ergeben sich durch die Feineinstellung mit dem Objektivschneckengang auch alle Zwischenwerte.

Außer den Zwischentuben gibt es auch *kontinuierliche Geräte* für die verschiedensten Vergrößerungsmaßstäbe, wie z. B. das Naheinstellgerät zur Praktina (Bild 275) und das Vielzweckgerät zur Exakta Varex (Bilder 288...291). Durch beide Geräte wird die zierliche Kleinbildkamera wieder zu einem Balgenapparat erweitert. Man setzt das Hinterende des Lederbalgens in die Bajonettverriegelung des Kameragehäuses, und den Bajonetting des Vorderendes verbindet man mit dem Objektiv.

Bild 275. Balgen-Naheinstellgerät zur Praktina. Zur Erhöhung der Einstellgenauigkeit dient die auf das Kameragehäuse gesteckte Einstellupe

Beim Vielzweckgerät kann man den Lederbalgen auf einen Einstellschlitten setzen, der alle weiteren Arbeiten mechanisiert. Er läßt sich zur horizontalen Arbeitsweise (Bild 290) auf einem Stativ und zur vertikalen Arbeitsweise auf einer verlängerungsfähigen Metallsäule befestigen, deren Säulenfuß auf einem Grundbrett fest montiert ist (Bilder 289 a und b).

Der Bereich der Makroaufnahmen zeigt uns die Dinge unserer Umgebung in völlig ungewohnten Formen. Die Großdarstellung im Ausschnitt ist oft von so verblüffender Wirkung, daß wir die Gegenstände zunächst nicht wiedererkennen. Denn unsere Augen sind gewöhnt, die Dinge ganzheitlich zu erfassen, ohne auf die besonderen Formen im einzelnen einzugehen.

Die horizontale Arbeitsweise dient vorwiegend für medizinische Spezialaufnahmen (Kolpofot, Bild 280; endoskopische Fotografie, Bild 281), für Aufnahmen kleiner Objekte mit Effektlicht, für Reproduktionen großer Vorlagen und zur Herstellung von Diapositiven nach Schwarz-Weiß- und Farbfilm (Bild 291). Die vertikale Arbeitsweise dient vorwiegend zum Fotografieren kleinster Objekte in der Aufsicht oder (unter Verwendung eines Durchleuchtungskastens; Bild 287) in der Durchsicht, ferner ganz überwiegend zum Reproduzieren und für die Mikrofotografie (Bild 276).

### c) Die Mikrofotografie

Von der Lupenaufnahme (Makroaufnahme) zur Mikroaufnahme ist nur ein kurzer Schritt. Bei der Makrofotografie entwirft das fotografische Objektiv das Bild auf dem Negativ. Bei der Mikrofotografie wird das Bild aber vom Okular des Mikroskops entworfen. Nicht jedes Okular ist hierzu gleich gut geeignet. Man verwendet daher am besten ein gut durchkorrigiertes Spezialokular.

Die Kamera wird häufig unmittelbar dem Mikroskop aufgesetzt (Bild 276). Dann muß bei Blindapparaten ein Spiegelreflexansatz zwischengeschaltet werden. Man kann den Apparat aber auch an das Vielzweckgerät montieren; er ist dann selbständig vom Mikroskop, und es können sich keine Erschütterungen übertragen, die bei der sehr starken Vergrößerung auch entsprechend groß auf dem Bild ausfallen würden. Der Okularteil des Mikroskops trägt dann eine Lichtabschlußmanschette, in die der Vorderteil des Apparats lose hineinragt. Die Feineinstellung des Mikroskops wird hierbei in keiner Weise behindert. Wichtig ist in jedem Falle vollkommen erschütterungsfreie Aufstellung der Geräte, da selbst leiseste Vibrationen die Aufnahme verderben können.

Bei der Scharfeinstellung ist zu beachten, daß die Tiefenschärfe nicht mehr fotografische Größenordnungen aufweist, sondern nur noch Bruchteile eines Millimeters beträgt. Man kann also bei stärkeren Vergrößerungen nicht mehr das Objekt, sondern nur noch eine bestimmte Schicht des Objekts scharf einstellen. Die Tiefenschärfezone läßt sich auch durch Abblenden nicht erheblich ausweiten. Vor allem achte man darauf, daß das Abblenden nie zu weit getrieben werden darf (s. S. 79!), da sonst durch Beugungserscheinungen das Auflösungsvermögen verschlechtert wird. Eine Mikrofotografie setzt aber ein erstklassiges Auflösungsvermögen voraus, da sonst keine Einzelheiten auf dem Bild zu erkennen sind.

Wesentlich für mikrofotografische Arbeiten ist eine gleichbleibende Lichtquelle, so daß man nach einigen Probeaufnahmen Vergleichsmöglichkeiten hat und die erforderlichen Belichtungszeiten angenähert abschätzen kann. Besonders bewährt

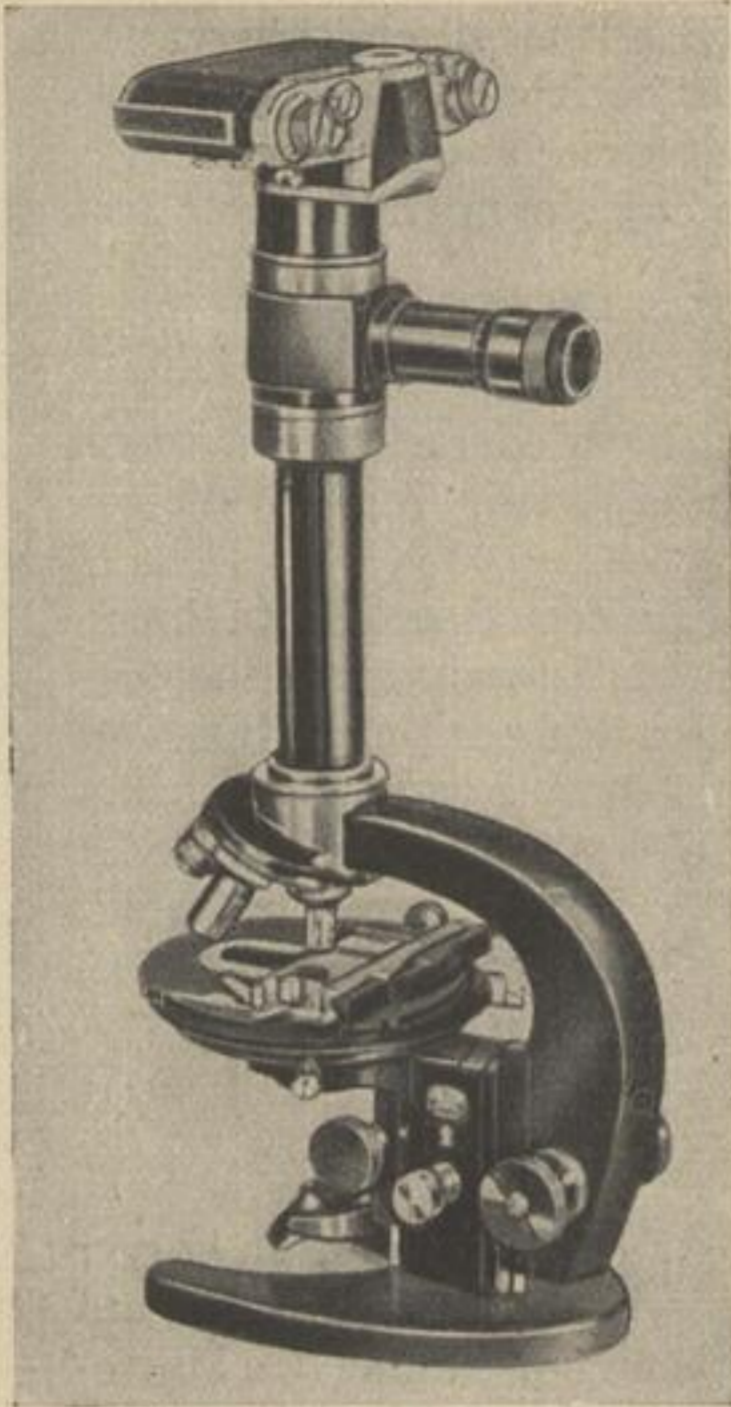


Bild 276. Verbindung der Contax D mit dem Mikroskop mit Hilfe eines Spiegelreflexansatzes

haben sich die Zeiss-Mikroskopierleuchten D und E, die erstere nur für Durchleuchtung, die letztere für Durchlicht und Auflicht. Beide sitzen auf T-Schienen, die fest mit dem Mikroskopstativ verbunden werden, so daß die Entfernung vom Beleuchtungsspiegel konstant bleibt. Das Modell E sitzt außerdem auf einem kleinen Säulenstativ, das eine Höhenverstellung der Leuchte zuläßt. Für die Mikrofotografie können keine allgemeingültigen Belichtungszeiten angegeben werden. Auch die Belichtungsmesser geben keine zuverlässigen Resultate, da sie ein größeres Meßfeld aufweisen, als das wirksame Bildfeld des Mikroskops beträgt. Es bleibt nur die Möglichkeit von Probeaufnahmen, deren Belichtungszeiten man im Verhältnis 1 : 4 : 8 : 16 : 32 oder aber im Verhältnis 1 : 6 : 12 : 24 : 48 variiert. Die Bilder 277 und 278 sind Beispiele einwandfreier mikroskopischer Aufnahmen, die ein gutes Auflösungsvermögen erkennen lassen.

Zur Darstellung schnell bewegter Objekte bei sehr starken Vergrößerungen reicht die elektrische Be-

leuchtung nicht aus. Dann arbeitet man mit den Elektronenblitzgeräten. Man ordnet die Blitzröhre entweder unmittelbar unter der Irisblende des Mikroskopkondensators oder unmittelbar vor der Leuchtfeldblende der Mikroskopierlampe an. Diese lassen wir zunächst brennen. Ihr Licht strahlt durch die Blitzröhre und ermöglicht eine sachgemäße Einstellung und Beobachtung des bewegten Objekts. Die Verschlußgeschwindigkeit bei der Verwendung des Elektronenblitzers beträgt  $\frac{1}{50}$  Sekunde. Leuchtet die Mikroskopierlampe so hell, daß eine Vorausbelichtung zu befürchten ist, so dämpft man ihr Licht durch Vorschalten eines Graufilters. Ebenso kann man die Lichtfülle des Elektronenblitzers durch Graufilter dämpfen, wenn helle Objekte fotografiert werden; denn die Lichtfülle kann man nicht variieren, und ebensowenig läßt sich die Entfernung zum Objekt verändern. Beim Auslösen des X-Kontaktes klappt der Spiegel des Aufnahmeapparates nach oben. Der Schlitzverschluß wird ausgelöst. Das erste Verschlußrollo bewegt sich über das Bildfenster und hat dieses nach etwa 16 Millisekunden überquert. Nun löst der Kontakt die Blitzröhre aus, die praktisch verzögerungsfrei aufleuchtet. Wenige Millisekunden später tritt das zweite Verschlußrollo ins Bildfeld und dichtet dieses wieder ab. Mit der Lichtfülle des Elektronenblitzers und seiner hohen Blitzgeschwindigkeit können selbst schnell bewegliche Infusorien, unter anderem auch auf Farbfilm, vollkommen bewegungsscharf fotografiert werden. Bild 279 zeigt die schwierig durchzuführende Aufnahme eines einzelligen Lebewesens, das als Krankheitserreger im Blute lebt. Mit Hilfe einer geißelartigen Membran bewegt sich diese Trypanosoma Cruci rasch schlängelnd vorwärts und wechselt dabei ständig sowohl den Standort als auch die Einstellebene innerhalb der Schichtdicke



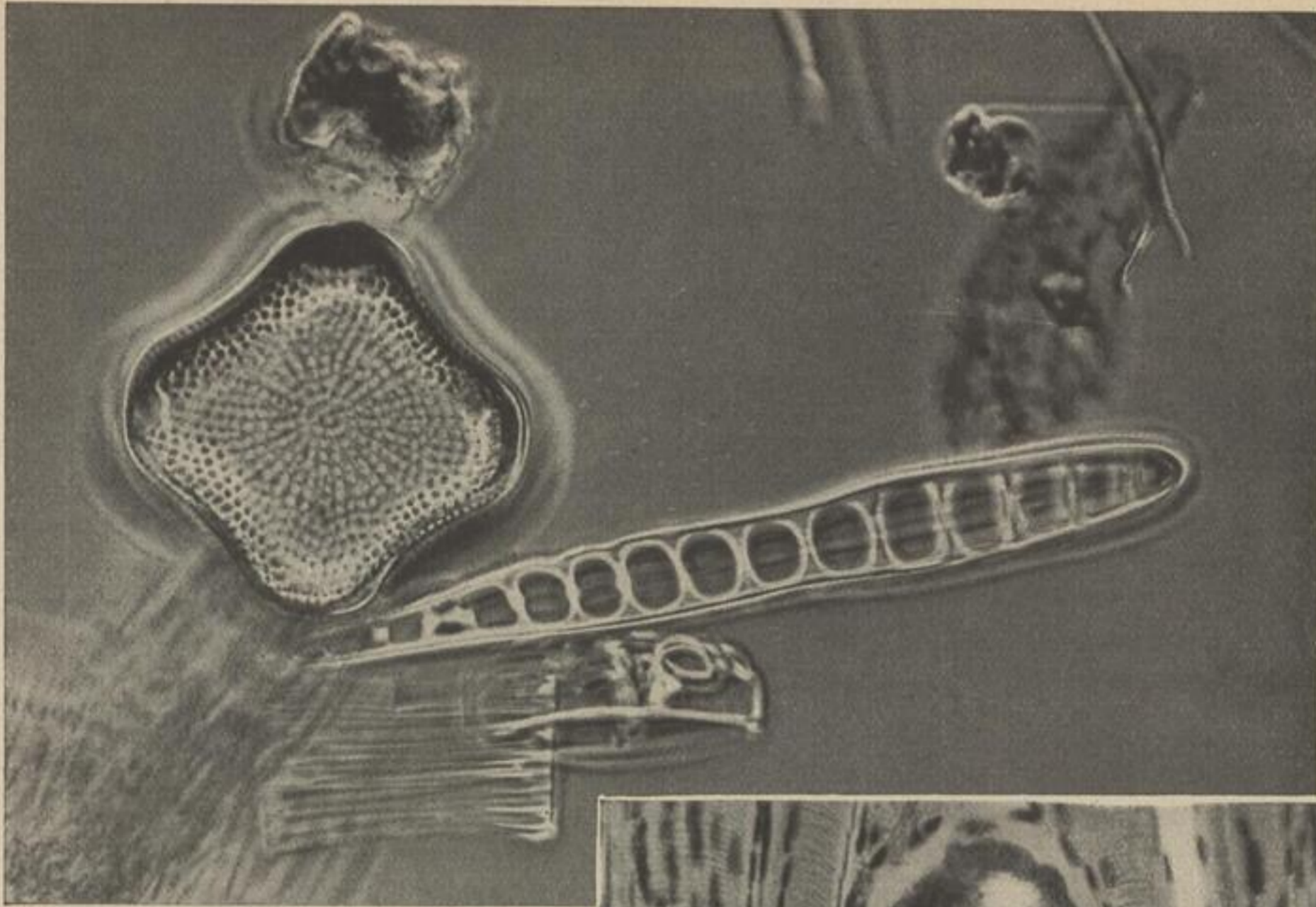


Bild 277. Diatomeen und Algen. Sehr gut ist die Feinstruktur der Diatomee wiedergegeben. Dr. med. Heinz Höring, Rochlitz; Exakta Varex; Periplan Okular 8×; 1/2 s

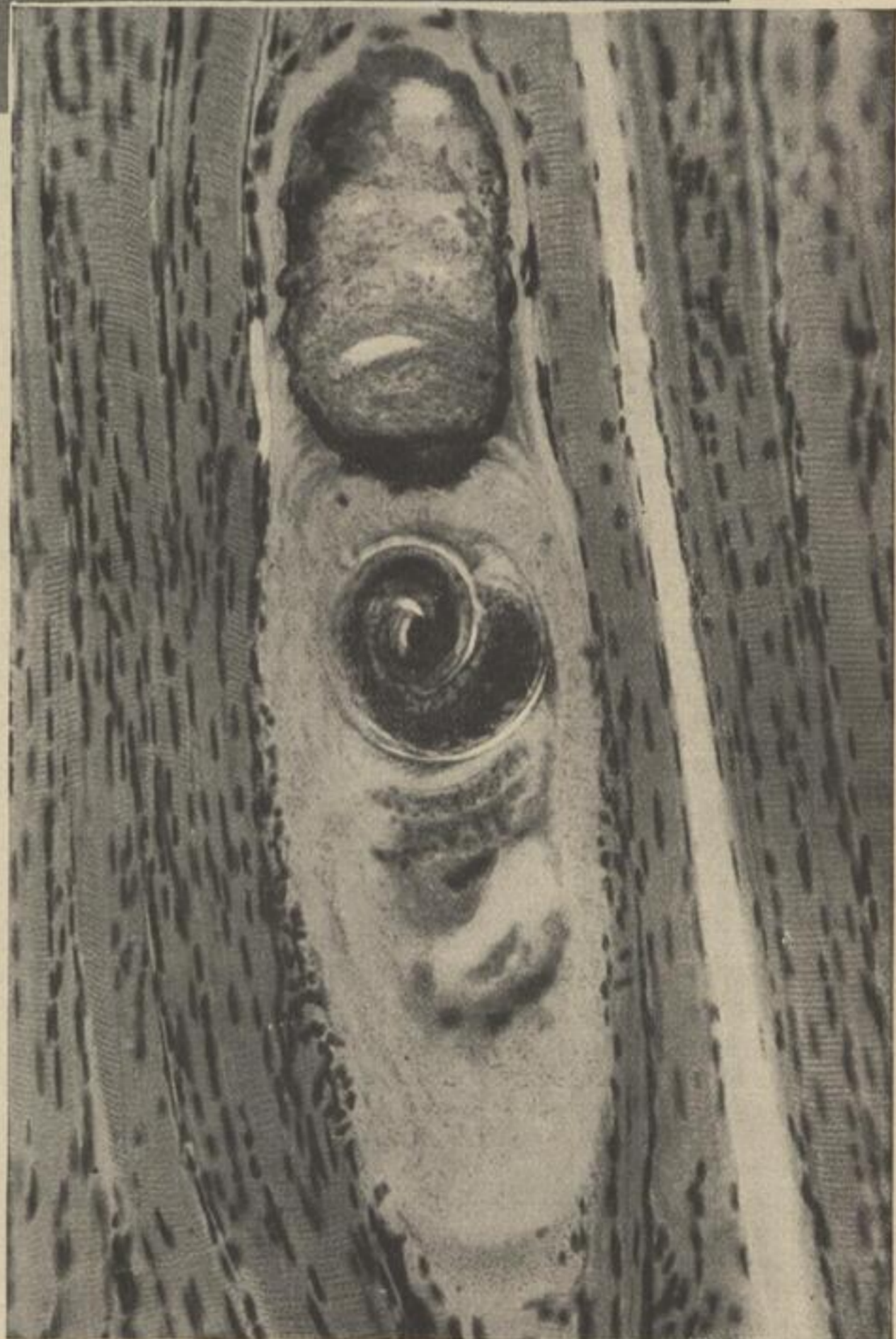


Bild 278. Trichine im Fleisch. Klar hebt sich die spirallig zusammengeringelte Trichine aus der Einkapselung hervor. Dr. med. Heinz Höring, Rochlitz; Exakta Varex; Periplan Okular 8×; 1/2 s

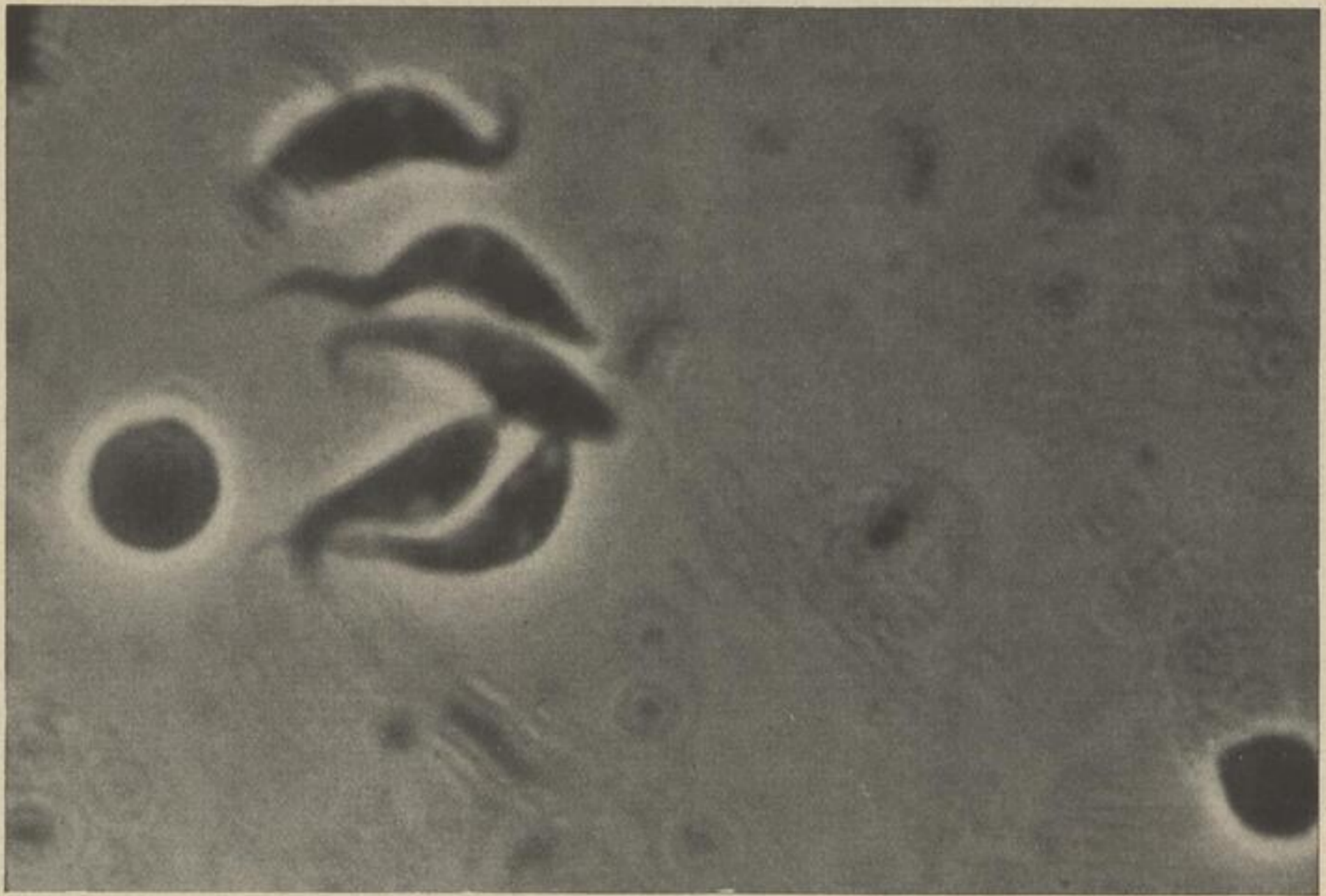


Bild 279. Trypanosoma Crucei, der Erreger der tropischen Chagaskrankheit. Diese Geißeltierchen ähneln weitgehend den Erregern der Schlafkrankheit. Aufnahme der lebenden Infusorien im Blute von Mäusen, die mit Trypanosomen infiziert wurden. Die runden schwarzen Gebilde sind rote Blutkörperchen, deren Zahl infolge der Blutverdünnung gering ist. Innerhalb der Trypanosomen sehen wir deutlich den dunklen Zellkern und die hellen Ernährungsvakuolen. Die geißelartige Membran zeigt leichte Bewegungsunschärfe. Dr. med. Hans-Lothar Kölling, Jena; Exakta Varex; Phasenkontrasteinrichtung Zeiss; Ölimmersion mit Homalen. Vergrößerung im Bild 2300fach

des mikroskopischen Präparats. Derartige Bewegungsaufnahmen können nur mit der Spiegelreflexkamera durchgeführt werden, die genaueste Beobachtung bis zum Augenblick der Aufnahme ermöglicht. Besonders wegen der starken Vergrößerung mit Ölimmersion muß die Lichtquelle genügend stark sein, um mit kurzen Momenten von  $\frac{1}{100}$  Sekunde und weniger auszukommen.

In diesem Zusammenhange sei noch erwähnt, daß Elektronenblitzer auch für Lupenaufnahmen und Reproduktionen angewendet werden können. Bei ihnen wird vorteilhaft mit einem Ringblitzer gearbeitet, dessen Blitzröhre und Reflektor um das Objektiv gelegt sind. Der Ringblitzer vermittelt eine schattenfreie Ausleuchtung des Objekts in reinem Vorderlicht.

Für die Medizin wurden Spezialarbeitsgeräte entwickelt. So kann das Vielzweckgerät zur Exakta Varex durch Zusatzeinrichtungen zu einem Kolpofot ausgebaut werden (Bild 280). Durch Ansatz eines Zystokops sind auch endoskopische Aufnahmen, zum Beispiel des Inneren der menschlichen Harnblase, möglich. In allen Fällen wird das Objekt durch kleine Lichtquellen bis zum Augenblick der Aufnahme direkt auf der Mattscheibe der Kleinbildspiegelreflex beobachtet.

Bild 280. Exakta Varex, ausgebaut zum Kolpofot für fotografische Aufnahmen von Körperhöhlen (Mund- und Rachenhöhle, Gebärmutter; Bild 283). Wichtig für die Krebsforschung

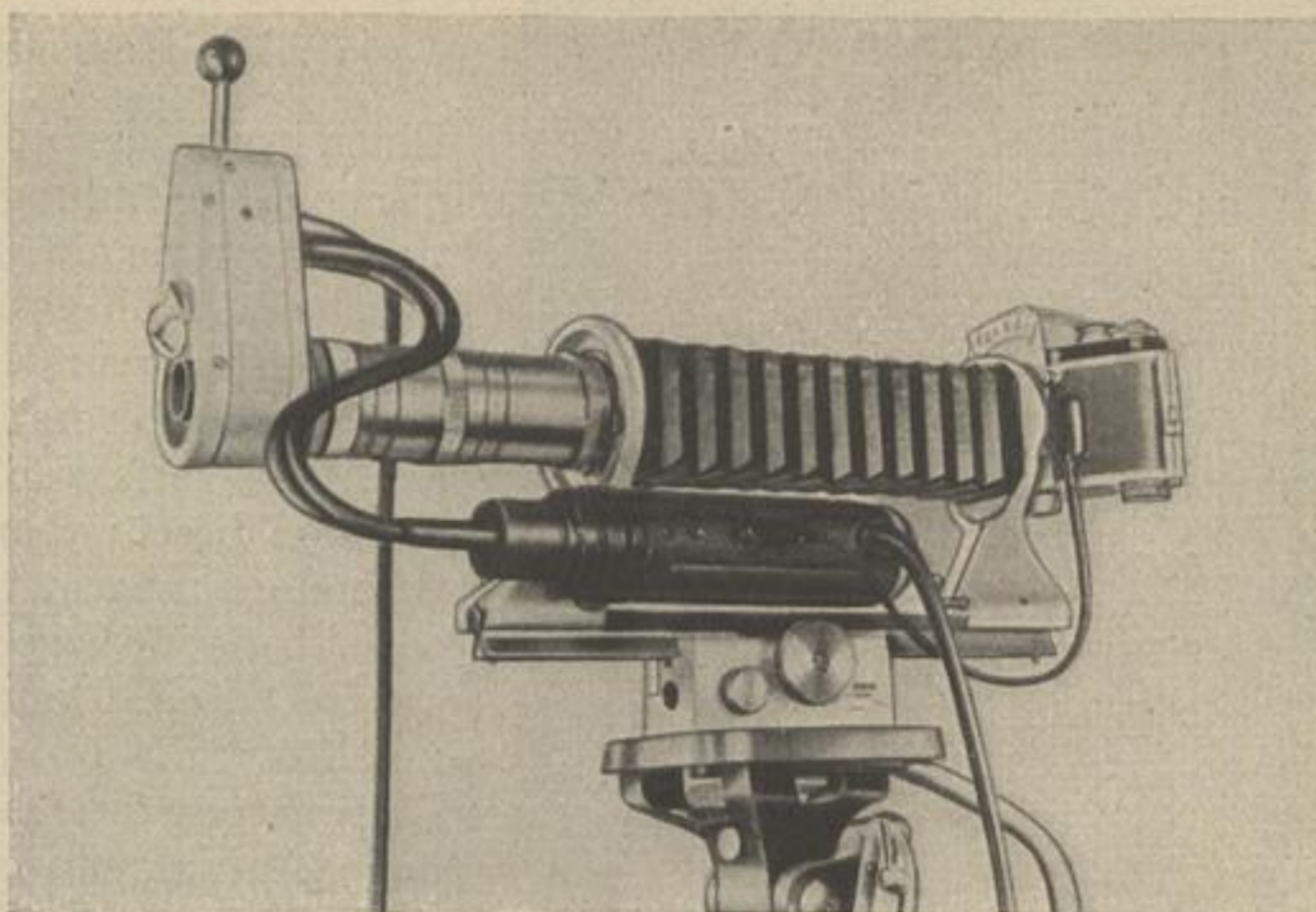


Bild 281. Exakta Varex mit Zystoskop für endoskopische Aufnahmen, z. B. im Inneren der menschlichen Harnblase

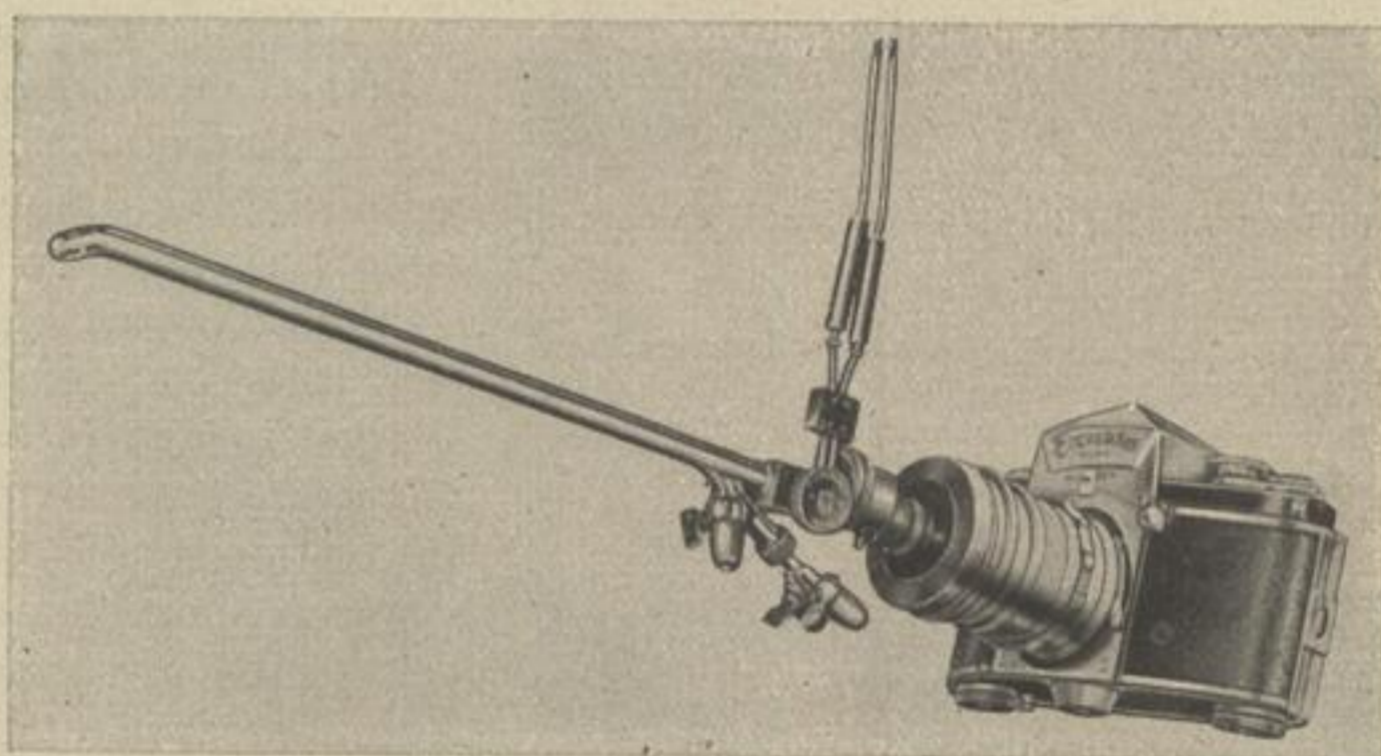


Bild 282. Karzinomatöse Bildung der Schleimhaut im Mastdarm des Menschen. Aufnahme mit Exakta Varex; Zeiss S-Tessar 6,3/120 mit Spezialfassung; Prismeneinsatz mit Klarglaslupe; Blitzgerät für 2500V; Schneckenblitz für 2500 V mit kegelförmigem Vorsatz; Gigant-Stativ mit Gigant-Schwenkkopf; Balgengerät; vorderer und hinterer Bajonettring und Tubus 30 mm; Rektoskop 10 cm lang, 20 mm Durchmesser; Stativ mit Klemme zum Befestigen des Rektoskop-Endes; Agfa-Isochrom; Blende 22. Aufgenommen in der Strahlenklinik des Krankenhauses Dresden-Johannstadt; Chefarzt Dr. Fritz





Bild 283. Alte Papillomatose des harten Gaumens; krebsverdächtig

Bild 284. Schneidezahn von vorn mit waagrechten Rissen. Exakta Varex mit Ihagee-Kolpofot; Blitzer N 150; Agfa-Fluorapidfilm; Blende 45; synchronisiert mit  $\frac{1}{50}$  s; Belichtungszeit = Blitzdauer =  $\frac{1}{500}$  s



#### d) Die Reproduktionsfotografie

Einen besonders breiten Raum in der technischen Anwendung nimmt die Reproduktionsfotografie ein. Dabei müssen wir unterscheiden, ob es sich um gelegentliche Arbeiten oder um laufende Reproduktionen handelt. Im ersteren Falle arbeitet man nach den Verfahren, die bei den Nahaufnahmen beschrieben sind. Man setzt den Aufnahmeapparat auf ein Stativ und zweckt die Vorlage auf ein Reißbrett oder an die Wand. Dann stellt man scharf ein und führt die Aufnahme bei zweiseitiger Beleuchtung des Objekts durch. Gelegentliche Aufnahmen erfordern einen hohen Zeitaufwand. Werden häufig Reproduktionsarbeiten durchgeführt, müssen wir den Arbeitsgang mechanisieren, und die Arbeit ist mit wenigen Handgriffen getan. Große Reproduktionen werden in waagrechtlicher Anordnung fotografiert. Man zweckt sie an eine Wand, ein Reißbrett oder eine Stecktafel. Dabei sticht man Reißstifte von den Seiten her in spitzem Winkel in den Rand der Vorlage ein, damit keine Schatten auf diese fallen.

In den meisten Fällen handelt es sich um mittlere oder kleine Vorlagen. Dann arbeitet man in vertikaler Anordnung. Den Aufnahmeapparat befestigt man entweder behelfsweise an der Tragsäule eines Vergrößerungsapparats, nachdem man vorher den Beleuchtungskopf abgenommen hat. Die Vorlage liegt dann auf dem Grundbrett. Bei größeren Vorlagen stellt man das Grundbrett derart auf den Tisch, daß die Säule unmittelbar an der Tischkante aufragt, schwenkt den Apparat um  $180^\circ$  aus und legt die Vorlage auf den Fußboden.

Oder man arbeitet an einem Reproduktionsgerät oder am Vielzweckgerät der Exakta Varex. Dann befindet sich die Kamera in starrer Anordnung stets in der richtigen Lage zum Grundbrett, und der Reproduktionsvorgang ist weitgehend mechanisiert.



Bild 285. Pusteblume; eine Aufnahme mit Vorsatzlinse. Die Vorsatzlinse hat Telewirkung und holt das Objekt heran; gleichzeitig mildert sie die Bildschärfe und macht die Konturen weicher. Die Anwendung von Vorsatzlinsen erfordert starkes Abblenden und führt damit zwangsläufig zur Stativaufnahme. Heinz Müller-Brunke, Grassau; Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 22;  $\frac{1}{8}$  s; mit Vorsatzlinse

Für einwandfreie Reproduktionen sind folgende Bedingungen einzuhalten: Die optische Achse des Apparats muß senkrecht zur Ebene der Vorlage stehen. Der Mittelpunkt des Objektivs muß senkrecht über dem Schnittpunkt der Diagonalen stehen, die jeweils zwei gegenüberliegende Bildecken verbinden. Das Objektiv muß also genau über der Bildmitte stehen. Sonst zeigen sich im Negativ Verzeichnungen und Verzerrungen, die nur schwer und zeitraubend bei der Vergrößerung beseitigt werden können.

Die Beleuchtung darf nicht einseitig erfolgen; sie muß *möglichst gleichmäßig* sein. Man ordnet daher bei kleineren Vorlagen zwei gleiche elektrische Beleuchtungen an beiden Seiten des Grundbrettes an (Glühbirne in kleinem Reflektor), bei größeren Vorlagen hingegen vier Leuchten an den vier Ecken des Grundbrettes. Die Reflektoren müssen sehr tief angeordnet sein, damit möglichst *flaches Licht* auf die Vorlage scheint. Bei steilem Licht bilden die tiefschwarzen Flächen der Vorlagen häufig Spiegelungen im Bild, und das gilt ganz besonders auch von Glasplatten, die auf die Vorlage gedeckt sind. Die Vorlage muß vollkommen eben liegen. Man bedeckt sie mit einer starken, blanken, kratzerfreien Spiegelglasscheibe.

Ein praktisches *Reproduktionsgerät* zeigt Bild 286. Genau zentriert über der Vorlage ist die Contax D befestigt. Durch zwei allseitig verstellbare Kleinleuchten wird die Vorlage gleichmäßig ausgeleuchtet.

Ein sehr häufig verwendetes Reproduktionsgerät ist auch das *Reproduktionsgestell* zur Exakta Varex, eine Teilegruppe des *Vielzweckgeräts* (Bilder 280–290). Es zeichnet sich durch große Anpassungsfähigkeit an alle praktisch vorkommenden Aufnahmebedingungen aus. Bei *senkrechter Arbeitsweise* dient das Grundbrett mit einer Fläche von  $30 \times 30$  cm als Objektaufgabe (Bilder 289a und 289b). Es reicht für Vorlagen bis zum Format DIN A 4 ( $21 \times 29,7$  cm) aus. Die Höhe der Metallsäule wird dem Objektstand angepaßt und der Kamera-Auszug durch Zwischentuben (Bild 289b) oder durch Einsatz des Balgen-Naheinstellgeräts (Bild 289a) erzielt. Größere Vorlagen befestigt man beim Reproduzieren an der Wand und arbeitet in *waagrechter Geräteanordnung*, indem man die Kamera auf dem Einstellschlitten befestigt und diesen entweder auf den Tisch setzt oder auf ein Stativ schraubt (Bild 290). Die Anwendung dieses Geräts als Dia-Kopierer zeigt Bild 291. Für farbige und Halbtonvorlagen wählt man Orthopanfilm, für Schwarz-Weiß-Vorlagen Diapositivfilm oder Dokumentenfilm.

Bilder mit vorwiegend sehr zarten Halbtönen erfordern die Einschaltung von Kontrastfiltern, wenn die lichten Töne betont wiedergegeben werden sollen. Es sind Filter in der Gegenfarbe (Komplementärfarbe), also für gelbe und rote Halbtöne ein Blaufilter, für blaue und violette Töne ein Gelb- bzw. ein Orangefilter.

Bild 286. Reproduktionsgerät zur Contax D; VEB Zeiss Ikon, Dresden. Die Kamera ist an der Metallsäule beweglich angeordnet. Die Vorlage wird durch zwei allseitig bewegliche Kleinleuchten mit flach auftreffenden Lichtkegeln gleichmäßig ausgeleuchtet

Bild 287. Reproduktionsgerät zur Contax D als Diakopierer mit Durchleuchtungskasten

Bild 288. Vielzweckgerät zur Exakta Varex; Ihagee Kamerawerk, Dresden. Auf dem Grundbrett liegen die beiden Säulen, die auf dem Säulenfuß befestigt werden, der Haltekopf und der Einstellschlitten. Neben dem Brett sehen wir Schwenkwinkel und Balgen-Naheinstellgerät sowie Mikroskopring und Lichtschutzmanschette für Mikroaufnahmen

Bild 289a. Reproduktionsgestell des Vielzweckgeräts in senkrechter Arbeitsweise bei kleinem Objekt und kurzer Aufnahmeentfernung (Reprogerät 1 mit Balgen-Naheinstellgerät); Ihagee Kamerawerk, Dresden

Bild 289b. Dasselbe bei großem Objekt und weiter Aufnahmeentfernung (Reprogerät 2 mit Einstellschlitten und Schwenkwinkelaufsatz); Ihagee Kamerawerk, Dresden

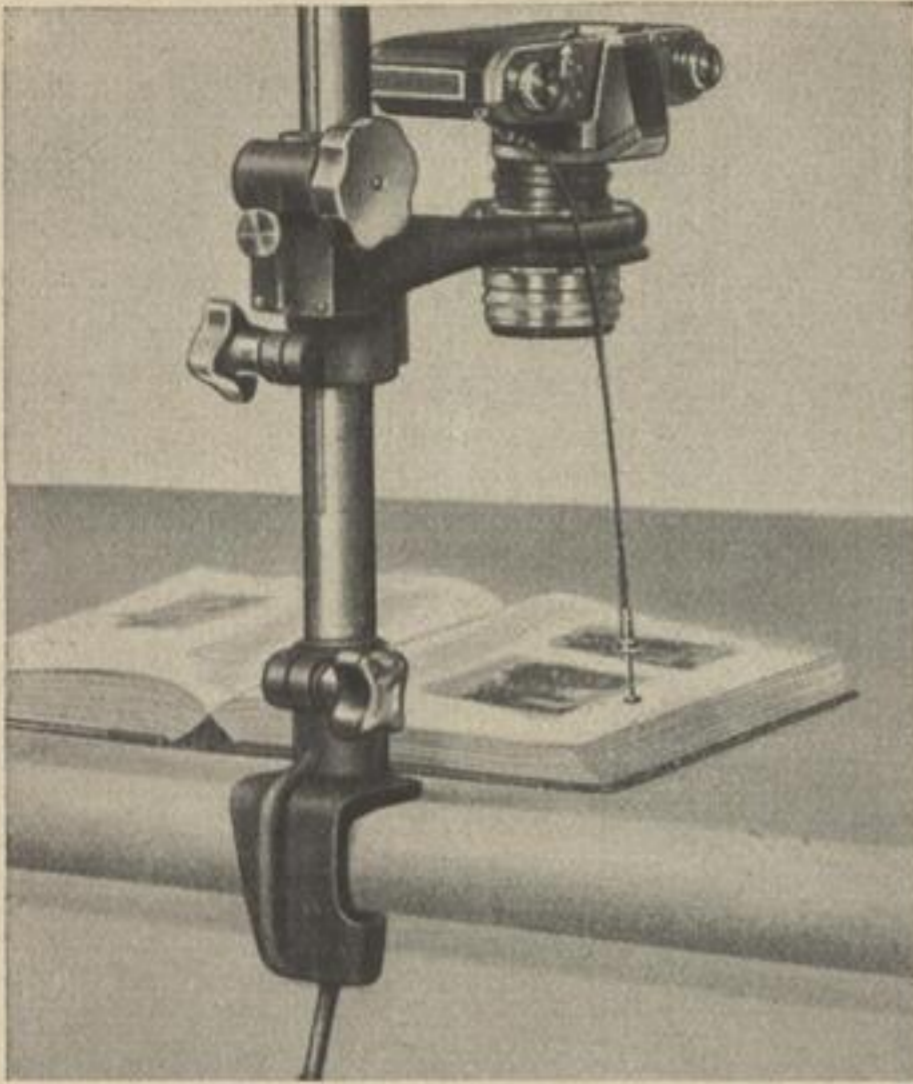


Bild 286

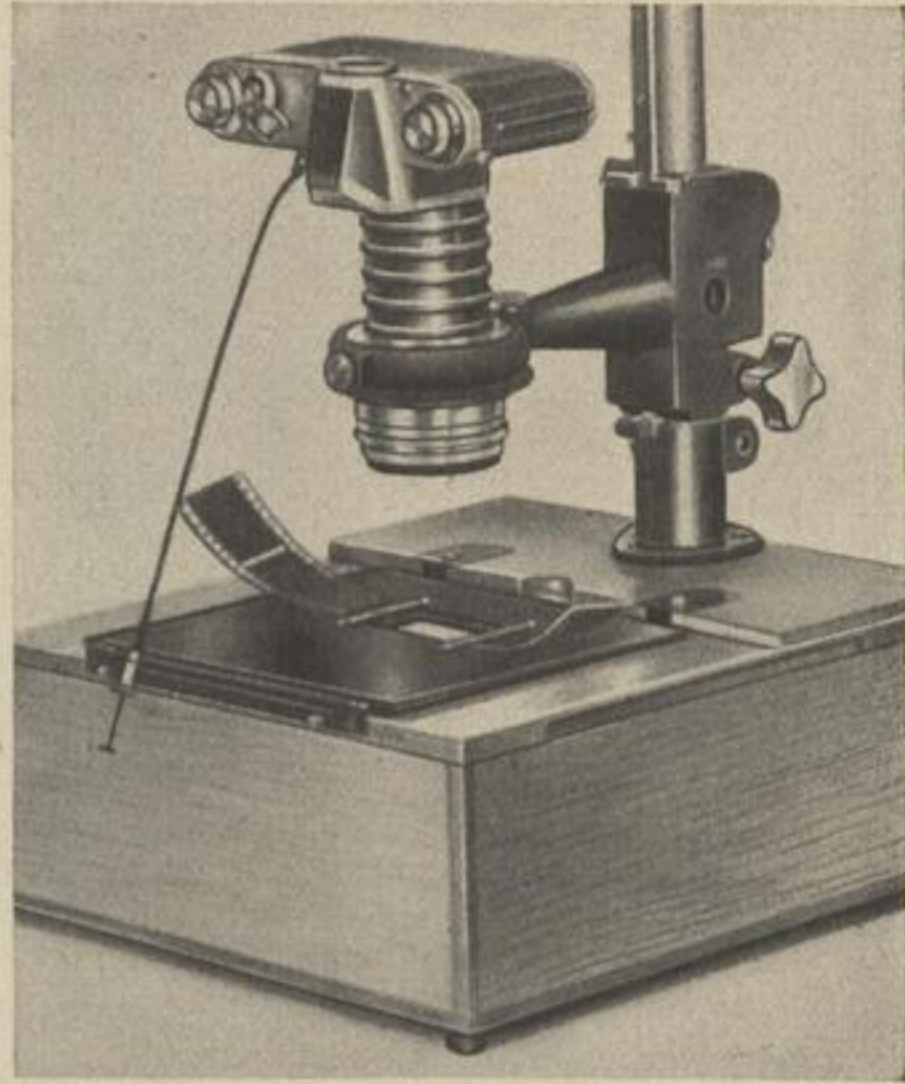


Bild 287

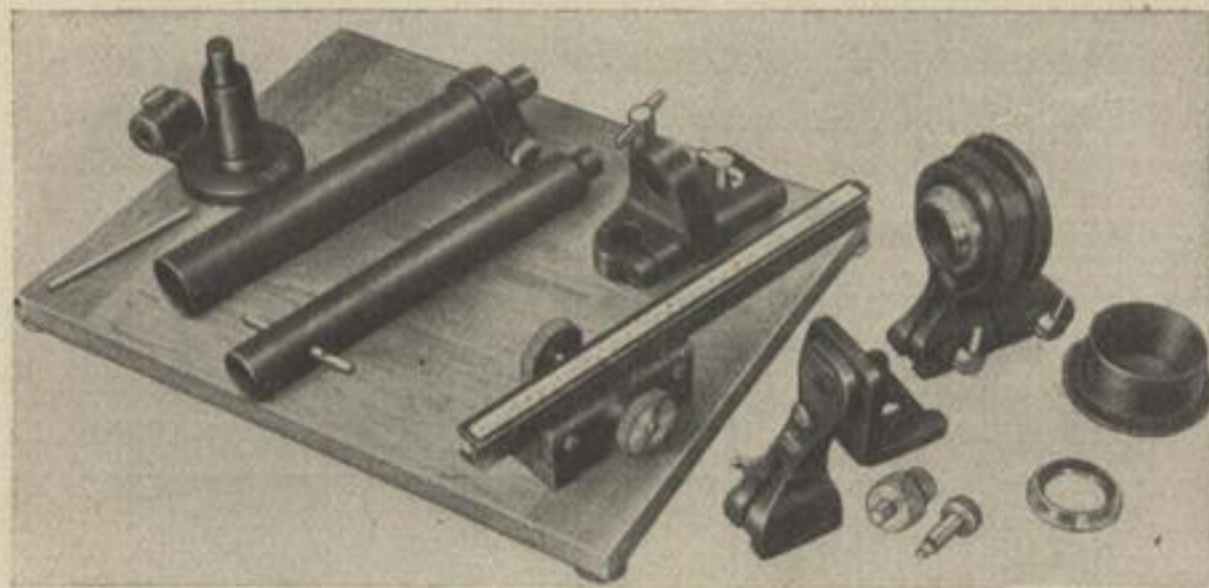


Bild 288

Bild 289 a

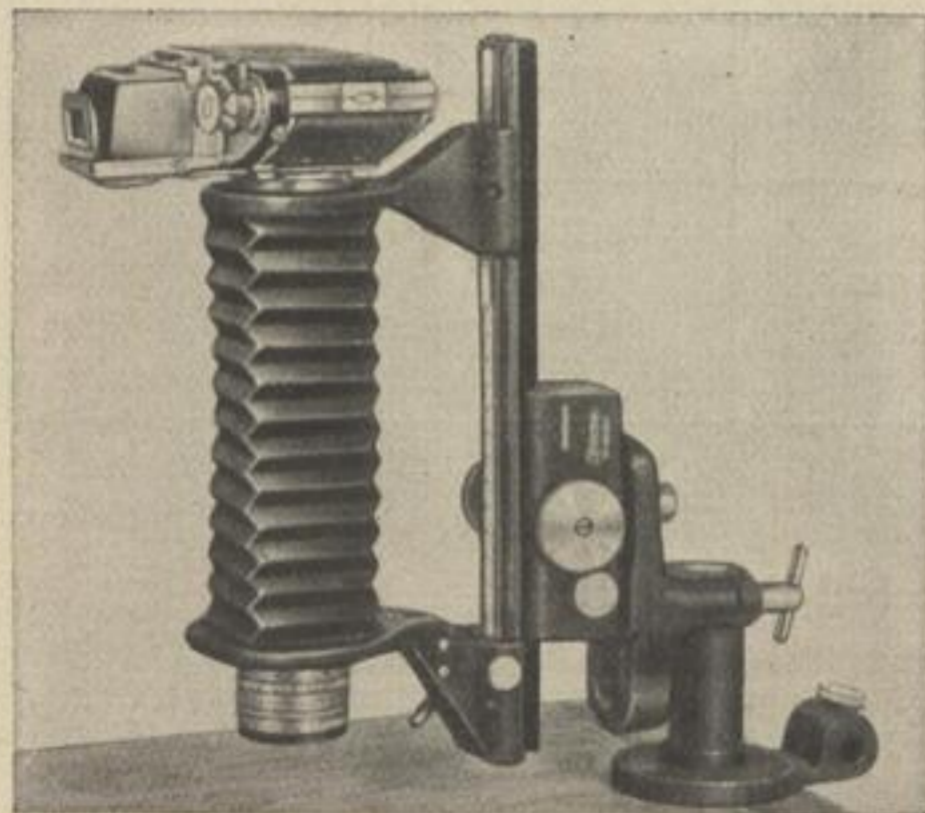
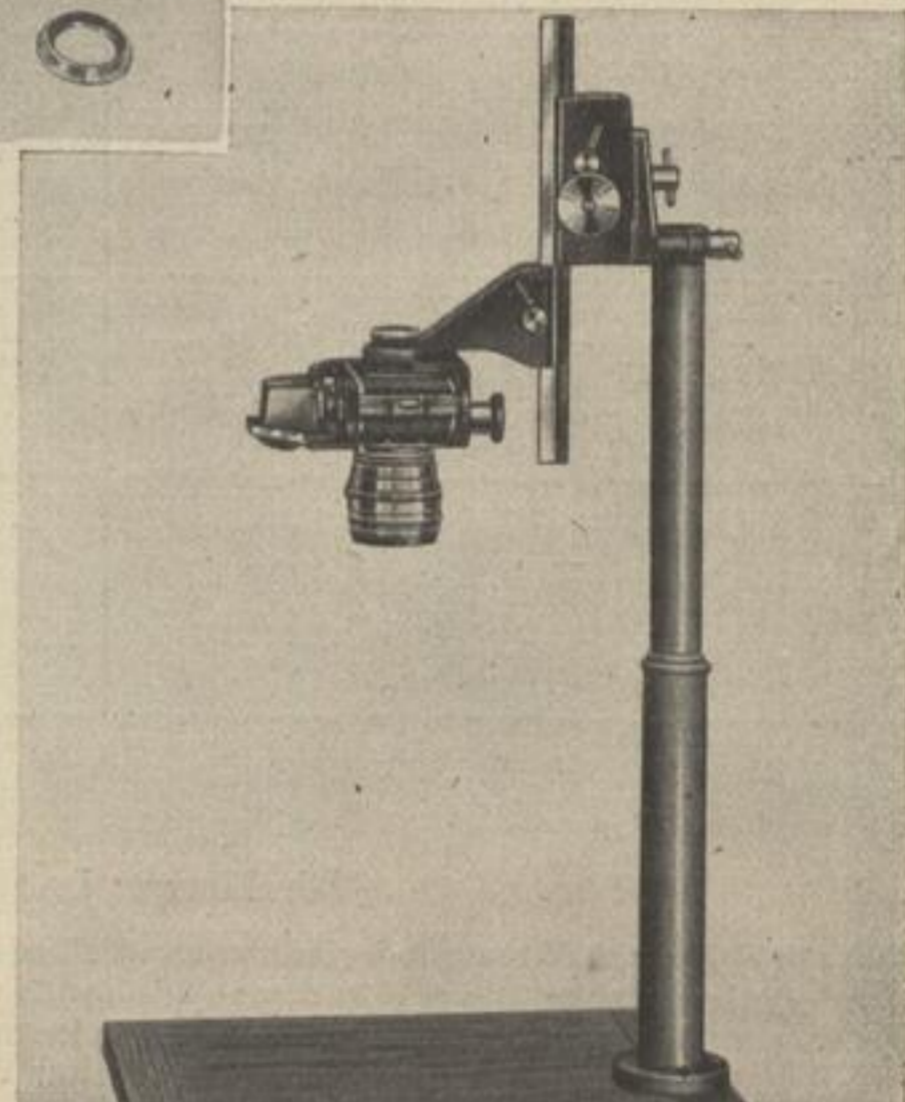


Bild 289 b



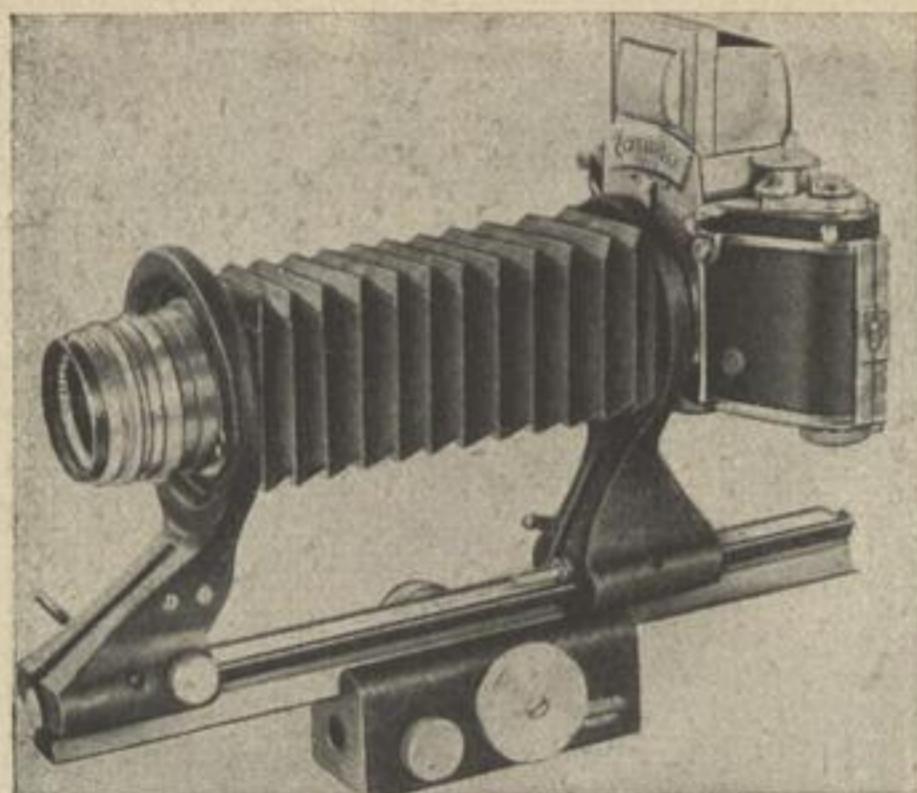


Bild 290. Reproduktionsgestell des Vielzweckgeräts in waagrechter Arbeitsweise auf einem Tisch (Exakta Varex auf Einstellschlitten bei zwischengeschaltetem Balgen) Ihagee Kamerawerk, Dresden

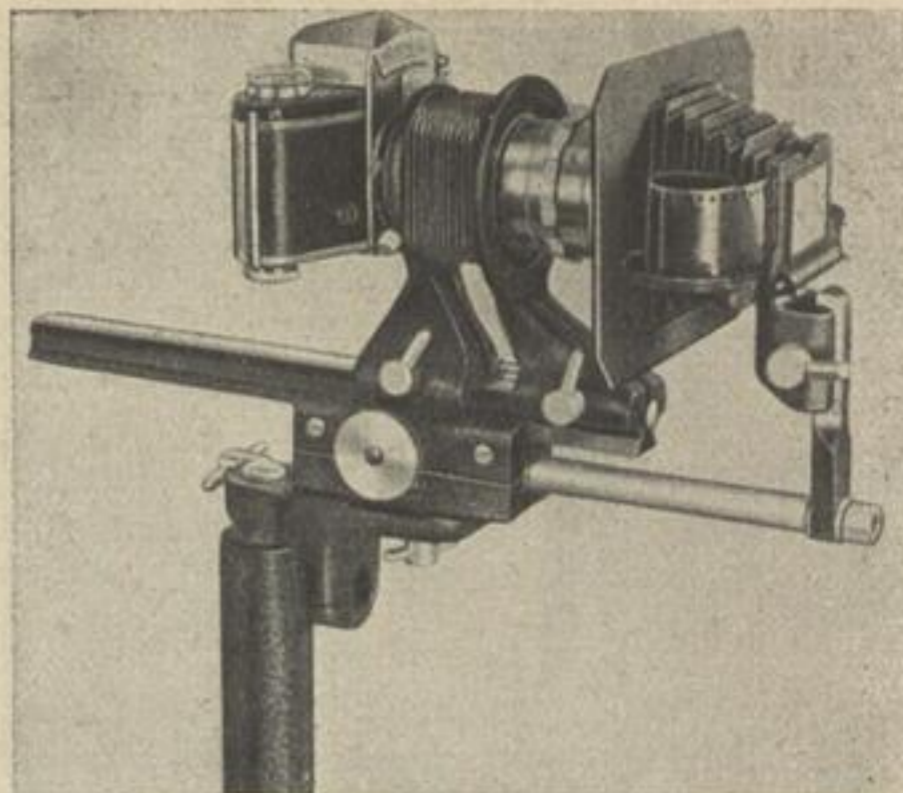


Bild 291. Vielzweckgerät als Dia-Kopierer (Exakta Varex auf Einstellschlitten mit Balgen-Neheinstellgerät und Dia-Kopiervorsatz) Ihagee Kamerawerk, Dresden

Vergilbte Fotos werden auf Diapositivfilm aufgenommen, der meist fleckenlose Positive liefert, die brillanter als die Vorlage sind.

Diapositivfilm und Dokumentenfilm müssen kräftig entwickelt werden, und zwar am besten mit einem Rapidentwickler (Metol-Hydrochinon).

Die Reproduktionen erfordern je nach ihren Ausmaßen folgende Auszugsverlängerung beim Arbeiten mit Kleinbildspiegelreflex und einem Objektiv von 50 mm Brennweite:

Tabelle 61: Größe der Vorlage und Reproduktionsbedingungen

Format der Vorlage	Erforderliche Auszugsverlängerung	Gegenstandsweite	Belichtungszeitfaktor (Verlängerung)
DIN A 0 84,1 × 118,9 cm	keine	189 cm	1
DIN A 1 59,4 × 84,1 cm	keine	141 cm	1
DIN A 2 42,0 × 59,4 cm	keine	103 cm	1
DIN A 3 29,7 × 42,0 cm	keine	72 cm	1
DIN A 4 21,0 × 29,7 cm	5 mm	52 cm	1,2
DIN A 5 14,8 × 21,0 cm	5 mm	39 cm	1,4
DIN A 6 10,5 × 14,8 cm	10 mm	29 cm	1,6
DIN A 7 7,4 × 10,5 cm	15 mm	21,5 cm	1,7
DIN A 8 5,2 × 7,4 cm	20 mm	16,5 cm	2,0
DIN A 9 3,7 × 5,2 cm	25 mm	13 cm	2,6
DIN A 10 2,6 × 3,7 cm	40 mm	11 cm	3,3

### Ein Morgen im Ostseebad Heringsdorf

Fot.: Curt Zerbach, Wernigerode; Meisterkorelle; Tessar 1:2,8; Blende 1:11,  $\frac{1}{50}$  s; Agfa Isopan-Film, 17/10 DIN; Final-Tankentwickler. Das nebenstehende Bild wurde vom VEB Turaphot, Wernigerode/Harz, auf dessen Original-Fotokarton Wittebrom normal, weiß glänzend, kartonstark, WN 111, vergrößert und für die 3. Auflage dieses Buches zur Verfügung gestellt.







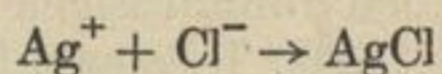
# DIE CHEMISCHEN GESETZE DER FOTOGRAFIE

## VII. Die lichtempfindliche Schicht

### 1. Lichtempfindliche Salze

Das fotografische Objektiv entwirft das Bild der Umgebung in einem dunklen Raum, dem fotografischen Apparat, auf einer Fläche, der *Mattscheibenebene* oder *Bildebene*. Das ist ein rein physikalischer Projektionsvorgang, der nur so lange andauert, wie das Licht tatsächlich einstrahlt. Zweite Aufgabe des fotografischen Prozesses ist es nun, den Lichteindruck festzuhalten, zu einem bleibenden Bild umzuformen. Hierzu benutzt man Substanzen, die durch einstrahlende Lichtenergie chemisch verändert, umgeformt werden. Für diese Aufgabe eignen sich in der Praxis besonders die nahezu unlöslichen Silbersalze Silberchlorid AgCl, Silberbromid AgBr und Silberjodid AgJ.

An einem kleinen Versuche können wir uns von der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze überzeugen. Wir lösen geringe Mengen Silbernitrat (Höllenstein) und Natriumchlorid (Kochsalz) je in destilliertem Wasser und gießen beide Lösungen zusammen. Die erste enthält Silberionen  $\text{Ag}^+$ , die zweite Chlorionen  $\text{Cl}^-$ . Beide vereinigen sich zu Silberchlorid AgCl, das als weißer, käsiger aussehender Niederschlag ausfällt:



Wir gießen das überstehende Wasser ab, bringen den Niederschlag in ein Glaschälchen und setzen ihn dem Sonnenlicht aus. Er beginnt sich zu verfärben, läuft violett an und wird schließlich tiefschwarz. An der Unterseite, die nicht dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt ist, bleibt der Niederschlag noch weiß. Durch Abkratzen der schwarzen Deckschicht stellen wir fest, daß nur die oberste Schicht chemisch verändert wurde.

In ähnlicher Weise arbeitete man in den Anfängen fotografischer Betätigung. Man bestrich Papiere im Dunkeln mit Silberchlorid und setzte sie im fotografischen Apparat so lange dem Lichte aus, bis durch die einstrahlende Energie das Papier genügend geschwärzt war. Das Modell mußte sehr viel Ruhe und Geduld aufbringen, um eine solche fotografische »Sitzung« zu überstehen.

Die technische Entwicklung ist weitergegangen. Wir überlassen heute nicht mehr dem Licht die Arbeit der Bilderzeugung, sondern helfen nach der Belichtung mit chemischen Mitteln nach.

Chemisch ist die Schwärzung des Silbersalzes eine Rückführung auf das reine Metall Silber, das in feinstverteilterm Zustande schwarz aussieht. Diese Rückführung nennen wir *Reduktion*. Sie wird nicht nur durch Lichtenergie ausgelöst, sondern kann auch durch reduzierend wirkende Stoffe, Reduktionsmittel, veranlaßt werden.

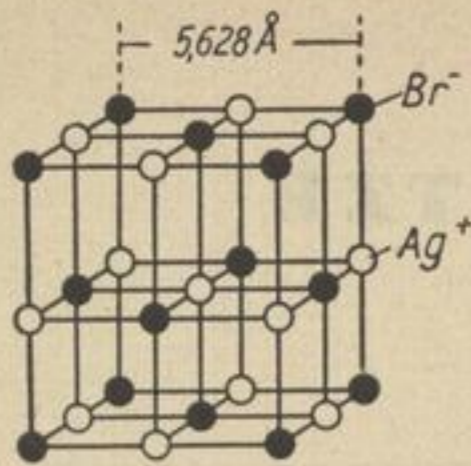


Bild 292. Kristallgitter des Silberbromids (schematisch). Jedes Silberion ( $\text{Ag}^+$ ) ist von 6 Bromionen ( $\text{Br}^-$ ), jedes Bromion von 6 Silberionen in regelmäßiger Anordnung umgeben

Starke Reduktionsmittel schwärzen alle vorhandenen Silbersalzmoleküle auch ohne vorangehende Belichtung, indem sie die Moleküle aufspalten und das metallische Silber frei machen. Dann entsteht aber kein fotografisches Bild, sondern eine einheitlich schwarze Fläche. Wir wenden daher sehr milde Reduktionsmittel an, die man als fotografische *Entwickler* bezeichnet. Sie reduzieren nur das bereits durch Lichteinwirkung vorbehandelte Silbersalz, lassen aber das unbelichtete chemisch unverändert.

Die lichtempfindlichen Silbersalze der fotografischen Schicht sind als weiße bis gelblich gefärbte mikroskopisch kleine Kristalle in einem Kolloid, zum Beispiel Gelatine, eingebettet. Zu ihrer Darstellung löst man Kaliumbromid  $\text{KBr}$  bei etwa  $60^\circ\text{C}$  in einer 2%igen Gelatinelösung. Dann löst man eine dem Kaliumbromid entsprechende Menge Silbernitrat in destilliertem Wasser, erwärmt die Lösung ebenfalls auf etwa  $60^\circ\text{C}$  und setzt sie bei rotem Licht und unter ständigem Rühren der ersten Lösung zu. Hierbei entsteht das lichtempfindliche Silberbromid (Bild 292). Seine Einzelteilchen bleiben in der Schwebelage und verleihen der entstandenen Aufschwemmung, der Suspension, ein milchigweißes Aussehen. In der Technik bezeichnet man das Reaktionsprodukt auf Grund dieses Aussehens (wissenschaftlich nicht richtig) als fotografische »*Emulsion*«. Die Gelatine verhindert als „Schutzkolloid“ ein Ausflocken und Absetzen des gebildeten Silberbromids, das sich bei unserem Vorversuch sehr rasch am Boden des Gefäßes absetzte.

Das Silberbromid der so erhaltenen dünnflüssigen Emulsion ist äußerst feinkörnig und sehr unempfindlich gegen Licht. In einem Reifeprozess, bei dem man die Emulsion 30...60 Minuten lang auf  $45\text{...}60^\circ\text{C}$  erwärmt, wird die Lichtempfindlichkeit gesteigert. Diese Steigerung ist darauf zurückzuführen, daß sich das Korn des Silberbromids während der Wärmebehandlung auf  $0,6\text{...}1,0\ \mu^1$  vergrößert. Nach dieser physikalischen Reifung wird weitere Gelatine zugesetzt und gelöst. Beim Abkühlen erstarrt die Emulsion dann zu einer festen Gallerte.

Die Emulsion wird nun in Pressen durch siebartige Böden gedrückt, und es entstehen die Emulsions»nudeln«. Man wäscht sie in fließendem Wasser aus. Es löst das im Überschuß vorhandene Kaliumbromid und das bei der Bildung des Silberbromids entstandene Kaliumnitrat aus der Emulsion und schwemmt beide Bestandteile fort. Im Wasserbade schmilzt man die gewaschenen Emulsionsnudeln auf und versetzt die Schmelze mit Gelatine und mit Lösungen von Stabilisatoren. Sie schützen die fotografische Schicht vor Schleierbildung während der Lagerung. Schließlich wird die Emulsion 15...60 Minuten lang bei  $50\text{...}70^\circ\text{C}$  unter ständigem Rühren chemisch nachgereift. Dabei gewinnt sie erheblich an Empfindlichkeit und Kraft.

Wenn die Nachreifung beendet ist, wird die Emulsion mit verschiedenen Gießzusätzen versehen. Zum Ausschalten von Gießfehlern, wie zum Beispiel Blasen- und Schlierenbildungen und Abstoßungen, setzt man eine wäßrige Lösung von

<sup>1)</sup>  $1\ \mu = 1/1000\ \text{mm}$ .

Saponin zu. Chromalaunlösung dient zum Härten der Schicht. Diese ist nun besonders für blaue und violette Lichtstrahlen empfindlich. Soll die Empfindlichkeit auch auf Grün, Gelb und Rot ausgedehnt werden, so muß das Silberbromid der gießfertigen Emulsion durch Zugabe alkoholischer Lösungen von bestimmten organischen Farbstoffen angefärbt werden. In Gießmaschinen wird die zum Vergießen vorbereitete Emulsion auf Filme, Platten oder Papiere als Unterlage aufgetragen. In trockenem Zustand ist die Emulsionsschicht der Filme und Platten 10...20  $\mu$ , die der Papiere 3...6  $\mu$  dick (Bild 297). Ihre Lichtempfindlichkeit ist um so höher, je stärker die Emulsion gereift wurde.

## 2. Belichten und Entwickeln

Bei Lichteinstrahlung verändert sich die Struktur des Silberbromidkorns. Die Strukturänderung können wir weder sehen noch anderweitig ohne weiteres feststellen. Es entsteht dabei ein unsichtbares, *latentes Bild*, das erst im nachfolgenden Entwicklungsprozeß sichtbar gemacht werden kann.

Vor dem Belichten befinden sich in der fotografischen Schicht Silberbromidkriställchen. In ihnen sind Silberionen und Bromionen gesetzmäßig derart angeordnet, daß jedes Silberion von sechs Bromionen und jedes Bromion von sechs Silberionen regelmäßig umgeben ist (Bild 293). Während der Herstellung muß man in der fotografischen Industrie sehr darauf achten, daß nur reinste Stoffe Verwendung finden und auch keine Verunreinigungen durch Wasser oder andere Zusätze eingeschleppt werden. Aber die Lichtempfindlichkeit des Silberbromids ist zum Teil gerade auf das Vorhandensein von kleinsten Mengen schwefelhaltiger Gelatineverunreinigungen zurückzuführen. Während der chemischen Reifung setzen sie sich mit dem Silberbromid zu Silbersulfid um, und in der Oberfläche der Silberbromidkörner entstehen dann eine große Anzahl von sogenannten Silbersulfidkeimen (Bild 294).

Bei der Belichtung werden Lichtquanten aufgenommen. Die absorbierten Lichtquanten machen das Silberbromid eines Kornes fotoelektrisch. Dadurch werden eine Anzahl sehr schnell beweglicher Elektronen und dieselbe Anzahl langsamer,

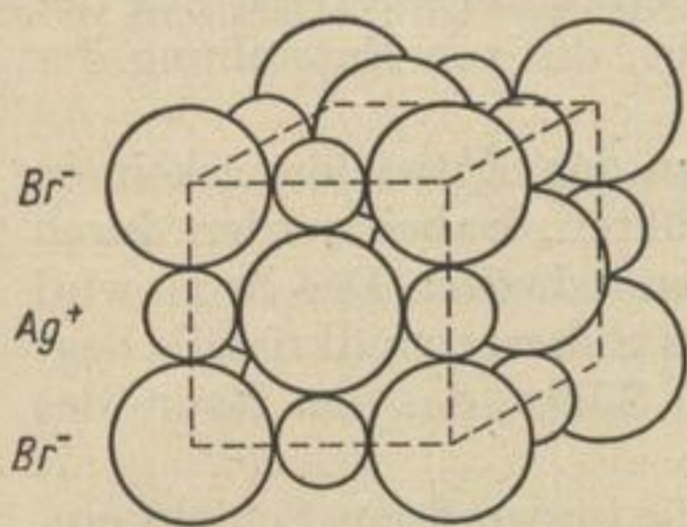


Bild 293

Bild 293. Silberbromidkristall. Raumfüllung durch die einzelnen Ionen

Bild 294. Die Silberbromidkristalle in der fotografischen Emulsion weisen Störstellen auf (schematisch)

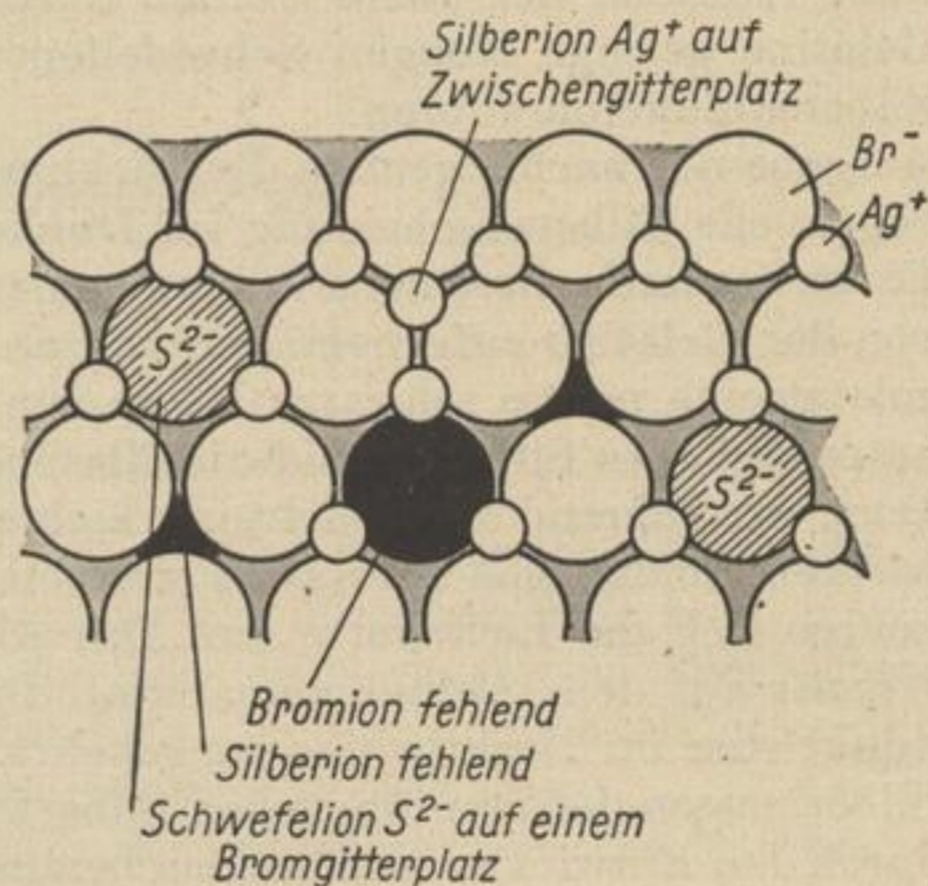
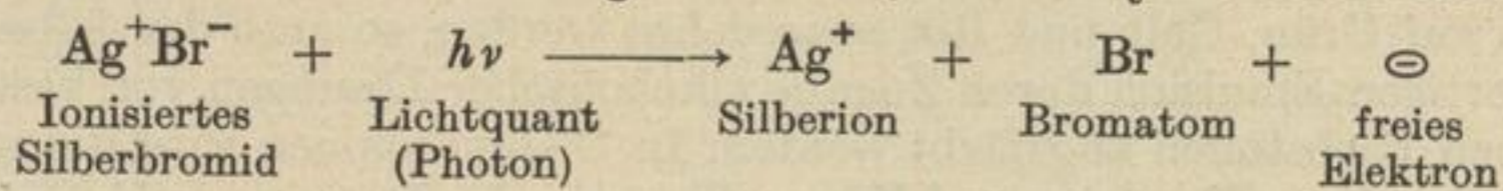


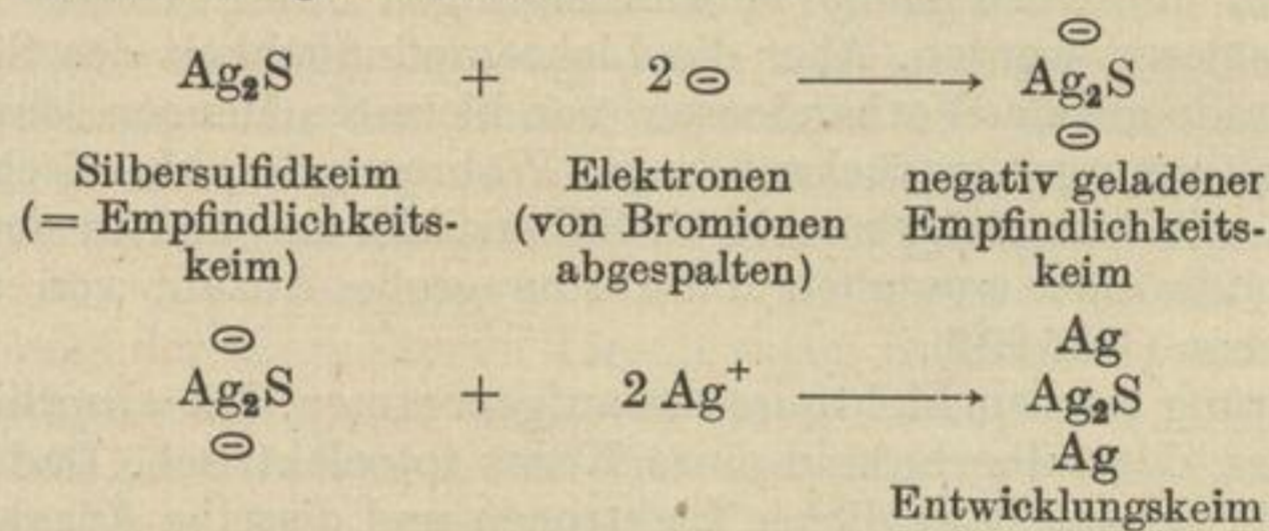
Bild 294

positiv geladener Silberionen in Freiheit gesetzt. Die folgende Gleichung veranschaulicht die zersetzende Wirkung des Lichts, den fotolytischen Effekt:



In der Gleichung bezeichnet  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum und  $\nu$  die Frequenz der absorbierten Strahlen. Je kürzer die Wellenlänge des Lichts ist, desto energiereicher ist das Lichtquant. Das Bromanion des Silberbromids geht nach der Belichtung durch Verlust seines Elektrons in atomares Brom über, das von der Gelatine der Schicht absorbiert wird.

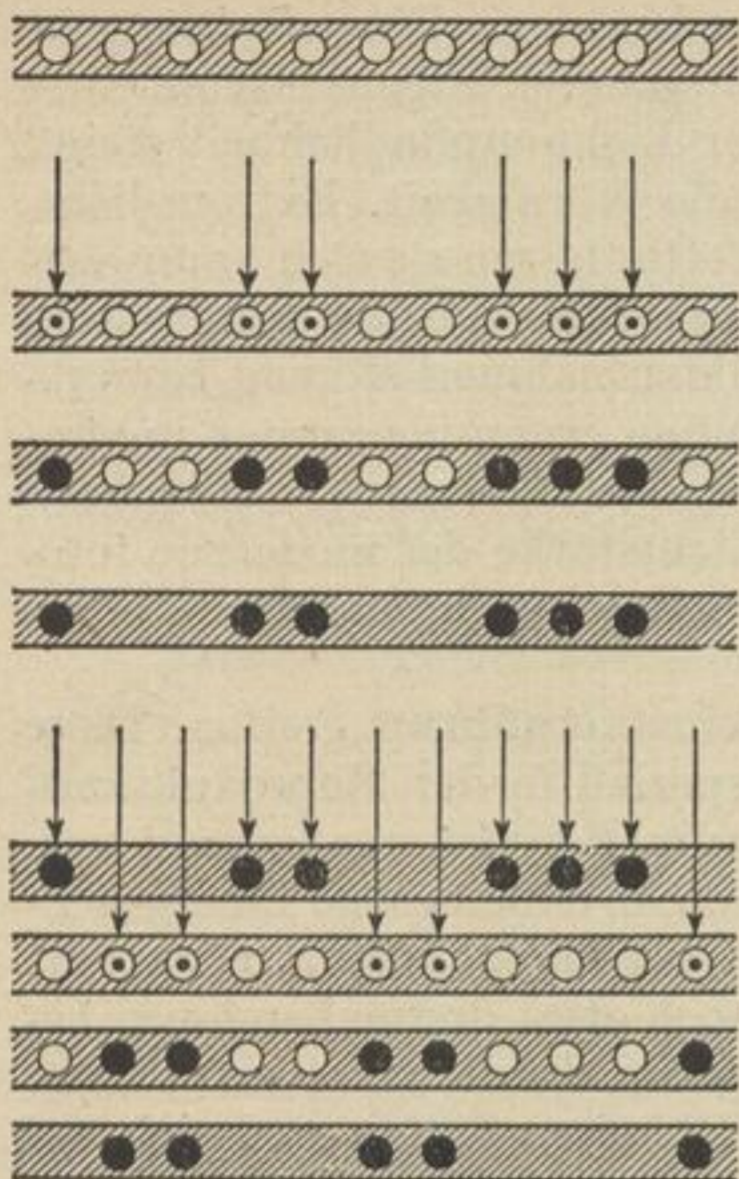
Die *Silbersulfidkeime*, die in der Oberfläche des Silberbromidkorns während der chemischen Reifung entstanden sind, bilden nun Energiefallen für die schnell beweglichen Elektronen, die sich mit ihnen vereinigen. Die nunmehr negativ geladenen Keime ziehen die langsam beweglichen positiv geladenen Silberionen an und neutralisieren dieselben. Ein Silbersulfidkeim wird zum *Entwicklungszentrum*, wenn er während der Belichtung so viel Silberatome um sich sammelt, wie nötig sind, um die Entwickelbarkeit des Silberbromidkorns einzuleiten. Diese *Entwicklungskeime* bestimmen dann die Empfindlichkeit des Silberbromidkorns. Die folgenden Gleichungen zeigen, wie sich ein Silbersulfidkeim mit Elektronen negativ auflädt und dann durch Anziehung von Silberionen zum ebenfalls noch unsichtbaren Entwicklungskeim wird:



Nunmehr erkennen wir die Bedeutung des Reifeprozesses der angesetzten Emulsion. Während der Reife werden durch langsame Zersetzungsprozesse aus der Gelatine geringe Mengen Schwefelionen frei gemacht, die zur Entstehung der Silbersulfidkeime führen.

Aufgabe der nachfolgenden Entwicklung ist es, die an den Entwicklungskeimen begonnene Silberabscheidung im Dunkeln weiterzuführen. Dabei werden durch Elektronenaufnahme neue Silberionen zu Silberatomen reduziert. Das Brom wird von der Gelatine aufgenommen, und an der Stelle des Silberbromidkristalls liegt zuletzt eine poröse schwarze Masse von metallischem Silber, das den Raum des ursprünglichen Silberbromidkristalls einnimmt.

Dort, wo während der Belichtung Lichtstrahlen auf die fotografische Schicht einwirkten, bildet sich schwarzes metallisches Silber. Aus Hell wird Dunkel. Es kehren sich die Lichtwerte um. Das Abbild des Aufnahmeobjekts erscheint als *Negativ* auf dem Aufnahmematerial. Die hellsten Stellen des Objekts sind die dunkelsten im Negativ und umgekehrt. Dabei setzt sich das Bild also aus den Silbermassen der ursprünglichen Silberbromidkristalle zusammen. Die Reduktion durch den Entwickler setzt an den bereits gebildeten Entwicklungskeimen an. Am



#### 1. Die fotografische Schicht

Gelatineschicht mit kolloid verteiltem Silberbromid

#### 2. Die Belichtung

Einfallende Lichtstrahlen erzeugen ein unsichtbares, latentes Bild aus Entwicklungskeimen

#### 3. Die Entwicklung

Der Entwickler reduziert die fotochemisch beeinflussten Silberbromidkristalle. Es entsteht bei der Entwicklung ein negatives fotografisches Bild, das die größten Schwärzen an den hellsten Bildstellen aufweist

#### 4. Die Fixierung

Das Fixiersalz löst die unveränderten Silberbromidkristalle aus der Schicht. Das schwarze Silberbild bleibt übrig

#### 5. Die Herstellung des Positivs (der Kopie)

Eine neue fotografische Schicht wird durch das Negativ hindurch mit einer gleichmäßigen Lichtquelle belichtet. Licht kann nur an den Punkten fotochemisch einwirken, wo kein metallisches Silberkorn im Negativ vorhanden ist

#### 6. Entwicklung des Positivs

#### 7. Fixierung des Positivs

Es ist ein Positiv des abzubildenden Gegenstandes entstanden. Wo bei der ersten Belichtung Licht einfiel, sind jetzt helle Stellen auf dem Bild entstanden; wo kein Licht einfiel, ist das Bild schwarz

Bild 295. Die Schwarz-Weiß-Aufnahme (schematisch)

schnellsten werden die Stellen der Schicht reduziert, an denen sich die meisten Entwicklungskeime befinden, am langsamsten die Stellen, die arm an Entwicklungskeimen sind. Erst bei sehr lang ausgedehnter Entwicklung werden auch die unbelichteten Stellen reduziert und damit geschwärzt; das Bild »verschleiert«. Die Verschleierung würde auch eintreten, wenn nachträglich Licht auf die entwickelte Schicht einwirkt. Um das zu verhindern und das erzeugte Bildnegativ haltbar zu machen, löst man alle noch nicht reduzierten Silbersalze im Fixierbad auf. Sie diffundieren aus der Schicht heraus, so daß diese nach dem Fixieren nicht mehr lichtempfindlich ist (Bild 295).

## VIII. Der fotografische Film

(Hierzu Typentafel VIII: Fotografische Platten, Typentafel IX: Fotografische Planfilme und Typentafel X: Rollfilme und Kleinbildfilme)

### 1. Lichtempfindlichkeit

Wesentlich für die Bestimmung der Belichtungszeit ist die Kenntnis der Lichtempfindlichkeit des verwendeten Aufnahmematerials. Mit ihrer Hilfe kann man Vergleiche zwischen verschiedenen Filmsorten oder Papieren ziehen. Vergleiche sind aber nur dann möglich, wenn die Angaben über Lichtempfindlichkeit genormt sind. Das ist aus einem zweiten Grunde noch besonders notwendig.

Vielfach herrschte und herrscht noch heute in Verbraucherkreisen die Meinung,

daß der lichtempfindlichste Film zugleich auch der beste sei. Diese Meinung ist irrig. Die Lichtempfindlichkeit sagt nichts über die anderen Eigenschaften eines Films aus, die noch viel wesentlicher sind. Mit der Lichtempfindlichkeit steigt, bis zu einem gewissen Grade zwangsläufig, auch die Körnigkeit. Extrem lichtempfindliche Filme sind grobkörnig. Bei trübem Wetter lassen sie sich kaum verarbeiten. Durch das grobe Korn ist die Vergrößerungsfähigkeit der Bilder stark beschränkt. Das macht sich besonders bei Kleinbildaufnahmen störend bemerkbar. Man wird solche Filme also nur dann anwenden, wenn man unter ungünstigsten Lichtverhältnissen (Nachtaufnahmen, Theateraufnahmen) mit kurzen Belichtungszeiten arbeiten muß. Durch die hohe Lichtstärke der modernen fotografischen Objektive ist die Allgemeinanzwendung höchstempfindlicher Filme stark eingeengt worden.

Man soll auch nicht unnütz zu den extremen Feinstkornfilmen greifen. Diese können für Spezialisten wertvoll sein, und zwar speziell in der Reproduktionstechnik. Der Isopan-FF-Spezial-Feinkornfilm ist zum Beispiel weniger gut verwendbar bei Gegenlicht und allgemein für Aufnahmen, in denen große Lichtgegensätze überbrückt werden müssen. Er liefert schon bei Objekten mit normalem Lichtumfang sehr harte Negative und muß dabei noch etwa dreimal so lange belichtet werden, wie seiner Lichtempfindlichkeit entspricht. Der Normalverbraucher soll sich unbedingt an die mittleren Filmempfindlichkeiten halten und sich auf *ein* Markenfabrikat konzentrieren. Er kann sich dann auf dieses Fabrikat einstellen; denn jedes Fabrikat hat auch wieder seine ganz speziellen Eigenheiten.

Die Vorliebe für hochempfindliche Filme führte in der Praxis häufig dazu, daß in früheren Jahren Hersteller die Lichtempfindlichkeit ihrer Produkte zu hoch angaben. Um den Verbraucher vor unsachgemäßen Angaben zu sichern und vor Mißerfolgen (Unterbelichtung) zu bewahren, wurde in Deutschland ein neues Verfahren zur Bestimmung der Lichtempfindlichkeit eingeführt. Im Normenblatt DIN 4512<sup>1)</sup> ist das Verfahren in allen Einzelheiten festgelegt. Nach ihm wird die Allgemeinempfindlichkeit in *DIN-Graden* angegeben.

Auf jeder Packung wird verzeichnet:

1. die Lichtempfindlichkeit (Allgemeinempfindlichkeit) in Grad DIN, zum Beispiel 17/10° DIN,
2. der Hersteller, der die Gewähr für Richtigkeit der Angabe übernimmt,
3. die Garantiezeit für sachgemäße Lagerung.

Die tatsächlich festgestellte Empfindlichkeit darf höchstens 3/10° DIN niedriger sein als der angegebene Wert. Innerhalb der angegebenen Garantiezeit darf die Empfindlichkeit also auch nicht stärker absinken, sachgemäße Lagerung vorausgesetzt.

Zwischen DIN-Graden und Belichtungszeit ergibt sich folgende Beziehung: 3/10° DIN entsprechen einer Belichtungsstufe und damit der doppelten bzw. halben Belichtungszeit der vorhergehenden bzw. folgenden Stufe. Ein Film von 21/10° DIN muß halb so lange belichtet werden wie ein Film von 18/10° DIN und doppelt so lange wie ein Film von 24/10° DIN. Das augenblicklich angebotene Aufnahmematerial weist eine Empfindlichkeit von 10/10...24/10° DIN auf. Für

<sup>1)</sup> DK 771.534.51 Bestimmung der Lichtempfindlichkeit des Negativmaterials; DIN 4512; Januar 1934 (siehe hierzu Entwurf vom Juli 1954).



den Normalverbraucher kommen hauptsächlich die Filme mittlerer Empfindlichkeit von  $17/10^\circ$  DIN in Frage.

Bei der Verwendung älterer Belichtungsmesser oder anderer Belichtungshilfen sind häufig noch die Empfindlichkeitsangaben in Scheiner-Graden durchgeführt. Wenn auch zwischen Scheiner- und DIN-Graden keine unmittelbaren Beziehungen bestehen, so kommt man bei einer Umrechnung doch zu brauchbaren Werten, wenn man

von den Scheiner-Graden 10 abzieht,  
zum Zähler der DIN-Grade 10 hinzuzählt:

Scheiner-Grad  $- 10 =$  DIN-Grad-Zähler:  $27^\circ$  Scheiner  $= 27 - 10 = 17/10^\circ$  DIN.  
Zähler der DIN-Grade  $+ 10 =$  Scheiner-Grad:

$17/10^\circ$  DIN;  $17 + 10 = 27$ ;  $17/10^\circ$  DIN  $= 27^\circ$  Scheiner.

## 2. Auflösungsvermögen und Körnigkeit

Die lichtempfindliche Schicht des Aufnahmematerials besteht aus Gelatine, in die mikroskopisch kleine Silberbromidkriställchen eingelagert sind. Trifft ein Lichtstrahl einen größeren dieser Kristalle, so wird dessen Silberbromid bei der nachfolgenden Entwicklung vollkommen zu Silber reduziert; es bleibt ein relativ großes, schwarzes, poröses Silberkorn zurück. Trifft der Lichtstrahl nur einen kleinen Kristall, so kann bei der Entwicklung zunächst auch nur wenig Silber entstehen. Filme hoher Empfindlichkeit, die bereits auf geringe Lichtmengen ansprechen, müssen größere Silberbromidkristalle in ihrer Schicht haben als relativ unempfindliche Filme; denn die größeren Kristalle führen rascher zu einer sichtbaren Schwärzung. Mit der Empfindlichkeit des Films steigt im allgemeinen dessen Körnigkeit. Extrem feinkörnige Filme sind weniger lichtempfindlich als extrem grobkörnige. Der lichtempfindlichste Film kann also nicht für alle Zwecke der bestgeeignete Film sein. Filme mit ausgesprochen kleinen Kristallen bezeichnet man als »Feinkornfilm«. Diese Bezeichnung ist nicht genormt. Daher ergeben sich in der Praxis erhebliche Unterschiede.

Durch die Entwicklung kann die Korngröße verändert werden. Bei schnell arbeitenden, sogenannten Rapidentwicklern, wachsen kleine nahe beieinander liegende Körner zusammen; das Korn wird vergrößert. Besonders zeigt sich die Kornzusammenballung mit zunehmender Entwicklungsdauer. Rein äußerlich betrachtet, erzielt man mit Rapidentwicklern eine rasche und intensive Schwärzung.

Mit Feinkornentwicklern und Ultrafeinkornentwicklern wird ein Zusammenballen der Silberkörnchen vermieden; Feinkorn bleibt erhalten. Mit ausgesprochenen Feinkornentwicklern wird daher auch nicht die gleiche Schwärzung (oder »Dekkung«) erzielt wie mit Rapidentwicklern. Man erhält zart abgestufte, leicht vergrößerbare Negative, wie man sie besonders für das Kleinbildformat braucht. Um vor Unterbelichtungen sicher zu sein, empfiehlt es sich daher auch heute noch, die Belichtung etwas reichlich zu halten (bis zur doppelten Belichtungszeit bei Feinkornentwicklung, bis zur 3fachen bei Ultrafeinkornentwicklung).

Erhöhte Entwicklerkonzentration und zu lange Entwicklungszeit wirken ebenfalls vergrößernd auf das Korn. Bei ausgesprochener Unterbelichtung werden nur die größten Silberbromidkristalle fotochemisch angegriffen, und es können sich bei der Entwicklung daher auch nur grobe Silberkörner bilden. Überbelichtung und Unter-

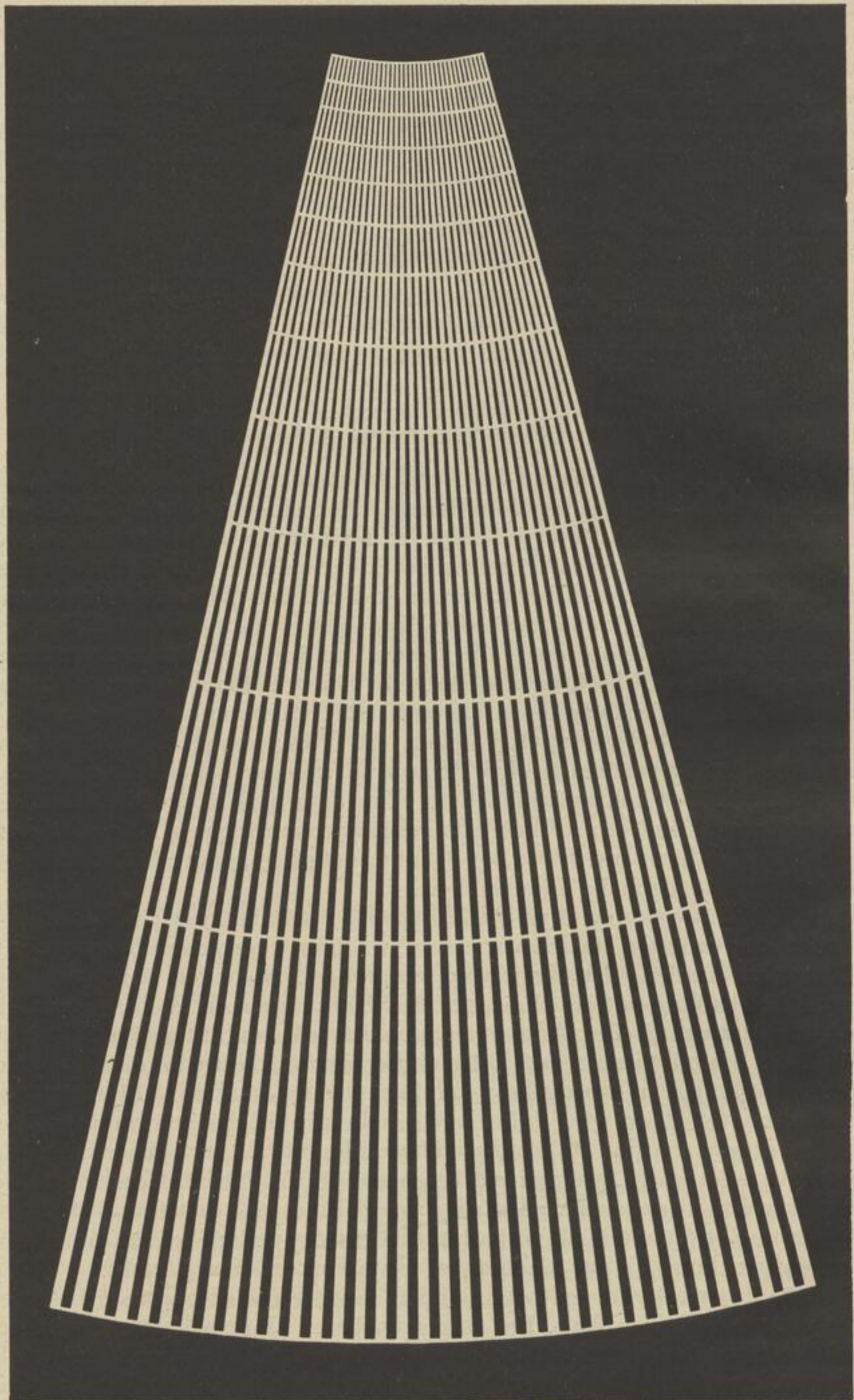


Bild 296  
Testtafel zur  
vergleichswisen  
Bestimmung des  
Auflösungs-  
vermögens von  
Negativmaterial;  
Schleußner-Werke,  
Frankfurt (Main)

belichtung ergeben eine Kornvergrößerung. Zur Erhaltung der Feinkornstruktur ist also eine exakte Belichtung erforderlich. Nur richtig belichtete Negative halten stärkere Vergrößerung aus, ohne daß das Korn störend zutage tritt.

Mit der Körnigkeit des Aufnahmematerials hängt eng das *Auflösungsvermögen* der fotografischen Schicht zusammen. Früher schon lernten wir das Auflösungsvermögen der fotografischen Objektive kennen (S. 76ff.). Man versteht darunter die Fähigkeit des Objektivs, sehr nahe beieinander liegende Einzelheiten noch deutlich getrennt wiederzugeben.

Die Trennschärfe der Objektive ermittelt man zum Beispiel durch die fotografische Aufnahme einer Reihe von Prüfsternen, die aus je 36 schwarzen und ebenso vielen weißen Sektoren bestehen (Bild 96). Die Sektoren weiten sich nach dem Rande zu gleichmäßig aus. An der Aufnahme mißt man den nicht aufgelösten, zusammenlaufenden Mittelteil der Prüfsternen, und zwar in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen. Das Meßergebnis trägt man in ein Achsenkreuz ein (Bilder 97 und 99). Zur relativen Bestimmung des Trennvermögens von Filmen ist als Testtafel Bild 296 beigelegt. Unter völlig gleichartigen Bedingungen fotografiert man die Testtafel auf das zu untersuchende Aufnahmematerial und entwickelt die Fotos unter exakt gleichen Bedingungen. Die Zahl der kleinen Sektoren, die im Negativ nicht scharf getrennt sind, gibt ein relatives Maß für die Trennschärfe der Aufnahmematerialien.

Zum guten Auflösungsvermögen des Objektivs gehört ebenso das gute Auflösungsvermögen des Aufnahmematerials. Eines kann ohne das andere nicht zur Wirkung kommen. Auf grobkörnigem Aufnahmematerial wirken die Konturen verwaschen, zerfressen, unscharf. Die Trennschärfe des Objektivs kann nicht ausgenutzt werden. Die mangelnde Trennschärfe von Filmen ist auf Grobkörnigkeit, unsachgemäße Entwicklung und häufig auch auf Diffusionslichthöfe innerhalb der Schicht zurückzuführen (S. 237).

Tabelle 62: Lichtempfindlichkeit und Korn

Lichtempfindlichkeit	10/10° DIN	17/10° DIN	23/10° DIN
Größe der Silberbromidkristalle	klein	mittel	groß
Auflösungsvermögen des Films	groß	mittel	gering
Erhaltung des kleinen Silberkorns	Vergrößerung des Silberkorns		
durch Feinkorn- und Feinstkornentwicklung	durch Rapidentwickler		
durch Einhalten der Entwicklungstemperatur von 18° C	durch erhöhte Entwicklertemperatur		
durch kurze Entwicklungszeit	durch lange Entwicklungszeit (bis zur maximalen Schwärzung)		
durch richtige Belichtung	durch Überbelichtung und Unterbelichtung		
Feinstkorn besitzt der <b>Dünnschichtfilm (Einschichtfilm)</b>			

Betrachten wir die verschiedenen Filmtypen nach der Entwicklung, so weist der Feinstkornfilm einen einigermaßen gleichmäßigen Grauton auf; der hochempfindliche Film hingegen zeigt ein Haufwerk dunkler Körner, die von hellen kornlosen Flächen unterbrochen sind. Die Filme niederer und mittlerer Empfindlichkeit ergeben auch im Negativ klar begrenzte Konturen, der hochempfindliche Film hingegen zeigt bei stärkerer Vergrößerung ausgesprochene Rasterwirkung; die zwischen den groben Silberkörnern liegenden klaren Flächen ergeben sommersprossenartige Fleckenbildungen auf dem Positiv. Diese Rasterwirkung verstärkt sich rapid bei Trübweatheraufnahmen und dunstiger Luft, wobei man ausgerechnet gern zu der höheren Filmempfindlichkeit greifen würde.

Die Vergrößerungsfähigkeit des Kleinbildes ist also bei den 10/10° DIN-Filmen im allgemeinen am größten. Bei richtiger Belichtung und sachgemäßer Entwicklung kann man auch den 17/10° DIN-Film ohne Schwierigkeiten auf 40...50 cm vergrößern. Die höherempfindlichen Filme halten eine so starke Vergrößerung meist nicht aus, ohne daß das Korn störend in Erscheinung tritt. Bei kleineren Vergrößerungen hingegen spielt das Korn kaum eine Rolle.

Auch der Kopierprozeß ist nicht ohne Einfluß auf das Korn des Bildes. Kopierpapiere mit glänzender Oberfläche lassen das Korn des Negativs klar hervortreten, matte Oberflächen unterdrücken es. Hart und weich arbeitende Papiere bringen das Korn stärker heraus als Normalpapiere.

### 3. Reflexionslichthof und Diffusionslichthof

In den fotografischen Schichten treten zwei verschiedene Formen von Lichthöfen auf. Beide sind unerwünscht.

Die senkrecht auf die Schicht auftreffenden Lichtstrahlen werden zum Teil beim Durchgang zwischen eng beieinander liegenden Silberbromidkristallen gebeugt, aus ihrer senkrechten Richtung abgelenkt. Zusammen mit den bereits schräg auf die Schicht einfallenden Lichtstrahlen dringen sie, genügend Lichtintensität vorausgesetzt, durch die Schicht und den Schichtträger und werden von dessen Rückseite, die an die Außenluft grenzt, reflektiert (Bild 297). Sie werden im gleichen Winkel, in dem sie auftreffen, aber in entgegengesetzter Richtung in die Schicht zurückgespiegelt. Sie belichten dann neue Silberbromidkristalle, die sich in einem bestimmten Abstand von den zuerst belichteten befinden. Der Abstand zwischen beiden hängt von der Dicke des Schichtträgers ab. Diese sekundäre Lichterscheinung bezeichnet man als *Reflexionslichthof*. Im Endeffekt bilden sich um helle Bildpunkte kreisförmige helle Zonen, die man auch speziell als »Lichthof« bezeichnet. Sie treten besonders bei Nachtaufnahmen rings um die künstlichen Lichtquellen auf.

Die Lichthofbildung wird zum Beispiel durch Graufärben des Schichtträgers beim Kleinbildfilm unterdrückt. Graublau angetöntes Zello absorbiert das durchtretende Licht weitgehend und verhindert eine Rückspiegelung in die Schicht. Der einheitliche Grauton behindert in keiner Weise die Vergrößerungsfähigkeit. Beim Rollfilm wird die Rückseite des Schichtträgers mit einer gefärbten Gelatinemasse begossen. Meist handelt es sich um eine dunkelgrün gefärbte Rückschicht, in der die blauen, gelben und roten Lichtstrahlen absorbiert werden. In den Behandlungsbädern lösen sich die Farbstoffe auf, so daß der entwickelte und fixierte Film farblos ist. So treten Reflexionslichthöfe heute nur noch selten auf.

Viel störender wirkt sich der *Diffusionslichthof* aus. Man kann ihn kaum unterdrücken. Die lichtempfindliche Schicht ist milchig getrübt, da in ihr zahllose kleinste Silberbromidkristalle verteilt sind. Fällt ein Lichtstrahl durch einen engen Spalt in einen dunklen Raum, so wird er in seinem Gesamtverlauf sichtbar. Von unzähligen kleinsten Staubteilchen in der Luft wird das Licht nach allen Seiten des Raums reflektiert. In der gleichen Weise reflektieren die Silberbromidkristalle in der lichtempfindlichen Schicht den Teil der Lichtstrahlung, der nicht von ihnen absorbiert wird. Dieses Licht wird in die Umgebung ausgestrahlt, trifft dort andere Silberbromidkristalle und beleuchtet sie sekundär. Dann wird aus einem Lichtpunkt ein Streuungsscheibchen (Bild 297), aus einem feinen Strich ein dicker Wollfaden, die Konturen werden unscharf und verwaschen. Mit anderen Worten, das Auflösungsvermögen des Films wird durch den Diffusionslichthof stark verschlechtert.

Auf eine Nebenwirkung des Diffusionslichthofs soll noch besonders hingewiesen werden. Da werden zarte Zweige eines unbelaubten Baumes, die gegen den Himmel stehen, im Bild plötzlich mehrfach unterbrochen. Eine Person, die auf einem Aussichtsfelsen gegen den Himmel steht, erhält auf dem Bild einen unwahrscheinlich schmalen Kopf. In extremen Fällen ist der Hals überstrahlt, und es besteht kaum

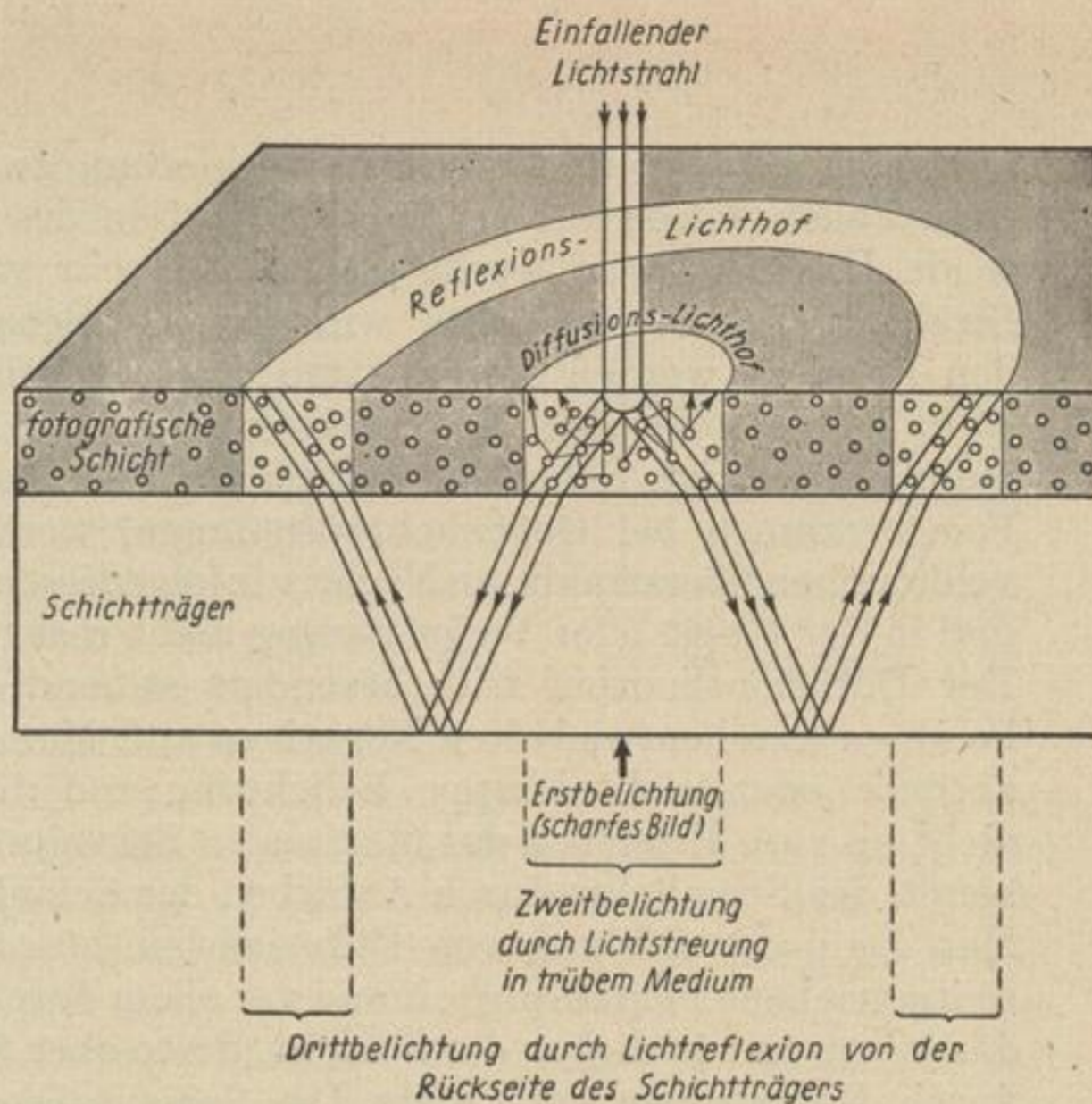
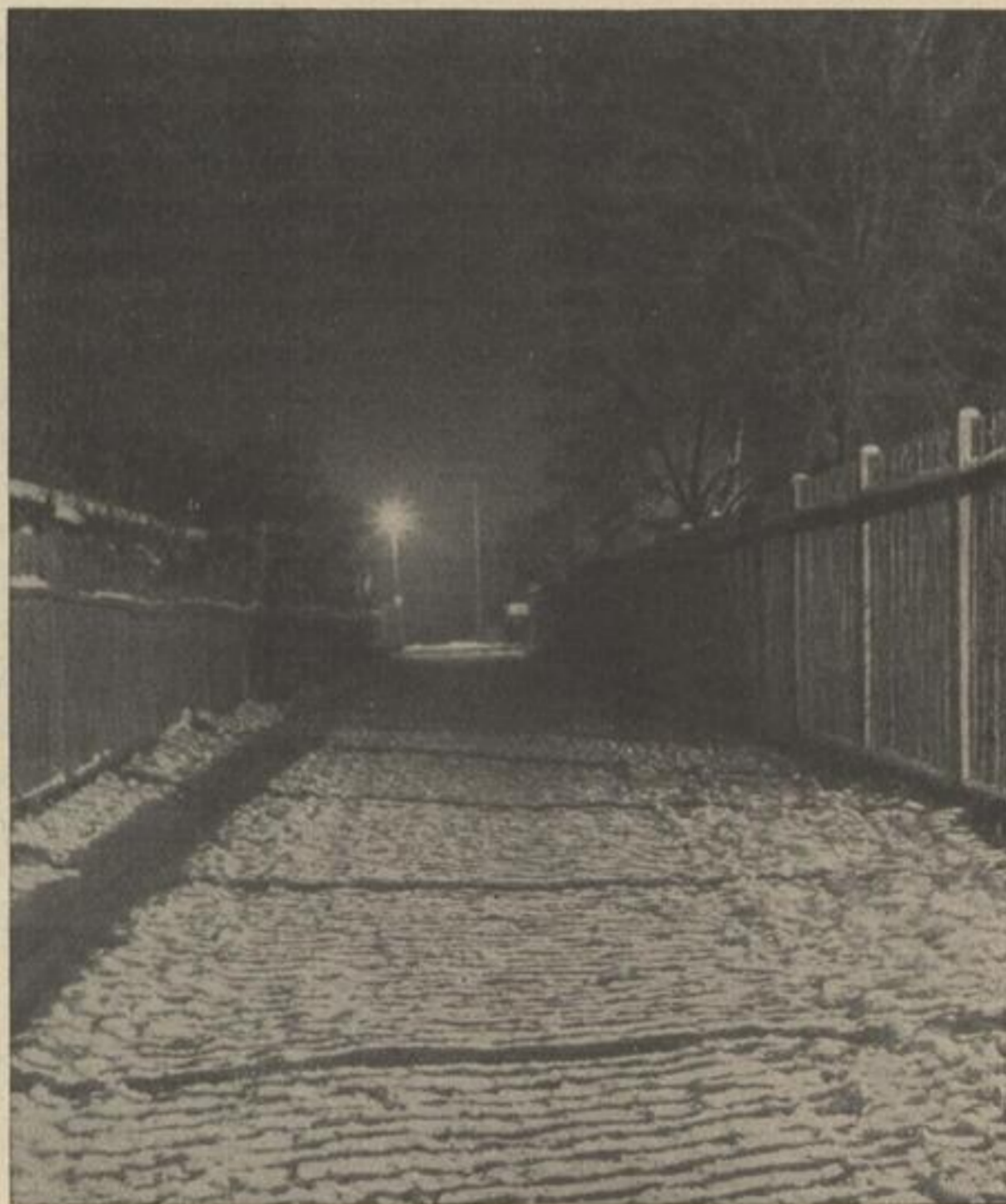


Bild 297. Diffusions- und Reflexionslichthof

Bild 298. Zwischen den Gärten. Ein Motiv, das nur durch die Wechselwirkung von Licht und Schatten zum Bild wird. Die Straßenbeleuchtung weist einen starken Diffusionslichthof auf

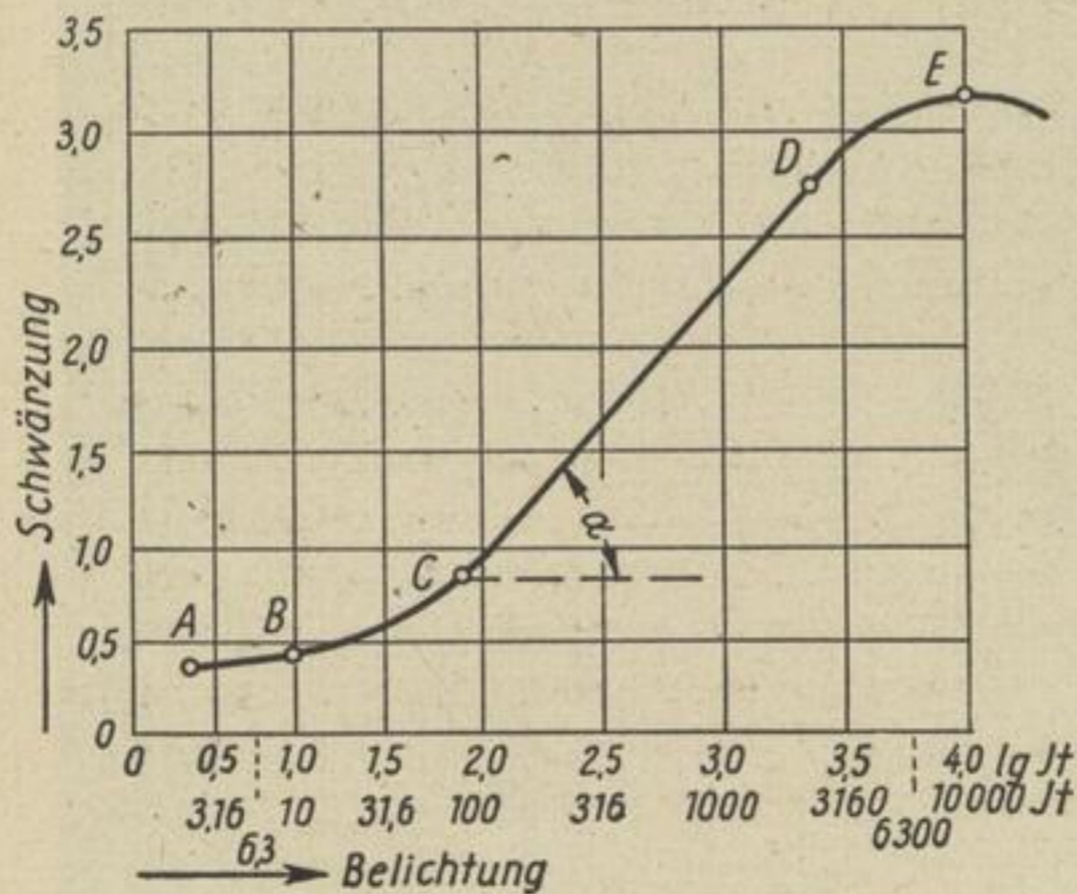


noch eine auf dem Bild sichtbare Verbindung zwischen Kopf und Rumpf. In solchen Fällen wurde auf die Schattenpartien des Bildes belichtet, und die leuchtende Himmelsfläche wurde gleichzeitig sehr stark überbelichtet. Ein Teil der Strahlen des Himmelslichts wird in die Schattenpartien übergespiegelt. An den Rändern werden die Schatten ringsum belichtet und im Negativ gedeckt, so daß eine tonwertmäßige Trennung von der Himmelsfläche im Positiv nicht mehr möglich ist. Schwache Bildteile (Hals einer Person, Zweige eines Baumes, Fensterrahmen bei Gegenlichtaufnahmen) werden schließlich von allen Seiten vollkommen überstrahlt, im Negativ infolgedessen bei der Entwicklung geschwärzt und in der Kopie oder Vergrößerung nicht mehr abgebildet.

Der Diffusionslichthof tritt besonders störend bei Überbelichtungen und vollkommen durchentwickelten Negativen auf. Man kann ihm entgegenwirken durch normale oder leicht knappe Belichtung und durch Ausgleichsentwicklung, die nicht bis zum Erreichen der maximalen Schwärzung ausgedehnt wird. Ein Absorbieren des Streulichts durch Anfärben der Schicht hat sich bisher nicht bewährt. Man kann der Bildung von Diffusionslichthöfen aber wirksam begegnen durch weitgetriebene Feinkörnigkeit und vor allem durch geringe Schichtdicke. Je gröber das Korn und je dicker die Schicht, desto eher bildet sich der Diffusionslichthof durch Breitstreuung des Lichts. Die Schichtdicke der modernen Einschichtfilme beträgt etwa 8...10  $\mu$ , diejenige der Doppelschichtfilme hingegen 15...25  $\mu$ . Bei Dünnschichtfilmen oder Einschichtfilmen ist die Gefahr einer Bildung von Diffusionslichthöfen äußerst gering.

#### 4. Gradation und Belichtungsspielraum

Besonders charakteristisch für die Eigenschaften des Aufnahmematerials ist die *Schwärzungskurve*. Sie stellt die erreichbare Schwärzung des Negativs in Abhängigkeit von der Belichtungszeit dar (Bild 299). Die Belichtungszeit wird auf der Waagrechten eines Achsenkreuzes, die erreichte Schwärzung auf der Senkrechten aufgetragen. Als Bezugsgrößen wählt man aber nicht die natürlichen Zahlenwerte, sondern logarithmische Größen. Diese ergeben Skalen mit gleichen Abständen zwischen den logarithmischen Größen, während die wahren Zahlen in der gleichen Skala anfangs sehr allmählich und später immer rascher ansteigen.

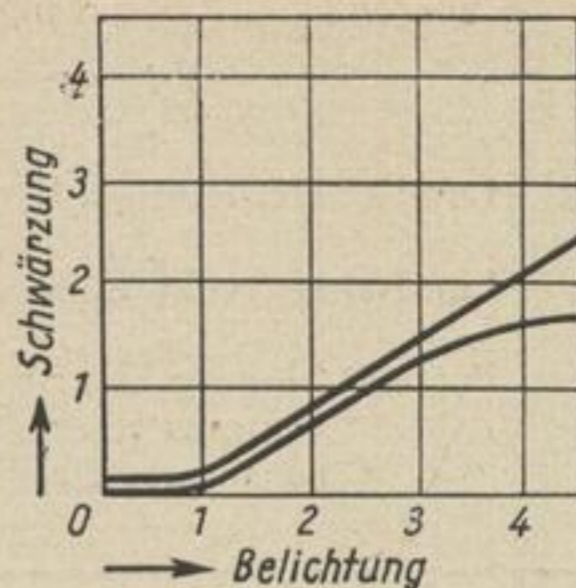


Die Schwärzungskurve beginnt nicht im Nullpunkt des Achsenkreuzes, sondern rechts davon. Das bedeutet, daß der Film auf ganz geringe Belichtungen überhaupt nicht reagiert. Je lichtempfindlicher der Film ist, desto näher liegt der Anfangspunkt A der Schwärzungskurve dem Nullpunkt. Er bezeichnet den Punkt der ersten erkennbaren Schwärzung, den *Schwellenwert* des Films. Die Kurve durchläuft die

Bild 299. Die Gradationskurve (schematisch)

Bild 300. Gradationskurven zweier Filme mit kurzem bzw. langem geradegestrecktem Kurventeil (geringem bzw. großem Helligkeitsumfang)

ersten sensitometrischen Felder (Sensitometrie = Empfindlichkeitsmessung) nahezu waagrecht; die erreichbare Schwärzung zwischen *A* und *B* ist minimal. Sie wird vorwiegend durch die Reaktion des Entwicklers mit dem Silberbromid hervorgerufen und hängt kaum von der eingestrahlten Lichtmenge ab. Diese *Grundschwärzung* der Emulsion wird als der *Schleier* bezeichnet. Er steigt im allgemeinen mit zunehmendem Alter der Emulsion an. Bei *B* erhebt sich die Schwärzungskurve aus der Horizontalen und zeigt die beginnende Lichteinwirkung an. Im ersten Abschnitt, dem *Kurven-durchhang* (*B...C*), wird die Schwärzung bei zunehmender Belichtung noch sehr wenig verstärkt. Dann steigt die Kurve von *C...D* geradlinig an, wobei die Schwärzungszunahme der Belichtungszunahme entspricht. Nur in diesem Teil der Kurve können wir eine exakte Wiedergabe der Helligkeitsabstufungen des Originals erreichen. An der *Schulter* der Kurve (*D...E*) nimmt die Schwärzung mit zunehmender Belichtung nur noch unwesentlich zu. Schließlich erreicht die Kurve in *E* ihren höchsten Schwärzungswert und sinkt dann mit zunehmender Belichtung wieder ab. Diese Erscheinung bezeichnet man als *Solarisation*. Die hellsten Bildstellen erscheinen dann im Positiv dunkel, wie zum Beispiel die Sonne in einer Landschaft oder die Glühfäden einer elektrischen Glühlampe bei ausgesprochen langen Belichtungszeiten.



Der Durchhang *B...C* ist der Bereich der typischen Unterbelichtung. Die Schattenzeichnungen und Mitteltöne nehmen nicht im gleichen Verhältnis zu wie die Belichtungszeit. Ihre Durchzeichnung im Negativ ist so minimal, daß sie im Positiv zu einheitlichen schwarzen Flächen zusammengehen. Die Schulter *D...E* ist der Bereich der typischen Überbelichtung, in der wiederum die Schwärzungszunahme nicht mehr der Belichtungszunahme entspricht. Die Schwärzungsunterschiede sind zu gering, als daß sie in diesen stark gedeckten Teilen noch wahrgenommen werden könnten. Auf dem Positiv erhalten wir dann eine helle, überstrahlte Fläche ohne Durchzeichnung.

Der gerade gestreckte Kurventeil ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zunahme der Schwärzung der zunehmenden Lichtintensität genau entspricht. Das ist der Teil der richtigen Belichtung. Er muß den gesamten *Objektumfang*, den Helligkeitsumfang des Aufnahmeobjekts, erfassen. Man wählt die Belichtungszeit so, daß die Durchzeichnung der Schatten beim Punkt *C* einsetzt. Je länger der geradlinige Teil der Schwärzungskurve ist, desto größere Helligkeitsunterschiede kann die Emulsion überbrücken, desto größer ist der Belichtungsumfang der Emulsion. In Bild 300 sehen wir die Schwärzungskurven zweier Filme. Die eine hat einen kurzen, die andere einen langen geradegestreckten Teil; bei der ersten reicht er von 1...3; das entspricht einem Helligkeitsumfang von 10...1000 Sekunden-Meter-Kerzen; bei der zweiten reicht er von 1...4,2, was einem Belichtungsumfang von 10...15850 Sekunden-Meter-Kerzen entspricht. Der erste Film bewältigt einen Objektumfang von 1 : 100, der zweite einen solchen von 1 : 1585.

Tabelle 63: Helligkeitsumfang des Objekts

Helligkeitsumfang oder Kontrastumfang			
Landschaft, Himmel bewölkt, ohne Himmel	1 : 10		
		mit Himmel	1 : 40
Landschaft, volle Sonne, ohne Himmel			1 : 40
		mit Himmel	1 : 100
Porträt, blondes Haar . . . . .	1 : 10		
braunes Haar . . . . .			1 : 40
schwarzes Haar . . . . .			1 : 100
schwarze Kleidung			1 : 300

Zahlreiche Alltagsmotive haben nur einen Helligkeitsumfang von etwa 1 : 30 bzw. 1 : 40, so zum Beispiel Landschaften mit geringen Lichtkontrasten oder Porträts von Personen mit nicht zu dunklen Haaren. In jedem Falle würden wir den Beginn der Schattendurchzeichnung mit Punkt *C* der genannten Filme, also mit dem logarithmischen Wert »1«, zusammenfallen lassen. Dann reicht bei einem Objektumfang von 1 : 40 der geradegestreckte Kurventeil  $2^{1/2}$ mal oder im zweiten Falle sogar 25mal für diesen Objektumfang aus. Wir können also das vorliegende Objekt, das wenig Lichtkontraste aufweist, im ersten Falle ohne Schaden  $2^{1/2}$ -, im zweiten Falle 25mal überbelichten. Der *Belichtungsspielraum* des zweiten Films ist 10mal so groß wie der des ersten. Für ein Objekt mit dem Objektumfang 1 : 1000, zum Beispiel für eine Aufnahme mit starkem Seitenlicht oder einen Walddurchblick auf eine sonnendurchflutete Landschaft, ist der erste Film nicht mehr verwendbar. Der zweite Film muß in diesem Falle sehr genau belichtet werden; denn er hat keinen Belichtungsspielraum mehr. Mit der Belichtung müssen wir im Punkte *C* exakt beginnen, damit der geradegestreckte Teil der Kurve eben noch ausreicht. Ist der Objektumfang noch größer, wie zum Beispiel bei ausgesprochenen Gegenlichtaufnahmen, so müssen der Durchhang und die Schulter der Kurve in die Belichtungszeit einbezogen werden. Dann liegen die Schatten bereits im Bereich der Unterbelichtung und erhalten eine zu schwache Deckung, und im Positiv fließen sie zu schwarzen, ungedeckten Flächen zusammen. Die Lichter liegen im Bereich der Überbelichtung; ihre zu starke Deckung läßt im Positiv keine Durchzeichnung der weiß überstrahlten Flächen mehr zu.

Mit dem Helligkeitsumfang des Objekts wachsen also die Belichtungsschwierigkeiten an. Gegenlichtaufnahmen, Aufnahmen mit Durchblicken verlangen eine sehr genaue Bemessung der Belichtungszeiten und vollkommene Einstellung auf das verwendete Filmmaterial. Der Anfänger sollte sich zunächst an weniger kontrastreichen Motiven versuchen. Außerdem zeigen die angeführten Berechnungen, daß wir, im Grunde genommen, gar nicht von einem Belichtungsspielraum des Films sprechen können. Belichtungsspielraum ist in ausreichendem Maße nur für Objekte mit geringen Helligkeitskontrasten vorhanden. Für Objekte mit extremen Helligkeitskontrasten gibt es keinen Belichtungsspielraum.

In der Praxis unterscheiden wir zwischen Einschichtfilmen (= Dünnschichtfilmen) und Zweischichtenfilmen. Der *Einschichtfilm* hat nur eine dünne Emulsionsschicht. Der *Zweischichtenfilm* besitzt einen weniger empfindlichen, steil arbeitenden Unterfuß und einen höchstempfindlichen normal arbeitenden Oberfuß. Geringe Lichtmengen, wie sie von den Schattenpartien ausgestrahlt werden, werden nur von der empfindlichen Oberschicht registriert. Hohe Lichtintensitäten hingegen wirken





Bild 301. Tiefblick. Trotz des extremen Gegenlichts ist dieses hinterhältige Motiv auch in den Schattenpartien elegant durchgezeichnet. Karl Taube †, Leipzig

auch noch auf die Unterschicht ein, und die beim Entwickeln hervorgerufene Schwärzung führt zu einer tonwertmäßigen Abstufung auch noch in den gedeckten Lichtpartien. Durch das Übereinanderlegen zweier Filmschichten wird also der Belichtungsspielraum (besser gesagt: der gerade Kurventeil) des Films wesentlich ausgeweitet; der Film ist weniger belichtungsempfindlich und nimmt eine starke Überbelichtung ausgleichend auf. Er neigt aber zur Bildung von Diffusionslichthöfen und hat damit ein vermindertes Auflösungsvermögen. Der Einschichtfilm ist nicht durch eine zweite Emulsionsschicht gegen Überbelichtungen gesichert. Er hat daher von Natur einen geringeren Belichtungsspielraum und erfordert die Einhaltung genauer Belichtungszeiten. Er besitzt eine geringere Allgemeinempfindlichkeit, dafür aber feinstes Korn und ein überraschend gutes Auflösungsvermögen, da Diffusionslichthöfe weitgehend vermieden werden.

Bei Objekten mit geringen Lichtkontrasten (1 : 30...1 : 40) kann man den Einschichtfilm bedenkenlos 2...3fach überbelichten. Unter den gleichen Bedingungen hält der Doppelschichtfilm ganz unbedenklich eine 5...10fache Überbelichtung aus; bei Objekten mit größeren Lichtkontrasten vermindert sich diese Zahl entsprechend, und zwar sehr rasch.

Bisher wurde nur von der Möglichkeit einer Überbelichtung gesprochen. *Die Möglichkeit zu einer Unterbelichtung existiert nicht.* Man kann knapp belichten. Das führt oft zu überraschend guten Ergebnissen. Man erhält zarte Negative, die sich leicht vergrößern lassen und feinkörnig sind. Sie wirken brillant, während die Überbelichtung zu flauen Negativen führt. *Die knappe Belichtung* ist vor allem von Bedeutung für den Umkehrfilm sowohl schwarz-weiß als auch farbig. Bei einer Überbelichtung würde das Negativ zu stark gedeckt. Im Umkehrbad wird das gedeckte Bild herausgelöst, und das übriggebliebene unveränderte Silber baut nunmehr das Positiv auf. Ist zu wenig übriggeblieben, so wird das Positiv zu dünn, kraftlos, matt und wäßrig in der Farbe. Eine knappe Belichtung hingegen führt zu einer knappen Deckung des Negativs; es bleibt eine reichliche Menge unverändertes Silberbromid übrig, und das Positiv wird dann gut gedeckt. Es entsteht ein kräftiges, kontrastreiches oder in den Farben sattes Positiv. Das ist von Bedeutung beim Arbeiten mit Agfacolor-Umkehrfilm, mit Schwarz-Weiß-Umkehrfilm, der direkt zum Diapositiv führt; es ist von Bedeutung vor allem auch für den Schmalfilmer.

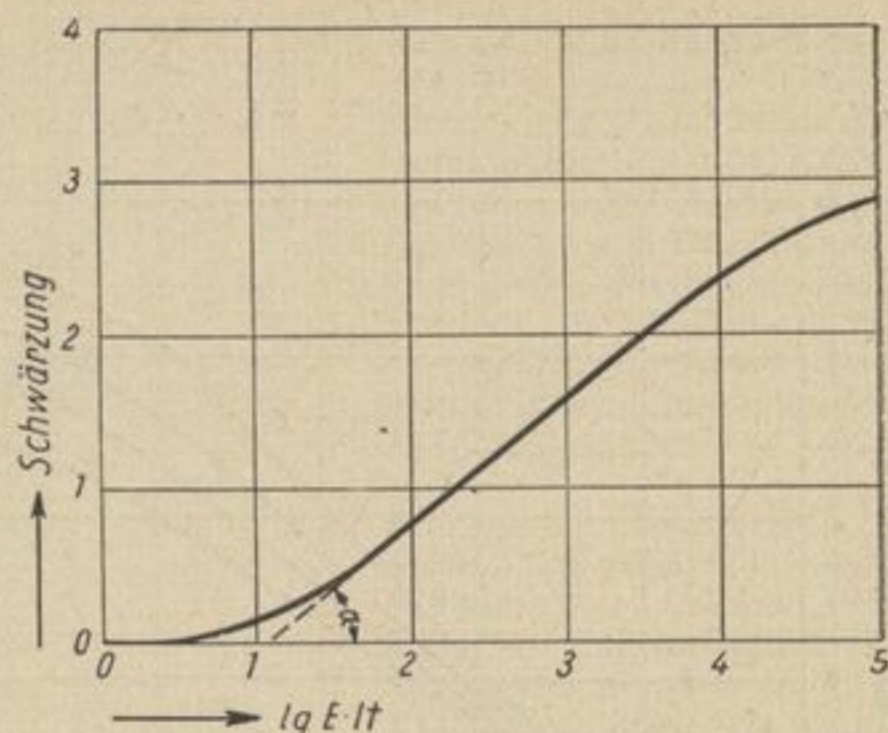
Besonders wichtig ist der Winkel  $\alpha$  (Bild 299), den der geradegestreckte Kurventeil mit der Waagrechten einschließt. Einen trigonometrischen Wert, den Tangens dieses Winkels, bezeichnet man als  $\gamma$  und verwendet ihn zur Charakterisierung des Films. Man spricht daher auch direkt vom »Gamma« des Films. Es bestehen folgende Beziehungen:

Tabelle 64: Das Gamma des Films

$\alpha$ = Aufrichtungswinkel des geradegestreckten Kurventeils der Schwärzungskurve gegenüber der Horizontalen																
$\gamma$ = Tangens $\alpha$ (für $\gamma = 1 = \alpha = 45^\circ$ )																
$\gamma = 0,2$	$0,3$	$0,4$	$0,5$	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	$0,9$	$1$	$1,1$	$1,2$	$1,3$	$1,4$	$1,5$	$1,6$	$1,7$	$1,8$
ausgesprochen flaes Negativ	sehr weiches Negativ	noch vergrößerungsfähig		<b>weich abgestuftes Negativ</b>	<b>beste Vergrößerungsfähigkeit (wichtig für Kleinbild)</b>		kräftiges Negativ	noch vergrößerungsfähig		hartes Negativ						
↓								↓								
Grenze ←								→				Grenze				
der								der								
Vergrößerungsfähigkeit								Vergrößerungsfähigkeit								

Bild 302. Schwärzungskurve des Kodak-Dekopan-S-Films

Das Gamma eines entwickelten Films ist also für die Verwendung des Negativs sehr wichtig. Trotzdem kann es nicht auf der Filmpackung angegeben werden; denn es ist in ziemlich weiten Grenzen veränderlich. Die am meisten gebrauchten *Oberflächenentwickler* reduzieren zunächst die belichteten Silberbromidkristalle der Oberflächenschicht. Damit werden die Schattenpartien zuerst und nahezu vollkommen ausentwickelt. Die Spitzlichter,



deren Wirkung auch noch tiefer in die Schicht drang, haben noch nicht die maximale Schwärzung erreicht. Erst allmählich dringt der Entwickler in die tiefen Schichten der Emulsion ein und reduziert auch dort die belichteten Silberbromidkristalle, ohne daß inzwischen die Durchzeichnung der Schatten weitergetrieben würde. Das Negativ wird also bei lang ausgedehnter Entwicklung immer härter, kontrastreicher, schwerer kopierbar. Der Negativumfang, der Grad der unterschiedlichen Deckung von Schatten und Lichtern, nimmt ständig zu; bald überschreitet er die Ausdrucksmöglichkeiten des Kopierpapiers. Wir haben dann das Gebiet der maximalen Durchzeichnung des Negativs erreicht, das der Empfindlichkeitsmessung der Platten und Filme nach DIN-Graden zugrunde liegt.

Das Kleinbild, das vor allem eine gute Vergrößerungsfähigkeit aufweisen muß, darf diesen maximalen Negativumfang nicht haben. Man darf daher nicht bis zum *maximalen Gamma* ausentwickeln. Die Kleinbildentwicklung wird vorzeitig abgebrochen, wenn die Schattendurchzeichnung zwar schon nahezu maximal ist, aber die Lichter noch längst nicht ihre maximale Schwärzung erreicht haben. Wir entwickeln also häufig nur die Oberflächenschichten des Films, nicht hingegen die Tiefen und erhalten hierdurch eine flachere Schwärzungskurve, einen niedrigeren Gammawert. Für die nachfolgende Vergrößerung sind Gammawerte zwischen 0,6 und 0,8 die geeignetsten.

Bild 302 zeigt die Schwärzungskurve des Kodak-Dekopan-S-Films. Beim Einbeziehen des Durchhangs und der Schulter kann man mit diesem Film einen Objektumfang von 0,75...5 in den logarithmischen Werten oder von 5,6...100000 in den numerischen Werten der Belichtung umfassen. Der Film kann also im Höchstfall einen Helligkeitsumfang von 1 : 18000 bewältigen. Bei Objekten mit mäßigen Lichtkontrasten und einem Objektumfang von 1 : 40 hält der Film also eine 450fache Belichtungszeit gerade noch aus, und auch Objekte mit einem Objektumfang von 1 : 1000 halten noch die 18fache Überbelichtung aus.

Die Bilder 303 und 304 zeigen die Abhängigkeit des Gammawertes von der Entwicklungsdauer. Mit zunehmender Entwicklungszeit wird die Schwärzungskurve aufgerichtet, der Gammawert steigt von 0,6 auf > 1,0 an. Gleichzeitig nimmt die Schleierschwärzung leicht zu. Der relativ langsame Anstieg des Gammawerts ist charakteristisch für einen Film mit großem *Entwicklungsspielraum*. Mit der Vergrößerung des Gammawertes und der Aufrichtung der Schwärzungskurve nimmt die Schwärzung einen größeren Umfang an. Es erhöht sich der *Negativumfang*, und zwar vom numerischen Wert 1000 bei 6 Minuten Entwicklungszeit bis zum nume-

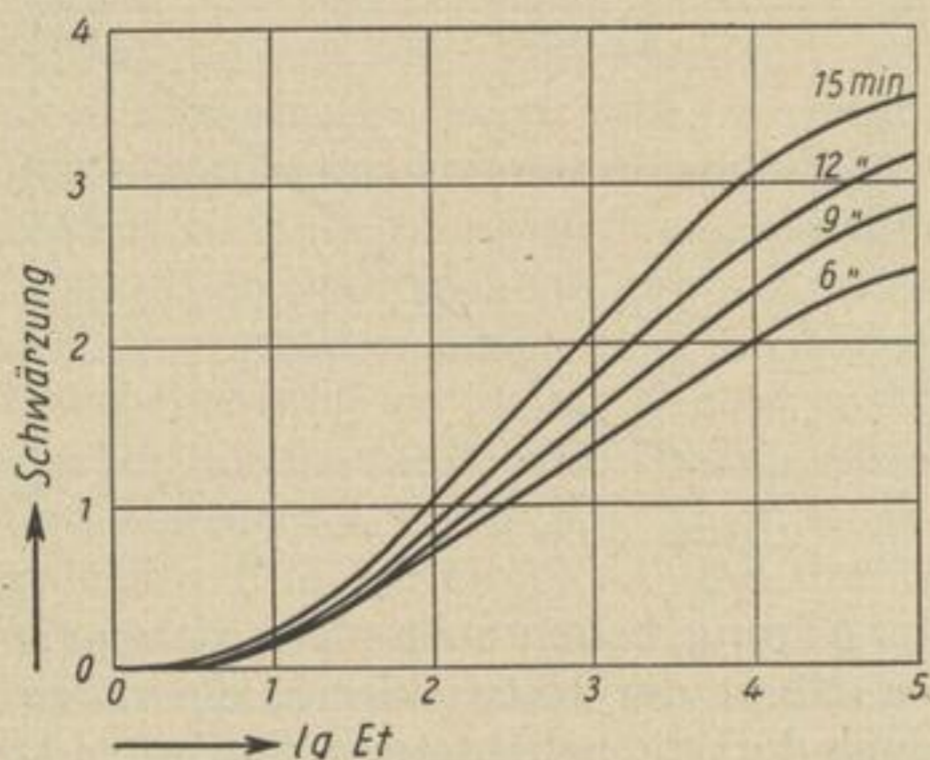


Bild 303. Abhängigkeit des Gammawerts beim Kodak-Dekopan-S-Film von der Entwicklungszeit

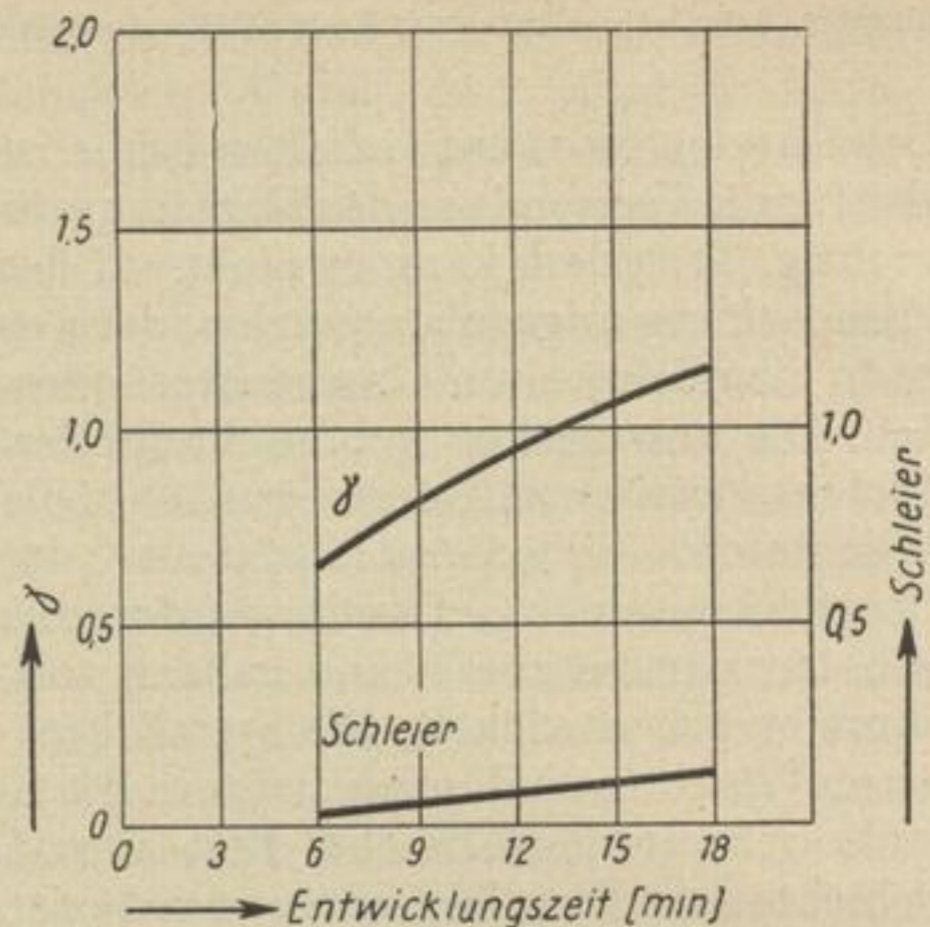


Bild 304. Abhängigkeit von Gammawert und Grundschleier des Kodak-Dekopan-S-Films von der Entwicklungszeit

rischen Wert von etwa 1200 bei 15 Minuten Entwicklungszeit, bezogen auf den logarithmischen Belichtungswert 4. Nehmen wir als Grundwert den logarithmischen Belichtungswert von 1 mit einem numerischen Schwärzungswert von etwa 1,5...3 an, so ergibt sich eine Erhöhung des Negativumfangs von 1 : 66 auf 1 : 400 durch Verlängern der Entwicklungszeit von 6 auf 15 Minuten.

Tabelle 65: Entwicklungszeit und Gamma

Entwicklungszeit in Minuten	Gamma-wert $\gamma$	Schwärzung in den Schatten	Schwärzung in den Lichtern	Negativumfang	Angenommener Objektumfang 1 : 40
6	0,7	1,7	20	1 : 18	sehr stark gemildert
9	0,8	1,9	40	1 : 38	gemildert
12	0,9	2,1	60	1 : 58	leicht übertrieben
15	1,1	3	160	1 : 150	übertrieben
18	1,2	3,5	400	1 : 380	sehr stark übertrieben

Bedenken wir noch, daß wir mit Vergrößerungspapieren nur einen Negativumfang von etwa 1 : 30 darstellen können, so zeigt sich die Schwierigkeit eines tonwertrichtigen Kopierens bei zu großem Kontrastumfang des Negativs, das heißt bei zu hohem Gamma, bei zu steiler Schwärzungskurve.

Hohes Gamma kann erwünscht sein bei kontrastlosen Objekten, ebenso auch bei Strichvorlagen. Bei diesen kommt es häufig darauf an, den vergilbten oder fleckigen Bilduntergrund nicht getönt, sondern als weiße Fläche in der Kopie zu erhalten und eine verblaßte Schrift deutlich geschwärzt wiederzugeben. Daher haben Reproduktionsfilme eine steile Schwärzungskurve und ein hohes Gamma von 1...3 oder darüber.

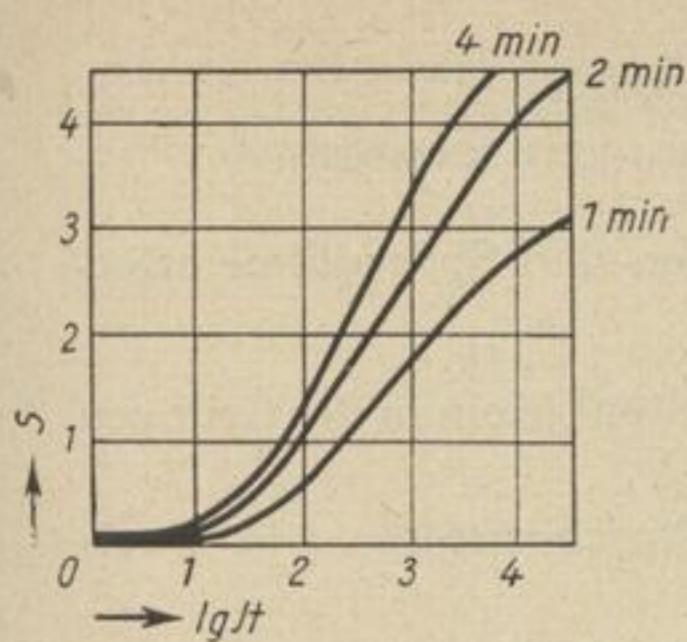


Bild 305

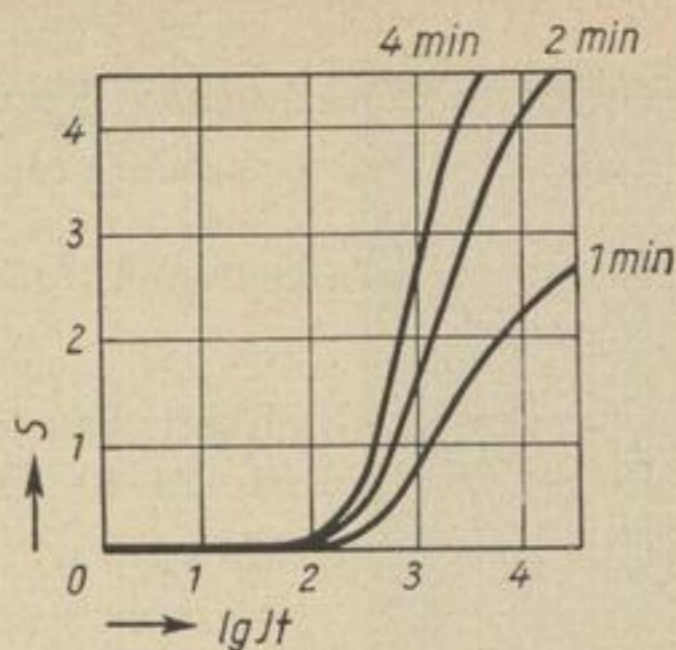


Bild 306

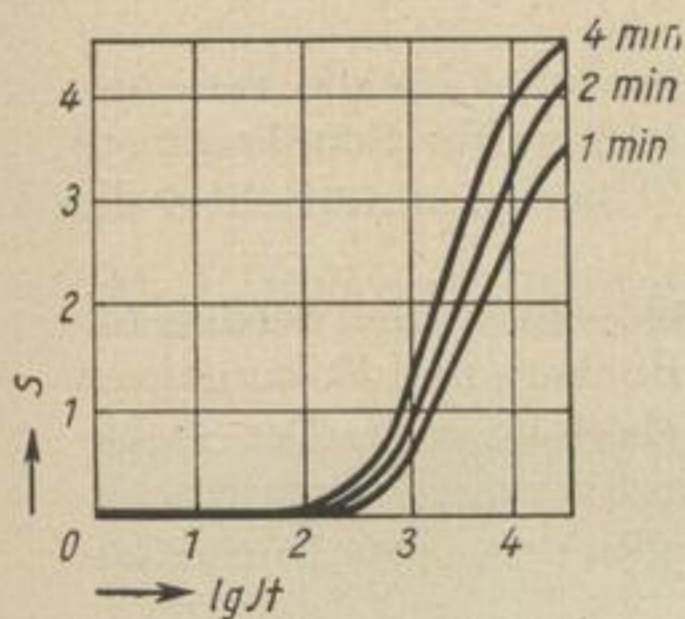


Bild 307

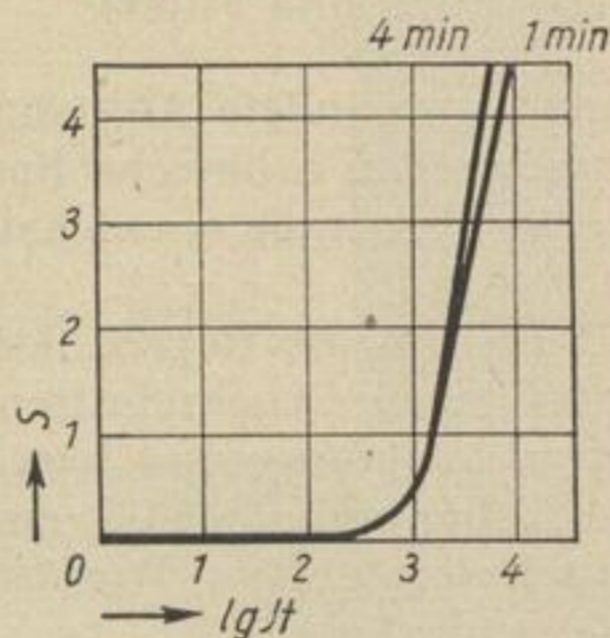


Bild 308

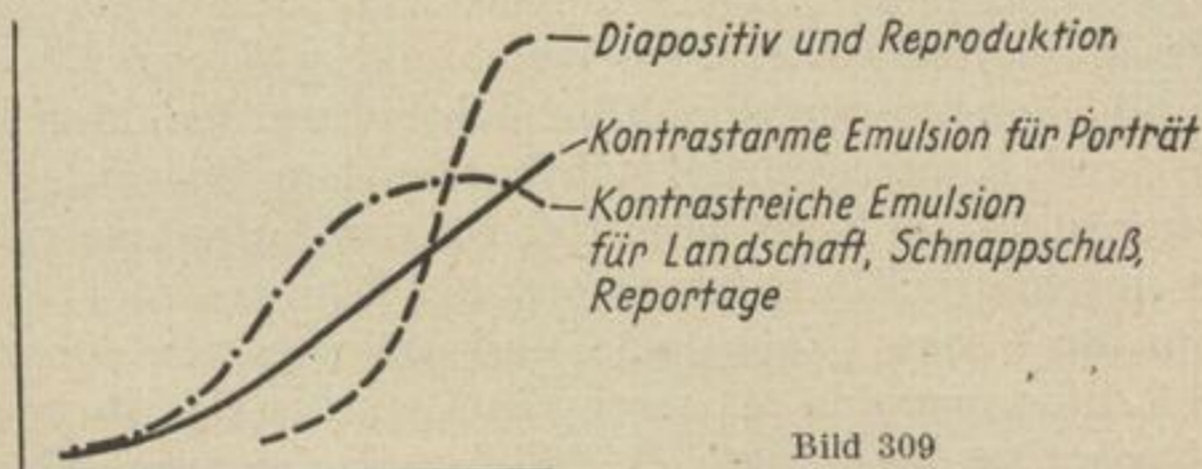


Bild 309

Bild 305. Perutz-Normal-Platte, eine sehr modulationsfähige, normal arbeitende Platte für Halbtonaufgaben, für Reproduktionen nach Fotografien, zur Herstellung von Duplikatnegativen und -positiven; sehr feinkörniges, lichthoffreies Aufnahmematerial. Abhängigkeit der Entwicklungskurve von der Entwicklungszeit

Bild 306. Perutz-Kontrast-Platte, hart arbeitende Reproduktionsplatte, äußerste Feinkörnigkeit; ausgezeichnete Schwärzung bei glasklarem Untergrund. Besonders für Reproduktion von Schriftstücken, Strichzeichnungen, Plänen

Bild 307. Perutz-Diapositiv-Platte normal. Sehr modulationsfähiges, äußerst feinkörniges Aufnahmematerial normaler Gradation für Diapositive und Halbtonreproduktionen bei klarer, tonreicher Abstufung

Bild 308. Perutz-Diapositiv-Platte hart. Äußerst hart arbeitende Diapositivplatte, praktisch kornlos bei sehr klarer und tonreicher Abstufung, dünn-schichtig. Besonders für Diapositive nach flauen Negativen

Bild 309. Schwärzungskurve einer kontrastreichen, einer kontrastarmen und einer Diapositivemulsion

Die Bilder 305...308 zeigen 4 Kurvenserien im Vergleich. Bild 305 stellt eine modulationsfähige, normal arbeitende Emulsion dar und zeigt außerdem die Veränderung des Gammawerts durch Verlängerung der Entwicklungszeit von 1 auf 2 und 4 Minuten. Bild 306 betrifft ein ausgesprochen hart arbeitendes Kontrastmaterial, das man vorteilhaft für Schwarzweißzeichnungen anwendet. Es bringt eine ausgesprochen starke Schwärzung neben glasklarer Zeichnung heraus und dient zur Wiedergabe vergilbter Dokumente, verblaßter Pläne und Schriftstücke. Bild 307 betrifft eine Emulsion mit hohen Gammawerten für Diapositivfilm in normaler Gradation. Sie verspricht eine tonreiche Abstufung für Diapositive und Halbtonvorlagen. Bild 308 endlich ist eine äußerst hart arbeitende Diapositivemulsion, die tiefe Schwärzen neben glasklare Zeichnungen setzt. Man wendet sie bei der Herstellung von Diapositiven nach flauen Negativen an. Bild 309 zeigt die Unterschiede zwischen einer kontrastreichen, einer kontrastarmen und einer Diapositivemulsion.

## 5. Technisch-wissenschaftliche Spezialfilme

(Hierzu Typentafel XI: Reproduktionsfilme der Agfa, und Typentafel XII: Röntgenfilme)

Zur Lösung der verschiedensten fotografischen Aufgaben sind Spezialfilme erforderlich. Wir lernten bereits kennen

- a) Filme mit unterschiedlicher Empfindlichkeit. Wir teilten sie ein in die Gruppen  
a) 10/10° DIN, b) 17...18/10° DIN, c) 21...24/10° DIN;
- b) Filme mit unterschiedlicher Schichtdicke: a) Einschichtfilme, b) Zweischichtenfilme;
- c) Filme mit unterschiedlicher Farbenempfindlichkeit (S. 252 ff.). Hierüber unterrichtet das folgende Kapitel »Film und Filter«.

Sie alle betreffen das universell verwendete Aufnahmematerial für die verschiedensten Aufnahmen. Daneben wurden zahlreiche Spezialfilme für Sondergebiete der technisch-wissenschaftlichen Fotografie entwickelt. (Über sie unterrichtet die Typentafel XI.)

Besonders wichtig sind die Filme für die Reproduktionstechnik. Sie werden für Kleinstaufnahmen von Schriftstücken, Druckschriften, Büchern und Dokumenten verwendet. Sie müssen extrem feinkörnig und hart arbeitend sein. Der *Dokumentenfilm* weist eine geringe Lichtempfindlichkeit auf und ist meist auch farbenblind oder nur orthochromatisch sensibilisiert. Daneben gibt es zahlreiche Spezialfilme für die Reproduktionstechnik.

Eine zweite wichtige Gruppe von Spezialfilmen umfaßt die Röntgenfilme. Sie dienen für fotografische Aufnahmen innerer Organe und des Knochengerüsts (Bilder 310...314). Die Röntgenstrahlung durchdringt die Weichteile, während Knochen und Fremdkörper als helle Bildelemente auf dem Film sichtbar werden. Man kann auch bestimmte Weichteile durch Kontrastmittel sichtbar machen. So werden z. B. Darm und Magen mit Bariumsulfat als Kontrastmittel vor der Aufnahme gefüllt, das Röntgenstrahlen nicht durchläßt. Ein neues Gebiet der Röntgenfotografie ist die Vasografie, die Fotografie des Venen- (Venografie) und Arterien- (Arteriografie) Systems. Diäthanolamin-3,5-dijodopyridon-(4)-acetic. 70% wird in das Blutgefäßsystem als Kontrastmittel gespritzt, das durch die Nieren wieder ausgeschieden wird. So kann heute in der klinischen Diagnose das Gefäßsystem am lebenden Körper untersucht werden. Die Röntgenfilme sind doppelseitig mit lichtempfindlicher Emulsion begossen. Bei der Belichtung werden gleichzeitig beide Emulsionsschichten belichtet, und man erhält dann ein Gesamtbild, das die doppelte Deckung und die doppelten Kontraste eines Einzelbildes aufweist.

Die Röntgenfilme sind

- a) besonders empfindlich für die Röntgenstrahlung; sie liefern eine scharfe Zeichnung der verschieden stark durchstrahlten Gewebe und Knochen, erfordern aber eine relativ lange Belichtungszeit und kommen daher nicht für die Aufnahme von Geweben und Organen in Frage, die sich ständig bewegen;
- b) besonders empfindlich für blauviolett fluoreszenzlicht, das von Verstärkungsfolien ausgesandt wird; die Aufnahmen mit Verstärkungsfolie sind weniger scharf in der Zeichnung; man kommt aber mit kürzeren Belichtungszeiten aus, was für Magen-, Darm-, Lungenaufnahmen besonders wesentlich ist;

Bild 310. Röntgenaufnahme zweier Finger.  
Dr. med. Hans-Lothar Kölling, Jena; Exakta Varex:  
Tessar 2,8/50; Blende 8; 8 s



Bild 311. Fersenbein und Mittelfußknochen. Röntgenaufnahme auf Kodak-Diasinex-Film



c) als Fluorapidfilm besonders empfindlich für das gelbgrüne Licht der Röntgendurchleuchtungsschirme. Man verwendet ihn bei Reihenuntersuchungen auf Tuberkulose zu Röntgenschirmbildaufnahmen mit Kleinbildapparaten und arbeitet dann mit dem lichtstarken Biotar 1 : 0,85.

Ferner sei noch hingewiesen auf die Spezialfilme für Röntgenaufnahmen in der Technik. Sie dienen zur Materialprüfung. Mit ihrer Hilfe stellt man Risse in Kessel-

Bild 313

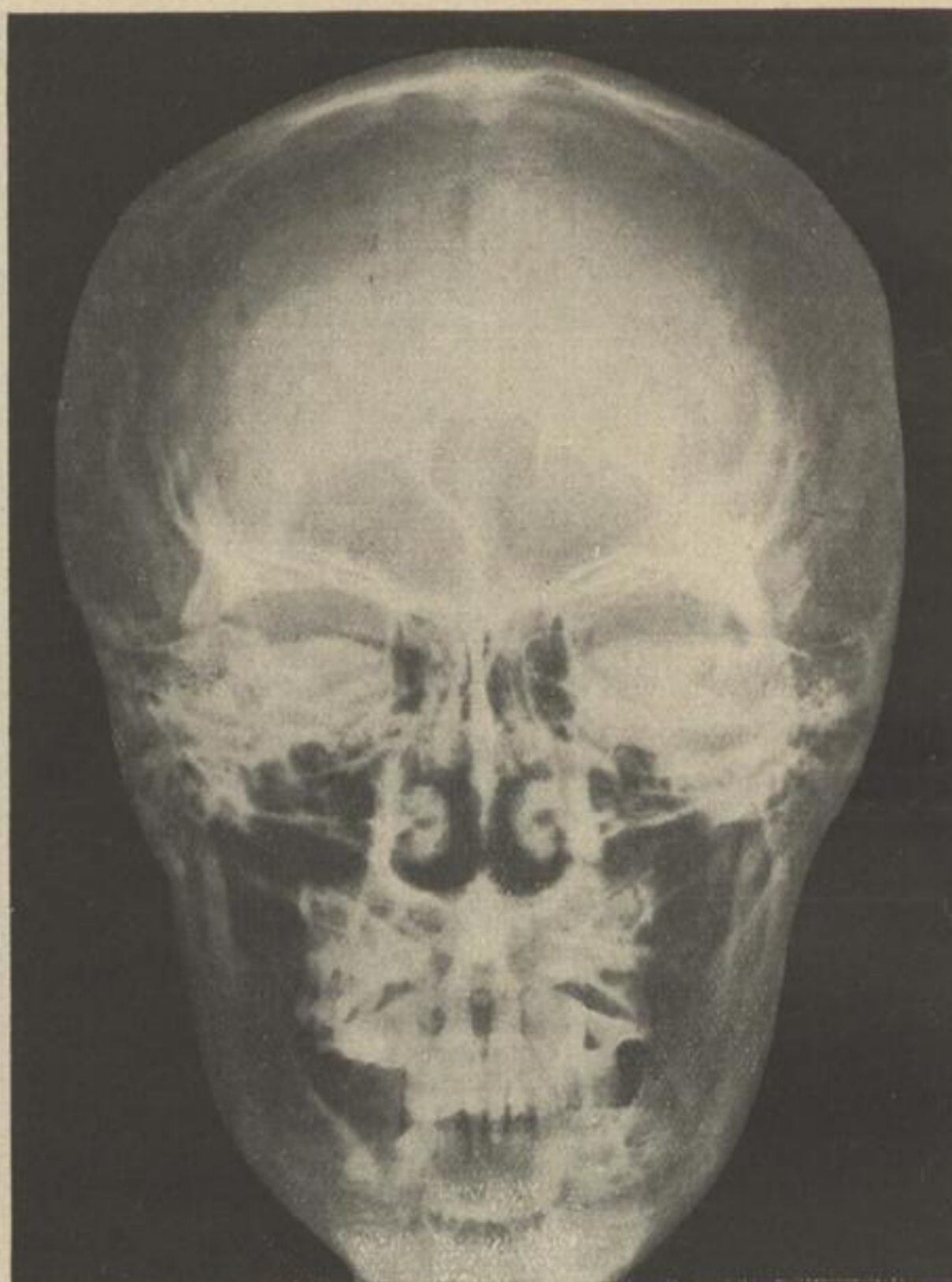


Bild 312

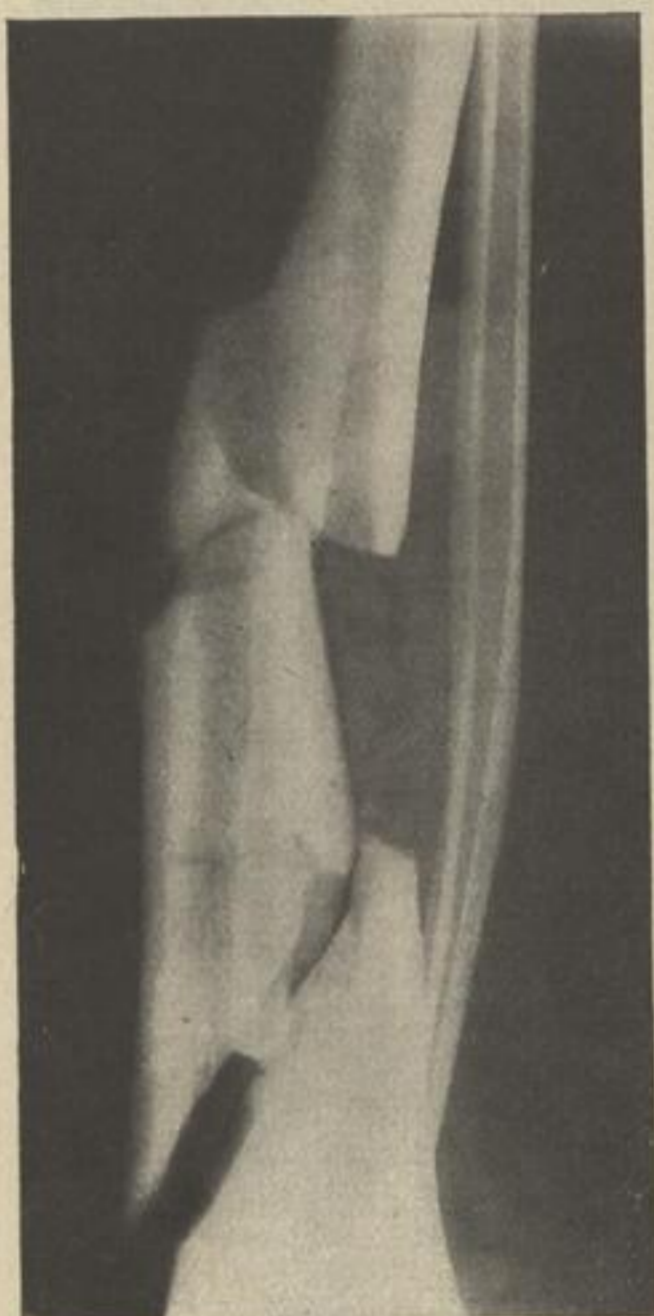


Bild 314



Bild 312. Knochenfraktur. Röntgenaufnahme auf Kodak-Diasinex-Film

Bild 313. Der Schädel. Röntgenaufnahme auf Kodak-Diavidox-Film

Bild 314. Röntgenaufnahme auf Agfa-Normalzahnfilm, entwickelt in Rodinal  
Das Bild zeigt ein Granulom —<sup>15</sup>—. Zahnarzt Erich Seidewitz, Leipzig

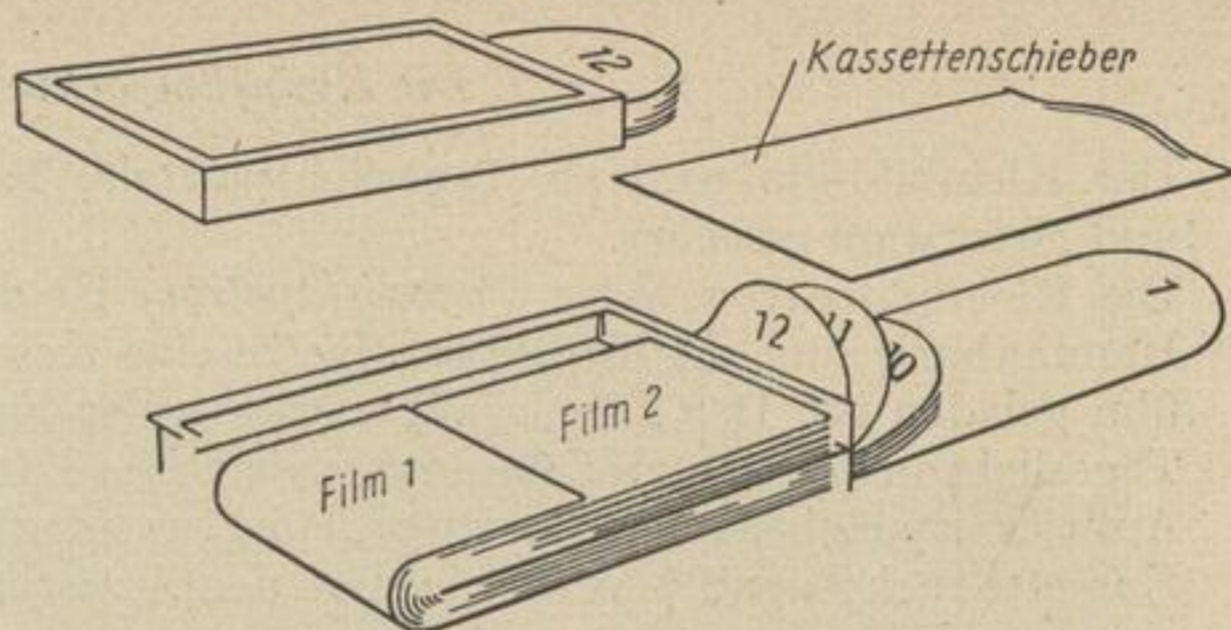
blechen, Poren und Bläschen in Schweißnähten und in der wissenschaftlichen Fotografie zum Beispiel den Kristallbau fest. Die Aufnahmen helfen, unsere Wirtschaft vor Schäden zu bewahren (Kesselexplosionen), und vermitteln neue wissenschaftliche Erkenntnisse in der Erforschung unserer Umwelt.

### 6. Die Filmformate

Die Filme werden als Planfilme, Packfilme und Rollfilme geliefert. Die *Planfilme* und *Packfilme* kommen hauptsächlich in den Formaten  $6,5 \times 9$ ,  $9 \times 12$  und  $10 \times 15$  cm



Bild 315. Filmpack. Oben: Geschlossen. Unten: Geöffnet; der belichtete erste Film wird abgezogen



in den Handel. Vor dem Gebrauch von Platten haben sie den Vorzug des geringeren Gewichts und des weniger häufigen Kassettenswechsels. Im Filmpack hängt jeder

Einzel Film an einem schwarzen Schutzpapier, dessen Ende als numerierte Lasche aus der Kassette herausragt (Bild 315 oben). Nach dem Belichten des ersten Films zieht man die Lasche 1 langsam heraus. Dabei zieht das Schutzpapier den anhaftenden Film vom Filmpack herab und in den hinteren Auffangteil der Kassette (Bild 315 unten). Nun wird das Schutzpapier abgerissen, und der zweite Film liegt obenauf zur Belichtung frei. Die belichteten Filme können dem Filmpack auch einzeln in der Dunkelkammer entnommen und verarbeitet werden.

Mit dem Überhandnehmen der Mittel- und Kleinbildformate wurden der Planfilm und Packfilm stark zugunsten des *Rollfilms* zurückgedrängt. Dieser wird in 4 Breiten geliefert: 2 Rollfilmbreiten, Kinofilm und Schmalfilm. Die drei ersteren können je in drei Bildformate aufgliedert werden, je nachdem man das Grundformat, das Zweidrittelformat oder das Halbformat wählt. Nur vom Kinofilm ist bisher das Halbformat für Einzelaufnahmen nicht ausgenutzt worden.

Tabelle 66: Die Rollfilmformate

Die Rollfilmbreiten:			
1. B II 8		Breite	6,5 cm
2. A 8		Breite	4 cm
3. Kinofilm		Breite	35 mm
4. Schmalfilm		Breite	16 mm
Die Aufnahmeformate:			
1. Rollfilm B II 8	a) Grundformat	6 × 9 cm	8 Aufnahmen
	b) Zweidrittelformat	6 × 6 cm	12 Aufnahmen
	c) Halbformat	4,5 × 6 cm	16 Aufnahmen
2. Rollfilm A 8	a) Grundformat	4 × 6,5 cm	8 Aufnahmen
	b) Zweidrittelformat	4 × 4 cm	12 Aufnahmen
	c) Halbformat	3 × 4 cm	16 Aufnahmen
3. Kinofilm	a) Grundformat	24 × 36 mm	36 Aufnahmen
	b) Zweidrittelformat	24 × 24 mm	54 Aufnahmen

Das Rollfilmformat B II 8 wird auch als PB 20 auf Metallspule mit dünner Achse geliefert.

Außerdem kennen wir noch das abweichende Format D 8 mit 8 Aufnahmen im Format 6,5 × 11 mm und das gleiche Format auf Metallspule mit dünner Achse unter der Bezeichnung PD 16.

## 7. Die Kleinfilm packungen

Der Kleinbildfilm wird als Tageslichtpatrone, Tageslichtspule, Einlegepackung und Meterware geliefert.

Die Kleinbildpatrone oder *Tageslichtpatrone* ist die teuerste Form, aber in der Handhabung auch die bequemste. Sie ist eine Kassette, die mit 1,60 m Kleinbildfilm geladen ist. Der Filmanfang ragt aus der Kassette heraus; diese kann bei Tageslicht in den Apparat gesetzt werden. Das Filmende wird am Spulenkern der Aufwickelspule befestigt. Nach der Belichtung des Filmstreifens muß dieser in die Kassette rückgespult werden, ehe man den Apparat öffnen und eine neue Kassette einsetzen kann.

In manche Markenapparate (zum Beispiel Exakta Varex) sind Abschneidevorrichtungen eingebaut. Dann kann man den Film aus der Filmkassette direkt in eine Aufwickelkassette leiten und spart das Rückspulen des belichteten Filmstreifens. Da sich das Filmende aber nicht aus der Tageslichtkassette löst, muß es zum Schluß bei noch geschlossener Kamera mit dem Trennmesser abgetrennt werden. Eine Tageslichtpatrone faßt 36 Aufnahmen im Format  $24 \times 36$  mm oder 54 Aufnahmen  $24 \times 24$  mm. Mit dem Trennmesser können auch beliebige Teillängen nach der Belichtung abgetrennt und in der Dunkelkammer aus dem Apparat genommen werden. Bei Apparaten ohne Trennmesser, deren Spulenanlage das Einsetzen einer Kassette ermöglicht, läßt sich ebenfalls das Rückspulen des belichteten Films vermeiden. Man nimmt Einlegepackungen oder schneidet sich Meterware selbst zurecht und füllt damit die Kassette, ohne das Filmende am Kassettensystem zu befestigen. Dann läßt man den Film bis zum Ende von Kassette zu Kassette laufen (Zweikassettensystem).

Neben dieser Normalform der Tageslichtpatrone gibt es noch verschiedene Abarten, die weniger Film enthalten. Die Agfa-Karatpatrone, die für die Agfa-Karat-Kamera gedacht ist, enthält eine Filmlänge für 12 Aufnahmen. Der Film läuft von Kassette in Kassette und braucht nicht rückgespult zu werden. Perutz gibt auch Tageslichtpatronen mit Film für 20 Aufnahmen heraus.

Die *Tageslichtspule* ist preisgünstiger als die Patrone. Sie enthält auf einer Spule eine zugeschnittene Filmlänge von 1,60 m. Der Film ist durch ein schwarzes Abdeckpapier vor Licht geschützt und wird bei Tageslicht in die Kassette der Kleinbildkamera eingepaßt. Dabei schiebt man den Papierstreifen in den Kassettenschlitz. Dann wird die Kassette geschlossen. Beim Herausziehen des Abdeckpapiers wird automatisch der zugeschnittene Filmanfang nachgezogen.

Noch billiger ist die *Einlegepackung*. Auch sie umfaßt eine zugeschnittene Filmlänge von 1,60 m Länge, aber ohne Spule und ohne Abdeckpapier. Der Film muß in der Dunkelkammer an einer Kassettenspule befestigt und auf diese aufgespult werden. Dann setzt man ihn im Finstern in die Kassette und schließt diese.

Die billigste Form des Kinofilms endlich ist die Meterware. Man erhält Rollen von 5, 10, 16 bzw. 17, 25, 30 und 60 m Länge. Am praktischsten ist die 16- bzw. 17 m-Länge, die 10 Filmstreifen zu je 1,60 bzw. 1,70 m ergibt. Die Meterware muß in der Dunkelkammer im Finstern in die erforderlichen Längen geschnitten, angeschnitten und eingelegt werden. Dabei darf man nur die perforierten Ränder, nicht aber das Filmband selbst berühren. Auch muß man ruhig arbeiten, damit kein Staub aufgewirbelt wird. Im allgemeinen lohnt sich die zusätzliche Arbeit mit der



Bild 316. Arbeitskameraden. Karl Taube †, Leipzig

Meterware nur für den Berufsfotografen und für Amateure mit ausgesprochen großem Filmverbrauch. Es empfiehlt sich, in jedem Falle auf dem aus den Kassetten herausragenden Filmanfang mit Bleistift Fabrikat, Empfindlichkeit und das Datum der Kassettenfüllung zu vermerken, damit Verwechslungen ausgeschaltet werden. Aber man darf dabei keinen Kopierstift verwenden, da dieser in den Entwicklungs- und Fixierbädern ausläuft.

### 8. Haltbarkeit und Filmlagerung

Für die Haltbarkeit der Schwarzweißfilme wird durchschnittlich eine Garantiezeit von zwei Jahren angegeben. Das Verfallsdatum ist auf der Packung vermerkt. Die meisten Filme können bei sachgemäßer Lagerung auch nach wesentlich längeren Zeiten unbedenklich verarbeitet werden. Allerdings geht die Lichtempfindlichkeit mit zunehmendem Alter zurück. Ältere Filme muß man also länger belichten als frische. Dazu verändert sich allmählich die Gradation, und es kann eine leichte Schleierbildung auftreten. Man lege sich also keine größeren Vorräte an Aufnahmematerial zu, als man innerhalb der Garantiezeit zu verbrauchen gedenkt.

Die Herstellerfirmen wenden größte Sorgfalt auf, um den Film unter optimalen Bedingungen im Werk zu lagern. In einwandfreier Beschaffenheit verläßt er dann das Werk. Um so wichtiger ist es, daß auch die Handelsorganisationen und die Händler den Film sachgemäß lagern, damit nachträglich keine Qualitätsminderung eintritt.

Der Film verlangt eine einigermaßen gleichmäßige Lagertemperatur; starke Temperaturschwankungen wirken ungünstig. Eine Lagertemperatur von 15...16° C ist am günstigsten. Kühlere Temperaturen werden besser ertragen als höhere. Man lagert daher den Film nie in der Nähe von Heizkörpern und verwendet auch nur Leerpäckungen zur Schaufensterdekoration, damit er nicht der Sonnenhitze unmittelbar ausgesetzt wird.

Wichtig für die Haltbarkeit ist auch eine einigermaßen gleichmäßige relative Luftfeuchtigkeit von 50...60%. Besonders schädlich ist feuchte Wärme, wie sie für viele Tropengebiete charakteristisch ist. Dann muß man die Filme in zugelöteten Blechbüchsen aufbewahren und eventuell in Kühlgefäßen oder Kühlschränken lagern. Bei feuchter Wärme schleiert der Film. Die Gradation wird verflacht, so daß die Bildkontraste merklich zurückgehen. Eine Lagerung des Films in feuchten Kellerräumen ist also auch nicht möglich.

Chemikaliendämpfe schädigen und zersetzen die Emulsion und setzen die Haltbarkeit des Films herab. Besonders schädlich auf den Film wirken

Seifen, Waschpulver, Parfüms;  
Farben, Lacke, Druckerschwärze, Verdünnungsmittel;  
Ammoniak;  
schwefelhaltige Chemikalien, vor allem Schwefelwasserstoff;  
Terpentin und Terpentinöl.

Fachdrogisten müssen also das Filmmaterial in einem gesonderten Raum lagern, der frei von Chemikaliendämpfen und Riechstoffen ist. Auch in der Dunkelkammer können die Filme nicht aufbewahrt werden, weil die Dämpfe von Säuren und verbrauchten Fixierbädern zersetzend auf Fotopapiere und Filme einwirken und Schleierbildung veranlassen.

Da Terpentin ebenfalls die lichtempfindlichen Schichten angreift, dürfen die Filme nicht in Schränken und Regalen aus frischem Fichten- und Tannenholz aufbewahrt werden, solange diese noch harzreich sind. Vorsicht ist auch vor frisch gestrichenen Regalen und Schränken am Platze.

Alle diese Einflüsse können die Haltbarkeit von Filmen und Papieren beeinträchtigen. Im übrigen achte man beim Verkauf darauf, daß das Material stets in der Reihenfolge des Eingangs verkauft und in den Regalen ständig von hinten nach vorn nachgeschoben wird, damit die Ware stets so frisch wie möglich an den Kunden kommt. Filme und Papiere mit überschrittenem Verfallsdatum sind in jedem Falle vom Verkauf auszuschließen. Bei Reklamationen an die Herstellerfirma fügt man eine Probe des beanstandeten Materials bei und gibt die Emulsionsnummer an, die auf der Packung vermerkt oder dieser beigelegt ist.

## *IX. Die Farbempfindlichkeit des Films*

### *1. Die Farbenempfindung*

Die Gegenstände, die wir fotografieren, sind zum größten Teil farbig. Ihre Farbe kommt dadurch zustande, daß sie einen Teil der Wellenlängen des weißen Lichts verschlucken (absorbieren) und den anderen zurückstrahlen. Gegenstände, die das gesamte auf sie treffende Licht reflektieren, sehen weiß aus, solche, die das ge-

samte auftreffende Licht absorbieren, sind schwarz. Die verschiedenen Grauwerte kommen durch teilweise Absorption aller Farben des Spektrums zu gleichen Anteilen zustande. Ein Körper, der die Strahlenbereiche des grünen und roten Lichts absorbiert und die blauen Strahlen reflektiert, erscheint uns blau (Bild 317).

Es kommt hinzu, daß die einzelnen Lichtarten eine unterschiedliche Zusammensetzung haben. Das Sonnenlicht besteht zu gleich großen Anteilen aus Blau-, Grün- und Rotstrahlung. Das elektrische Licht ist aus diesen Anteilen etwa im Verhältnis 1:2:6 zusammengesetzt (Bild 318). Das Licht einer elektrischen Glühlampe erscheint uns im Vergleich zum Sonnenlicht stark nach Gelb und Rot verlagert. Das können wir am besten erkennen, wenn wir am Tage eine Glühlampe aufleuchten lassen und beide Lichtarten unmittelbar vergleichen. Bei verschiedenartigen Lichtquellen erscheint daher ein und derselbe Körper auch verschieden getönt. Bei elektrischem Licht wird von einem bestimmten Körper sechsmal so viel Rotstrahlung reflektiert wie bei Tageslicht. Rot erscheint daher bei elektrischer Beleuchtung heller als am Tage.

Das Auge empfindet die einzelnen Farben bei gleicher Lichtintensität verschieden hell. Gelb empfindet es heller als die anderen Farben, Blau hingegen dunkler. Die Helligkeitswerte von blau, rot, grün und gelb erscheinen unserem Auge wie 1:5:7:12 (Bild 319). Der Schwarzweißfilm setzt die Farbwerte in Grauwerte um, die zwischen den beiden Extremen Weiß und Schwarz liegen. Die Lichtempfindlichkeit der gewöhnlichen fotografischen Schicht reicht aber nur von der ultravioletten Strahlung über die Blaustrahlen bis zum gelbgrünen Bereich des Spektrums. Strahlen mit größeren Wellenlängen werden von ihr nicht mehr registriert. Auf dem fotografischen Bild zeigt sich dann eine Verfälschung der Helligkeitswerte gegenüber dem Augeneindruck. Die hellste Farbe des Bilds ist Blau (Bild 319). Sie wird vom Auge am dunkelsten empfunden. Gelb und Grün, die vom Auge hell empfunden werden, wirken nicht auf die Schicht ein; ihre Bereiche fließen daher im Positiv zu einer zeichnungslosen schwarzen Fläche zusammen.

Dieses vollkommen »farbenblinde« Aufnahmematerial ist heute weitgehend zurückgedrängt. Man verwendet es noch in der Reproduktionstechnik für Strichaufnahmen, Halbtonaufnahmen und Schwarzaufotypen, bei denen keine Farbenverfälschungen eintreten können.

Die Farbenverfälschung bei der Aufnahme ist rein physikalisch bedingt. Nur die

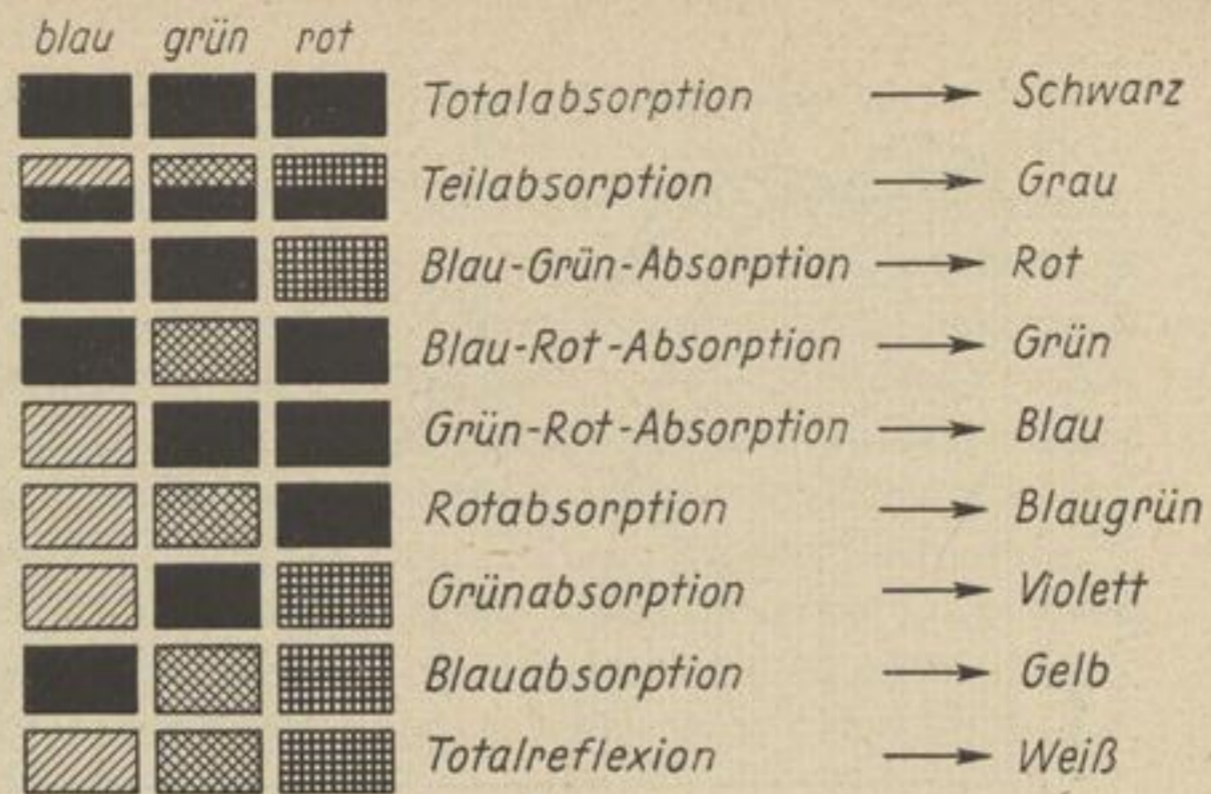


Bild 317. Die Farben der Gegenstände

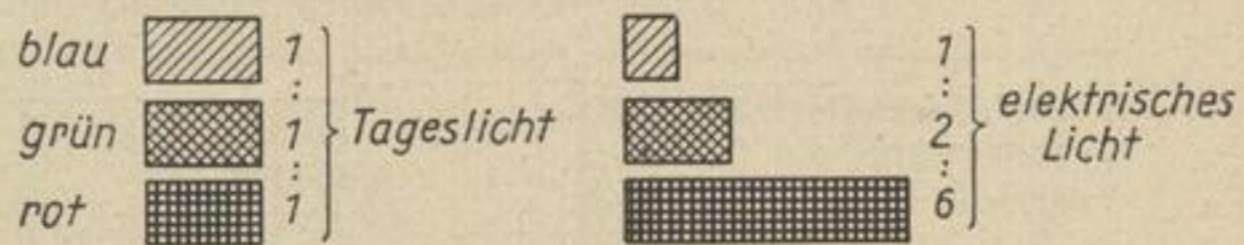


Bild 318. Zusammensetzung des Tageslichts und des elektrischen Lichts

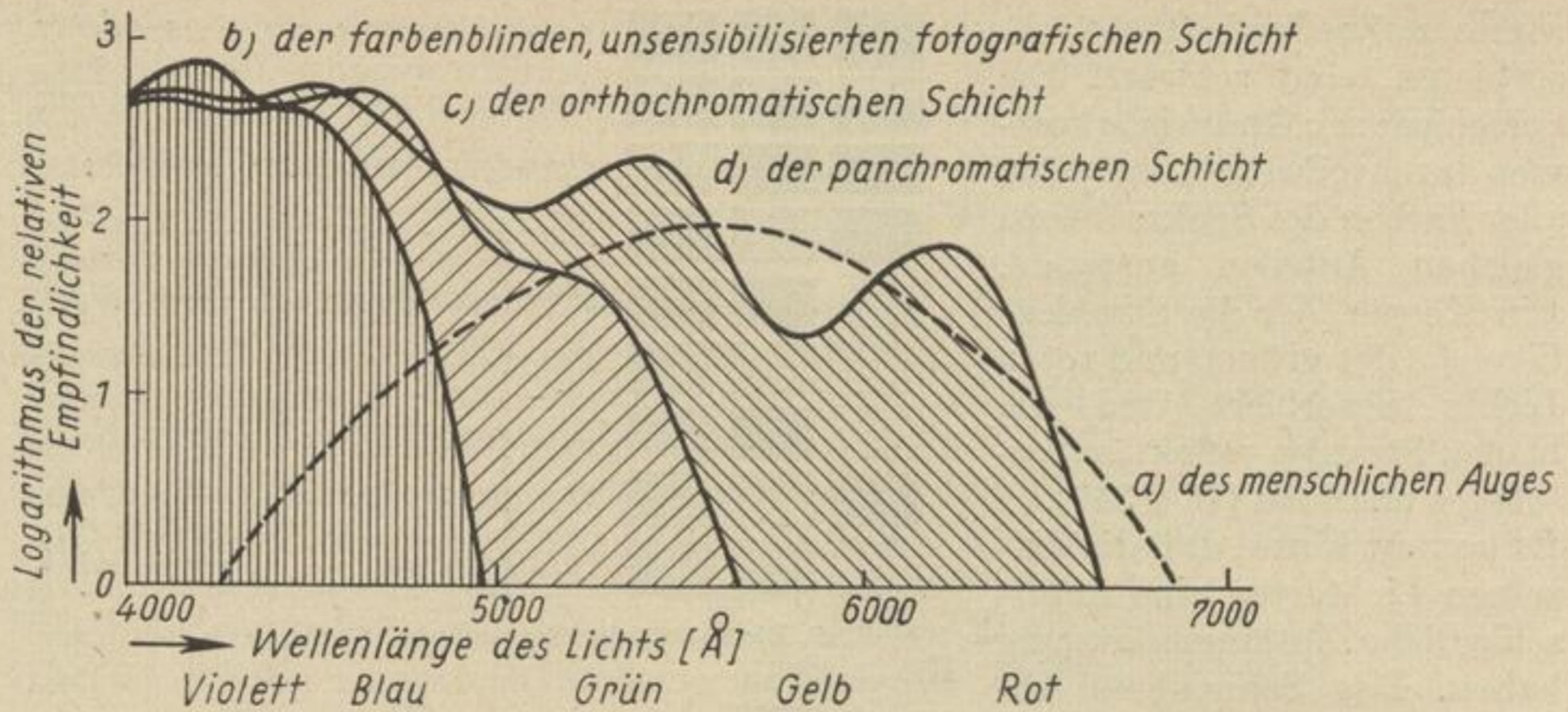
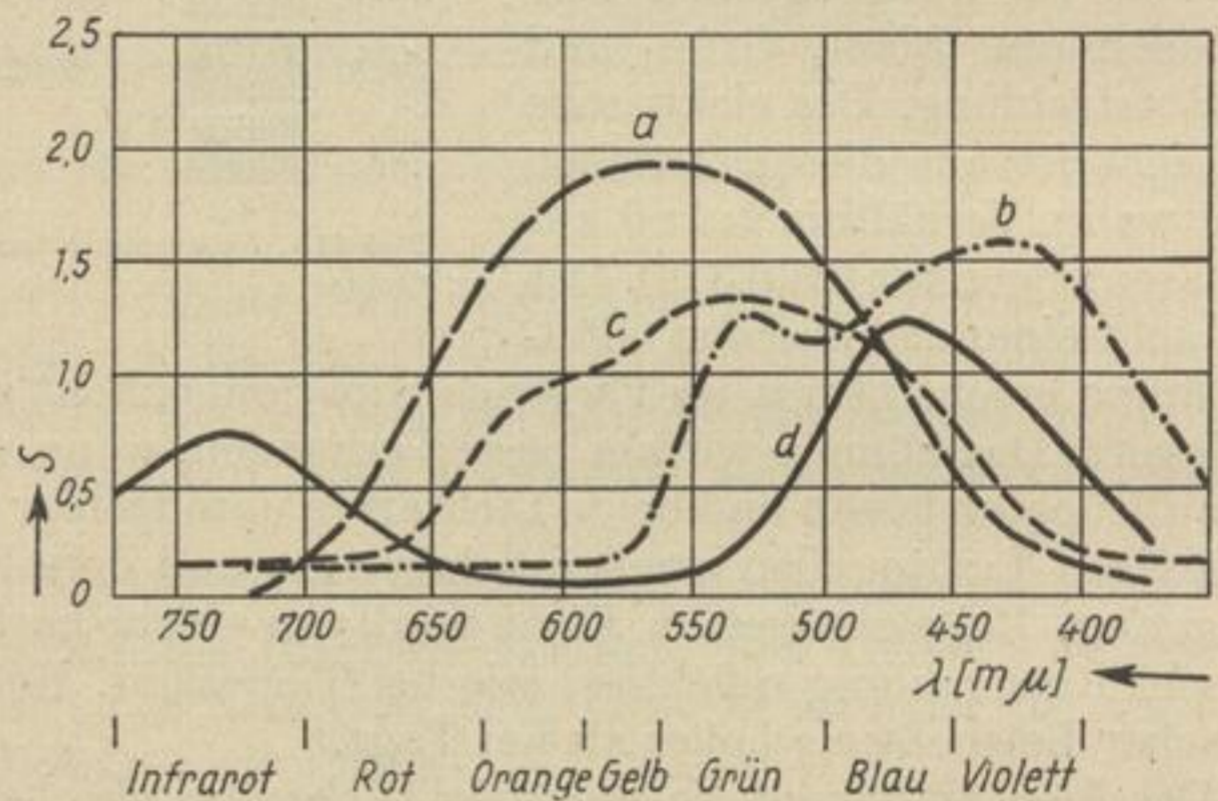


Bild 319. Spektrale Hellempfindung bei Sonnenlicht

Bild 320. Spektrale Schwärzungsverteilung beim Orthorapid-Film *b*; Superpan-Film *c* bei Tageslicht; Agfa-R-Film *d* und im Vergleich hierzu die Augenkurve *a*



Lichtstrahlen können chemisch verändernd einwirken, deren Energie vom lichtempfindlichen Stoff aufgenommen wird. Das Silberbromid ist gelblich gefärbt. Also können die Silberbromidkristalle nur das kurzwellige blaue Licht aufnehmen (absorbieren). Lichtstrahlen größerer Wellenlängen werden von ihm nicht absorbiert; sie können daher auch keine fotochemischen Reaktionen auslösen.

Bei der Herstellung mischt man den normalen Emulsionsbestandteilen Farbstoffe zu, die das grüne Licht absorbieren und die aufgenommene Lichtenergie an das Silberbromid weitergeben, das die Farbstoffmoleküle adsorptiv an seiner Oberfläche festhält. Derartige Farbstoffe, die die Lichtaufnahmefähigkeit für die verschiedensten Wellenbereiche steigern, nennt man Sensibilisatoren<sup>1)</sup>. So wird die farbenblinde Emulsion durch Sensibilisatoren auch für den grünen und gelben Wellenbereich des Lichts empfindlich; Gelb und Grün erscheinen im Bild dann heller und entsprechen mehr dem Helligkeitseindruck des menschlichen Auges. Man nennt derartige Schichten *orthochromatisch*<sup>2)</sup>.

Durch die Sensibilisierung wird die Farbenwiedergabe verbessert; sie entspricht

<sup>1)</sup> sensibilis (lat.) = empfindlich.

<sup>2)</sup> orthos (griech.) = gerade, richtig; chroma (griech.) = Farbe; farbrichtig.

aber noch nicht der Farbempfindung des Auges. Blau, Grün und Gelb erscheinen nunmehr im Helligkeitsverhältnis 2 : 1 : 1; längere Wellenbereiche werden noch immer nicht registriert. Die Empfindlichkeit für Gelb und Grün läßt sich nicht weiter steigern. Will man eine weitere Farbenverbesserung erzielen, so muß man zum entgegengesetzten Mittel greifen und die zu hohe Blauempfindlichkeit auf  $\frac{1}{12}$  der Gelbempfindlichkeit herabdrücken. Das wird durch Vorschalten einer Gelbscheibe vor das Objektiv erreicht. Je nach seiner Dichte hält das Gelbfilter einen mehr oder weniger großen Teil der Blaustrahlung zurück, während Grün und Rot ungehindert das Filter passieren und sich additiv zum Gelbeindruck vereinigen. Je größer der Blauanteil der wirksamen Strahlung ist, desto stärker muß man filtern, um tonwertrichtige Farbwerte zu erhalten. Je strenger das Filter ist, desto mehr Strahlung wird von ihm absorbiert, und desto stärker wird dann auch die Belichtungszeit verlängert.

Tabelle 67: Die Darstellung der Farben

	Farbenblindes Aufnahmematerial	Orthochromatisches Material	Orthochromatisches Material und strenges Gelbfilter
Weiß	Weißer Wolken und Hauswände heben sich nicht vom blauen Himmel ab	Weißer Haufenwolken werden angedeutet	Auch lichtere weiße Wolken stehen weiß gegen den dunkel getönten Himmel
Blau	kommt weiß. Der blaue Himmel erscheint im Bild als weiße Fläche	kommt nahezu weiß. Der blaue Himmel ist leicht getönt	Der blaue Himmel ist dunkel getönt; weiße Wolken heben sich gut ab
Grün	kommt zu dunkel. Bäume und Wiesen wirken als schwarze Flächen	kommt zu schwach im Verhältnis zum Blau	kommt als gesunder Mittelton
Gelb	kommt zu dunkel; fließt mit Grün und Rot zu einer dunklen ungegliederten Fläche zusammen	kommt zu schwach im Verhältnis zum Blau	kommt tonwertrichtig hell
Rot	kommt zu schwarz	kommt zu schwarz	kommt zu schwarz

## 2. Die Filterwirkung

Ganz allgemein wird durch Filter eine tonwertrichtige Darstellung bestimmter Farben angestrebt. Das Gelbfilter läßt die eigene Farbe, nämlich das Gelb, durch und absorbiert die Komplementärfarbe, in diesem Falle das Blau. Das Filter hellt also ganz allgemein die Eigenfarbe im Foto auf und läßt die Komplementärfarbe dunkler erscheinen. Diese Farbkorrektur ist mit Lichtverlust verbunden, der um so schwerer wiegt, als meistens die fotochemisch am stärksten wirkenden Strahlen weitgehend ausgeschaltet werden. Das verlängert die Belichtungszeit

beträchtlich. Man wird daher die Anwendung von Filtern auf die Fälle beschränken, in denen die im Grauton zu verbessernde Farbe tatsächlich bildwichtig oder sogar motivbestimmend ist.

Zur Farbkorrektur bei orthochromatischen Schichten kommt nur das Gelbfilter in Frage. Es hellt Grün und Gelb auf. Bei Schnappschüssen ist das meist unwesentlich; bei diesen braucht man kürzeste Belichtungszeiten und kann auf die Filterwirkung verzichten. Spielt hingegen das Grün eine bildbeherrschende Rolle, stehen helle Wolken vor klarblauem Himmel, zeigt eine weite Schneefläche zarte blaue Schatten, dann muß das Gelbfilter angewendet werden. Das Gelbfilter hellt die großen grünen Flächen einer Wiese, eines Waldstücks oder eines bildbeherrschenden Baumes auf und gibt den Grünflächen eine reiche Durchzeichnung. Das Gelbfilter tönt je nach seiner Dichte den blauen Himmel mehr oder weniger an, so daß sich von der getönten Himmelsfläche die weißen Wolken gut abheben können. Je strenger das Filter ist, desto dunkler wird der Himmel dargestellt. Die ausgesprochenen Gewitterstimmungen werden mit strengem Gelbfilter hervorgerufen. Man muß sich allerdings hüten, bei klarem Himmel in großen Höhen (alpine Gebirge) zu strenge Gelbfilter zu wählen. Dann wird der Himmel im Bild nachtschwarz, und die Bildwirkung ist zerstört. Weite Schneeflächen werden durch zarte blaue Schatten belebt und aufgelöst. Das Gelbfilter vertieft die blauen Schatten ebenso wie das Blau des Himmels, während die zarten Töne ohne Gelbfilter nicht registriert werden und die Schneefläche langweilig wirkt. Aus der zeichnungslosen weißen Fläche wird durch die Filterung eine durchgezeichnete Schneelandschaft, in der das Kleinrelief einer Schispur, einiger Fußstapfen oder kleiner Geländeunebenheiten deutlich heraustritt, und zwar ganz besonders in ausgesprochenem Seitenlicht.

### *3. Das orthochromatische Aufnahmematerial*

Orthochromatische fotografische Schichten sind heute weitgehend vom Markte durch die panchromatischen Schichten zurückgedrängt. Haben sie überhaupt noch eine Daseinsberechtigung? Ja! Zunächst tritt in vielen technischen Aufnahmen und Landschaftsaufnahmen das Rot stark zurück; es überwiegen die blauen, gelben und grünen Töne. Dann braucht auf das Rot keine Rücksicht genommen zu werden. Das orthochromatische Material ist, ganz besonders beim Anwenden von Gelbfiltern, bereits sehr leistungsfähig. Außerdem wird bei technischen Aufnahmen, bei Bewegungsaufnahmen und Schnappschüssen weniger auf Tonwertrichtigkeit der Grautöne geachtet als vielmehr auf die Sache selbst. Dann genügt die Orthochromasie vollauf. Sie hat dazu einen nicht zu unterschätzenden Vorteil: Ein auf das Licht aller Wellenlängen ansprechendes Material muß in völliger Finsternis verarbeitet werden. Die orthochromatische Schicht spricht wenigstens auf das Rotlicht nicht an und kann daher in der Dunkelkammer bei dunklem Rotlicht entwickelt und verarbeitet werden. Allfarbenempfindliches Material wird in Dose oder Tank entwickelt, wie das heute bei allen Rollfilmen der Fall ist. Orthochromatische Platten und Filme kann man in der Dunkelkammer individuell behandeln; man kann den Entwicklungsprozeß bei Rotlicht kontrollieren, kann ihn beeinflussen. Daher verwenden Berufsfotografen und ernsthafte Amateure auch heute noch in schwierigen Fällen bevorzugt orthochromatisches Material, wenn das Rot als Bildelement keine wesentliche Rolle spielt.

Ein hoher Prozentsatz der fotografischen Aufnahmen wird heute ohne Stativ







durchgeführt. Die Verlängerung der Belichtungszeit durch tonwertrichtige Filter ist daher unerwünscht. Je farbenempfindlicher eine Schicht ist, desto weniger dicht braucht man das Filter zu wählen, und desto kürzer ist auch bei tonwertgleichem Filter die Belichtungszeitverlängerung. Daher sind die Herstellerfirmen bestrebt, die Orthochromasie zu verbessern, die Schichten farbenempfindlicher zu machen.

Tabelle 68: Das orthochromatische Aufnahmematerial

Verwendungszweck	orthochromatisch	hoch-orthochromatisch	höchst-orthochromatisch
für Reproduktion	Agfa-Printon-Rapid <sup>1)</sup>	Agfa-Autolith <sup>1)</sup>	
für Aufnahme	Agfa-Ultra-Spezial		Agfa-Isochrom-F-Feinkorn, Agfa-Isochrom-Feinkorn, Perutz-Persenso, Hauff-Ulcroma

<sup>1)</sup> Siehe Typentafel!

Die Tabelle 69 gibt einen Überblick über die Anwendung von Gelbfiltern verschiedener Dichte bei orthochromatischem Material für die einzelnen Aufnahmegebiete.

Eine besondere Stellung unter den Filtern nehmen die *Verlauffilter* ein. Im Falle der Gelbfilter haben sie etwa in der Mitte einen steilen Verlauf von Gelb nach Farblos. Man wendet sie vorteilhaft in den Fällen an, in denen eine Landschaft mit dunklem Vordergrund gegen einen klarblauen Himmel mit weißen Wolken steht. Belichtet man ohne Filter auf den Vordergrund, wie es die Belichtungsregeln erfordern, so wird der Himmel mit der Ferne derart überbelichtet, daß beide eine weiße Fläche ohne Zeichnung bilden; Wolken und Ferne sind nicht mehr kopierbar. Belichtet man ohne Filter auf den Himmel, so wird der Vordergrund unterbelichtet und zu dunkel abgebildet. Das Verlauffilter filtert das überstrahlende blaue Himmelslicht heraus. Die weißen Wolken stehen dann vor getöntem Himmel, und die Ferne ist kopierbar. Die Landschaft wird nicht mit gefiltert und demzufolge auch nicht in ihren Farbwerten korrigiert. Es wird nur ein Belichtungsausgleich zwischen hell strahlendem Himmel und dunkler Landschaft erreicht. Bei Anwendung eines Verlauffilters spielt es keine Rolle, wenn Bäume in die Himmelsfläche aufragen. Man setzt das Verlauffilter derart auf den Apparat (Bild 321), daß der Gelbteil oben ist und die Himmelsstrahlung filtert, während der Klarteil unten die Strahlung der Landschaft ungefiltert durchläßt. Die Trennungslinie zwischen beiden muß bei der Aufnahme horizontal verlaufen. Dabei ist es

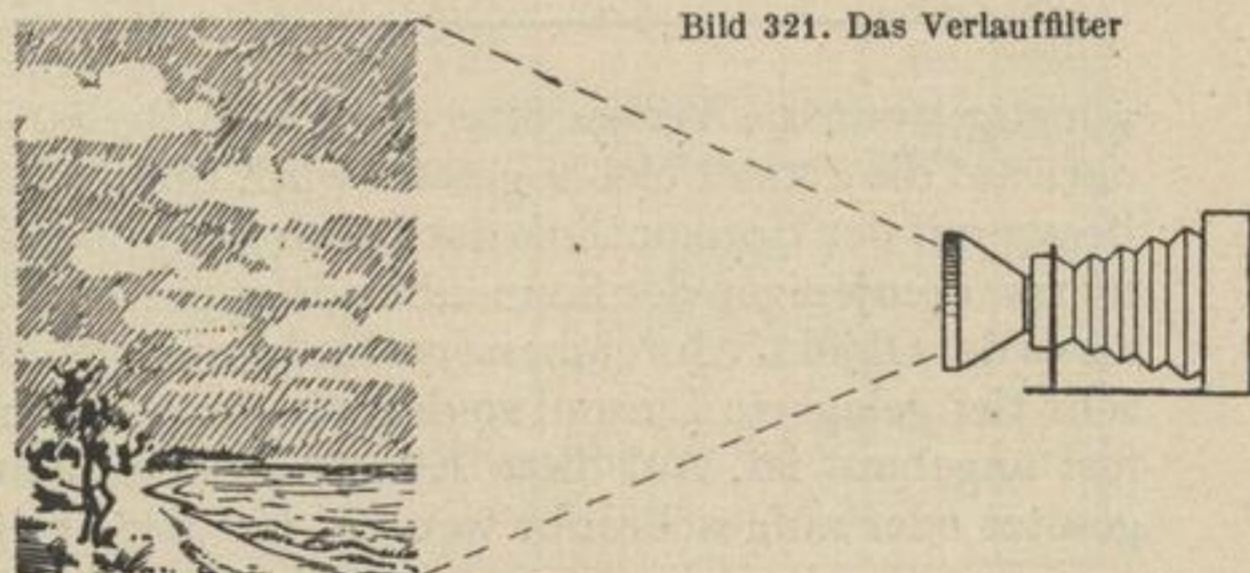


Bild 321. Das Verlauffilter

Tabelle 69: Die orthochromatische Schicht und das Gelbfilter

Ohne Filter		Alle Aufnahmen, die keine verlängerte Belichtungszeit vertragen (Aufnahmen schnell sich bewegender Fahrzeuge; Aufnahmen aus schnell fahrenden Verkehrsmitteln; Sport- und Bewegungsaufnahmen.) Ist Tonwertrichtigkeit erforderlich, so muß panchromatisches Aufnahmematerial verwendet werden
Gelbfilter 0	beseitigt den Dunst	für Moment- und Sportaufnahmen
Gelbfilter 1, hell	dämpft das Blaulicht	Momentaufnahmen am Wasser, Dunstaufnahmen, Porträt im Atelier
Gelbfilter 2, mittel	dämpft Blaulicht, hellt Grün auf	Landschaft ohne Fernsicht, Wolkenstimmungen; Schneelandschaft
Verlaufendes Gelbfilter	Strahlungsausgleich zwischen Himmel und dunkler Landschaft	Betonung der Wolken am Himmel ohne Verlängerung der Belichtungszeit; Rückfilterung des Himmelslichts gegenüber der dunkleren Landschaft (Ausgleich)
Nur in Spezialfällen:		
Gelbfilter 3, dunkel	dämpft Blaulicht stark, hellt Grün gut auf	Landschaft mit Fernsicht, lichte Wolken vor klarblauem Himmel, Landschaft mit beherrschendem Grün; Schneelandschaft mit nur zarten Halbschatten
Gelbfilter 4, streng	dämpft Blau sehr stark, hellt Grün kräftig auf	Landschaft mit beherrschender Fernsicht, Waldeinschnitte, Schluchten, Durchblicke; Wolken um jeden Preis durch Überfilterung des Himmels (Gewitterstimmung); Gemäldereproduktionen
Gelbfilter 5, sehr streng	löscht Blau nahezu aus; hellt Grün und Gelb kräftig auf	Tele-Aufnahmen zur Beseitigung des Dunstes in der Ferne; Durchblicke mit dunklem Vordergrund (übertriebene Tonung des Himmels)
Orangefilter	löscht Blau aus, hellt Grün, Gelb und etwas Rot auf	Übertriebene Tonung des Himmels; für Stimmungseffekte; Ferne bei weißlichdunstigem Himmel; Reproduktion grell blaugrüner Gegenstände

günstig, wenn das Verlauffilter nicht unmittelbar auf das Objektiv aufgesteckt, sondern auf die Sonnenblende gesetzt wird. Dann stimmt die Übergangszone des Filters besser mit der Horizontlinie der Landschaft überein. Man muß nur den Filterdurchmesser demjenigen der Sonnenblende anpassen, also ein größeres Filter verwenden, als es der Objektivdurchmesser erfordern würde. Moderne Objektive haben zum Teil sehr tief gelagerte Linsen, so daß die Sonnenblende gewissermaßen dem Objektiv fest angebaut ist. Auf diese Konstruktionen können die Verlauffilter direkt aufgesetzt oder aufgeschraubt werden. Bei den übrigen Objektiven wählt man einen

Abstand von etwa 4...5 cm bei kurzen Brennweiten bis 58 mm. Je stärker man abblendet, desto unvermittelter ist auf dem Bilde der Übergang vom Vordergrund zur Ferne. Da der Gelbteil nur den Himmel und die Ferne filtert, ist nur eine geringe Verlängerung der Belichtungszeit erforderlich.

Verlaufende Filter kann man auch für Aufnahmen mit besonders hellem Vordergrund verwenden (Gletscher, Schneefelder, Wasserflächen). Dann dreht man das Filter um, so daß der Gelbteil nach unten zu liegen kommt.

Tabelle 70: Übersicht über die Gelbfilter des Handels

	sehr hell	hell	mittel	dunkel	streng	sehr streng	orange	Verlauf
Agfa . . . . .	0	1	2	3	4	5		
Arnz . . . . .	200	201	202	300			401	500
Zeiss-Ikon . . .		h	m	d				
Lifa . . . . .	0	1	2	3	4			

Filter absorbieren Licht; die Lichtstrahlung auf die fotografische Schicht wird verringert. Also muß die Belichtungszeit verlängert werden. Zu jedem Filter gehören *Filterfaktoren*. Mit diesen Werten muß die als richtig ermittelte Belichtungszeit multipliziert werden, wenn das Filter zur Anwendung kommt.

Der *Filterfaktor* des Gelbfilters ist

um so kleiner:

je farbenempfindlicher der Film ist,  
 je mehr gelbe und rote Töne in der Beleuchtung vorherrschen,  
 also bei Kunstlicht kleiner,  
 gegen Morgen und Abend kleiner,  
 je weniger das Blau in der Beleuchtung vorherrscht,  
 beim Vorhandensein weißer Wolken am Himmel kleiner.

um so größer:

je weniger farbenempfindlich der Film ist,  
 je mehr blaue Töne in der Beleuchtung vorherrschen,  
 also bei Tageslicht größer,  
 zur Mittagszeit größer,  
 bei tiefblauem Himmel größer.

Tabelle 71: Filterfaktoren

für:	Agfa							oran- ge	gelb Ver- lauf	Arnz				gelb- oran- ge 401	Ver- lauf gelb 500
	gelb	0	1	2	3	4	5			gelb	200	201	202		
mäßig orthochromatisch Tageslicht	2	2,3	4	6,5	8	10	20	0,5	2	2,5	4,5	8	15	0,5	
Kunstlicht	1,5	1,6	2	3,8	4,5	6	10	—	1,5	1,6	2,5	4	8	—	
hochorthochromatisch Tageslicht	1,5	1,8	2,5	3,5	4	6	8	0,5	1,5	2	3	4	6	0,5	
Kunstlicht	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	4,5	4	—	1,2	1,5	2	2,5	3,5	—	

#### 4. Der Rotpanfilm

Bei der farbenblinden fotografischen Schicht wirkt sich die betonte Empfindlichkeit für Blaustrahlung ungünstig auf die Grauwiedergabe einzelner Farben aus, die nicht der Farbenempfindung unseres Auges entspricht. Die orthochromatische Schicht zeigt als wesentlichen Vorteil ein Zurückdrängen des Blauübergewichts und ein Hervorheben des grünen und gelben Strahlenbereichs. Die Rotpanschicht dehnt die Farberhellung auf den langwelligen, roten Teil des Spektrums aus. Durch die betonte Rotempfindlichkeit der Schicht wird erreicht

- a) ein Herabdrücken der Blauempfindlichkeit;
- b) eine helle Gelbdarstellung (Gelb wird doppelt so hell wie Blau wiedergegeben);
- c) eine derart starke Rotaufhellung, daß diese Farbe im Bild heller als Grün kommt.

Um völlig tonwertrichtige Aufnahmen zu erhalten, müssen in Spezialfällen folgende Farbkorrekturen vorgenommen werden:

1. Die Blauempfindlichkeit muß weiter herabgedrückt werden, so daß sie nur noch ein Zwölftel der Gelbempfindlichkeit beträgt. Diese Korrektur wird bereits durch helle oder mittlere Gelbfilter vollkommen tonwertrichtig erreicht bei Verlängerung der Belichtungszeit bis auf das Doppelte. Die Verwendung strengerer Gelbfilter, wie bei der orthochromatischen Schicht, ist hier nicht mehr erforderlich, so daß man mit kürzeren Belichtungszeiten auskommt.
2. Die Rotempfindlichkeit muß derart gebremst werden, daß Rot im Bild dunkler als Grün kommt. Dazu dient ein schwaches Blaufilter.

Beide Korrekturen werden durch ein Gelbgrünfilter erreicht, das additiv aus schwachem Blau und etwas dichterem Gelb zusammengesetzt ist. Gelbgrünfilter führen also beim Rotpanfilm zur tonwertrichtigen Graudarstellung der Farben.

Die Überbetonung des roten Wellenbereichs wirkt sich beim Rotpanfilm in bestimmten Fällen verkürzend auf die Belichtungszeit aus: Die Zusammensetzung des Tageslichts schwankt. Zur Mittagszeit setzt es sich aus gleichen Blau-, Grün- und Rotanteilen zusammen. In den Morgen- und Abendstunden hingegen weist das Licht einen größeren Grün- und einen noch größeren Rotanteil auf. Bei tiefem Sonnenstand (Bild 322) ist der Weg des Sonnenlichts durch die dunstige Atmosphäre der Erde viel länger als bei hohem Sonnenstand. Die Atmosphäre wirkt dann wie ein leichtes Gelbfilter und absorbiert einen Teil der Blaustrahlung. Daher erübrigt sich eine Gelbfilterung bei der Aufnahme.

Die Zusammensetzung des Kunstlichts ist ebenfalls anders als die des Tageslichts. Es überwiegen die gelben und roten Strahlen, und Blau tritt zurück. Kunstlichtaufnahmen auf Rotpanfilm ergeben daher bereits ohne Filter ein tonwertrichtiges

Verhältnis von gelben und blauen Strahlen. Da Kunstlicht einen wesentlich höheren Rotanteil als Tageslicht hat und dieser die chemischen Veränderungen in der Rotpanschicht als bestimmender Faktor bewirkt, ist die Allgemeinempfindlichkeit des Rotpanfilms bei Kunstlicht relativ höher als bei Tageslicht

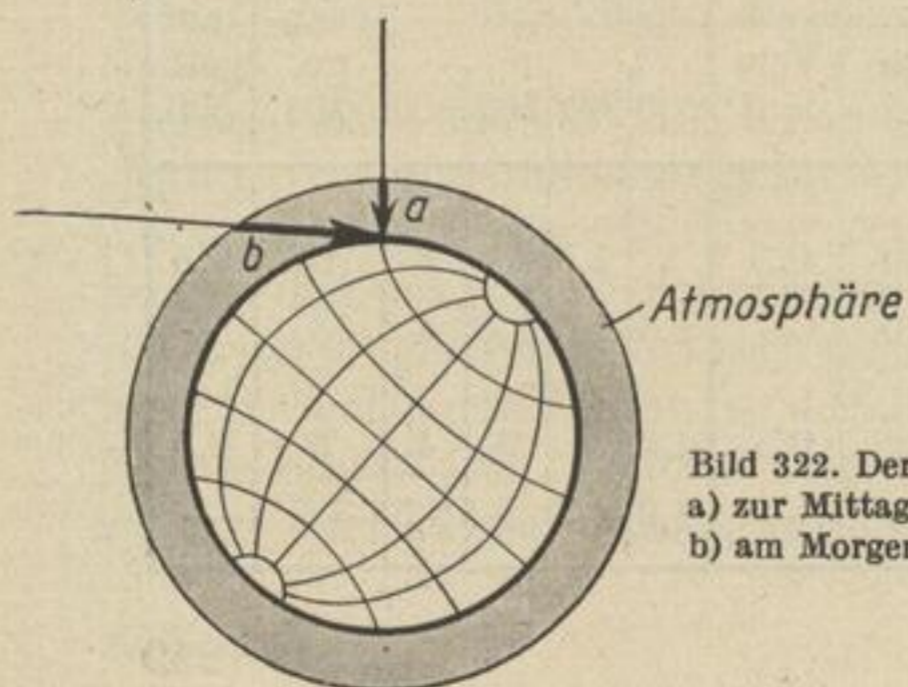


Bild 322. Der Weg der Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre  
a) zur Mittagszeit (bei hohem Sonnenstand),  
b) am Morgen und Abend (bei tiefem Sonnenstand)

anzusetzen. Rotpanfilm hat also zwei Empfindlichkeitszahlen, eine für Tageslicht und eine für Kunstlicht; beide Werte können um  $4/10 \dots 5/10^\circ$  DIN differieren! Da man bei Kunstlichtaufnahmen oft mit minimalen Lichtmengen auskommen muß, hat der Rotpanfilm mit seiner bei Kunstlicht gesteigerten Lichtempfindlichkeit für dieses Aufgabengebiet eine spezielle Bedeutung.

Die zu helle Rotdarstellung durch Rotpanfilm wirkt sich manchmal vorteilhaft, manchmal nachteilig aus. Bei Porträtaufnahmen werden Sommersprossen im Gesicht durch Rotpanfilm derart aufgehellt, daß sie nahezu unsichtbar werden. Das erspart kostspielige und zeitraubende Retuschen. Auch Nasenröte wird im Bild durch Rotpanfilm vollkommen unterdrückt.

Im gleichen Ausmaß verblassen natürlich die rötlichen Hauttöne und die roten Lippen; diese erscheinen im Bild bleich und wirken dann unplastisch. Beim Porträt hilft man daher mit brauner Filmschminke, zum Beispiel Lechner Alchromo, nach. Die Schminke muß auf der Haut vor der Aufnahme gut verrieben werden.

Der Rotpanfilm ist also im wesentlichen ein Spezialfilm für die Kunstlichtfotografie, bei der man zu überraschend kurzen Belichtungszeiten kommt. Filter sind im allgemeinen überflüssig.

### 5. Der Orthopanfilm oder Rectepanfilm

Zur Korrektur der zu kräftigen Rotaufhellung wurde der Orthopanfilm<sup>1)</sup> entwickelt. Der Orthopanfilm hat gedämpfte Rotempfindlichkeit und eine etwas erhöhte Grünempfindlichkeit. Grün und Rot werden im gleichen Helligkeitsverhältnis wiedergegeben, wie es unser Auge empfindet. Lediglich die Blaustrahlung wirkt etwas zu hell im Verhältnis zu den übrigen Farben. Die hohe Empfindlichkeit für alle Farben erfordert eine nachträgliche Verarbeitung des Films im Finstern oder bei dunkelgrünem Licht. Der Entwicklungsvorgang wird nur mit der Uhr überwacht. Durch den Orthopanfilm und das Vorherrschen von Roll- und Kleinbildfilmen wurde die Dosen- und Tankentwicklung zu der meist angewendeten Entwicklungsform.

Tabelle 72: Die Farbenhelligkeit

	blau : grün : gelb : rot
Farbenempfindung des Auges . . . . .	1 : 7 : 12 : 5
der farbenblinde Film . . . . .	1 : 0,5 : 0 : 0
der orthochromatische Film . . . . .	1 : 0,5 : 0,5 : 0
mit tonwertverbesserndem strengem Gelbfilter . . .	1 : 12 : 12 : 0
der Rotpanfilm . . . . .	1 : 0,5 : 2 : 1,5
mit tonwertverbesserndem lichtem Gelbfilter . . .	1 : 2,5 : 10 : 7,5
mit tonwertrichtigem dichtem Grünfilter . . . . .	1 : 7 : 12 : 5
der Orthopanfilm . . . . .	1 : 3 : 5,5 : 2,5
mit tonwertverbesserndem lichtem Gelbfilter für Tageslichtaufnahmen . . . . .	1 : 6 : 11 : 5

<sup>1)</sup> orthos (griech.) = richtig; pan (griech.) = alles; alle Farben werden tonwertrichtig wiedergegeben.

Durch ein lichtiges Gelbfilter kann bei Tageslichtaufnahmen eine nahezu vollkommene Übereinstimmung der Grauwerte mit unserem Farbenempfinden erreicht werden. Bei Kunstlicht ist eine Filterung nicht notwendig.

Damit ist der Orthopanfilm der in jeder Beziehung höchstentwickelte und am allseitigsten zu verwendende Film. Er ist zur Zeit *der* Universalfilm der fotografischen Praxis. Er ist das am besten geeignete Aufnahmematerial für den Amateur. Der Rotpanfilm hingegen ist der Spezialfilm für Aufnahmen unter ungünstigen Bedingungen bei Kunstlicht, und der orthochromatische Film ist der Spezialfilm zum Beispiel für Reproduktionen wegen der bequemeren Kontrolle des Entwicklungsvorgangs bei Rotlicht.

Tabelle 73: Filter für panchromatische Filme

Gelbfilter 1	dämpft blau	Orthopan zur Mittagszeit; holt Wolken heraus
Gelbgrünfilter	dämpft blau stark und rot schwach	Universalfilter für Rotpan und Orthopan
Nur in Spezialfällen		
Grünfilter	dämpft rot, betont grün	für Landschaft unter Mittag
Orangefilter	löscht blau aus	Kontrastfilter; filtert den atmosphärischen Dunst bei Ferneaufnahmen heraus
Rotfilter, hell	schluckt blau	beseitigt Dunst der Ferne bei Fernsichten (gesteigerte Orangefilterwirkung); Nachtaufnahmen bei Tage

Tabelle 74: Vergleichende Zusammenstellung der Filter

A. Die Filtertypen																		
Fabrikat	Dunst UV	gelb							grün gelb- grün					orange	rot		blau	
		0	1	2	3	4	5	Ver- lauf	0	1	2	3	Ver- lauf		hell	mit- tel	hell	mit- tel
Agfa		0	1	2	3	4	5		71	72				42				
Arnz		200	201	202		300	500		601	602		700	401	901	902	801	802	
Zeiss- Ikon		G 0	G 1	G 2		G 3			Gr, G 5	G 50			G 4, 0	R, R 10	R 15	B 40		
Lifa	P 100		1	2	3			0	1	2	3		rot- or.	200 c				
B. Die Filterfaktoren (Mittelwerte)																		
	1 ... 1,5	1,5	2	3	4	6	8 ... 10		1,5	2	3	5		6	8 ... 12	10 ... 30	1,5	2,5



Filterfaktor mal Belichtungszeit.

Die Filterfaktoren gelten für blauen Himmel mit weißen Wolken.

Tiefblauer Himmel ohne Wolken erhöht den Faktor,  
Morgen und Abend vermindert den Faktor.

Stark bläuliches Licht (Aufnahme im Schatten bei klarem Himmel): Spitzenbetrag, um den der Faktor größer als »1« ist, verdoppeln,

zum Beispiel Faktor »3,5«:  $3,5 = 1 + 2,5$ ;  $2,5 \cdot 2 = 5$ ;  $5 + 1 = 6$ .

Stark gelbliches Licht (Kunstlicht): Spitzenbetrag halbieren;

zum Beispiel Faktor »3,5«:  $3,5 = 1 + 2,5$ ;  $2,5 : 2 = 1,3$ ;  $1,3 + 1 = 2,3$ .

Tabelle 75: Filterfaktoren für panchromatisches Aufnahmematerial

	Orthopanfilm		Rotpanfilm	
	Tageslicht	Kunstlicht	Tageslicht	Kunstlicht
Gelbfilter 1	1,2	1	1,2	1
Gelbfilter 2	1,5	1,2	1,5	1,2
Gelbfilter 3	2	1,5	2	1,5
Gelbfilter 4	2,5	2	2	2
Orangefilter	4	2,5	3	2
Rotfilter hell	5	3	3	2
Rotfilter mittel	6...8	4...6	5	3
Gelbgrünfilter	2,5	2	3	2
Grünfilter	4	3	5	4
Blaugrünfilter	6	4	8	6
Blaufilter	—	3...5	—	4...8

### 6. Die fototechnischen Filme und ihre Spektralkurven

Die Empfindlichkeitsangaben in DIN gelten für Tageslicht und eine dem Tageslicht ähnliche Beleuchtung. Die Lichtquellen der Reproduktionsfotografie haben eine andere spektrale Zusammensetzung. Daher tragen ausgesprochene Replattens und -filme auch keine DIN-Angaben.

Wesentlich für das Repromaterial sind die *Gradationskurven* in ihrem Verlauf und das *Spektrogramm*. Es zeigt die Empfindlichkeit der Schichten im Bereich der sichtbaren Strahlung zwischen 400 und 700 m $\mu$  an und gibt dem Techniker wichtige Hinweise für den speziellen Anwendungsbereich.

Bild 323 gibt die nahezu zusammenfallenden Schwärzungskurven für die fototechnischen Filme A blauempfindlich (gestrichelt) und A pan (ortho-panchromatisch, ausgezogen). Bild 324 zeigt die Spektralkurve des ersteren (blauempfindlich), Bild 325 diejenige des letzteren (A pan). Entsprechend den Spektralkurven wendet man Film A für Strich- und Textnegative und für Halbtonnegative nach flauen, kontrastarmen Vorlagen an, Film A pan für Strichaufnahmen und Kastenfarbauszüge nach mehrfarbigen Vorlagen.

Bild 326 enthält (gestrichelt) die Schwärzungskurve für den fototechnischen Film B und Bild 327 die zugehörige Spektralkurve; auch dieser blauempfindliche Film wird für Halbtonaufnahmen nach einfarbigen Vorlagen verwendet. Die fototechnische Platte B pan zeigt demgegenüber die ausgezogene Schwärzungskurve in Bild 326 und die Spektralkurve Bild 328; ihr Aufnahmegebiet ist das Halbtonnegativ und der Halbtonfarbauszug nach mehrfarbigen Vorlagen. Den fototech-

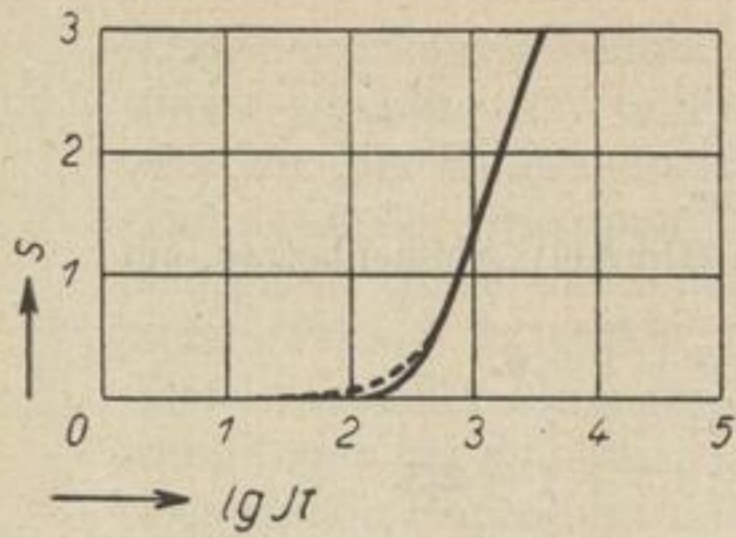


Bild 323. Schwärzungskurve für Agfa fototechnischen Film A (gestrichelt) und A pan (ausgezogen)



400 450 500 550 600 650 700  
Violett Blau Grün Gelb Rot

Bild 324. Spektralkurve für fototechnischen Film A blauempfindlich



400 450 500 550 600 650 700  
Violett Blau Grün Gelb Rot

Bild 325. Spektralkurve für fototechnischen Film A pan (orthopanchromatisch)

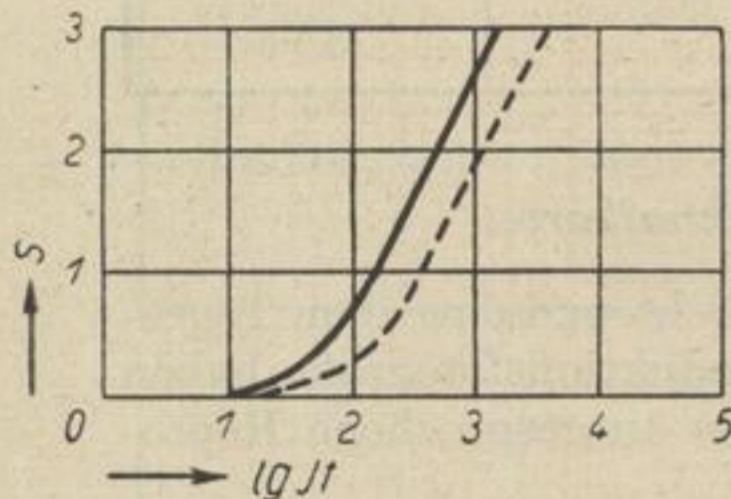
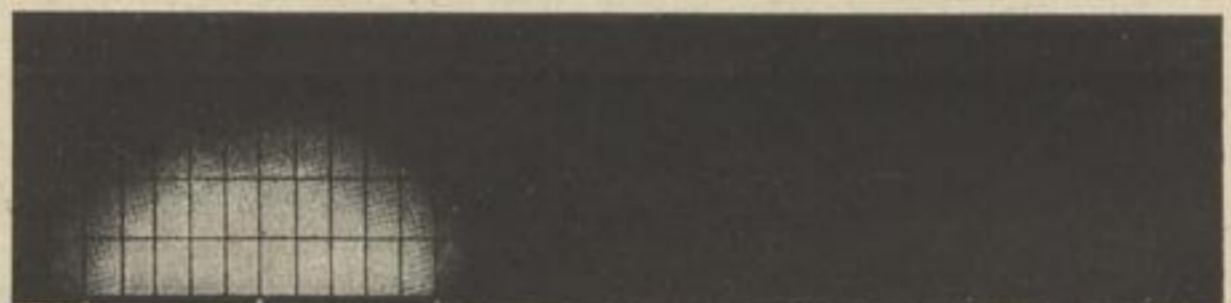


Bild 326. Schwärzungskurve für fototechnischen Film B (gestrichelt) und Platte B pan (ausgezogen)



400 450 500 550 600 650 700  
Violett Blau Grün Gelb Rot

Bild 327. Spektralkurve für fototechnischen Film B blauempfindlich



400 450 500 550 600 650 700  
Violett Blau Grün Gelb Rot

Bild 328. Spektralkurve für fototechnische Platte B pan

nischen Film C (orthochromatisch) und C pan (panchromatisch) charakterisieren die Bilder 329, 330 und 331. Aufgabenbereich für Film C orthochromatisch ist das Halbtonnegativ nach ein- und mehrfarbigen Originalen — ohne Rot, für Film C pan sind es Halbtonnegative und Halbtonfarbauszüge nach mehrfarbigen Vor-

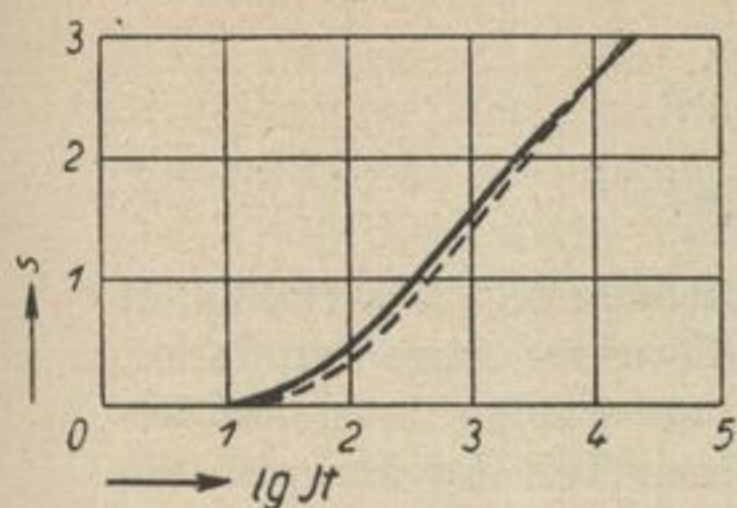


Bild 329. Schwärzungskurve für fototechnischen Film C (gestrichelt) und C pan (ausgezogen)

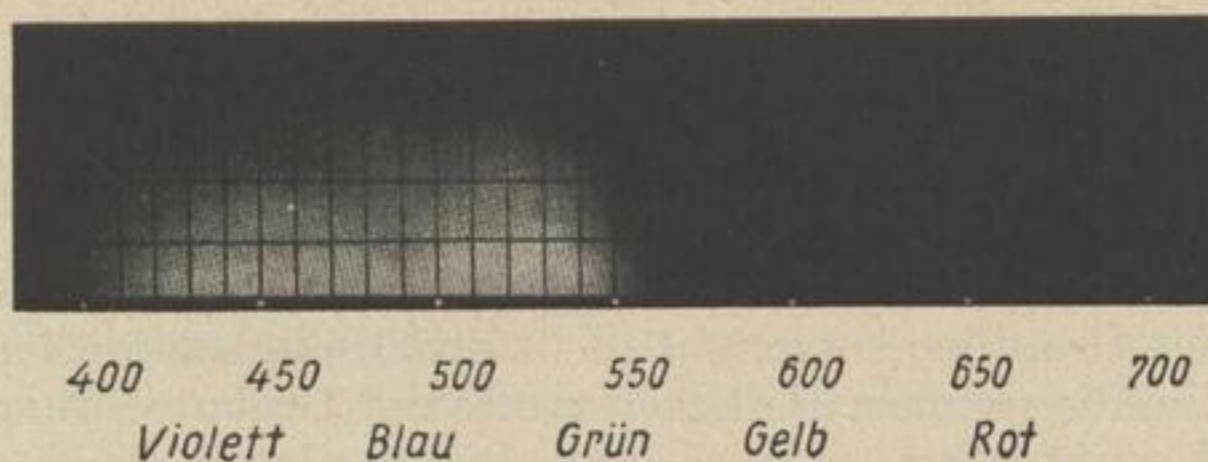


Bild 330. Spektralkurve für fototechnischen Film C orthochromatisch

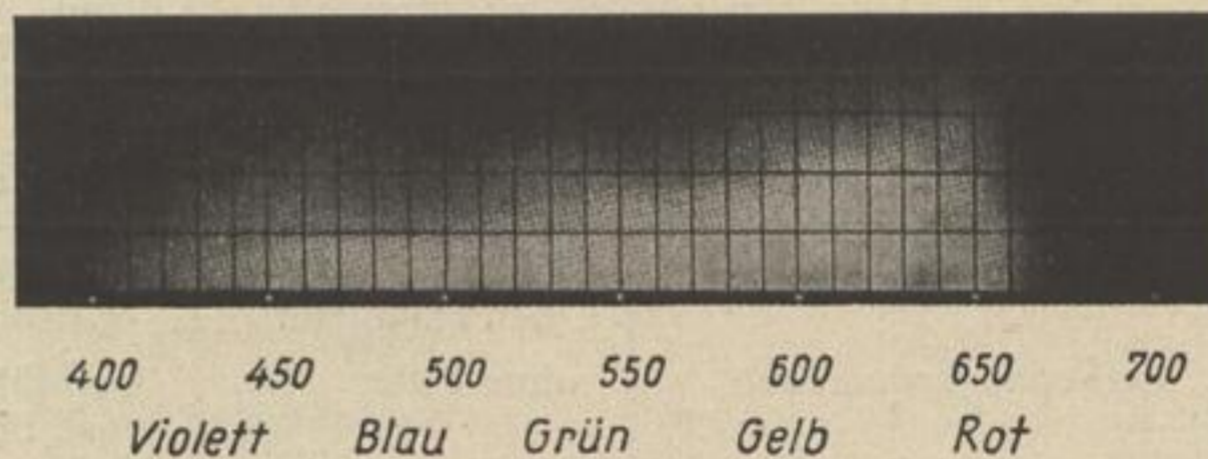


Bild 331. Spektralkurve für fototechnischen Film C panchromatisch

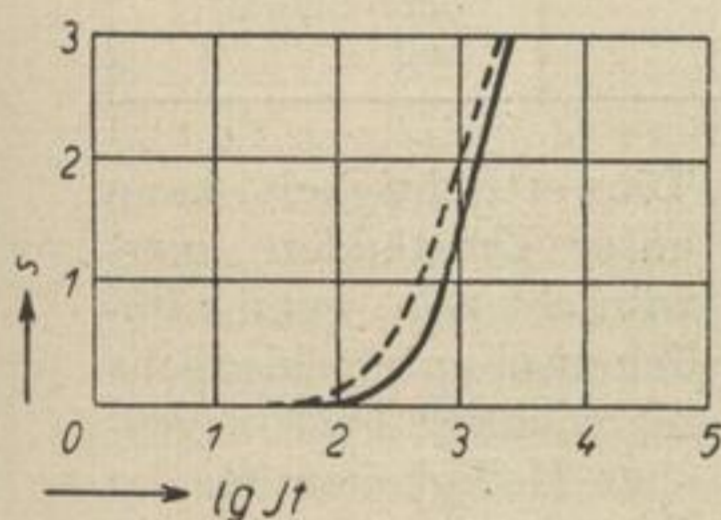


Bild 332. Schwärzungskurve für Autolith-Film ortho (gestrichelt) und Autolithplatte pan (ausgezogen)

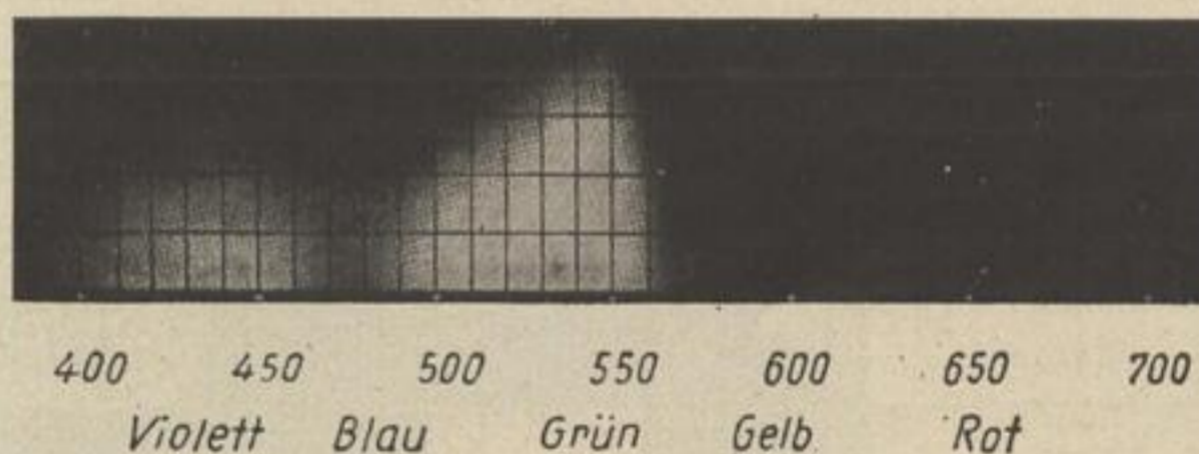


Bild 333. Spektralkurve für Autolithfilm hochorthochromatisch



Bild 334. Spektralkurve für Autolithplatte panchromatisch

lagen. Die Bilder 332, 333 und 334 charakterisieren den Autolithfilm, hochorthochromatisch und die Autolithplatte panchromatisch, der erstere für Strich- und Kastennegative nach einfarbigen, die letztere für Strich- und Kastenfarbauszüge nach mehrfarbigen Vorlagen.

## X. Die Filter

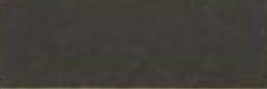

### 1. Wann wenden wir ein Filter an?

Die fotografischen Schichten stellen die Farben in Grautönen dar. Die Helligkeit der Grautöne entspricht nicht den Helligkeitswerten, die unser Auge empfindet. Um die gleichen Helligkeitswerte der Grauabstufungen zu erzielen, brauchen wir *Korrekturfilter*. Je nach ihrer Dichte absorbieren sie einen Teil der komplementären Strahlen und führen hierdurch zu einer günstigeren Tonwertabstufung. Tonwertkorrektur wird mit hellen oder mittleren Filtern erzielt.

Tabelle 76: Die Farbenkorrekturfilter der Praxis

Schicht	Tageslicht		Kunstlicht
	früh und abends	mittags	
orthochromatisch	Gelbfilter hell bis mittel	Gelbfilter mittel bis dunkel	Gelbfilter hell bis mittel
orthopanchromatisch	ohne Filter	Gelbfilter hell bis mittel Gelbgrünfilter hell	ohne Filter
rotpanchromatisch	Gelbgrünfilter mittel	Grünfilter mittel	Grünfilter mittel oder Blaufilter hell

Filterfarbe	Spektralfarbe			
	rot	gelb	grün	blau
blaurot	↓	↓	↓	↓
rot	↓	↓	↓	↓
orange	↓	↓	↓	↓
gelb	↓	↓	↓	↓
gelbgrün	↓	↓	↓	↓
grün	↓	↓	↓	↓
blaugrün	↓	↓	↓	↓
blau	↓	↓	↓	↓

 = Absorption	 = Durchlässigkeit
Nichtbeeinflussung des Negativs	Schwärzung des Negativs
Schwärzung des Positivs	Aufhellung des Positivs

Tonwertrichtigkeit kann unter Umständen unerwünscht sein, wenn nämlich zwei unterschiedliche bildwichtige Farben gleicher Helligkeitswerte im Bild zu einem gleichmäßigen unterschiedslosen Grauton zusammenfließen. Dann kommt es nicht mehr auf den richtigen Helligkeitswert an, als vielmehr darauf, daß sich im Bild die Farben durch verschiedene Grautöne unterscheiden. Die Farben müssen im Bild kontrastieren. Man verwendet *Kontrastfilter*. Sie lassen die Eigenfarbe durch und halten die Komplementär-

Bild 335. Die Filterwirkung

farbe zurück (Bild 335). Die Eigenfarbe erscheint dann im Negativ dunkler, im Positiv heller. Kontrastfilter müssen die Komplementärfarbe oft sehr kräftig zurückhalten, sie sind daher meist dicht.

Das Filter dient nicht immer zur Korrektur der Helligkeitsdarstellung durch den Film, sondern bisweilen auch zur Korrektur des Objekts, der Natur. Es sollen dann entweder vorhandene Farbwerte ausgelöscht oder betont hervorgehoben werden. Sommersprossen und Nasenröte sollen beim Porträt nicht abgebildet werden. Dunkeldrohende Gewitterstimmungen lassen sich auch bei Sonnenschein künstlich erzeugen. In beiden Fällen müssen wir *Effektfilter* anwenden, die einen bestimmten Effekt, eine bestimmte Gesamtstimmung hervorrufen.

Korrekturfilter, Kontrastfilter und Effektfilter sind nicht etwa verschiedene Filter. Man kann vielmehr mit den gleichen Filtern je nach der Farbenempfindlichkeit des Aufnahmematerials, nach der Beleuchtung des Objekts und nach den im Objekt vorherrschenden Farben die verschiedensten Filterwirkungen erzielen. Betrachten wir also noch einmal die Filter im einzelnen.

### 2. Das Gelbfilter

Das Gelbfilter wird vorwiegend als *Farbenkorrekturfilter* angewendet. Mittlere und dunkle Filter dienen als *Effektfilter*; sie ergeben Gewitterstimmung (schwere Wolken an übertrieben dunklem Himmel); sturmzerzauste Bäume, deren Laub hell gegen den dunklen Himmel steht.

#### WARNUNG!

Belichtungszeit nicht zu kurz wählen, sonst kommt der Himmel zu dunkel, das Grün zu hell.

Stehen schwere Schatten neben grellen Lichtern; so wird aus den Schatten das wirksame Himmelsblau herausgefiltert; die Schatten werden bei strengen Filtern nicht genügend durchgezeichnet.

An der *See* verfälschen dunkle Filter den Sonnenhimmel zu einem Gewitterhimmel und lassen das Grün kreidig hell erscheinen.

Im *Hochgebirge* vernichten Gelbfilter den Dunst der Ferne; dem Bild fehlt dann die Luftperspektive. Der Himmel erscheint bleischwer.

Bei *Straßen-* und *Architekturaufnahmen* haben Gelbfilter meist keinen Zweck. Man arbeitet ohne Filter.

Lichtgelbe und lichtgrüne Töne im Frühjahr kommen schon ohne Filter hell genug.

### 3. Das Grünfilter

Dem Grünfilter fallen die gleichen Aufgaben bei panchromatischen Schichten zu wie dem Gelbfilter bei orthochromatischen Filmen. Es hält Blau zurück, dämpft auch Rot und differenziert auf diese Weise das Grün von Rot. Das Gelbgrünfilter hatten wir bereits als Universalfilter für das Arbeiten mit Panchrommaterial kennengelernt. Kommen viel Grün- und Rotwerte nebeneinander im Objekt vor, so differenziert man mit mittlerem oder auch dunklem Grünfilter. Bei Porträtaufnahmen hält man durch mittlere Grünfilter das Rot zurück, damit die Hautfarbe und die Lippen nicht blaß und blutlos wirken.

Helle Filter dienen in beiden Fällen zur farntonrichtigen Wiedergabe, mittlere und dunkle Filter zur Überfilterung, zur kräftigen und überbetonten Wiedergabe.

#### 4. Das Orangefilter

Das Orangefilter steigert die Wirkung des Gelbfilters und nähert sie derjenigen des Rotfilters. Das Blau wird ausgelöscht, das Grün unterdrückt und das Rot betont. Orangefilter sind daher keine Korrekturfilter mehr, sondern typische Kontrast- und Effektfiler.

Bei der Anwendung als Kontrastfilter sind Orange- und Grünfilter in ihrer Wirkung entgegengesetzt. Grünfilter betonen Grün und halten Rot zurück. Orangefilter betonen Rot und halten Grün zurück. Die wesentlichsten Wirkungen des Orangefilters sind die folgenden:

Da langwellige Lichtstrahlen den Dunst der Atmosphäre besser durchdringen als kurzwellige, wird durch das Orangefilter der Dunst der Ferne stark unterdrückt, der sonst im Foto als Schleier über der Landschaft liegt. Wir sehen im Bild Einzelheiten der Ferne, die wir mit dem Auge, auch unter Zuhilfenahme eines Feldstechers, nicht mehr erkennen können. Es entsteht ein scharfes Bild des Vorder-, Mittel- und Hintergrundes, dem naturnotwendig die Luftperspektive fehlt. Eine natürliche Tönung erzielt man mit dem Orangefilter bei Landschaftsaufnahmen mit Ferne, wenn der Himmel milchig hell und die Luft ziemlich dunstig ist.

Für Wolkenstimmungen werden Orangefilter zur Übersteigerung der natürlichen Wirkung gebraucht. Man erhält dann die Wolken mit ausgesprochenem Tonwertreichtum, aber vor sehr schwerem, dunklem Gewitterhimmel. Also Vorsicht vor der Anwendung des Orangefilters bei blauem Himmel!

Das Orangefilter absorbiert Blaugrün, läßt aber das Gelbgrün durch. Das Blattwerk der Bäume erscheint beim Orthopanfilm sehr hell (beim Rotpanfilm dunkler). Dadurch erhalten Landschaftsaufnahmen auf Orthopanfilm etwas Frühlingshaftes. Dieser Eindruck kann sich bei zu strengem Filter bis ins Flaue steigern.

Beim Porträt tritt eine Steigerung der Gelbfilterwirkung ein. Rote Töne werden zu blaß wiedergegeben, so daß Hautunreinheiten (Sommersprossen usw.) unterdrückt werden. Aber gleichzeitig wirkt die Haut blutleer, matt, und blondes Haar wird strohig hell. Blaue Augen aber erscheinen zu dunkel. Bei Menschen mit dunkler Hautfarbe hingegen können sehr günstige Filterwirkungen erzielt werden. Bei Reproduktionen leistet das Filter wertvolle Dienste zur Kontrastierung der gelben, grünen und blauen Töne.

#### 5. Das Rotfilter

Das Rotfilter ist, wie das Orangefilter, ein typisches Kontrast- und Effektfiler; es steigert die Wirkung des Orangefilters. Das Blau wird nahezu vollkommen ausgelöscht, das Grün stark gemindert, so daß es sehr dunkel im Bild kommt. Rot allein baut das Bild auf. So kommt der Himmel düster, nahezu schwarz. Weiße Wolken stehen gestochen scharf vor der düsteren Himmelsfläche. Helle Gegenstände, die von der Sonne beschienen werden, erscheinen kreidig weiß im Bild. Man erhält also einen ähnlichen Effekt wie bei Mondschein.

Mit strengem Rotfilter erzielt man auf Rotpanfilm bei hellem Sonnenschein und wolkenlosem tiefblauem Himmel als Effektaufnahmen »Nacht«aufnahmen. Hell beleuchtete Hausmauern treten kreidig weiß aus dem Dämmer. Düster und schwer wirkt das Grün der Bäume. Rot kommt im Bild zu hell, während es in der Dunkelheit ausgesprochen dunkel wirkt.

Das Rotfilter beseitigt den Dunst der Ferne noch stärker als das Orangefilter.



Bild 336. Porträt einer koreanischen Schwerttänzerin. Aufnahme bei seitlichem Sonnenlicht. Da der Kopf die gleiche Seitenrichtung hat, ist das Gesicht direkt von vorn ausgeleuchtet und wenig durchgezeichnet, während das Gewand in der seitlichen Beleuchtung reiche Halbtöne und interessante Schattenbildungen aufweist. Triotar 4/135



Bild 337. Lachendes Leben. Aufnahme bei Kunstlicht. Durch Seitenlicht ist das Gesicht gut ausgeleuchtet und weist gleichzeitig eine interessante Modulation durch Licht, Schatten und Halbtöne auf. Das von rückwärts und oben gegebene Effektllicht schafft interessante Lichtsäume um beide Schultern und gibt zugleich dem Haar einen natürlichen Glanz. Rößler; Meyer-Primotar 3,5/85



Es werden Einzelheiten der Ferne abgebildet, die dem menschlichen Auge verborgen bleiben müssen.

Als Effektfiler wirken die Rotfilter in der Porträtfotografie. Mit ihrer Hilfe werden bei Aufnahmen auf Rotpanfilm Sommersprossen nahezu vollkommen unterdrückt, und auch Pickel und Nasenröte sind auf dem Bild nicht mehr zu sehen. Es empfiehlt sich aber, vor der Aufnahme die Lippen mit einem braunen Schminkestift nachzuziehen, damit sie nicht zu blutleer wirken.

#### 6. Das Schwarzfilter und die Infrarotfotografie

In der Infrarotfotografie geht man den mit Orange- und Rotfilter beschrifteten Weg noch einen Schritt weiter. Das Schwarz ist in Wirklichkeit ein so dichtes Rot, daß die Farbe vom Auge schon als schwarz empfunden wird. Die Tabellen 2 und 3 zeigen, daß die fotografisch wirksame Strahlung nur einen verschwindend kleinen Teil des Wellenspektrums ausmacht. An das Gebiet der unserem Auge sichtbaren Strahlung schließt sich nach der kurzwelligen Seite die *Ultraviolettstrahlung*, nach der langwelligen Seite die *Ultrarotstrahlung* oder *Infrarotstrahlung* an. Die ultravioletten Strahlen wirken bildaufbauend auf die fotografische Schicht ein. Durch Zusatz bestimmter Sensibilisatoren ist es gelungen, fotografische Schichten auch für einen Teil der Infrarotstrahlung empfindlich zu machen, und zwar für den Bereich von 700...1300  $m\mu$ . Der Agfa-Infrarotfilm R schließt unmittelbar an den Bereich der sichtbaren Rotstrahlung an und hat sein Empfindlichkeitsmaximum bei 720  $m\mu$ . Man kann die Empfindlichkeit der Infrarotfilme und -platten aber nicht beliebig weit treiben. Die uns umgebenden Gegenstände senden bei Raumtemperatur Wärmestrahlung aus, die wir mit unserem Auge nicht wahrnehmen können. Diese wirkt chemisch verändernd auf die Infrarotschicht und verschleiert sie auch ohne direkte Belichtung. Schichten mit einer Empfindlichkeit für 1100  $m\mu$  müssen daher in einer Packung von festem Kohlendioxyd (»Kohlensäureschnee«, Eispackung) aufbewahrt werden. Meist beschränkt man sich daher mit einer Sensibilisierung für Wellenlängen bis zu 950  $m\mu$ .

Beim Arbeiten mit Agfa-Infrarotfilm R ergeben sich bei Blende 1 : 4 für Objekte ohne ausgesprochen tiefe Schatten bei Anwendung des Agfafilters 42 Belichtungszeiten von etwa  $\frac{1}{25}$  Sekunde, beim Arbeiten mit Agfa-Filter 83 für Blende 1 : 2,8 etwa die gleiche Zeit. Viermal kürzer belichtet wird der neue *Agfa-Intrarapid-Film 750* (Belichtung mit Rotfilter wie 14/10° DIN ohne Filter). Seine spektrale Empfindlichkeit reicht bis 800  $m\mu$  (Maximum bei 750...760  $m\mu$ ). Die Gradation ist steil; die Gammawerte betragen beim Entwickeln in Metol-Hydrochinon 1 : 5 2,1, in Final 1,4, in Atomal F 0,9; flachere Gradation bedingt das feinere Korn. Durch Vorschalten infrarotdurchlässiger Filter vor den Reflektor erzielt man bei leistungsfähigen Blitzlampentypen Leitzahlen von 24...33.

Während der Infrarotfilm allein sowohl für den Bereich des sichtbaren Spektrums als auch zusätzlich für die Infrarotstrahlung empfindlich ist, wird beim Arbeiten mit dem Infrarotfilter die sichtbare Strahlung nahezu völlig absorbiert, und es nehmen nur noch die Infrarotstrahlen und die sichtbaren Rotstrahlen am Bildaufbau teil.

Die Infrarotaufnahme erfordert eine besondere *Objektiveinstellung*; denn die fotografischen Objekte sind nur für die Wellenlängen des sichtbaren Lichts korrigiert. Nach Bild 36 entsteht das Rotbild, das im sichtbaren Teile des Spektrums durch

die Strahlen mit der größten Wellenlänge hervorgerufen wird, am weitesten entfernt vom Objektiv. Da mit zunehmender Wellenlänge die Brechung geringer wird, muß das Infrarotbild hinter der Einstellebene liegen und bei normaler Einstellung unscharf kommen. Denn selbst bei Mattscheibeneinstellung können wir nur nach dem sichtbaren Strahlenbereich einstellen.

Es gelten dann für die Infrarotfotografie folgende Einstellregeln:

a) Die Infraroteinstellung ist durch einen Index am Blendenring markiert. Der Blendenring trägt außer dem Hauptindexstrich, der zur Einstellung auf Unendlich dient, noch einen zweiten für Infrarotaufnahmen. Bei Leitzobjektiven ist er mit »R« bezeichnet. Man stellt zunächst mit dem gekuppelten Entfernungsmesser auf die richtige Entfernung ein. Man merkt sich die Meterzahl, auf die der Hauptindexstrich zeigt, und dreht dann den Schneckengang des Objektivs um die Differenz zwischen Unendlichmarke und R-Marke weiter heraus.

b) Die Infraroteinstellung ist nicht bezeichnet.

Dann muß man sich selbst die Marke mit einer Reißnadel am Blendenring anbringen, und zwar bei Zeiss-Objektiven rechts, bei Meyer-Objektiven links vom Hauptindexstrich (gleichbedeutend mit zusätzlicher Verlängerung!).

Die Einstelldifferenz ist aus Tabelle 77 ersichtlich.

Tabelle 77: Abstand der Infrarotmarke vom Hauptindexstrich in Millimetern  
(gültig für Infrarotfilm mit einer Empfindlichkeit von etwa 720...800 m $\mu$   
(z. B. Agfa-Infrarapid-Film 750)

1. nach rechts				2. nach links			
Zeiss-Objektive	ohne	mit	Meter-Einstellung statt	Meyer-Objektive	ohne	mit	Meter-Einstellung statt
	Blenden-vorwahl		$\infty$		Blenden-vorwahl		$\infty$
	R-Index				R-Index		
Flektogon 2,8/35		3,9	9	Helioplan 4,5/40	6,2		11
Tessar 4,5/40	4,7		11	Primoplan 1,9/58	3,8		19
Tessar 2,8/50	4,1	3,8	12,5	Trioplan 2,8/100	4,0		32,5
Tessar 3,5/50	3,7	3,5	14	Telemegor 5,5/150	12,2		25
Biotar 2/58	4,1	2,6	20	Telemegor 5,5/180	12,6		23,5
Biotar 1,5/75	4,3		27	Telemegor 5,5/250	10,2		42
Biometar 2,8/80		2,8	30	Telemegor 5,5/400	18,3		65
Triotar 4/135	3,7	2,8	39				
Sonnar 2,8/180		7,7	47,5				
Sonnar 4/300		9,4	74				
Fernobjektiv 8/500		5,6	186				

Die angegebene Millimeterverschiebung in den beiden ersten Spalten ist gleichbedeutend mit einer Verschiebung der Unendlicheinstellung auf die Einstellung der Meterzahl, die in der dritten Spalte angegeben ist.

Bei anderen Einstellungen muß man den R-Index auf die betreffende Entfernung einstellen bzw. den oben angegebenen Differenzbetrag weiter nach rechts oder links drehen. Die Differenz zwischen Hauptindexstrich und Infrarotstrich vergrößert sich allmählich mit der Annäherung an das Objekt, so daß die Tabellenwerte bei

einer Aufnahmeentfernung von 5 m für Objektive mit kurzen Brennweiten bis zu 58 mm Brennweite um 25%, bei Objektiven mit längeren Brennweiten um etwa 10% vergrößert werden müssen. Ebenso vergrößert sich die Differenz mit steigender Empfindlichkeit auch für die längeren Infrarotwellen. Um geringe Differenzen in der Scharfeinstellung zu überbrücken, empfiehlt es sich daher, bei Infrarotaufnahmen genügend abzublenden. Bei kurzbrennweitigen Objektiven reicht die Tiefenschärfe vollkommen aus, um genügende Garantie für scharfe Aufnahmen zu geben. Das Abblenden darf andererseits auch nicht zu weit getrieben werden, da langwelliges Licht sich an kleinen Blenden stärker beugt als kurzwelliges. Die beste Schärfe erhält man bei kurzen Brennweiten bis zu 58 mm mit den Blenden 1:4...1:5,6, bei längeren Brennweiten mit den Blenden 1:8...1:11.

Infrarotfilm ist von Natur relativ grobkörnig. Daher ist Feinkornentwicklung empfehlenswert. Diese darf aber nicht zu lang ausgedehnt werden, da das Korn mit der Länge der Entwicklungszeit rasch gröber wird.

Da die Infrarotstrahlung für das Auge nicht sichtbar ist, ergeben Infrarotaufnahmen ungewöhnliche Effekte. In der Infrarotfotografie ist ein Untersuchungsmittel geschaffen worden, das zu neuartigen Ergebnissen in Forschung und Praxis führt. Insbesondere seien in diesem Zusammenhang erwähnt die Erforschung der Erde durch fotografische Aufnahmen vom Flugzeug aus, moderne Verfahren zur Materialprüfung und kriminalistische Untersuchungen von Fälschungen aller Art. Unter anderem werden mit Infrarotfilm folgende Effekte erzielt:

*Fotografische Aufnahmen der Ferne.* Die Infrarotstrahlen durchdringen Dunst und Nebel wesentlich besser noch als die Rotstrahlen. Sie entschleiern die Ferne. Mit ihrer Hilfe kann man Ferneaufnahmen über mehrere hundert Kilometer Entfernung durchführen, wobei die Einzelheiten der Landschaft klar und kontrastreich wiedergegeben werden. Die Bilder wirken allerdings nicht wie gewöhnliche fotografische Aufnahmen; die Tonwerte in ihnen sind stark verfälscht. Der Himmel ist nahezu schwarz. Die Wolken stehen hell und klar vor der düsteren Himmelsfläche; denn sie reflektieren große Mengen von Infrarotstrahlen. Das Grün der Landschaft wird nahezu weiß wiedergegeben, da es die Infrarotstrahlung reflektiert. Ferneaufnahmen mit Infrarotstrahlen haben besondere Bedeutung für die Erforschung der Erde mit Flugzeug und Kamera. Selbst aus großen Höhen kann man durch die Dunstschicht der Erde hindurch fotografieren. Allerdings wird die Belichtungszeit gegenüber normalen Schichten durch das Schwarzfilter sehr stark verlängert. Es ist etwa die 20...50fache Belichtungszeit erforderlich wie für ein Aufnahmematerial von 8/10° DIN ohne Filter, bei dichtem Nebel sogar bis 100fach.

*Nachtaufnahmen bei Tage.* Die düstere Darstellung des tiefblauen Himmels, dazu die kreidig helle Darstellung sonnenbeschienener Flächen, wie zum Beispiel der Hauswände, ruft einen ähnlichen Eindruck wie eine Mondscheinlandschaft hervor. Man nutzt daher die Infrarotfotografie zu Nachtaufnahmen bei Tageslicht aus. Die Aufnahmen müssen bei tiefblauem Himmel und vollem Sonnenschein durchgeführt werden. Der Himmel darf nicht bewölkt sein, da auch bereits leichte Wolken Infrarotstrahlen reflektieren. Man muß knapp belichten. Bei verschleiertem wolkigem Himmel erhält man nicht den typischen Nachteffekt. Mit der gleichen Technik werden übrigens die Nachtszenen der Spielfilme bei vollem Sonnenschein auf Infrarotmaterial gedreht, wobei kräftige Infrarotfilter vorgeschaltet werden.

In der *Porträtfotografie* läßt sich Infrarotmaterial nicht anwenden, es sei denn, daß man aus lebenden Menschen Gespenster machen will. Kreidig weiß erscheinen die Gesichter, aus denen uns schwarze Augenhöhlen entgegenstarren.

In der *wissenschaftlichen Fotografie* ergeben sich zahlreiche interessante und wertvolle Anwendungsmöglichkeiten, da Pergament, Chitin, Gummi und Kautschuk sowie zahlreiche Kunststoffe für die Infrarotstrahlung vollkommen durchlässig sind. In der Mikroskopie dringt die Infrarotstrahlung durch den Chitinpanzer der Insekten. In der Technik ergeben sich verschiedenartige Möglichkeiten zur Materialprüfung durch Infrarotstrahlung, und es sei in dieser Hinsicht noch einmal an die Auswertung der Röntgenstrahlen für den gleichen Zweck erinnert (Seite 247/248). In der Textilindustrie können Stoffe wissenschaftlich auf ihre Wärmeeigenschaften untersucht werden; denn die Infrarotstrahlen sind Wärmestrahlen. Je mehr Infrarotstrahlen durch den Stoff absorbiert werden, desto besser wärmt er beim Tragen, und desto weniger wird die Infrarotplatte dann geschwärzt. Es gibt auch nichtwärmende Textilien, die völlig aus Kunstfasern bestehen; bei diesen dürfte die Infrarotfotografie Überraschungen auslösen.

### 7. Fotografische Nachweise durch Infrarot- und Ultraviolettstrahlung

Auf die Anwendungsmöglichkeiten fotografischer Verfahren für gerichtliche Gutachten und in der Kriminalistik sei hier zusammenfassend eingegangen. Makro- und Mikroaufnahmetechnik, Ausnutzung der *Infrarotstrahlung und der Ultraviolettstrahlung* gehen Hand in Hand. Der optische Beweis mit Hilfe der Fotografie wird vielfach den durch Reagenzien hervorgerufenen chemischen Reaktionen vorgezogen, weil das Beweismaterial im ursprünglichen Zustande erhalten bleibt und nicht verändert wird. Die Verwendung der Infrarotstrahlung in der Kriminalistik geht von der Tatsache aus, daß die Strahlung von verschiedenen Stoffen verschieden stark absorbiert bzw. reflektiert wird. So können zum Beispiel vollkommen verblaßte Schriften durch Infrarotfotografie wieder klar sichtbar gemacht und bildmäßig festgehalten werden.

Schon eine fotografische Aufnahme bei starker Vergrößerung bringt viele Dinge zutage, die dem bloßen Auge (Bild 338) verborgen bleiben. Bild 340 zeigt eine Wechsel-fälschung, bei der durch geschickt ausgeführte Rasur die Zahl verändert wurde. Die Aufnahme bei 80facher Vergrößerung zeigt gegenüber der Vergleichsaufnahme an nicht radierten Stellen (Bild 339) eine aufgerauhte Faserstruktur des Papiers mit aufrecht stehenden Fasern, die besonders bei seitlichem Lichteinfall deutlich sichtbar werden.

Organische Verbindungen reflektieren sowohl die Infrarotstrahlung als auch die Ultraviolettstrahlung in sehr unterschiedlicher Weise. Zudem werden verschiedene organische Stoffe auch zum Eigenleuchten, zu einer Lumineszenz, angeregt. Hier ist ein weites Gebiet für den Nachweis unterschiedlicher Stoffarten oder dem Auge unsichtbarer Substanzen gegeben.

Bild 341 zeigt zum Beispiel eine Zahlenfälschung, die dem Auge unsichtbar blieb. Die ursprüngliche Zahl 500 wurde mit einem Kopierstift geschrieben. Später wurde mit einem anderen Kopierstift aus der 5 eine 8 gemacht und hierdurch das Original gefälscht. Zum Nachweis der Fälschung beleuchtete man das Objekt mit einer Philips-Quecksilberdampf-lampe und filterte das Licht mit einem Ultra-

Bild 338. Ausschnitt aus einem Scheckformular mit einer dem Auge kaum sichtbaren Rasur. Fritz Mahn, Dresden; Exakta Varex



Bild 339. Zahlenausschnitt des Scheckformulars ohne Rasurspur



Bild 340. Zahlenausschnitt des Scheckformulars mit Rasurspuren. Fritz Mahn, Dresden; Exakta Varex; Vergrößerung auf dem Negativ 8fach

800 Rollen Bindegar  
 erhalten  
 zu

Bild 341. Zahlenausschnitt aus einer mit Kopierstift geschriebenen Quittung mit nachträglicher Fälschung der Zahl (Umwandlung der 5 in eine 8), die mit dem Auge nicht wahrnehmbar ist. Fritz Mahn, Dresden; Exakta Varex



Bild 342. Nachweis der Fälschung durch Beleuchtung mit Philips-Quecksilberdampfampe und Filterung des Lichts mit Ultraviolettfiter. Die beiden Kopierstifte für Originalschrift und Fälschung zeigen unterschiedliche Lumineszenz. Fritz Mahn, Dresden; Exakta Varex mit Tuben und Zwischenringen; Quecksilberdampfampe; Ultraviolettfiter

bei sein konnte. Vielleicht  
 ist zu meinem Rechtsvorn  
 schon Bescheid gegeben  
 mit den besten für

Bild 343. Mit Tinte geschriebener Brief, der eine dem Auge nicht sichtbare Geheimschrift enthält

sein beweisen ich es dass  
 mit den beiden Klappen  
 nicht dabei sein konnte.  
 bringen Sie soll sie ge  
 heimlich zu meinem Rec  
 fehen. Dann geht ab  
 auch schon Bescheid ge  
 mit

Bild 344. Nachweis der Geheimschrift durch Beleuchtung mit Quecksilberdampfampe und Filterung des Lichts mit Ultraviolettfiter. Hierbei luminesziert die mit Urin geschriebene Zwischenschrift und kann fotografiert werden. Fritz Mahn, Dresden; Exakta Varex; Quecksilberdampfampe; Ultraviolettfiter

violettfilter. Die Mine des zweiten Kopierstifts zeigte bei der angewendeten Beleuchtung eine schwächere Lumineszenz als die erste (Bild 342). Es ergaben sich typische Schwärzungsunterschiede auf der fotografischen Schicht; damit war die Fälschung nachgewiesen.

Bild 343 endlich gibt eine Schriftprobe wieder, die normal mit Tinte geschrieben wurde. Zwischen den Zeilen aber war, dem Auge verborgen, eine zweite Schrift mit Urin niedergeschrieben. Bei der Beleuchtung mit den ultravioletten Strahlen einer Quecksilberdampfampe konnte unter Verwendung eines Ultraviolettfilters die Schrift fotografisch sichtbar gemacht werden, wobei Urin etwas anders luminesziert als die Tintenschrift (Bild 344). In ähnlicher Weise werden auch Fingerabdrücke fotografisch sichtbar gemacht und aufgenommen. Durch Vorschalten des Ultraviolettfilters werden jeweils nur die lumineszierenden Stoffe fotografisch abgebildet.

### 8. Das Ultraviolettfilter

Die *Ultraviolettrahlung*, abgekürzt auch als *UV-Strahlung* bezeichnet, setzt das sichtbare Spektrum nach der Seite der kurzen Wellen über den Bereich der sichtbaren Strahlung fort. Die UV-Strahlen nehmen am Bildaufbau teil, aber die Objektive sind für diese Strahlen nicht korrigiert. Die Zone der scharfen Abbildung liegt *vor* der Einstellebene. Daher wird das normale Mattscheibenbild der sichtbaren Strahlung von einem unscharfen Bild der Ultraviolettrahlung überlagert, das die Bildschärfe ungünstig beeinflusst.

Man könnte die Ultraviolettrahlung durch ein leichtes Gelbfilter zurückhalten. Häufig jedoch luminesziert der Farbstoff des Gelbfilters unter dem Einfluß der UV-Strahlung. Das entstehende Nebenlicht führt zur Überstrahlung der Aufnahme, und diese wird flau. Außerdem absorbiert das Gelbfilter sowohl die UV-Strahlung als auch die Blaustrahlung. Der Himmel wird also dunkel dargestellt.

Die UV-Strahlung ist in großen Höhen am stärksten, wo der Himmel ausgesprochen blau ist. Dort, wo die UV-Filterung am notwendigsten ist, wird also der Himmel durch ein Gelbfilter nahezu schwarz dargestellt. Man verwendet daher zur Filterung der UV-Strahlen besondere Ultraviolettfiler. Man wendet sie stets im Hochgebirge, an der See und bei Schneeaufnahmen an, weil dort die UV-Strahlung am stärksten ist und häufig zu flauen Negativen führt. Zwar absorbiert bereits das Glas des Objektivs die UV-Strahlung bis etwa 300  $m\mu$ , aber das UV-Filter filtert außerdem noch die UV-Strahlen längerer Wellenlängen, also speziell den Anteil von 300...400  $m\mu$  heraus.

Während das Gelbfilter bei tonwertrichtiger Wiedergabe den Himmel in größeren Höhen zu dunkel bringt, bildet das UV-Filter auch den Himmel tonwertrichtig in einem helleren Grauton ab. Es schaltet zwar den atmosphärischen Dunst aus, aber es bringt noch die feine und zarte Luftperspektive, die einen allmählichen Übergang vom Vordergrund zur Ferne vermittelt und damit im Bild den Raum in seiner Tiefe darstellt. Das Gelbfilter hingegen beseitigt die zarten Übergänge stärker und führt im Bild zu einem Sprung vom Vordergrund in eine durch die UV-Strahlung verschleierte Ferne und damit zu einer übertriebenen Luftperspektive.

Das UV-Filter läßt das sichtbare Licht ungeschwächt durch; es absorbiert nur die UV-Strahlung und schaltet damit deren verflachende Wirkung aus. Die UV-Strahlung ist besonders wirksam in der Höhe. Daher führt die Anwendung



Bild 345. Giraffe. Lustiger Einfall, die Giraffe durch ihren langen Hals zu charakterisieren. Eine geglückte Bildkomposition, die sich der Bildfelddiagonale als Ausdrucksmittel bedient. Karl Taube †, Leipzig



eines UV-Filters im Hochgebirge über 2000 m Höhe zu einer Verlängerung der Belichtungszeit gegenüber den vom elektrischen Belichtungsmesser angezeigten Werten auf das Doppelte. In tieferen Lagen wird die Belichtungszeit nicht erhöht, da hier die UV-Strahlung nicht eine so große Rolle spielt. Arbeitet man mit Belichtungstabellen, so werden die Werte beim Anwenden des UV-Filters nicht erhöht. Mit zunehmender Höhe müßten die Tabellenwerte reduziert werden. In etwa dem gleichen Verhältnis wird die UV-Strahlung wirksamer und bedingt bei ihrer Ausschaltung durch ein UV-Filter eine entsprechende Verlängerung der Belichtungszeit. Beide Komponenten heben sich dann etwa auf.

### 9. Das Blaufilter

Das Blaufilter ist weniger wichtig als die übrigen FarbfILTER. Es führt zur Rotdämpfung rotpanchromatischer Schichten bei Kunstlicht. Dabei wird Blau gleichzeitig etwas betont. Bei Porträtaufnahmen mit Nitralicht wirkt das Blaufilter einem zu hellen Aussehen der Haut und einem Verblässen der Lippen entgegen.

### 10. Filter und Bildschärfe

Als Filter verwendet man nur Markenfabrikate, die völlig plan geschliffen sind. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, ergeben sich Abbildungsfehler. Es kann zum Beispiel die Objektivbrennweite verändert werden, so daß sich beim Scharfeinstellen mit Kleinbildapparaten ohne Mattscheibe Differenzen zur Einstellebene ergeben. Bei Mattscheibenapparaten ist es immer ratsam, die Einstellung mit vorgeschaltetem Filter vorzunehmen. Ganz allgemein werden parallel auftreffende Lichtstrahlen, die von weit entfernten Objekten ausgehen, aus ihrer Richtung durch die Filter nicht abgelenkt. Bei Nahaufnahmen hingegen tritt Ablenkung ein und damit auch eine Verschiebung des Bildes gegenüber der Einstellebene. Allerdings ist bei den kurzbrennweitigen Objektiven der Kleinbildapparate die Differenz so minimal, daß sie ohne weiteres durch die hohe Tiefenschärfe dieser Objektive ausgeglichen wird.

Helle Filter beeinträchtigen die Bildschärfe in keiner Weise. Dunkle strenge Filter können bei Verwendung von Filmen mit dicken Emulsionsschichten die Schärfe herabmindern; beim Verwenden von Einschichtfilmen tritt keine Schärfeminderung ein. Der Schärfeverlust ist dadurch zu erklären, daß die kurzwelligen (blauen und violetten) Strahlen vorwiegend die Oberfläche der Emulsion beeinflussen, während die langwelligeren Strahlen (gelb und rot) in die Tiefe der Schicht dringen und dort ihre Wirksamkeit entfalten. Bei der Anwendung von Gelb- und Grünfiltern werden die kurzwelligen Strahlen absorbiert, und das Bild wird nur von den langwelligen Strahlen aufgebaut. Diese dringen mehr in die Tiefe der Schicht und können dort stärker reflektieren (Seite 237; Bild 297); es kommt zur Ausbildung von Diffusionslichthöfen. Die Lichtstreuung nimmt mit der Schichtdicke zu. Je strenger die Filter gewählt werden, desto größer ist die Gefahr einer solchen Lichthofbildung.

Es muß davor gewarnt werden, durch die Gläser von Sonnenbrillen zu fotografieren. Diese bestehen oft nicht aus optischen Gläsern und sind dann nicht genügend sorgfältig bearbeitet, um den Erfordernissen der Fotografie gerecht zu werden. Die Zeiss-Umbral-Gläser hingegen sind geschliffene optische Gläser. Er-

geben sich mit neu erworbenen Filtern ungünstige Resultate, so ist es empfehlenswert, die Funktion des Filters an Serienaufnahmen zu überprüfen. Man zweckt mehrere Bogen Zeitungspapier an eine Wand und fotografiert diese ohne Filter und mit Filter, und dazu mit verschiedenen Belichtungszeiten. Die Aufnahmen mit Filter dürfen keinen merkbaren Schärfeverlust gegenüber den Aufnahmen ohne Filter zeigen, wenn man die Negative bei Lupenvergrößerung betrachtet.

Es gibt mehrere Filtersorten:

Massivglasfilter bestehen aus gefärbtem Glas. Sie sind teuer, werden aber, wie die Linsen, aus optischen Gläsern erschmolzen, sind schlieren- und blasenfrei und sorgfältig poliert und geschliffen. Durch Hitzeeinwirkung werden sie nicht verändert. Grün- und Blaufilter lassen sich allerdings nur schwer mit gleichbleibenden Farbeigenschaften als Massivglasfilter herstellen. Zeiss-Ikon-Filter, Arnz-Ultratorban-Filter und Lifa Panchrom 100 sind Massivglasfilter.

Gekittete Filter bestehen aus zwei farblosen Glasscheiben in planparalleler Lage; zwischen beide ist eine gefärbte Gelatinefolie mit Kanadabalsam geklebt. Diese Filter sind empfindlicher als die Massivglasfilter. Der Balsam erweicht in der Hitze; die Scheiben können sich krümmen und dann linsenartig wirken. Die Gelatinefarbstoffe sind nicht lichtecht und dürfen nicht unnötig der Sonnenstrahlung ausgesetzt werden. Die Gelatine ist allerdings in allen Farbnuancen leicht anfärbbar, und die Färbung kann immer auf den gleichen Ton abgestimmt werden.

Filter müssen ebenso sorgfältig wie die Objektive behandelt werden. Fingerabdrücke, die nicht sofort beseitigt werden, können sich im Laufe der Zeit auf den Glasflächen einfressen und zu Trübungen führen. Man muß die Filter vor Wasser, Schmutz und Staub schützen.

### *11. Aufnahmen ohne Filter*

Filter wendet man nur dann an, wenn sie eine Verbesserung des Tonwerts oder eine Verbesserung der Bildwiedergabe sicherstellen. Ohne Filter arbeitet man daher

- bei Hell-Dunkel-Vorlagen, zum Beispiel bei Schattenrissen und bei der Reproduktion von Strichzeichnungen, Schriftseiten, Dokumenten;
- bei Hell-Dunkel-Stimmungen in der Natur, also bei Aufnahmen in der Dämmerung und im Nebel;
- bei ungünstigen Lichtverhältnissen, die keine Verlängerung der Belichtungszeit zulassen, vorwiegend also bei Aufnahmen aus freier Hand in dunkler Umgebung und bei ungünstigem Wetter;
- bei Gegenlichtaufnahmen, wenn man neue Reflexbildungen auf den vorgesteckten Filtern befürchten muß;
- bei Aufnahmen in betont einfarbigem Licht; dann verlängert das Filter nur die Belichtungszeit, und es kommt nicht auf Tonwertrichtigkeit an;
- bei Bewegungsaufnahmen mit hohen Geschwindigkeiten, weil dann die Belichtungszeit nicht verlängert werden kann;
- bei Architekturaufnahmen und Gruppen, bei denen keine Grün- und Rotwerte vorliegen und Tonwertrichtigkeit nicht erforderlich ist.

## 12. Technische Aufnahmen mit Effektfiler

Vor uns liegen zwei Tuschzeichnungen, die eine auf rotem, die andere auf blauem Millimeterpapier. Es werden Reproduktionen gewünscht, bei denen a) die Millimeteinteilungen nicht mit dargestellt werden, b) die Millimeteinteilungen ebenso kräftig kommen wie die Zeichnung selbst.

*Tuschzeichnung auf rotem Millimeterpapier;* die Einteilung soll nicht mit dargestellt werden. Man fotografiert auf panchromatischen Film und schaltet bei der Aufnahme ein Rotfilter vor. Das Rot wird so stark betont, daß es im Negativ sehr stark gedeckt wird und auf dem Positiv daher nicht mit kopiert wird. Es fließt mit der weißen Papierfläche zusammen. Die Zeichnung steht bei harter Entwicklung in einem Rapidentwickler schwarz auf weißem Grunde.

Bei der Zeichnung auf blauem Millimeterpapier schaltet man ein Blaufilter vor. Blau wird auf dem Negativ stark gedeckt und kommt auf dem Positiv nicht mit. Die Zeichnung steht schwarz auf weißem Grund.

*Die rote Millimeteinteilung soll deutlich sichtbar bleiben.* Man schaltet ein kräftiges Grünfilter vor. Es dämpft die Rotstrahlung auf dem Negativ, so daß die Millimeteinteilung gut geschwärzt auf dem Positiv herauskommt.

Die blaue Millimeteinteilung soll deutlich sichtbar bleiben. Man setzt ein Gelbfilter vor. Es dämpft die Blaustrahlung; die Einteilung kommt auf dem Negativ nur sehr schwach und wird daher auf dem Positiv gut geschwärzt dargestellt.

*Eine rote Wertmarke mit grünem Entwertungsstempel* soll reproduziert werden. Beide Farben der Vorlage liefern annähernd den gleichen Grauwert. Es soll a) die Vorlage in gutem Farbkontrast, b) nur der Stempel ohne die Marke, und c) nur die Marke ohne den Stempel im Bild wiedergegeben werden.

In der panchromatischen Aufnahmeschicht muß durch Vorschalten eines Gelbgrünfilters das Rot etwas gedämpft und das Grün gekräftigt werden, damit sich beide gut voneinander abheben (Kontrastwirkung).

Durch Vorschalten eines strengen Rotfilters wird die Grünfärbung absorbiert. Das Rot wird so stark im Negativ gedeckt, daß es im Positivprozeß schwer kopierbar ist. Das Grün hingegen erscheint im Positiv gut gedeckt und damit schwarz auf weißem Grund. Wir erhalten das Bild des Stempels ohne die Wertmarke.

Durch Vorschalten eines strengen Grünfilters wird das Rot der Marke stark zurückgehalten, so daß die Marke im Positiv dunkel kommt. Die grüne Farbe des Stempels wird im Negativ so stark gedeckt, daß sie schwer kopierbar wird und damit auf dem Positiv nicht kommt.

## XI. Das Entwickeln

Der fertig belichtete Film enthält eine Aufnahmeserie. Die Aufnahmen sind noch nicht zu sehen. Man darf den Film in diesem Zustand nicht dem Licht aussetzen. Jeder Lichteinfall würde zur Verschleierung des Films führen.

Früher, als noch die farbenblinden und orthochromatischen Platten vorherrschend waren, wurde die Entwicklung als Einzelentwicklung in der Entwicklerschale vorgenommen und überwacht. Um uns mit dem Entwicklungsvorgang vertraut zu machen, wollen wir daher als erstes eine orthochromatische Platte selbst entwickeln. Dazu gehören eine Dunkelkammer und eine Anzahl von Geräten.

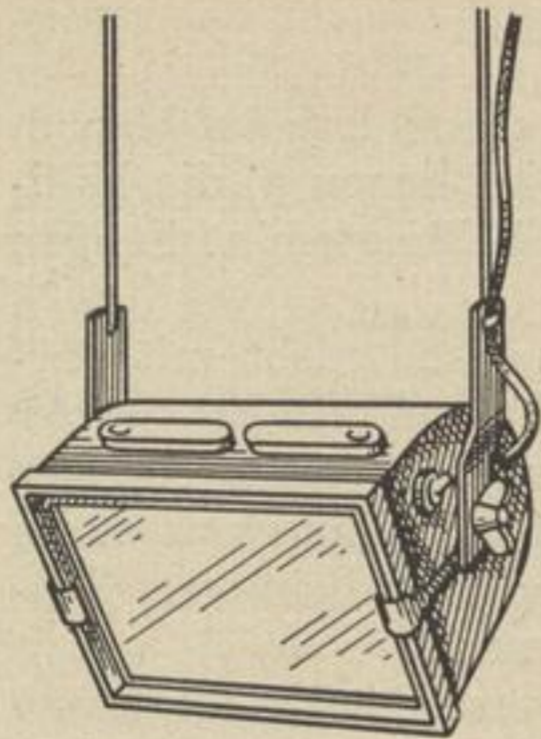


Bild 346. Moderne Dunkelkammer-Hängelampe; Kontny, Dresden

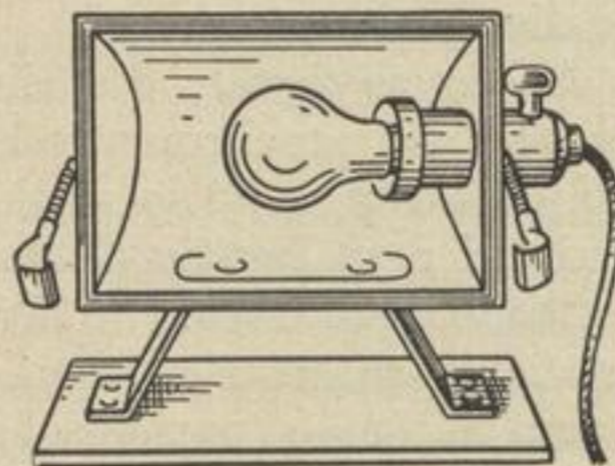
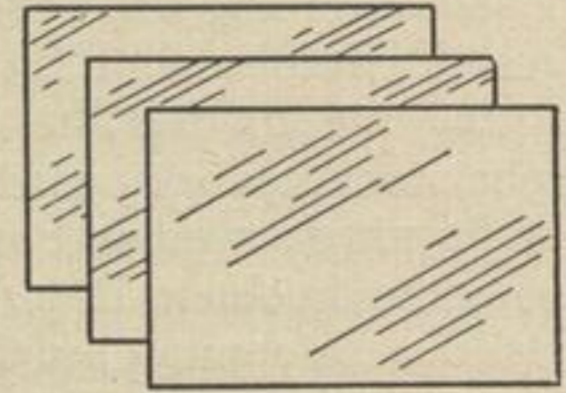


Bild 347. Moderne Dunkelkammer-Tisch- und -Wandlampe mit herausgenommenem Einsatzrahmen und Filtersatz



Glasfiltersatz

### 1. Die Dunkelkammer

Die Dunkelkammer muß vollkommen finster sein. Fenster müssen lichtdicht verkleidet werden. Man beachte, daß man beim Betreten eines dunklen Raums zunächst den Eindruck absoluter Finsternis hat. Hält man sich aber erst 10...15 Minuten in dem Raume auf, so entdeckt man oft, daß er diffus beleuchtet ist und von den verschiedensten Seiten her Licht einstrahlt. Diese Zeit braucht nämlich das menschliche Auge, um sich vom Hellsehen in einer lichtdurchfluteten Umgebung auf das Dunkelsehen in einem sehr dunklen Raum umzustellen. Erst nach dieser Umstellung können wir beurteilen, ob der Raum genügend abgedunkelt ist. Die Dunkelkammer muß beleuchtet werden. Im einfachsten Falle schraubt man Glühlampen aus gefärbtem Massivglas in einen Leuchtensockel oder in eine einfache Standleuchte ohne Schirm. Die Glühlampen sind lightsicher beim Verarbeiten von Fotopapieren und orthochromatischem Aufnahmematerial, nicht hingegen für Panmaterial.

Sicherer, bequemer im Gebrauch, aber auch teurer sind Spezial-Dunkelkammerleuchten mit Einsatzrahmen zum wechselweisen Einsatz von Massivglasfiltern unterschiedlicher Färbung (Bilder 346 und 347). Wir unterscheiden Hänge-, Wand- und Standleuchten mit drehbarem Leuchtenkörper für direkte und indirekte Beleuchtung des Arbeitsplatzes. Bei bequemer Auswechslung des Filters verwendet man weißes Licht als Raumbeleuchtung beim Vorbereiten und bei Aufräumarbeiten,

gelbes Licht beim Arbeiten mit Kopierpapieren,

hellrotes oder besser gelbgrünes Licht (Agfa-Gelbgrünfilter 113) beim Arbeiten mit Vergrößerungspapieren,

dunkelrotes Licht beim Entwickeln orthochromatischer Platten,

dunkelgrünes Licht beim Einlegen von Filmen und beim Entwickeln panchromatischer Filme (das Licht muß einen Abstand von 75 cm vom Film haben und darf nicht längere Zeit direkt auf diesen einwirken. Da man bei dunkelgrünem Licht unter diesen Bedingungen kaum noch etwas sehen kann, führt man die Arbeiten mit panchromatischen Schichten besser in vollkommener Finsternis durch),

rotbraunes Licht für Röntgenaufnahmen und Diapositive.

Als Entwicklungsgeräte brauchen wir drei Entwicklerschalen. Am besten wählen wir Schalen aus Glas, Steinzeug oder Porzellan. Pappschalen werden schnell rissig. Emailschalen sind sehr sauber und praktisch, aber beim Abstoßen des Emails tritt das Stahlblech zutage, das mit den Bädern chemische Reaktionen eingehen kann. Emailschalen sind nur so lange fotografisch zu gebrauchen, als der Emailüberzug unbeschädigt ist. Die erste Schale wird mit Entwickler, die zweite mit Wasser und die dritte mit Fixierbad gefüllt. Man stellt die Schalen auf eine Pappunterlage, damit keine Beschädigung von Möbeln durch Badflüssigkeiten eintritt. Praktisch ist auch das Arbeiten auf einem Ausguß, der von einem Lattenrost überdeckt ist.

An Chemikalien brauchen wir eine Flasche Entwickler und eine Büchse Fixiersalz, an Geräten zwei braune Flaschen für die gebrauchten Bäder, einen Glastrichter, eine Messur (Meßzylinder) zum Abmessen von Flüssigkeiten, eine Briefwaage zum Wägen der Chemikalien, ein Thermometer und einen Rührstab aus Glas. Außerdem

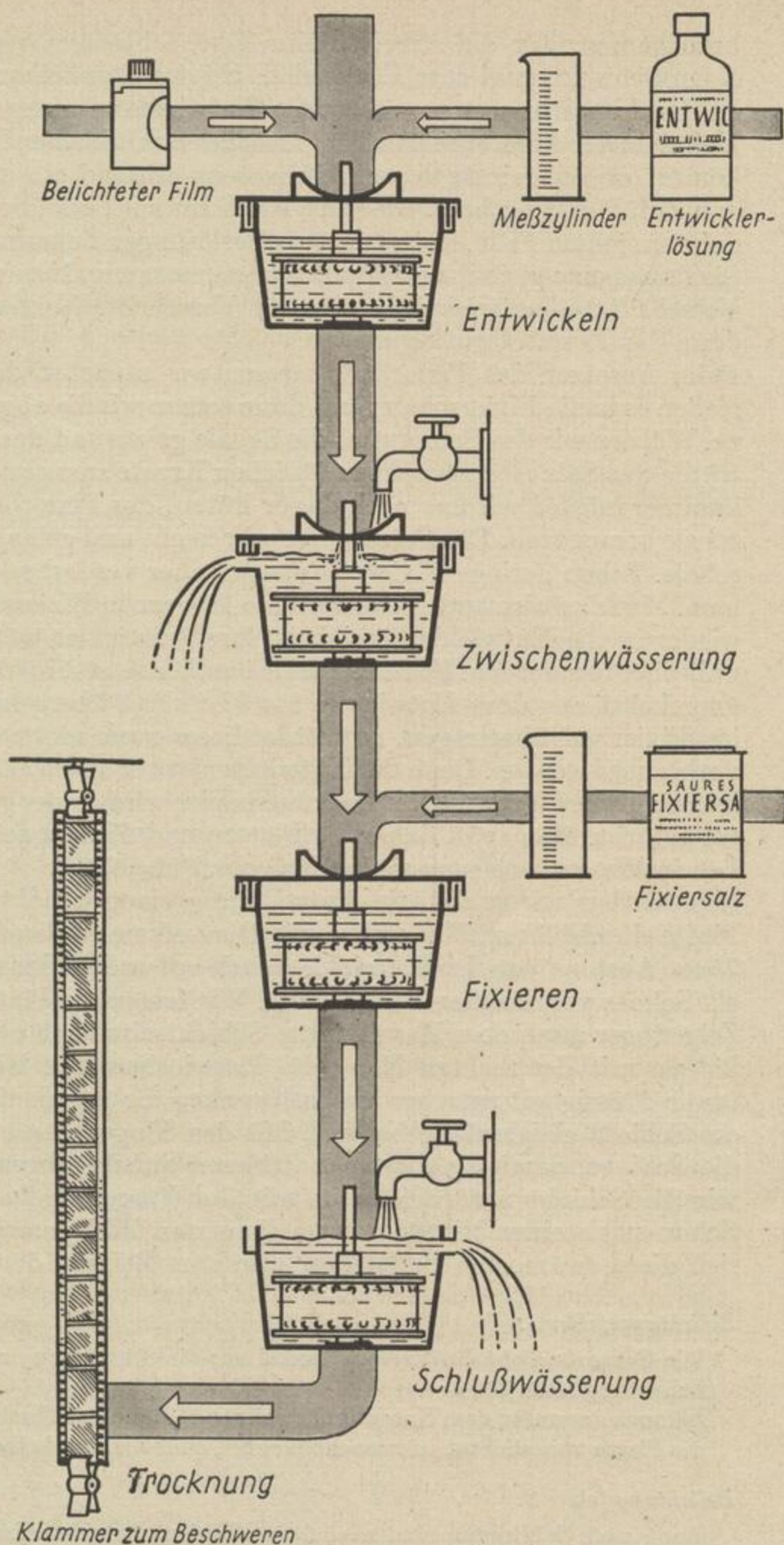


Bild 348. Die Negativtechnik

brauchen wir für die Arbeiten eine Uhr, schließlich einen Wässerungstrog und einen Schutzmantel zum Überziehen bei den Dunkelkammerarbeiten.

In der Literatur werden sehr viele Entwicklerrezepte angegeben. Da heute die Mehrzahl der Amateure und Fachfotografen mit kleinen Negativformaten arbeitet, kommt es auf feinste Kornbildung beim Entwickeln an. Diese kann man nicht den Zufälligkeiten beim Ansetzen eines Entwicklers überlassen. Es empfiehlt sich daher in jedem Falle, fertige Entwicklerlösungen bekannter Firmen zu verwenden. Sie haben eine gleichbleibende Zusammensetzung. Man verdünnt die Lösung nach Vorschrift und entwickelt genau nach Vorschrift. Wenn man sauber arbeitet, muß dann das Resultat gut sein.

Beim Ansetzen des Fixierbads messen wir zunächst das Lösungswasser ab und gießen es in die Fixierschale; erst dann setzen wir die abgewogene Menge Fixiersalz zu. Würden wir das Salz erst in die Schale geben und das Wasser darübergießen, so würde das Salz zu einer schwer löslichen Kruste zusammenbacken. In der Dunkelkammer müssen wir uns noch davor hüten, das Fixierbad neben der Entwicklerschale anzusetzen. Das Salz stäubt sehr leicht und gelangt auch in die Entwicklerschale. Schon geringe Fixiersalzmengen aber verderben den Entwickler vollkommen. Man darf also auch nicht mit den Fingern in Fixiersalzlösung fassen und dann wieder in die Entwicklerflüssigkeit. Der Entwickler würde sofort verderben und unbrauchbar werden. Man muß stets die Hände erst in Wasser spülen. Würde man umgekehrt aus dem Entwickler ins Fixierbad übergehen und dabei Entwickler ins Fixierbad übertragen, so würde dieses zwar nicht verderben, aber vorzeitig verbraucht werden. Denn der Entwickler ist chemisch eine laugenhafte, das Fixierbad eine saure Flüssigkeit; Lackmuspapier wird in der ersten blau, in der zweiten rot gefärbt. Man spült daher die Platten und Filme nach dem Entwickeln gründlich in Wasser, ehe man sie ins Fixierbad überträgt.

Nun wollen wir selbst die Entwicklung einer belichteten orthochromatischen Platte durchführen. Wir stellen die Dunkelkammerleuchte mit Rotlicht in etwa 75 cm Abstand von der Entwicklerschale auf und stellen zwischen beide eine Pappe als Schutz vor direkter Bestrahlung. Wir fassen die Platte zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand, matte Schichtseite nach oben, Glasseite nach unten, kippen mit der rechten Hand die Entwicklerschale leicht an, lassen die Platte in die Flüssigkeit rutschen und schwenken die Schale derart, daß die Flüssigkeit die Schicht gleichmäßig benetzt. Mit den Fingerbeeren streichen wir leicht über die Schicht, damit sich keine Luftblasen auf ihr abgesetzt haben; dabei dürfen wir die Schicht natürlich nicht mit den Fingernägeln berühren und verletzen. Schon nach einer Minute treten die ersten Bildspuren hervor. Zunächst zeigen sich die schwärzesten Bildstellen, also zum Beispiel der Himmel.

#### *Belichtungsfehler 1:*

Die Gesamtschicht läuft sofort dunkel an; die Schwärzung nimmt rapid zu: starke Überbelichtung (Bild 349).

Ist auch der unter dem Kassettenfalz sitzende Rand der Platte schwarz geworden, so wurde die Platte vorbelichtet oder nachbelichtet, oder die Dunkelkammerbeleuchtung ist zu hell.

#### *Belichtungsfehler 2:*

Auch nach 2 Minuten sind noch keine Bildspuren erkennbar; bei weiterer Entwicklung kräftigt sich das Negativ nicht mehr und läßt jede Durchzeichnung vermissen: starke Unterbelichtung (Bild 350).

Allmählich baut sich das Bild auf. Die Bildkonturen treten kräftiger hervor. Ab und zu heben wir die Platte aus der Flüssigkeit und betrachten sie von der Glasseite. Dort ist sie zunächst noch weiß. Erst wenn das dunkle Bild bis zur Glasseite durchdringt und auf der Rückseite deutlich erkennbar ist, kann man die Entwicklung abbrechen und die Platte in die Wässerungsschale legen.

*Entwicklungsfehler 1:*

Die Schicht wird nicht genügend durchentwickelt; die Entwicklung wird unterbrochen, ehe das Bild auf der Rückseite deutlich sichtbar geworden ist: Unterentwicklung. Das Bild weist beim Kopieren zu geringe Kontraste auf; die Schattenpartien haben keine Durchzeichnung; die Kopie wirkt flau.

*Entwicklungsfehler 2:*

Die Entwicklung wird zu weit getrieben. Die Schicht schwärzt sich weiter, und zwar vorwiegend in den hellen Bildteilen; es entsteht ein hartes und sehr kontrastreiches Negativ, das sehr schwer kopierbar ist (Bild 351).

Das normal belichtete und normal entwickelte Negativ weist eine reiche Tonabstufung auf; es wirkt im ganzen zart und weich. Die Bildkontraste treten nicht stark in Erscheinung. Das ist das gut kopierfähige und vergrößerungsfähige Bild (Bild 352). Das nach ihm hergestellte Positiv wirkt in seinem Tonwertreichtum harmonisch; es umfaßt die gesamte Skala vom Papierweiß bis zu satten Schwarztönen. Ein Negativ, das kräftig und brillant wirkt, ist bereits für die Kopie und die Vergrößerung zu hart und kontrastreich (Bild 351). Die Tonskala des Positivs reicht nicht mehr aus, die Negativkontraste zu bewältigen.

Man muß sich in der Dunkelkammer erst den richtigen Blick für das normal entwickelte Negativ aneignen. Bei der roten Beleuchtung wirkt das Negativ zunächst stärker gedeckt, als es in Wirklichkeit ist. Betrachtet man es später bei Hellicht, so ist es viel weniger durchentwickelt, als es zunächst den Anschein hatte. Im Fixierbad geht außerdem die Deckung etwas zurück.

Nach gründlichem Umschwenken in der Wässerung, etwa  $\frac{1}{2}$ ...1 Minute lang, überträgt man die fertig entwickelte Platte ins Fixierbad. Allmählich löst sich das gelblichweiße unbelichtete Silberbromid aus der Schicht. Die Platte erscheint dann glasklar. Wir heben sie aus dem Bad. Meist zeigt sie auf der Rückseite noch Spuren von Silberbromid. Nachdem auch die letzten sichtbaren Spuren verschwunden sind, läßt man die Platte zur Sicherheit noch einmal die gleiche Zeit im Bade, die bis zum Verschwinden des gelblichweißen Silberbromids verstrichen ist, damit auch die letzten Spuren lichtempfindlicher Salze aus der Schicht herausgelöst sind und die Platte damit haltbar und lichtbeständig geworden ist. Im Entwickler oder im Fixierbad verschwindet die dunkelgrüne oder rotbraune Färbung der Lichthofschutzschicht auf der Rückseite der Platte. Den Abschluß des Fixierprozesses bildet schließlich die Wässerung im Wässerungstrog. In fließendem Wasser ist die Endwässerung in etwa 20...30 Minuten beendet, in stehendem Wasser nach 6...8maligem Wasserwechsel. Wenn möglich, stellt man die Platte beim Wässern an der Wand des Troges aufrecht, da die schwerere Fixiersalzlösung zu Boden sinkt.

Nach dem Wässern werden die Platten in einem luftigen, aber staubfreien Raum getrocknet. Man stellt sie auf ein Trockengestell. Man kann die Platten und Filme nicht in Ofennähe trocknen, da die Gelatine beim Erwärmen schmilzt.



Bild 349



Bild 350

Bild 351



Bild 349. Überbelichtung. Beim Entwickeln nimmt die Schwärzung rapid zu und führt schließlich zur Totalverschleierung

Bild 350. Unterbelichtung. Im Negativ fehlt die Durchzeichnung der Schatten

Bild 351. Überentwicklung. Die Kontraste im Negativ sind so stark geworden, daß sie nicht mehr kopierbar sind

Bild 352. Das richtig belichtete und richtig entwickelte Negativ mit zarter Tonabstufung und ausreichenden Kontrasten

Bild 353. Kopie des richtig belichteten und richtig entwickelten Negativs mit weichen Tonabstufungen

Bilder 349...353: Agfa-Bildarchiv





Bild 352



Bild 353

## 2. Die Entwicklung nach Zeit und die Dosenentwicklung

In der Entwicklerschale werden der Einzelfilm oder die Einzelplatte unter dauernder Kontrolle individuell entwickelt. Die hohe Lichtempfindlichkeit und Farbenempfindlichkeit der modernen fotografischen Schichten lassen eine persönliche Beobachtung und Kontrolle des Entwicklungsvorgangs nicht mehr zu. An die Stelle der offenen Entwicklerschalen ist die geschlossene, lichtdichte Entwicklungseinrichtung getreten. Der Rollfilm oder Kleinbildfilm wird in der *Entwicklungsdose* entwickelt. Sie ist das Entwicklungsgerät des modernen Amateurs. Die Mengenbearbeitung der Filme geschieht im *Entwicklungstank*, dem Entwicklungsgerät der gewerbsmäßigen Filmverarbeitung.

Der Amateur kann nicht im Tank entwickeln, auch wenn er zeitweise eine größere Zahl von Filmen zu verarbeiten hat. Denn der Tank erfordert große, die Entwicklungsdose kleine Mengen von Badflüssigkeiten. Die Bäder aber halten sich, wenn sie einmal gebraucht sind, nicht lange und müssen bald durch neue ersetzt werden. Die Tankentwicklung ist nur dann rentabel, wenn der Tank möglichst immer voll ausgelastet werden kann. In der Entwicklerschale kann man bestenfalls einmal Probestücke eines Films entwickeln. Man befestigt an den beiden Enden je eine Holzklammer, faßt diese und zieht den Film langsam und gleichmäßig die vorgeschriebene Zeit durch die Entwicklerflüssigkeit.

Die Entwicklungsdose (Bild 354) besteht aus

- a) dem Dosenkörper mit der Ausgußöffnung,
- b) dem Spuleneinsatz,
- c) dem Nockenband, das am Spuleneinsatz befestigt wird; es ist ein Ekadurband,

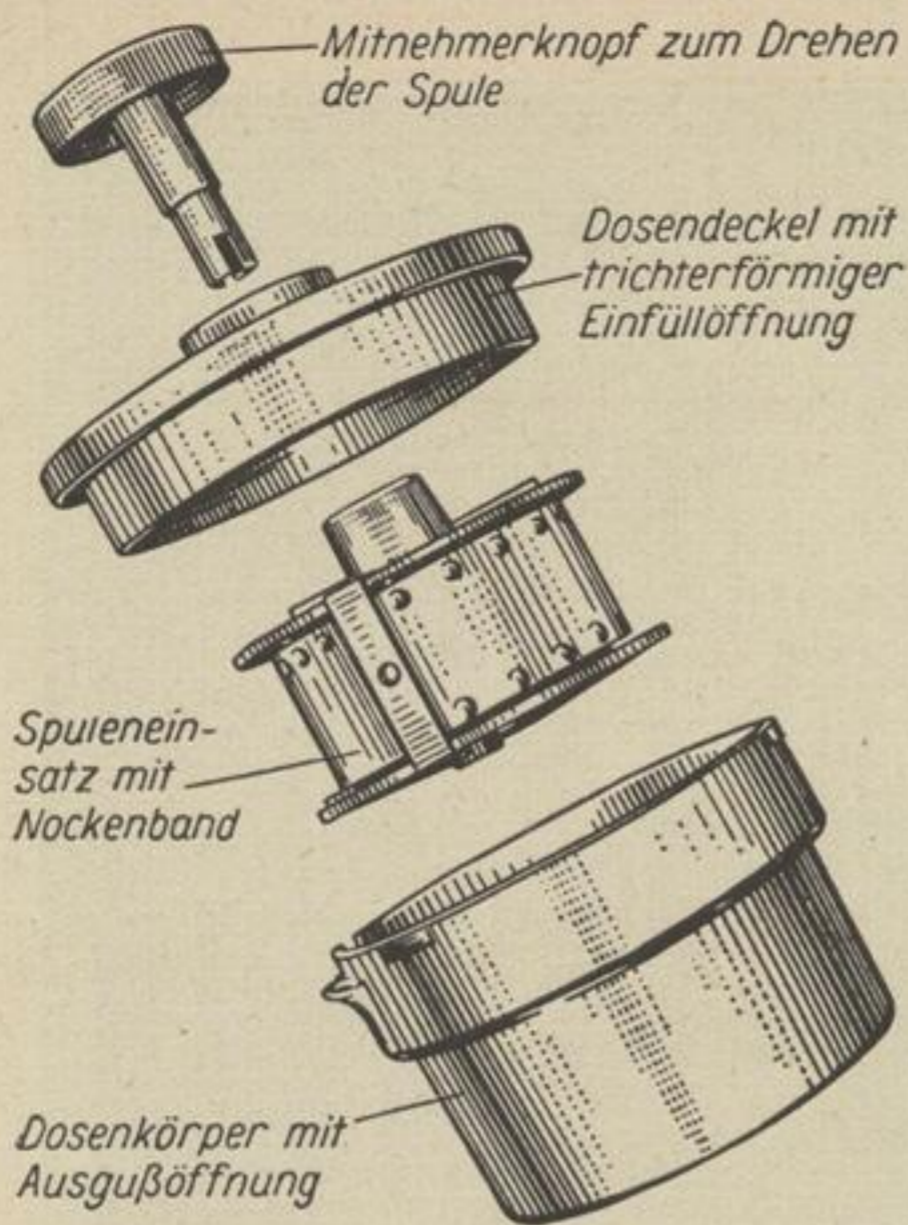


Bild 354. Die Entwicklungsdose

das an den Rändern nach beiden Seiten gekröpft ist und daher beiderseits erhabene Stellen aufweist,  
 d) dem lichtdicht schließenden Dosen-  
 deckel mit trichterförmiger Einfüll-  
 öffnung,  
 e) dem Mitnehmerknopf zum Bewegen des  
 Spuleneinsatzes und  
 f) dem Thermometer, das durch den Ein-  
 gußtrichter eingesetzt werden kann.  
 Entwicklungs Dosen anderer Konstruktion  
 haben einen Spuleneinsatz mit Spiralfüh-  
 rung, in die der Film eingeschoben wird.  
 Man öffnet die Dose in der Dunkelkammer  
 bei Raumlicht und legt die Einzelteile ge-  
 ordnet vor sich hin. Im Finstern ent-  
 nimmt man den belichteten Film der Kas-  
 sette und befestigt das Filmende am Kern  
 des Spuleneinsatzes, nachdem man vorher

das Nockenband abgewickelt hat. Nun werden Nockenband und Film gleich-  
 mäßig auf den Spulenkern gewickelt, wobei man jeden kräftigen Zug vermeidet.  
 Zuletzt befestigt man das überstehende Nockenband an dem Spuleneinsatz, setzt  
 diesen in die Dose und verschließt sie lichtdicht mit dem Dosen-  
 deckel. Beim Ein-  
 legen müssen Dose, Spuleneinsatz und Nockenband völlig trocken sein. Entwickeln,  
 Fixieren und Wässern werden nun nach Zeit bei Tageslicht vorgenommen.  
 Den vorbereiteten Entwickler, der die Temperatur von 18° C haben muß, gießt  
 man in der vorgeschriebenen Menge in die Entwicklungsdose, staucht diese meh-  
 rere Male auf den Tisch, damit sich anhaftende Luftbläschen vom Filmband lösen,  
 und notiert die Zeit oder schaltet die Kopieruhr ein. Etwa alle halben Minuten  
 bewegt man mit dem Mitnehmerknopf den Spuleneinsatz in der Dose, damit  
 ständig neuer Entwickler mit dem Filmband in Berührung kommt. Aus der Ent-  
 wicklervorschrift ersieht man die Entwicklungszeit; zu ihr zählt auch die Zeit  
 des Entleerens der Dose durch den Ausguß. Zum Wässern stellt man die Dose  
 am besten unter die Wasserleitung und läßt das Wasser durch den Eingußtrichter  
 ein- und durch den Ausfluß ausströmen. Zuletzt wird der Film nach Zeit fixiert  
 und wiederum am besten unter fließendem Wasser gewässert, ehe man ihn in  
 einem luftigen Raum zum Trocknen aufhängt. Erst nach dem Trocknen können  
 wir unsere Neugier befriedigen und den Film betrachten. Denn in feuchtem Zu-  
 stand ist die weiche Gelatine äußerst empfindlich und wird leicht geschrammt oder  
 zerkratzt.

### 3. Die Hellichtentwicklung

Bei sehr sorgfältigem Arbeiten und bei Filmen, denen eine besondere Bedeutung  
 zukommt, ergibt sich auch beim Entwickeln in der Dose die Notwendigkeit einer  
 Entwicklungskontrolle. Sie hilft grobe Entwicklungsfehler vermeiden und den  
 Film auch bei extremen Aufnahmebedingungen optimal zu entwickeln. Entwick-  
 lungskontrolle läßt sich bei den heutigen Aufnahmematerialien nur bei *Hellicht-*

entwicklung durchführen. Prinzipiell gibt es hierfür zwei Wege, den *Desensibilisator* und den *Hellichtentwickler*.

Der Desensibilisator macht die Sensibilisierung rückgängig; gewissermaßen „narkotisiert“ er den Film, so daß dieser auf Lichteindrücke nicht mehr anspricht; er macht das Aufnahmematerial lichtunempfindlich. Wir lösen eine Tablette *Agfa-Denoxan* in etwa 20 ml warmem Wasser und geben die Lösung zu 500 ml Entwicklerlösung (bei mehr Entwickler entsprechend mehr Denoxan). Denoxan ist also ein Desensibilisator, der dem Entwickler direkt zugesetzt wird. In dieser Lösung entwickeln wir den Film in normaler Weise. Während der ersten zwei Minuten entwickeln wir im Dunkeln (bei geschlossener Dose), damit Denoxan erst auf den Film genügend einwirken kann. Nach zwei Minuten können wir bei geöffneter Dose weiterentwickeln und das Fortschreiten des Entwicklungsprozesses beim *indirekten Licht* einer 15 Watt-Lampe beobachten, die hinter dem sehr hellen gelbgrünen Agfa-Schutzfilter 113 D brennt. Die Kontrolle beschränkt sich bei Kleinbild- und Rollfilmen auf einige Bilder des Filmanfangs, um den Gesamtstreifen nicht der Gefahr einer mechanischen Verletzung auszusetzen.

Wir können die Bilder auch direkt in einem *Hellichtentwickler* hervorrufen. Ein solcher ist *Agfa-Denal*. Es ist ein Ultrafeinkornentwickler, der bereits einen neuartigen Desensibilisator enthält und sehr feinkörnige Negative liefert. Wiederum entwickeln wir die ersten drei Minuten im Dunkeln. Nach dieser Zeit können wir den Fortgang der Entwicklung im hellen *direkten Licht* einer 15 Watt-Lampe kontrollieren, die hinter einem gelbgrünen Agfa-Schutzfilter 113 D in 75 cm Abstand vom Negativ brennt.

#### 4. Zusammensetzung und Wirkungsweise des fotografischen Entwicklers

Der fotografische Entwickler ist die Lösung eines Stoffgemischs, das im wesentlichen aus vier Bestandteilen zusammengesetzt ist (Tab. 78).

Tabelle 78: Der Entwickler

Die Entwicklerlösung enthält vier wichtige Stoffe:

**A. Die Entwicklersubstanz**

ist ein Reduktionsmittel. Sie reduziert Silberbromid zu metallischem Silber. Dabei wird sie selbst oxydiert.

Auch der im Wasser gelöste Luftsauerstoff oxydiert die Entwicklersubstanz und macht sie unwirksam. Um ihre reduzierende Kraft zu erhalten, muß sie vor der Oxydationswirkung des Sauerstoffs geschützt werden durch

**B. ein Konservierungsmittel.**

Es bindet den im Wasser gelösten Sauerstoff chemisch und macht ihn damit unschädlich. Es erhält die reduzierende Kraft der Entwicklersubstanz.

Die Entwicklersubstanz allein arbeitet zu langsam. Man muß sie zur Reduktionstätigkeit anregen durch

**C. einen Beschleuniger.**

Durch Zusatz von Alkali wird die Reduktionstätigkeit angeregt und beschleunigt. Alkali aktiviert den Entwickler.

Der Entwickler arbeitet nun so stürmisch und energisch, daß er auch das unbelichtete Silberbromid zu Silber reduziert. Die Schicht verschleiert. Man muß das unbelichtete Silberbromid vor der Reduktionswirkung schützen durch

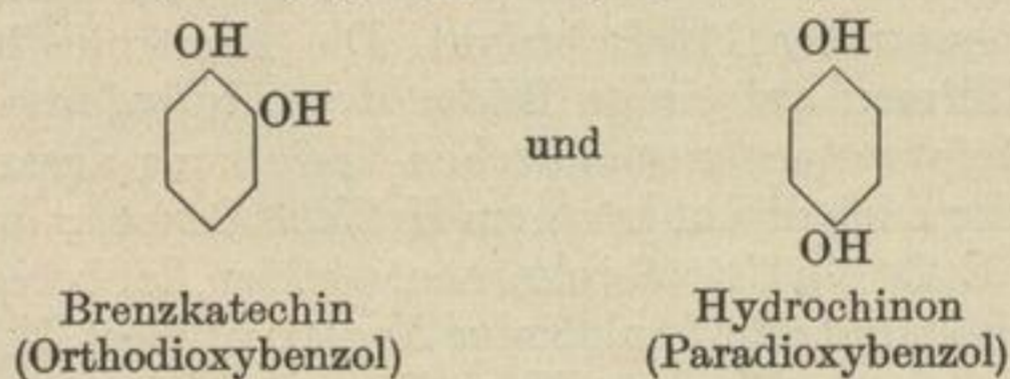
**D. ein Bremsmittel,**

damit nur das belichtete Silberbromid reduziert wird.

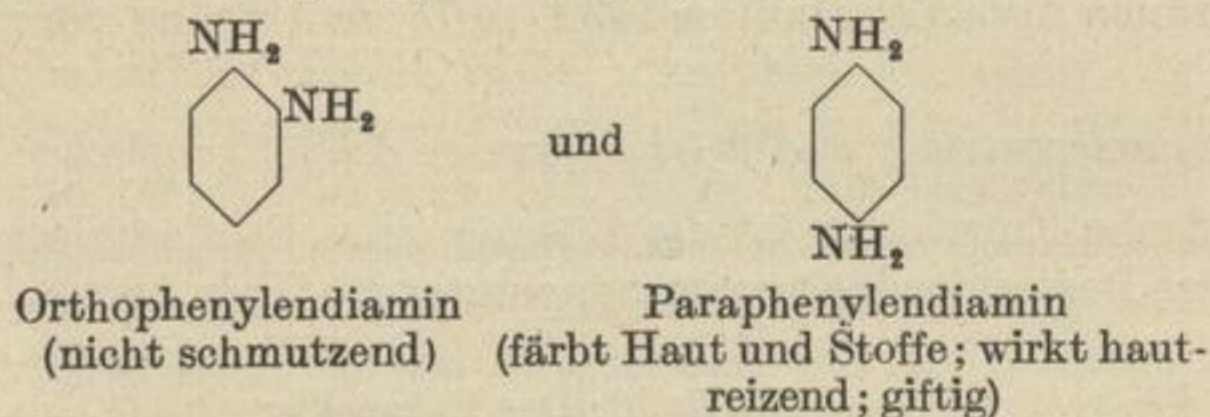
Der wichtigste Bestandteil ist ein organisches *Reduktionsmittel*, das belichtetes Silberbromid zu metallischem Silber reduziert. Aus der Tabelle 79 der gebräuchlichsten Entwicklersubstanzen ergibt sich bereits, daß die einzelnen Stoffe spezifische, ihnen eigentümliche Wirkungen haben. Die speziellen Eigenschaften grenzen den Verwendungsbereich der einzelnen Substanzen gegeneinander ab.

Chemisch sind die meisten der heute gebräuchlichen Entwicklersubstanzen Abkömmlinge des Benzols, in dessen Molekülen 6 Kohlenstoffatome ringförmig verbunden sind und je ein Wasserstoffatom tragen. Es hat sich gezeigt, daß die Entwicklereigenschaften vorwiegend bei solchen Benzolabkömmlingen anzutreffen sind, in denen zwei oder mehr Wasserstoffatome des Benzols durch Hydroxylgruppen ( $-\text{OH}$ ) oder durch Aminogruppen ( $-\text{NH}_2$ ) oder durch beide zugleich

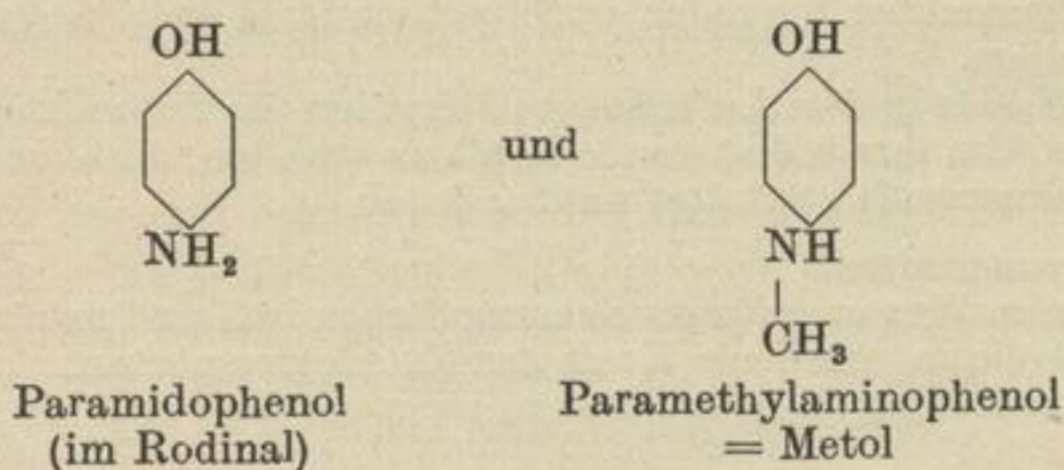
a) Benzolring mit zwei Hydroxylgruppen  $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OH})_2$ :



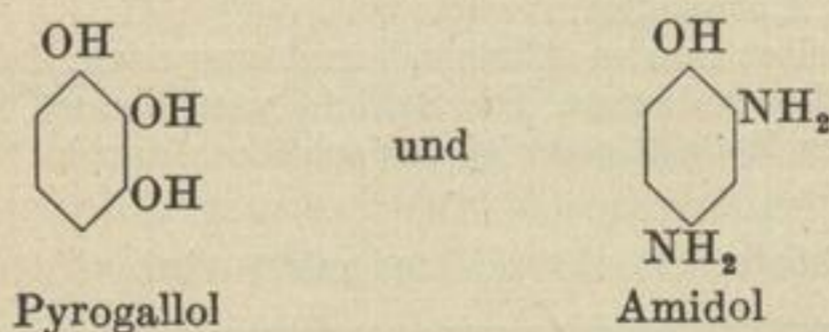
b) Benzolring mit zwei Aminogruppen  $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{NH}_2)_2$ :



c) Benzolring mit einer Hydroxylgruppe und einer Aminogruppe  $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{OH}) \cdot (\text{NH}_2)$  bzw.  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) \cdot (\text{NH} \cdot \text{CH}_3)$ :



d) Benzolring mit drei eingeführten Gruppen  $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$  bzw.  $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH}) \cdot (\text{NH}_2)_2$ :



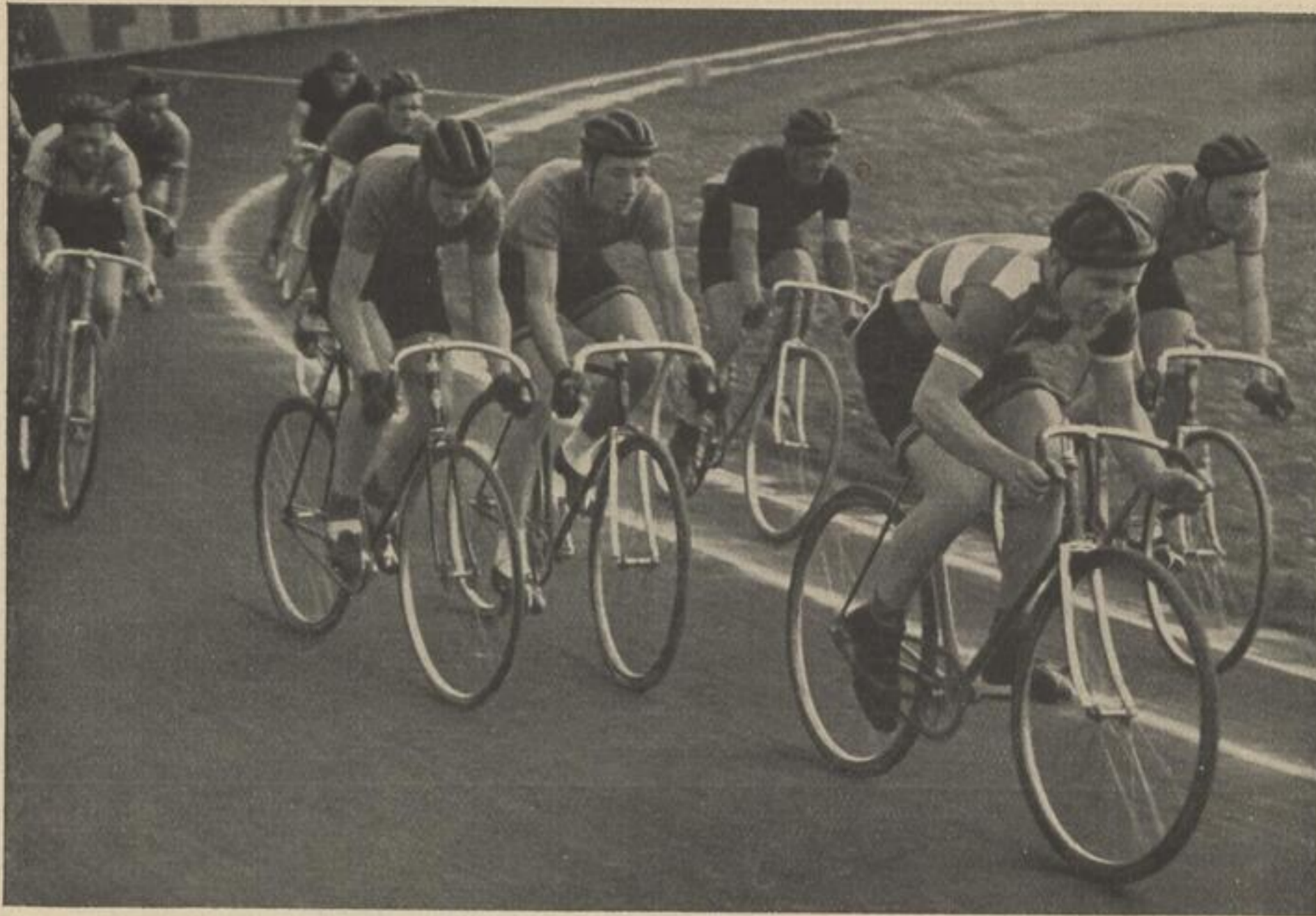


Bild 355. Nach der Sechstagesfahrt. Foto Eberhard Buschmann, Dresden; Exakta Varex 24×36 mm; Biotar 2/58; Blende 4;  $\frac{1}{150}$  s

ersetzt worden sind. Die beiden Gruppen müssen dann an benachbarten oder an einander gegenüberstehenden Kohlenstoffatomen des Benzolrings gebunden sein; die erste Form bezeichnet man als Orthostellung, die zweite als Parastellung. Die Konzentration der Entwicklerlösung ist von entscheidendem Einfluß auf den Entwicklungsvorgang:

Je konzentrierter die Lösung,	Je verdünnter die Lösung,
desto rascher der Bildaufbau, desto kürzer die Entwicklung, desto härter das Negativ, desto grobkörniger das Negativ	desto langsamer der Bildaufbau, desto länger die Entwicklung, desto weicher das Negativ, desto feinkörniger das Negativ
Bevorzugt für Rapidentwicklung	Bevorzugt für Zeitentwicklung
ergibt rasche Entwicklung eines kräftigen bis harten Negativs, geeignet für überbelichtete Filme, die zur Flauheit neigen	ergibt langsame Ausgleichsentwicklung eines zarten bis weichen Negativs, geeignet für unterbelichtete Filme, die zur Härte neigen

Als *Beschleuniger* setzt man den Entwicklern Substanzen zu, die die Reduktionswirkung erst auslösen bzw. in den meßbaren Bereich überführen. Es werden die Entwicklersubstanzen durch Zusatz von alkalisch reagierenden Stoffen aktiviert.

Tabelle 79: Fotografische Entwicklersubstanzen

	Charakter	Verhalten			
		gegen Alkali	gegen Kaliumbromid	gegen Temperaturabweichungen	gegen Fixiersalz
Amidol	Alkalifreier Entwickler	Alkaliempfindlich; Alkalizusatz führt zu Schleierbildung			
Glyzin	klar arbeitender Entwickler	mit Alkalikarbonat	Kaliumbromidempfindlich; leicht mit KBr abstimmbar	Temperaturempfindlich; bei <math>18^{\circ}\text{C}</math> sehr träge	Fixierbadempfindlich; kleine Verunreinigungen mit Fixiersalz: farbiger Entwicklungsschleier
Hydrochinon	hart arbeitend, kräftig deckend, bes. in Verbindung mit Metol als Universalentwickler f. Negative u. Positive gebraucht. Auf Bromsilberpapier rein: rötliche Töne sehr schnell und weich arbeitender Rapidentwickler; meist gebrauchter Entwickler; Bestandteil von Oberflächen-, Ausgleichs- und Feinkornentwicklern im Rodinal		Kaliumbromidempfindlich; wenig KBr verzögernd	Temperaturempfindlich; bei <math>18^{\circ}\text{C}</math> träge arbeitend	
Metol		mehr Alkali: härter arbeitend	KBr-Zusatz: härter arbeitend, wirkt weniger verzögernd	Temperaturunempfindlich (schleiert erst bei hohen Temperaturen; Tropenentwickler)	
Paramidophenol					Wasserempfindlich; konzentriert: rasch arbeitend, kontrastreich, verdünnt: langsam arbeitend, weich

Das sind Stoffe, die in wäßriger Lösung Hydroxylionen  $\text{OH}^-$  bilden und Lackmuspapier blau färben. Die Entwicklersubstanzen wirken als fotografische Entwickler nur bei einer bestimmten Wasserstoffionen-Konzentration. Im allgemeinen muß die Flüssigkeit ein  $p_{\text{H}} > 7$  haben.

Nach der Stärke der alkalischen Wirkung unterscheiden wir

Ätzalkalien oder kaustische Alkalien	Ätzkali = Kaliumhydroxyd $\text{KOH}$ Ätznatron = Natriumhydroxyd $\text{NaOH}$
Ammoniak $\text{NH}_4\text{OH}$ karbonatische Alkalien	Pottasche = Kaliumkarbonat $\text{K}_2\text{CO}_3$ Soda = Natriumkarbonat $\text{Na}_2\text{CO}_3$
ausgesprochen milde Alkalien	Borax = Natriumtetraborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ Natriumphosphat $\text{Na}_3\text{PO}_4$

Diese Alkalien leiten, entsprechend ihrer Alkalität, den Entwicklungsvorgang mehr oder weniger rasch ein und beschleunigen ihn. Dabei gelten folgende Beziehungen:

kräftiges Alkali hohe Alkalikonzentration	mildes Alkali geringe Alkalikonzentration
rasch arbeitender Entwickler, hart arbeitender Entwickler, grobkörnig arbeitender Entwickler, kontrastreich arbeitender Entwickler	langsam arbeitender Entwickler, weich arbeitender Entwickler, feinkörnig arbeitender Entwickler, ausgeglichen arbeitender Entwickler

Damit die Reduktion auf die vom Licht getroffenen Silberbromidkristalle beschränkt bleibt, setzt man dem Entwickler Kaliumbromid  $\text{KBr}$  als *Verzögerer* zu. Es schützt das unbelichtete Silberbromid vor der Reduktion und damit die fotografische Schicht vor einer allgemeinen Verschleierung. Der Einfluß des Kaliumbromids auf den Entwicklungsprozeß ist bei den rasch arbeitenden Rapidentwicklern geringer als bei den langsam arbeitenden Zeitentwicklern. Kaliumbromid ist ein besonders wichtiger Entwicklerbestandteil beim Arbeiten mit höheren Badtemperaturen. Bei Entwicklungspapieren beeinflusst Kaliumbromid außerdem den Bildton nach einem satten Grünschwartz hin.

Erhöhter Kaliumbromidzusatz wirkt

- verzögernd auf die Entwicklung,
- kontraststeigernd,
- härter entwickelnd,
- schleierverhindernd und
- wirkt einer Vergrößerung des Korns entgegen.

Kaliumbromid im Entwickler ist als Klarhalter wichtig. Bei zu hoher Kaliumbromidkonzentration allerdings können sich gegenteilige Wirkungen zeigen. Dann entsteht statt des schwarzen Niederschlags aus feinstverteiltem Silber eine grauweiße Silberform. Dadurch wird gleichsam die Gradationskurve nach unten verschoben; die Filmempfindlichkeit wird praktisch gesenkt.

In normaler Konzentration wirkt Kaliumbromid schleierverhütend, in größerer Konzentration kann es dazu dienen, *überbelichtete Negative ausgleichend zu ent-*

*wickeln*. Die gleiche Wirkung hat gebrauchter Entwickler, da sich während der Reduktion Kaliumbromid bildet, das dann verzögernd wirkt.

Die Entwicklersubstanz wird durch Sauerstoff leicht oxydiert; um die reduzierende Kraft zu erhalten, setzt man dem Entwickler ein *Konservierungsmittel* zu. Außerdem sorgt man dafür, daß die Entwicklerlösungen in gefüllten braunen Flaschen aufbewahrt werden. Als Konservierungsmittel dienen

- a) Natriumsulfit  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,
- b) Kaliumpyrosulfit (oder Kaliummetabisulfit)  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ .

Es sind die  $\text{SO}_3^{2-}$ -Ionen (Sulfitionen), die Sauerstoff aufnehmen und dabei in  $\text{SO}_4^{2-}$ -Ionen (Sulfationen) übergehen. Auf diese Weise wird der überschüssige Sauerstoff chemisch gebunden.

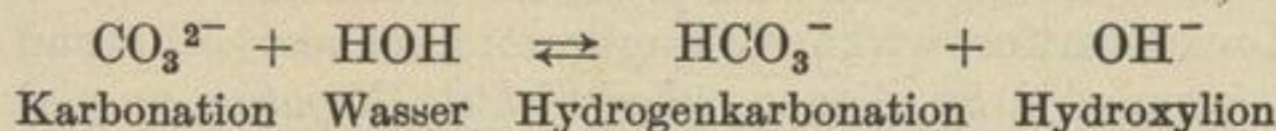
Besonders wesentlich für den Entwicklungsvorgang ist die *Badtemperatur*. Die auf den Entwicklerrezepten angegebenen Badtemperaturen sind während der Entwicklung unbedingt einzuhalten. Allgemein üblich ist eine Entwicklertemperatur von  $18^\circ\text{C}$ . Weicht die Temperatur von diesem Wert ab, so setzt man die Entwickler-schale im Winter in ein warmes Wasserbad oder auf einen angewärmten Ziegelstein, im Sommer in eine Schale mit Kühlwasser. Die Temperatur kann nicht mit den Fingerspitzen, sondern nur mit dem Thermometer gemessen werden. Mit unseren Sinnesorganen nehmen wir nur relative Temperaturen (kälter oder wärmer als eine Vergleichslösung) mit Sicherheit wahr.

Zu tiefe Temperatur	Zu hohe Temperatur
wirkt wie Unterbelichtung: Der Entwickler arbeitet hart, entwickelt langsam, kräftigt ein überbelichtetes Negativ, gleicht Überbelichtung aus	wirkt wie Überbelichtung: Der Entwickler arbeitet weich bis flau, entwickelt rasch (Schleierneigung), macht ein unterbelichtetes Negativ weicher; holt aus der Unterbelichtung noch etwas heraus

Eine Temperaturerhöhung um  $3^\circ\text{C}$  wird durch eine Verkürzung der Entwicklungszeit um etwa 20% kompensiert, ebenso eine Temperaturerniedrigung um  $3^\circ\text{C}$  durch eine Verlängerung der Entwicklungszeit um 20%.

### 5. Praktisches Entwickeln

Der Entwickler erschöpft sich sehr bald. Die Erschöpfung tritt um so rascher ein, je mehr Alkali im Entwickler enthalten ist. Allgemein nimmt die Entwicklungskraft eines mit Ätzalkalien angesetzten Entwicklers viel rascher ab als die eines karbonatalkalischen Entwicklers (Seite 293). In letzterem stehen von Anfang an nur eine begrenzte Anzahl von Hydroxylionen zur Verfügung, und diese werden beim Verbrauch in der Entwicklerflüssigkeit nachgebildet. Die Karbonationen  $\text{CO}_3^{2-}$  gehen zu einem gewissen Prozentsatz mit dem Lösungswasser eine chemische Reaktion ein, bei der Hydroxylionen entstehen; sind diese verbraucht, so werden sie durch ein Fortschreiten der Reaktion ständig ergänzt:





Während sich also die mit Ätzalkali angesetzten Entwickler rasch verbrauchen, behalten die karbonatalkalischen Entwickler längere Zeit eine annähernd gleichbleibende Entwicklungsfähigkeit.

Früher wurde der Entwicklungsvorgang beim Negativ kontrolliert. Man konnte dabei die sich allmählich abschwächende Entwicklungskraft kompensieren. Heute verläuft die Entwicklung meist nach Zeit und ohne Kontrolle. Dann muß man der allmählichen Erschöpfung des Entwicklers durch Verlängerung der Entwicklungszeit Rechnung tragen. Wie sich das in der Praxis auswirkt, zeigen die folgenden zwei Spezialfälle:

#### A. Agfa Atomal F-Feinstkornentwickler

Die Packung enthält zwei Stoffgemische. Bei der Kleinpackung für Dosenentwicklung löst man in 450 ml Wasser von 30...45°C zunächst die kleinere, dann die größere Packung unter ständigem Umrühren und verdünnt zuletzt mit Wasser zu insgesamt 600 ml Lösung. Dieses Quantum reicht zur Entwicklung von 6 Kleinbildfilmen. Bei Dosenentwicklung und einer Badtemperatur von 18°C betragen die Entwicklungszeiten in Minuten für

Kleinbildfilm		Roll- und Packfilme	
Agfa Isopan FF 10/10° DIN	4...5	Agfa Isochrom F 18/10° DIN	10...11
Agfa Isochrom F 17/10° DIN	9...10	Agfa Isopan F 17/10° DIN	10...11
Agfa Isopan F 17/10° DIN	9...10	Agfa Isopan ISS 21/10° DIN	10...11
Agfa Isopan ISS 21/10° DIN	10...11		
Agfa Isopan Ultra 23/10° DIN	12...13		

Die letzten Filme verlangen eine Verlängerung der Entwicklungszeit. Bei Temperaturabweichungen verlängern sich die Entwicklungszeiten für 15...16°C um 40%, verkürzen sich die Entwicklungszeiten für 21...22°C um 10...15%.

#### B. Wirkung verschiedener Entwickler auf Schleußner-Adox-Filme

Die Tabelle 80 zeigt, wie durch die Entwicklungszeit gleichzeitig das Gamma des Films und damit die Schwärzungskurve beeinflußt werden kann. Sie ist daher nicht nur für Adox-Filme von grundlegender Bedeutung. Es sollten sich vielmehr auch andere filmherstellende Firmen um die Aufstellung ähnlicher Tabellen bemühen.

Der  $\gamma$ -Wert ist von besonderem Interesse für den Kleinbildfilm. Man muß ihn auf etwa 0,6...0,8  $\gamma$  entwickeln, wenn er gut vergrößerungsfähig sein soll.

Wie sehr der Gammawert eines Films und der Verlauf der Schwärzungskurve vom benutzten Entwickler abhängig sind, zeigen die Bilder 356...359. In ihnen sind die Gamma-Zeitkurven der Kleinbildfilme Agfa ISS 35 mm und Dekopan S 35 mm zusammengestellt, die in den Entwicklern Atomal, Dekofin-SF, Final und Kodak D 76 je 6, 9, 12, 15 und 18 Minuten lang bei einer Badtemperatur von 18°C entwickelt wurden.

Im Entwickler Atomal (Bild 356) zeigt sich, daß wir beim Dekopanfilm mit einer etwas kürzeren Entwicklungszeit zu einem bestimmten Gamma kommen und daß wir auch mit einer kürzeren Entwicklungszeit Gamma Unendlich erreichen. Das wirkt sich günstig auf die Feinkörnigkeit aus. Im Dekofin (Bild 357), der klar und brillant arbeitet, hat Dekopanfilm eine flachere, Agfa ISS-Film eine etwas steilere Gradation.

Im Final (Bild 358) unterscheiden sich beide Kurven sehr wesentlich. Zunächst fällt

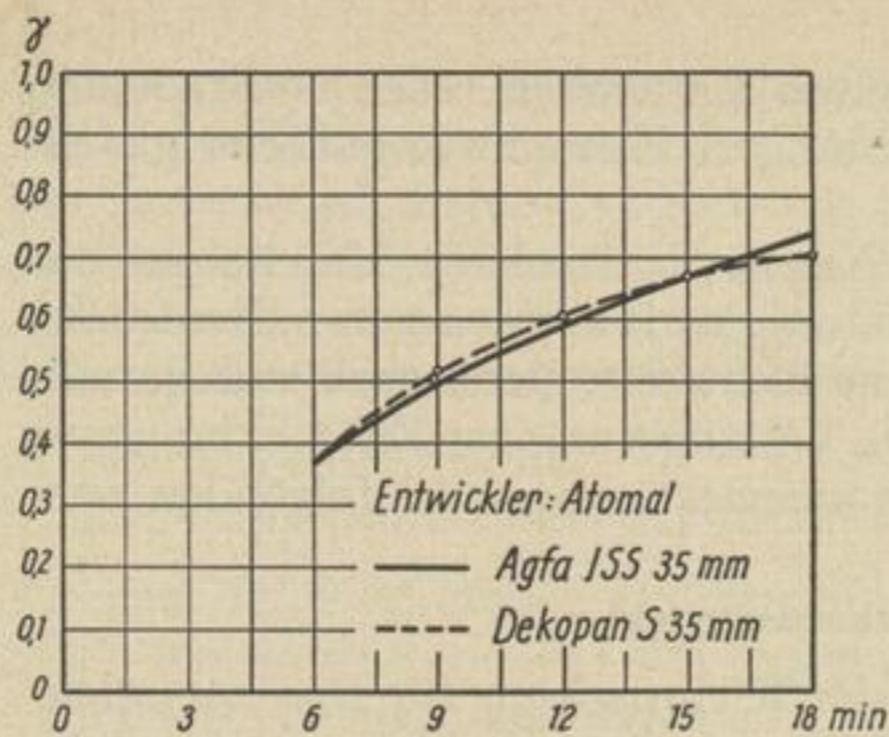


Bild 356. Gammazeitkurve, Entwickler Atomal

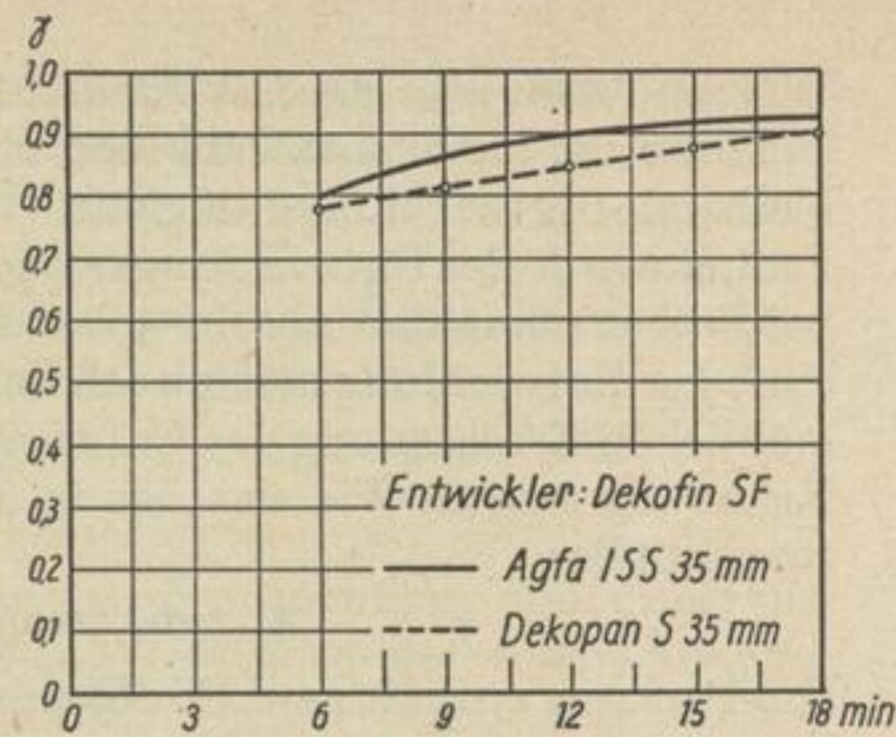


Bild 357. Gammazeitkurve, Entwickler Dekofin SF

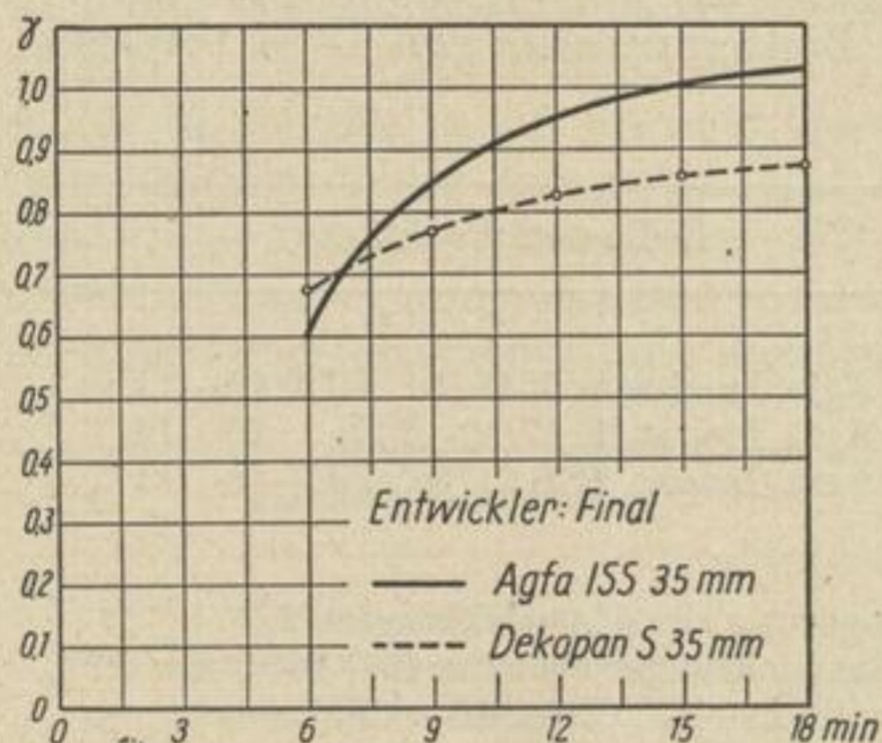


Bild 358. Gammazeitkurve, Entwickler Final

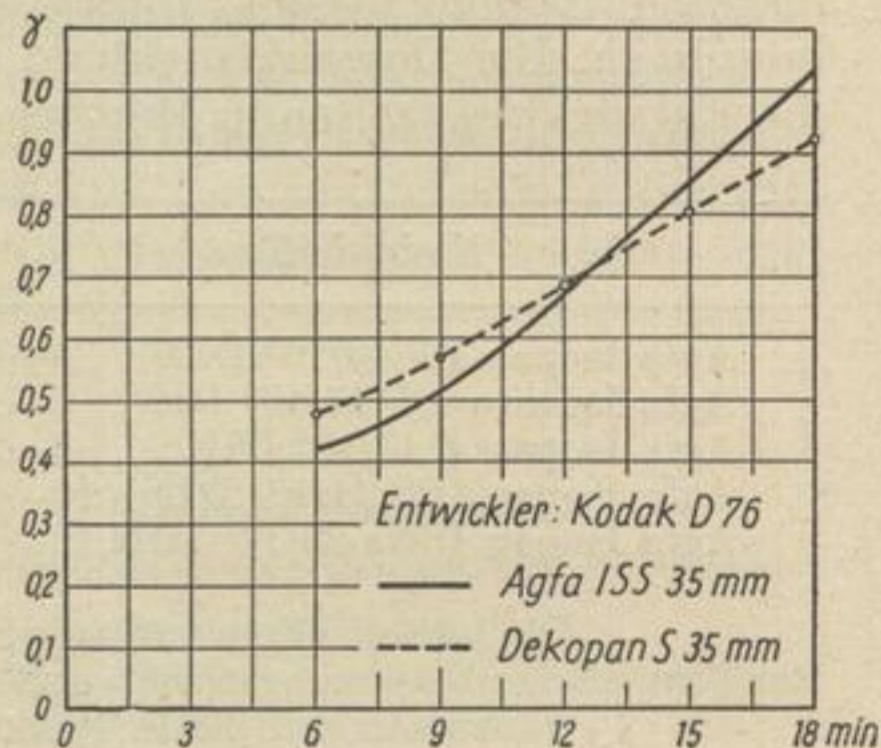


Bild 359. Gammazeitkurve, Entwickler Kodak D 76

auf, daß mit Dekopan das höchst erreichbare Gamma (Gamma Unendlich) bereits mit 15 Minuten Entwicklungszeit erreicht wird, während bei Agfa ISS hierzu längere Entwicklungszeiten erforderlich sind. Wesentlich ist, daß Dekopan bereits bei kürzerer Belichtung anspringt und daß sich die Gammazeitkurve dann allmählich und stetig aufbaut. Bei Agfa ISS hingegen steigt im Anfangsteil die Kurve überraschend stark an. Zwischen 6 und 9 Minuten Entwicklungszeit ist der Gammawert von 0,6 auf 0,85 gestiegen. Die erforderliche Entwicklungszeit muß also mit großer Präzision eingehalten werden, während bei Dekopan ein großer Spielraum für die Entwicklungszeit besteht; denn bei diesem Film steigt der Gammawert zwischen 6 und 9 Minuten Entwicklung nur von 0,68 auf 0,78 an. Auch im Kodak D 76 (Bild 359) ist das Ansteigen des Gammawerts bei Dekopanfilm langsamer und stetiger als bei Agfa ISS.

Beim Dekofin SF fällt ganz besonders auf, daß bereits bei einer Entwicklungszeit von 6 Minuten ein hoher Gammawert erreicht ist, der sich beim Verlängern der Belichtungszeit nur noch unwesentlich erhöht. Man kann also die Entwicklungszeit zweifellos noch verkürzen, was sich auf die Feinkörnigkeit günstig auswirkt, oder man hat für ungünstige Lichtverhältnisse noch eine Lichtreserve (Möglichkeit zur Verkürzung der Belichtungszeit).

Tabelle 80: Dosenentwicklung bei einer Badtemperatur von 20° C und frischem Entwickler

Für Schleußner-Adox-Filme	Adox-Film 14/10° DIN				Adox-Film 17/10° DIN				Adox-Film 18/10° DIN				Adox-Film 21/10° DIN			
	0,5 sehr weich	0,6 weich	0,7 normal ... 0,8	0,9 Kontrast	1,0 hart	0,5 sehr weich	0,6 weich	0,7 normal ... 0,8	0,9 Kontrast	1,0 hart	0,5 sehr weich	0,6 weich	0,7 normal ... 0,8	0,9 Kontrast	1,0 hart	
Entwicklungszeit in Minuten zu einem Gamma ( $\gamma$ ) von für eine Gradation Entwickler: ↓																
Adox -Tankalin	3	5	7	9	12	—	3	5	7	10	3	5	7	10	16	
-Tankal	—	—	4	5	6	—	—	3	4	6	—	3	5	7	9	
-Eurodin 1:50	5	8	10	15	—	5	8	12	18	—	8	15	24	—	—	
Agfa -Final	3	4	6	9	12	—	3	7	11	14	3	5	8	11	14	
-Atomal	5	9	15	—	—	5	8	13	21	—	5	8	13	20	—	
-Rodinal 1:50	4	7	11	16	—	5	8	13	19	—	8	15	24	—	—	
Hauff -Mikrolin	3	4	6	8	11	4	6	11	13	15	7	11	16	—	—	
Perutz -Perinal 1:50	4	7	11	16	—	5	8	13	19	—	8	15	24	—	—	
Tetenal-Leicanol	—	3	5	8	12	3	6	9	12	17	5	8	11	15	22	
-Ultrafin SF	3	4	5	7	10	3	4	6	8	11	6	8	12	15	20	
-Emofin	4	5	6	9	15	4	6	13	—	—	7	12	16	—	—	

Die Zeiten gelten für den Erstfilm. Für jeden folgenden Film erhöhen sie sich um 20%.  
Temperaturänderung des Bades: + 3° C Verkürzung um 20%; — 3° C Verlängerung um 20%.

Zum Schluß sei erwähnt, daß die mit den verschiedenen Entwicklern erhaltenen Korngrößen in nachstehender Reihenfolge etwas zunehmen:

- Feinstkornentwickler Atomal,
- Feinstkornentwickler Dekofin-SF,
- Feinkornentwickler Final und
- Ausgleichsentwickler Kodak D 76.

Interessant ist auch Bild 360. Es zeigt, daß ein Gamma von 0,8 in einem bestimmten Entwickler (in diesem Falle Atofin) zum Beispiel mit Schleußner-Adox-Film 14/10° DIN in 10, mit Perutz-Perpantic 17/10° DIN in 11 und mit Agfa-ISS-Film 21/10° DIN in 21 Minuten Entwicklungszeit erreicht wird. Ein Gamma von 0,6 erzielt man unter den gleichen Bedingungen in 6 bzw. 7,5 bzw. 13 Minuten Entwicklungszeit. Durch Variation der Entwicklungszeit entsprechend diesen Kurven hat man es also in der Hand, Filme mit steilerer Gradation (Perutz-Perpantic) und solche mit weniger steiler Gradation (Agfa ISS) dennoch zu einem gleichen Gammawert zu entwickeln.

Besonders interessiert zur Zeit auch die Entwicklung von Aufnahmen, die mit Elektronenblitzgeräten erzielt wurden (Bild 361). Es wurden Versuche zum Beispiel auf Perutz-Peromnia-Film 23/10° DIN durchgeführt. Der Film wurde zum Teil mit  $\frac{1}{2}$  s, zum Teil mit  $\frac{1}{1000}$  s, zum Teil mit  $\frac{1}{5000}$  s belichtet. Beim Entwickeln des Films in Agfa-Final braucht man für die Aufnahmen mit diesen drei Belichtungszeiten verschieden lange Entwicklungszeiten, um zum gleichen Gammawert zu kommen:

	Belichtungszeit		
	$\frac{1}{2}$ s	$\frac{1}{1000}$ s	$\frac{1}{5000}$ s
Gammawert 0,6 . . . . .	7	8	9
Gammawert 0,8 . . . . .	13	15	18
	erforderliche Entwicklungszeit in Minuten		

Will man die verschiedenartigen Aufnahmen zu einem gleichmäßigen Gamma entwickeln, so dürfen sie nicht auf dem gleichen Filmstreifen aufgenommen werden. Bei kurzen Elektronenblitzzeiten erfordern die Aufnahmen eine wesentlich längere Entwicklungszeit als Aufnahmen mit normalen Verschlußgeschwindigkeiten.

Eine zweite Versuchsserie der gleichen Art wurde in Tetenal-Ultrafin-SF entwickelt (Bild 362). Überraschenderweise fallen hierbei die drei Schwärzungskurven, die für die oben genannten Belichtungszeiten gelten, zusammen. Das heißt: In diesem Entwickler, der im Verhältnis zum Final eine wesentlich steilere Gradation bringt, haben die verschiedenen Belichtungszeiten keinen entscheidenden Einfluß auf den  $\gamma$ -Wert. Man kann also im gleichen Film beliebige Aufnahmen mit normalen Verschlußgeschwindigkeiten und kürzesten Elektronenblitzzeiten haben und alle zu dem gleichen Gamma entwickeln. Blitzröhrenaufnahmen erfordern dann keine verlängerten Entwicklungszeiten mehr. Entsprechendes gilt auch für andere Entwickler, und man kann sinngemäß verfahren, wenn man im Besitze der  $\gamma$ -Kurven ist.

Wir unterscheiden heute im wesentlichen zwischen zwei Entwicklerformen und zwei Entwicklungsmethoden: Rapidentwicklung und Feinkornentwicklung.

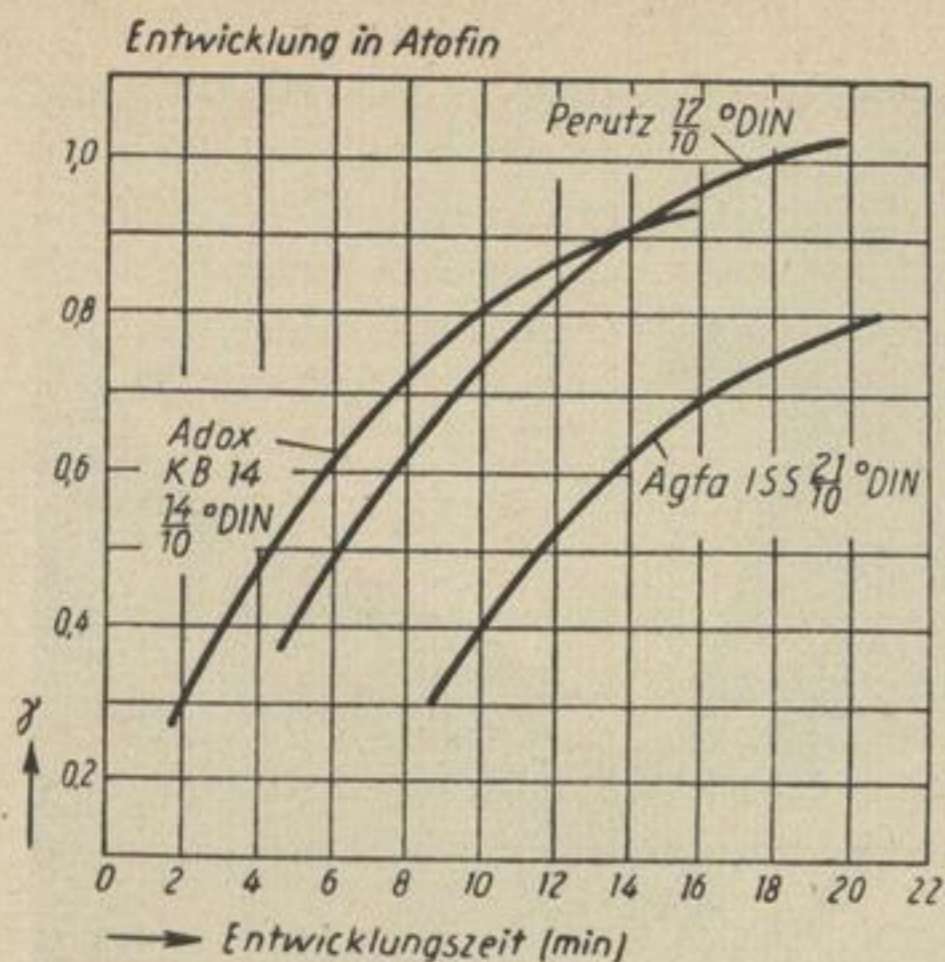


Bild 360. Gammazeitkurven, Entwickler Atofin

Bild 361. Gammazeitkurven bei der Entwicklung von Elektronenblitzaufnahmen auf Perutz Peromnia 23/10° DIN in Agfa-Final

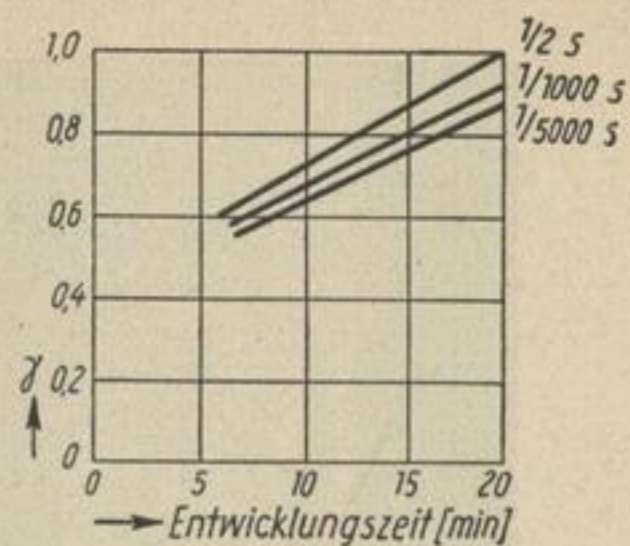
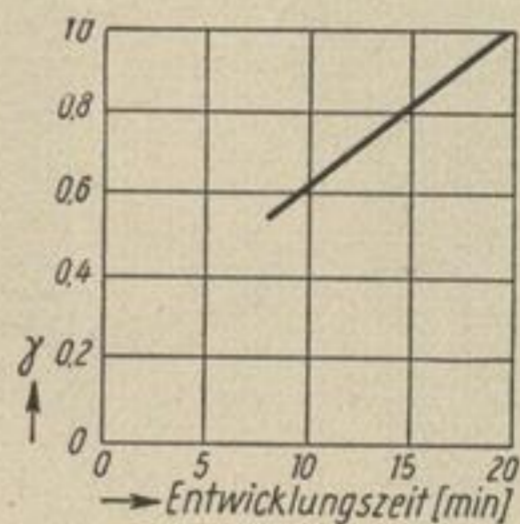


Bild 362. Gammazeitkurven bei der Entwicklung von Elektronenblitzaufnahmen in Tetenal-Ultrafin-SF



### 6. Die Rapidentwicklung

Vorwiegend zur Schalenentwicklung dient ein rasch, kräftig und kontrastreich arbeitender Entwickler. Er enthält größere Mengen Alkali und entwickelt in kurzer Zeit die Schicht bis zum Schwellenwert durch. Der Rapidentwickler holt also das letzte aus den Schattenpartien heraus (spezielle Anwendung für ausgesprochen unterbelichtete Aufnahmen).

Die Entwicklung verläuft derart stürmisch, daß die belichteten Silberbromidkristalle, ganz unabhängig von der Lichtintensität, die auf sie eingewirkt hat, voll durchreduziert werden. Hierdurch entsteht ein Silberniederschlag, dessen Korngröße von der Größe der ursprünglich vorhandenen Kristalle abhängt. Die Behandlung mit Rapidentwicklern muß sich deshalb ganz besonders ungünstig bei Negativmaterial hoher Lichtstärke auswirken, bei dem von Haus aus das Korn in der Schicht gröber ist als bei weniger empfindlichem Material.

Der Rapidentwickler holt zwar aus den Schattenpartien auch noch die letzten Spuren von Zeichnungen heraus, die dem Schwellenwert der Empfindlichkeit nahe liegen, aber er deckt auch die Lichter schnell und stark, so daß sie schwer kopierbar werden.

Die Entwicklungsdauer läßt sich nicht mit genügender Sicherheit genau abstimmen. Man kann den Rapidentwickler daher vorwiegend nur für Schalenentwicklung bei Direktbeobachtung einsetzen, weniger für Zeitentwicklung. Denn beim Überschreiten der Entwicklungszeit entstehen harte, schwer kopierfähige Negative.

Metol-Hydrochinon und Rodinal in hoher Konzentration sind Beispiele von Rapidentwicklern. Sie sind für Kleinbildentwicklung in dieser Form wenig geeignet. Durch starke Verdünnung kann man sie zum Teil zu Ausgleichsentwicklern umgestalten (Seite 301).

Rapidentwickler, die auf die Gelatine gerbend einwirken, zeigen abweichendes Verhalten, so zum Beispiel Pyrogallol und Brenzkatechin. An den stark belich-



Bild 363. Vorstadtwinkel. Karl Taube †, Leipzig

teten Negativstellen werden Entwickleroxydationsprodukte angehäuft. Sie gerben die Schicht, und diese setzt dann dem Eindringen neuer Entwicklerlösung durch Diffusion Widerstand entgegen. So werden die Lichter, wenn die Hervorrufung einen gewissen Grad erreicht hat, zurückgehalten. Reflexionslichthöfe können sich daher auch nur ganz allmählich und schwer durchsetzen. Die Rapidentwickler sind gut haltbar und sehr ergiebig.

### 7. Die Feinkornentwicklung

wird vorwiegend als Dosen- und Tankentwicklung ausgeübt. Die Feinkornentwickler arbeiten langsam, zart, ausgleichend. Es entstehen feinkörnige Negative mit hoher Vergrößerungsfähigkeit. Die Feinkornentwicklung ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Kleinbildtechnik, und die Kleinbildfotografie ist ohne sie undenkbar. In der Praxis unterscheiden wir die Feinkorn-Ausgleichsentwickler und die Feinstkornentwickler.

Die *Feinkornausgleichsentwickler* sind vielfach aus Rapidentwicklern hervorgegangen durch

Herabsetzen des Alkaligehalts,  
Anwendung milder Alkalien (Borax, Natriumphosphat),  
Verdünnung mit Wasser (zum Beispiel Rodinal 1 : 40...1 : 100),  
Erhöhung der Natriumsulfitkonzentration, da Natriumsulfit auf Silberbromid lösend wirkt und die Korngröße herabsetzt.

Typische Feinkornentwickler sind Dekofin-SF, Agfa-Final, Kodak D 76, Hauff-Orthonal, Perutz Feinkorn-Ausgleichsentwickler.

Vorteilhaft ist eine Verlängerung der Belichtungszeit auf das Doppelte, um Zeichnung in den Schatten zu erhalten, da die Schicht nicht bis zum Schwellenwert ausentwickelt wird. Man bricht vielmehr die Entwicklung vorzeitig ab, um Feinkorn zu erzielen. Die Schwärzungskurve beginnt mit einem flachen Teil und steigt dann mehr oder weniger steil an; sie hat also einen typischen Durchhang.

Die *Feinstkornentwickler*, die man auch als Superfeinkornentwickler und Ultrafeinkornentwickler bezeichnet, liefern ein noch feineres Korn. Entsprechende Feinkörnigkeit der Schicht vorausgesetzt, lassen sich Kleinbildnegative, die mit Feinkornentwicklern sachgemäß entwickelt wurden, ohne weiteres auf ein Format 13 × 18 cm vergrößern, die mit Feinstkornentwicklern behandelten Negative bedenkenlos noch wesentlich stärker.

Zu den Feinstkornentwicklern gehören Kodak D 20, Agfa-Atomal F, W 665, Hauff-Atofin, Hauff-Mikrolin.

Das belichtete Silberbromid wird bei der Feinstkornentwicklung nicht vollkommen, sondern nur teilweise reduziert. Die Silberanhäufung an den Störstellen im Kristallbau ist daher relativ gering. An Stelle einer großen Silberanhäufung entstehen zahlreiche kleine Silberbezirke.

Die Schichten enthalten außerdem Substanzen, die zur Auflösung von Silberbromid führen. Das können Entwicklersubstanzen sein, wie zum Beispiel Ortho- oder Paraphenylendiamin, oder aber es sind anorganische Substanzen, wie zum Beispiel das in größeren Mengen zugesetzte Natriumsulfit. Durch teilweise Auflösung des Silberbromids werden die Silberansatzpunkte isoliert, und es bildet sich dann zwangsläufig ein kleineres Silberkorn in der Schicht. Es wird eine

Kornzusammenballung verhindert, die zur Vergrößerung des Silberkorns beim Rapidentwickler führt.

Der chemische Vorgang der Reduktion von belichtetem Silberbromid zu metallischem Silber wird durch einen physikalischen Anlagerungsprozeß von gelöstem Silber an das entstandene Primärsilber ergänzt; hierdurch nimmt die Deckung des Negativs ohne wesentliche Kornvergrößerung weiter zu. Gerade das ist wichtig, weil die Negative bei Zeitentwicklung nicht die massive Deckung haben wie bei Rapidentwicklung. Neben der chemischen haben wir also beim Feinstkornentwickler gleichzeitig eine physikalische Entwicklung, und man bezeichnet diese Entwickler daher auch als *halbphysikalische Entwickler*.

Die Feinstkornentwicklung führt zu einer wesentlich flacher liegenden Schwärzungskurve als die Rapidentwicklung. Die Schwelle wird in der Kurve verschoben und erst bei höheren Lichtintensitäten erreicht. Durch die Art der Entwicklung wird gewissermaßen die Empfindlichkeit des Aufnahmematerials gedrückt, und man muß den Film im allgemeinen doppelt bis dreimal so lange belichten als einen mit Rapidentwickler behandelten Film. Eine Ausnahme in dieser Beziehung bildet der Atomentwickler (chemisch Chloraminophenyl), bei dem nur eine Verlängerung der Belichtungszeit auf das Doppelte anzuraten ist.

Der flache Verlauf der Kurve bedingt geringere Negativkontraste und damit gleichzeitig eine bessere Vergrößerungsfähigkeit. Wichtig für Feinkornfilme ist, daß die relativ flache Kurve einen langgestreckten geradlinigen Teil hat, in dem die Zunahme der Schwärzung der Zunahme der Lichtintensität entspricht.

Neuartigen Feinstkornentwicklern wird häufig, um eine Verlängerung der Belichtungszeit nicht erforderlich zu machen, eine Entwicklersubstanz zugesetzt, die für sich allein als Rapidentwickler verwendet wird. In dem Stoffgemisch kann bei der Entwicklung einer der beiden Bestandteile frühzeitig verbraucht werden, zum Beispiel der ausgleichend entwickelnde durch Oxydation. Dann verliert der Entwickler bei zu starker Ausnutzung seine feinkornbildenden Eigenschaften. Feinstkornentwickler haben daher eine begrenzte Ausnutzbarkeit, die durchaus nicht immer mit einer absoluten Erschöpfung der Entwicklungsfähigkeit zusammenfällt. Außerdem ist auf die Rezeptur streng zu achten, wonach meistens mit zunehmender Ausnutzung die Entwicklungsdauer wesentlich ansteigt (s. S. 297!).

Für die praktische Fotografie ergibt sich zur Zeit aus dem Vorherrschen der Feinstkornentwicklung und dem Vorherrschen des Kleinbildformats die allgemeine Richtlinie einer etwas reichlichen Belichtung und einer nachfolgenden Teilentwicklung, die lange vor dem Erreichen der maximalen Schwärzung, des Gammas Unendlich, abgebrochen wird. Wir erinnern uns in diesem Zusammenhang daran, daß die Empfindlichkeitsangaben in DIN-Graden nach der maximalen Schwärzung bestimmt werden. Wir wenden prinzipiell Feinstkornentwickler für Kleinbildnegative an, die jedem praktischen Vergrößerungswunsch entsprechen müssen. Rapidentwickler werden nur für großformatige Negative, für Kopier- und Vergrößerungsverfahren eingesetzt.

Es ergibt sich nun folgende Übersicht über den Zusammenhang der Negativgradation mit den Belichtungs- und Entwicklungsfaktoren:



Tabelle 81: Die Negativgradation und ihr Zustandekommen

Negativ-gradation	Hart	Normal	Weich
Einfluß der Temperatur	tiefe Temperatur	Normalentwicklung 18°C	höhere Temperatur
Art des Entwicklers	Hydrochinon, Brenzkatechin	Metol-Hydrochinon, Glyzin, Rodinal	Metol
Entwicklerkonzentration	hohe Konzentration	mittlere Konzentration	geringe Konzentration
Art des Alkalis	Ätznatron	Soda, Pottasche	Borax, Natriumphosphat
Einfluß der Alkalimenge	große Alkalimenge	mittlere Alkalimenge	geringe Alkalimenge
Zeitdauer der Entwicklung	lange Entwicklungszeit	mittlere Entwicklungszeit	kurze Entwicklungszeit
Kaliumbromidkonzentration	hoher KBr-Zusatz	mittlerer KBr-Zusatz	geringer KBr-Zusatz
Empfindlichkeit des Aufnahmematerials	geringe Empfindlichkeit	Normalempfindlichkeit 17/10° DIN	hohe Empfindlichkeit
Verwendung für	Röntgenaufnahmen, Reproduktionen von Strichzeichnungen u. Schriftstücken, Mikroaufnahmen	Gebrauchsentwickler	tonwertreiche Stimmungsaufnahme

### 8. Ansetzen von Entwicklern

Beim Ansetzen von Entwicklerlösungen ist folgendes zu beachten:

Das Wägen der Chemikalien und das Ansetzen der Lösungen wird außerhalb der Dunkelkammer durchgeführt, um ein Verstäuben der Chemikalien in benachbarte Badflüssigkeiten, auf Arbeitstische, Negative und Positive zu verhindern; denn das führt zu Fehlern und zu Schleierbildung.

Manche Substanzen lösen sich in kaltem Wasser nur sehr langsam und schwer. Mit steigender Wassertemperatur wird der Lösungsvorgang beschleunigt. Da verschiedene Entwicklersubstanzen aber sehr temperaturempfindlich sind, darf die Wassertemperatur beim Lösen im allgemeinen 40° C nicht übersteigen. Der Lösungsvorgang wird durch Umrühren mit einem Glasstab oder Schwenken des Gefäßes beschleunigt.

Man löst die Chemikalien in der Reihenfolge, die auf dem Rezept angegeben ist. Die zweite Substanz wird erst dann zugegeben, wenn sich die erste vollkommen gelöst hat, usf.

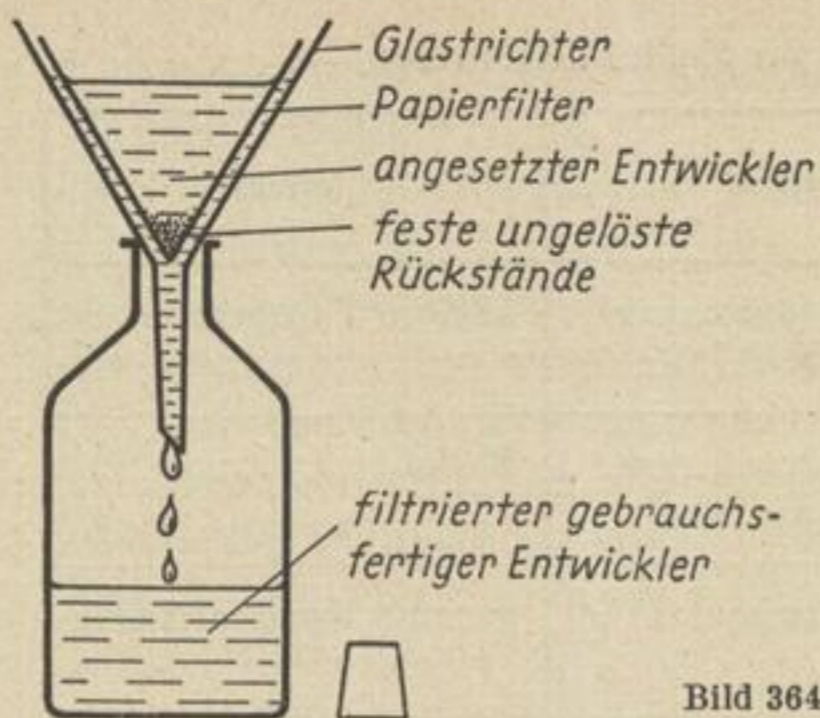


Bild 364

Bilder 364...366. Drei wichtige Ratschläge für das Ansetzen von Entwicklern

Bild 364. Erster Ratschlag: Der frisch angesetzte Entwickler wird filtriert

Bild 365. Zweiter Ratschlag: Die Flaschengröße entspricht dem Anfangsvolumen: 600 ml. Beim Verbrauch von Flüssigkeit werden Glasperlen nachgefüllt, so daß die Flasche stets gefüllt ist

Bild 366. Dritter Ratschlag: Die Beschriftung der Entwicklerflasche

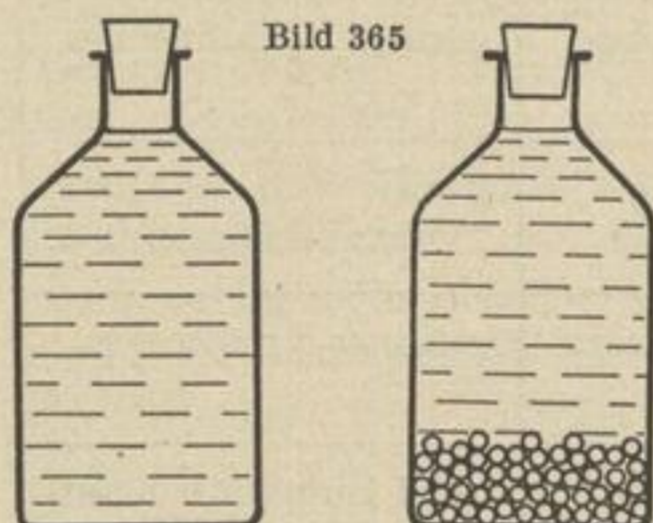


Bild 366



*Atomal F*  
*Negativentwickler*  
*Ansatz 17. 5. 1956*

1. *Film 18. 5. 56*
2. *Film 20. 5. 56*
3. *Film 20. 5. 56*
4. *Film 21. 5. 56*
5. *Film*
6. *Film*

Die Entwicklersubstanz bräunt sich leicht durch Oxydation; der Oxydationsvorgang wird durch Alkali beschleunigt. Um die Oxydation zu verhindern, muß also zunächst Natriumsulfit gelöst und Alkali erst zuletzt zugefügt werden.

Wenn nicht ausdrücklich etwas anderes im Rezept bestimmt wird, hält man folgende Reihenfolge beim Lösen ein:

- Natriumsulfit als Konservierungsmittel,
- Entwicklersubstanz,
- Alkali,
- Kaliumbromid.

Metol macht hiervon eine Ausnahme, da es in Natriumsulfitlösung schwer löslich ist. Gibt man Alkali zu, ehe sich die Entwicklersubstanz restlos gelöst hat, so werden die Kristalle oberflächlich oxydiert, und die entstehende Lösung arbeitet nicht mehr schleierfrei.

Die Gesamtlösung wird zuletzt durch ein Papierfilter filtriert (Bild 364), das restliche Festbestandteile zurückhält. Oder man läßt die Lösung vor Gebrauch einen Tag abstehen und gießt sie dann vorsichtig vom Bodensatz ab. Dann hat sich gleichzeitig ein vollkommener Stoffausgleich in der Lösung eingestellt.

Eine Anzahl Substanzen liegen teils in kristallwasserhaltigem, teils in wasserfreiem Zustande vor. Für die gleiche chemische Wirkung braucht man wesentlich mehr kristallwasserhaltige Substanz als kristallwasserfreie.

Tabelle 82: Kristallwasserhaltige und kristallwasserfreie Salze

	kristallwasserfrei	kristallwasserhaltig
Soda:	kalzinierte Soda	Kristallsoda
	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Es entsprechen einander in Gramm	100 37	270 100
Natriumsulfit:	Natriumsulfit	Natriumsulfit krist.
	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Es entsprechen einander in Gramm	100 50	200 100

Beim Abwägen muß man also stets darauf achten, um welche Form es sich handelt. Einzelne Substanzen können auch einander vertreten.

Es entsprechen

2 Gewichtsteile Natriumsulfit krist.  
1 Teil Ätznatron

1 Teil Kaliumpyrosulfit,  
12 Teilen Kristallsoda,  
oder 4,5 Teilen Soda wasserfrei,  
oder 6 Teilen Pottasche.

Beim Auflösen wasserfreier Salze, wie zum Beispiel der kalzinierten Soda, darf man das Wasser nicht auf den Stoff schütten, sondern muß umgekehrt den Stoff in feiner Verteilung und unter dauerndem Umrühren ins Wasser geben, sonst bäckt der Stoff zu einer harten, schwer löslichen Kruste zusammen.

Um die Haltbarkeit einer Entwicklerlösung zu erhöhen, kann man den Entwickler in getrennten konzentrierten Vorratslösungen ansetzen.

Lösung A enthält die Entwicklersubstanz und das Konservierungsmittel, Lösung B das Alkali und das Kaliumbromid.

Beim Verbrauch werden gleiche Teile Lösung A und Lösung B und Wasser zum gebrauchsfähigen Entwickler zusammengegossen.

### 9. Die Beurteilung des Negativs

(Hierzu Typentafel XIII: Papiergradation und Korrekturmöglichkeiten im Positivprozeß)

Die Entwicklung führt nur dann zu einem guten Ergebnis, wenn die Belichtung innerhalb bestimmter Grenzen richtig gewählt wurde. Zuerst greift der Entwickler die belichteten Silberbromidkristalle in der Oberflächenschicht an (Bild 368). Nur an den Stellen genügend starker Lichteinwirkung sind auch Silberbromidkristalle in größeren Tiefen der Schicht vom Lichte beeinflußt worden. Dort reduziert der Entwickler, allmählich nach der Tiefe fortschreitend, und dringt an den Spitzlichtern mit der Reduktion bis zum Schichtträger durch. Die Schatten haben nur eine geringfügige Deckung durch Silberbildung in der Oberflächenschicht.

Bei überbelichteten Filmen ist die Lichteinwirkung genügend stark gewesen, um auch in den Schattenteilen die Schicht in der Tiefe zu verändern. Die Reduktion greift allgemein bis in tiefe Schichten der Emulsion über; die Schicht verschleiert.

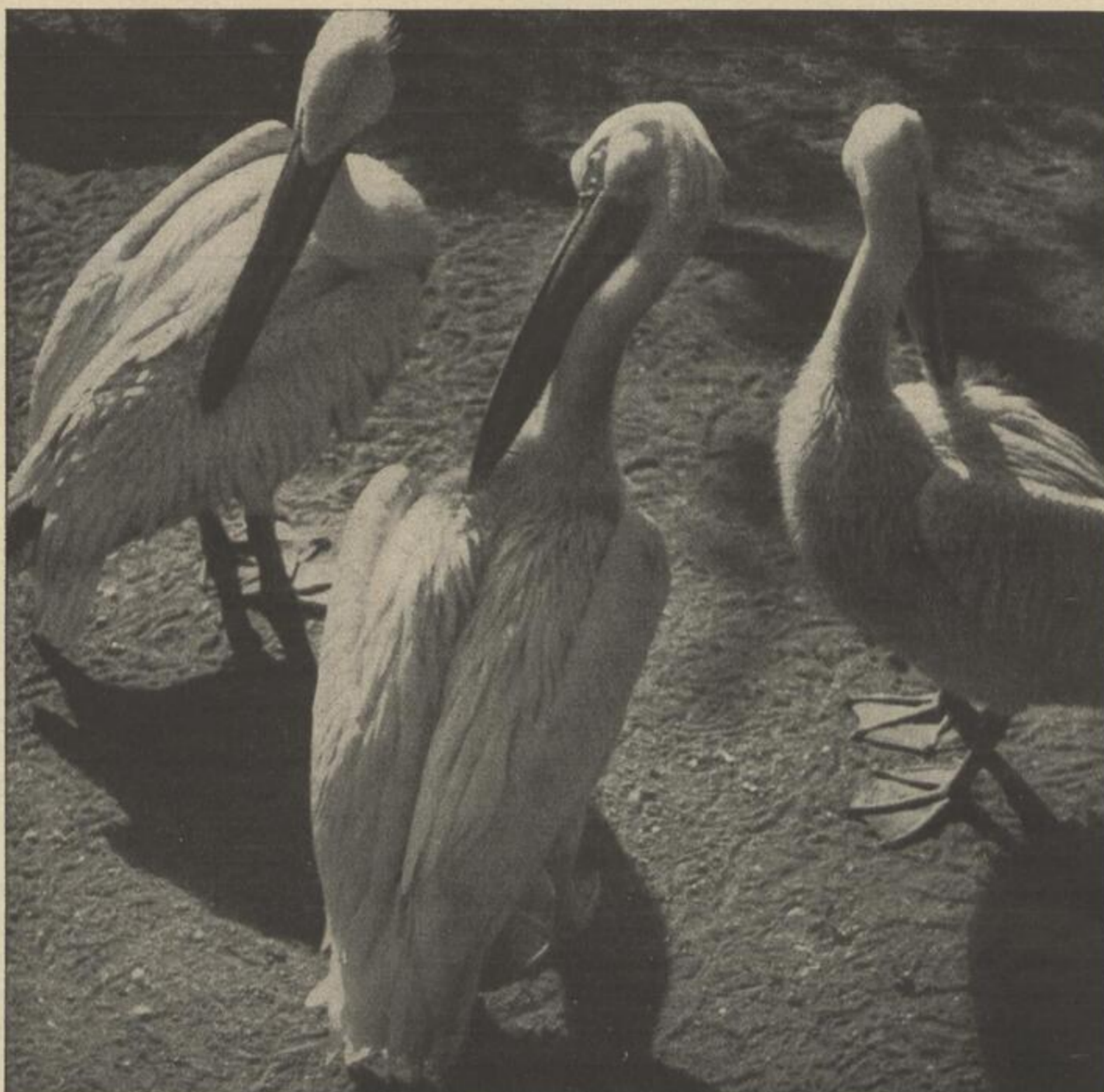
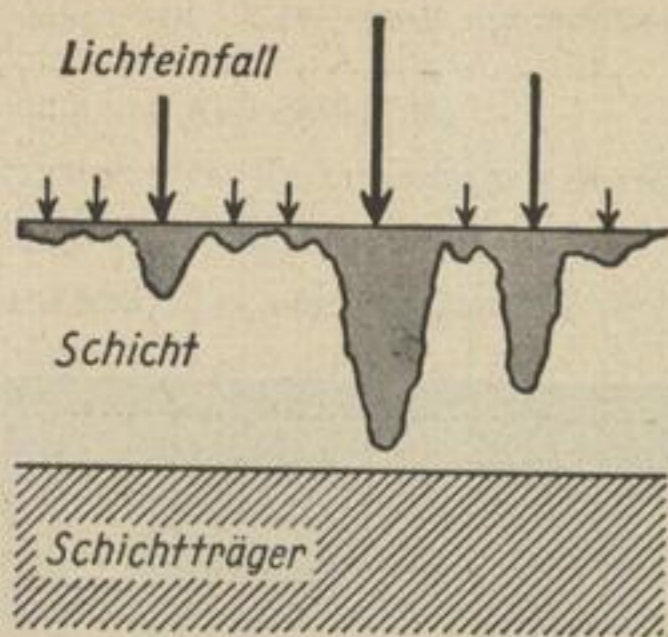


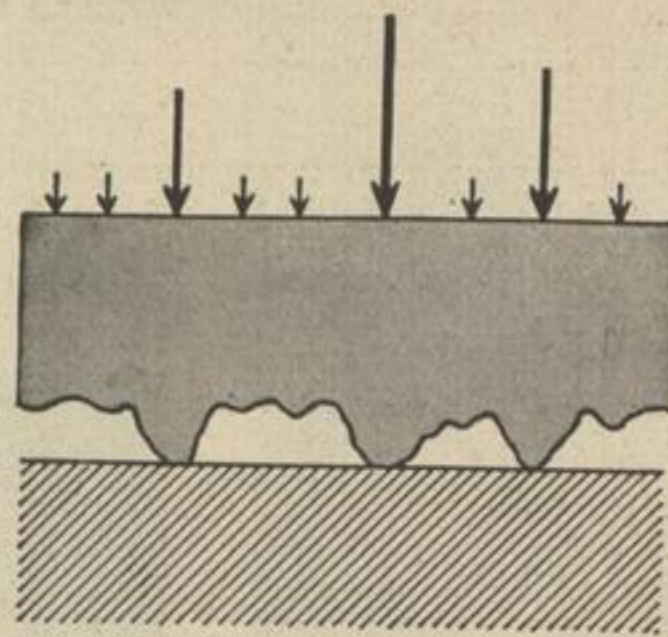
Bild 367. Bei der Morgentoilette. Trotz des scharfen Gegenlichts ist es gelungen, das helle Gefieder gut durchzuzeichnen. Knappe, wirksame Bildfeldbegrenzung. Karl Taube †, Leipzig

Spitzlichter und Kernschatten unterscheiden sich in der Negativdeckung nur wenig; die Deckung weist kein genügendes »Relief« (Bild 368) auf; sie besitzt keine genügenden Schwärzungskontraste. Der obere, flache Teil der Gradationskurve ist erreicht, in dem die Zunahme der Schwärzung nur noch gering ist und in keiner Weise der fortschreitenden Verstärkung der Lichteinwirkung entspricht.

In der Bildung des Silberkorns findet auch die Erscheinung der *Solarisation* ihre Erklärung. Der Entwicklungsvorgang ist chemisch eine Katalyse, bei der ein Stoff beschleunigend auf den Ablauf wirkt. Dieser Beschleuniger ist das Primär-



normal belichtete Schicht



überbelichtete Schicht

Bild 368. Das Silberrelief der normal belichteten Schicht nach der Entwicklung

Bild 369. Das Silberrelief der überbelichteten Schicht nach der Entwicklung

silber, das sich zuerst bildet. Das Silber wirkt um so stärker beschleunigend, je feiner es im Korn vorliegt; denn das kleinere Korn hat die relativ größere Oberfläche. Wenn die Lichteinwirkung an einer Stelle der Schicht zu stark ist, so treten größere Silbermengen zu größeren Partikeln zusammen. Ihre katalytische Wirkung muß dann geringer sein als diejenige zahlreicher sehr kleiner Körner. Dann kehrt sich praktisch der fotografische Prozeß um. An der Stelle der stärksten Lichteinwirkung wird die Schicht relativ wenig geschwärzt, so daß das Spitzlicht als dunkle Stelle im Positiv erscheint.

Bei der Beurteilung des Negativs muß man unterscheiden zwischen richtiger Belichtung und richtiger Entwicklung.

A. Die Belichtung wird nach der Durcharbeitung der Schatten im Negativ beurteilt.

Unterbelichtung	Normalbelichtung	Überbelichtung
Die Schatten bleiben auch bei längerer Entwicklung klar und zeichnungslos	Reiche Tonabstufung bei guten Lichtkontrasten und einer zarten Deckung der Lichte	Das Negativ ist gleichmäßig grau und flau

B. Die Entwicklung wird nach der Deckung der Lichte beurteilt.

Unterentwicklung	Normalentwicklung	Überentwicklung
Das Negativ ist zu dünn	Die Lichte sind genügend gedeckt, aber noch gut kopierfähig	Die Negativdeckung ist zu dicht und zu hart

**Fehler:**

zu kurze Entwicklung, zu kalter Entwickler, zu stark verdünnter Entwickler		zu lange Entwicklung, zu warmer Entwickler, zu konzentrierter Entwickler
--	--	--

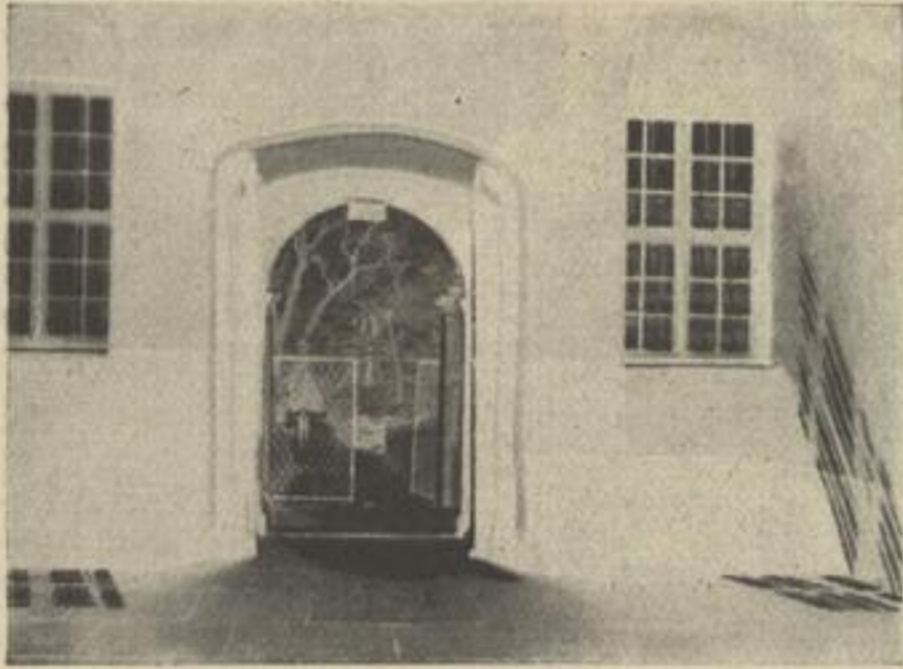


Bild 370

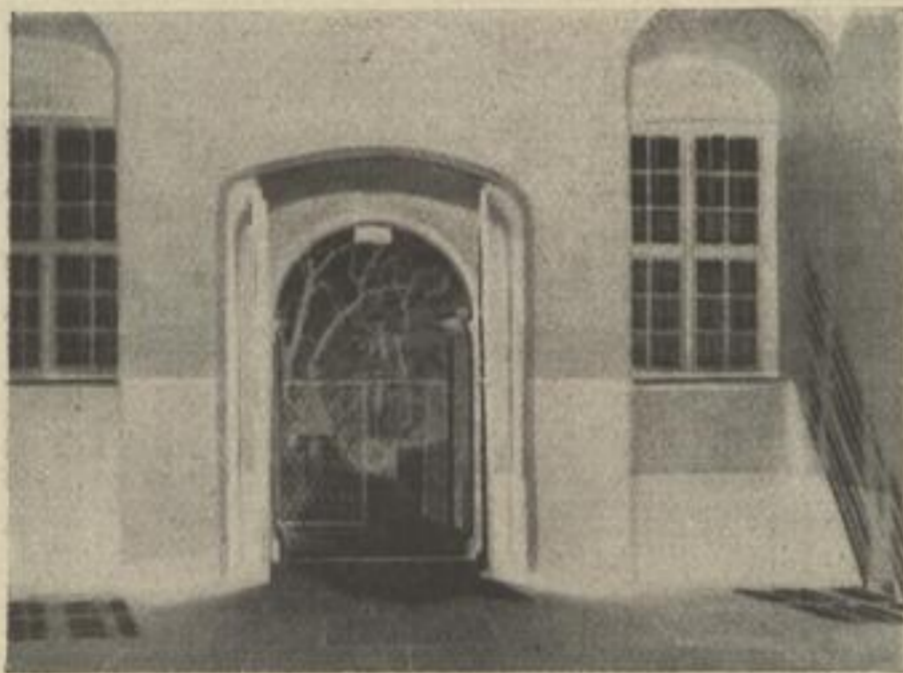


Bild 372



Bild 374

308

Bild 371

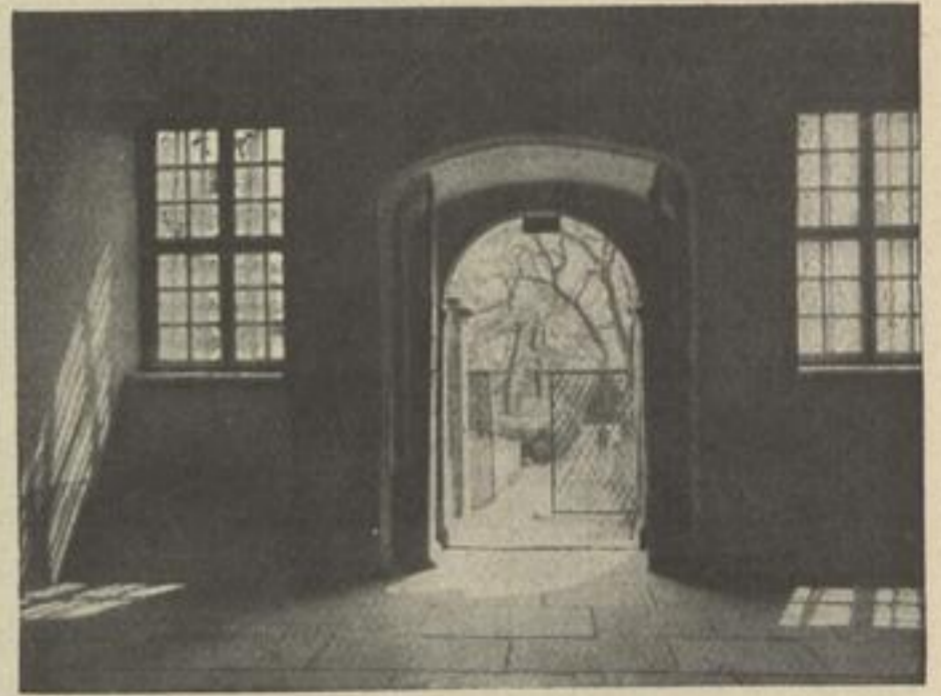


Bild 373



Bild 375



Bilder 370 ... 375. Negativ und Positiv eines Gegenlichtmotivs. Agfa-Bildarchiv

Bild 370. Unterbelichtung

Bild 371. Die Kopie besitzt keinerlei Durchzeichnung in den Schattenpartien

Bild 372. Normalbelichtung

Bild 373. Gut durchgezeichnete Lichter und Schatten

Bild 374. Überbelichtung

Bild 375. Die Bildbrillanz läßt deutlich nach

### 10. Die Fehler im Negativ

Hartes Negativ	Gutes Negativ	Weiches Negativ
<b>Kennzeichen:</b>		
Zu große Gegensätze zwischen Licht und Schatten. Es fehlt sowohl die Tonabstufung als auch die Durchzeichnung in den Schatten	Harmonische Tonabstufung. Deutliche Kontraste zwischen Licht und Schatten. Die höchsten Lichter sind kräftig geschwärzt, aber nicht übermäßig gedeckt. Die tiefsten Schatten sind nahezu klar, weisen aber noch etwas Durchzeichnung auf	Es fehlen die klaren Schatten und die kräftig geschwärzten Lichter. Das Negativ wirkt matt
<b>Fehler in der Belichtung:</b>		
zu kurz belichtet		zu lang belichtet
<b>Fehler in der Entwicklung:</b>		
zu kurz entwickelt, zu alter Entwickler, zu viel KBr im Entwickler		zu lang entwickelt, zu konzentrierter Entwickler, zu wenig KBr im Entwickler

### Ursachen des Grauschleiers:

Schleier allgemein (auch an den Rändern)	Ränder glasklar; Bildschleier
zu helles Dunkelkammerlicht, zu lange dem Rotlicht ausgesetzt, Entwickler zu energisch, Entwickler zu warm, Entwicklung zu lang ausgedehnt, Aufnahmematerial zu alt, Aufnahmematerial war beim Lagern den Dämpfen terpeninhaltiger Farben oder Beizen ausgesetzt	starke Überbelichtung, Linse beschlagen (im Winter), Objektiv stark verstaubt, Kamera nicht lichtdicht



Bilder 376 und 377



Bilder 376 ··· 381. Negativ und Positiv eines Motivs mit starken Helligkeitskontrasten. Agfa-Bildarchiv

Bild 376. Unterbelichtung

Bild 377. Landschaft gut durchgezeichnet, dunkler Vordergrund ohne Details

Bild 378. Normalbelichtung

Bild 379. Landschaft und Vordergrund durchgezeichnet

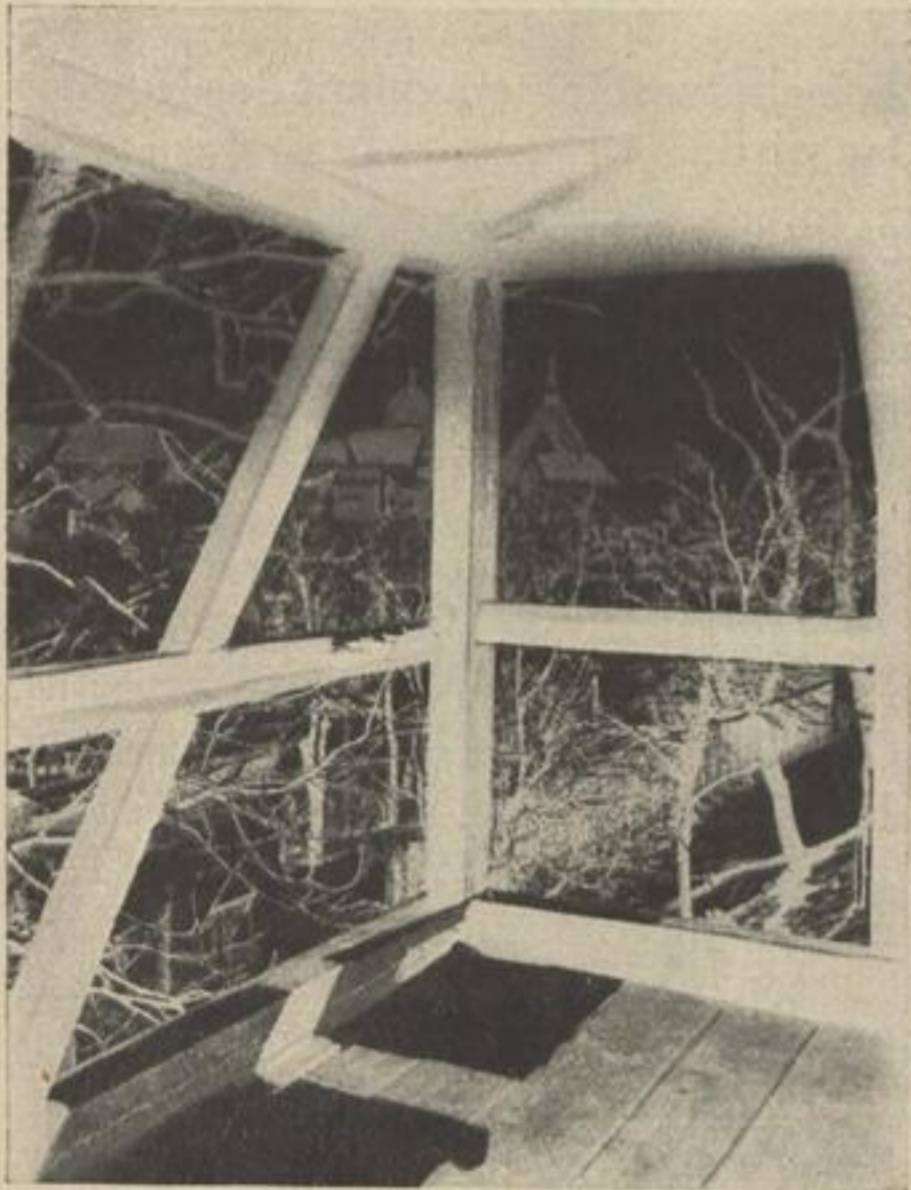
Bild 380. Überbelichtung

Bild 381. Die überbelichtete Landschaft ist nur noch schwer kopierbar





Bilder 378 und 379

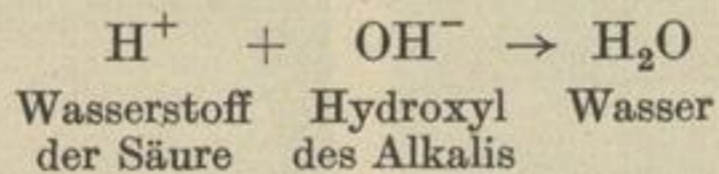


Bilder 380 und 381

## XII. Fixieren, Wässern und Aufbewahren der Negative

### 1. Fixieren

Nach dem Entwickeln wird das Negativ einer *Zwischenwässerung* unterzogen und dann fixiert. Beim Wässern schreitet der Entwicklungsprozeß, entsprechend der zunehmenden Verdünnung, noch langsam fort. Eine plötzliche Unterbrechung der Entwicklung ist durch Säurezusatz möglich. Die Säure neutralisiert das Alkali des Entwicklers und nimmt ihm damit die reduzierende Kraft.



Bei Säurezusatz werden auf diese Weise alle Entwicklerreste in der gequollenen Gelatineschicht unschädlich gemacht, neutralisiert, die sonst in das Fixierbad verschleppt werden und dessen Wirksamkeit herabsetzen.

Zum »sauren Wässern« verwendet man eine 2%ige Essigsäurelösung oder eine 4%ige Lösung von Kaliumpyrosulfit. Das heißt:

Man gibt zu 100 ml Wasser 2 ml Eisessig  
oder löst in 100 ml Wasser 4 g Kaliumpyrosulfit (= Kaliummetabisulfit).

Das *Fixierbad* hat mehrere Aufgaben:

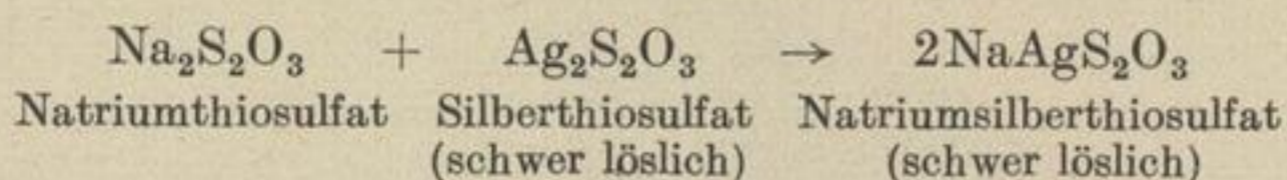
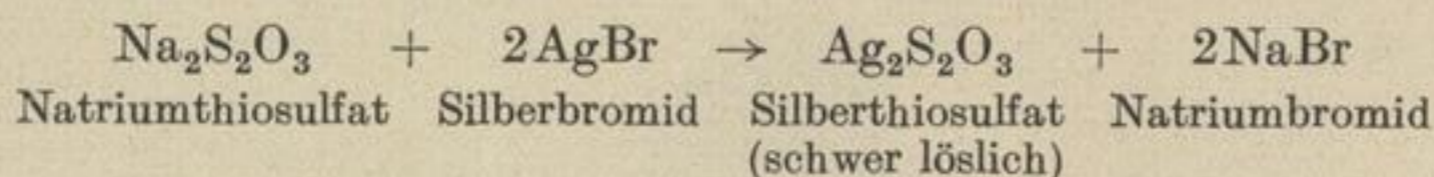
- a) Herauslösen des unbelichteten Silberbromids, um das Negativ lichtbeständig zu machen,
- b) Herauslösen der Farbstoffe aus den Lichthofschuttschichten, damit das Negativ für das Kopieren oder Vergrößern glasklar wird.

Das Silberbild auf dem entwickelten Negativ ist zunächst noch nicht lichtbeständig. Etwa 80% des ursprünglich in der Schicht vorhandenen Silberbromids ist noch immer chemisch unverändert vorhanden. Setzt man das Negativ in diesem Zustande dem Licht aus, so setzt sich der Reduktionsprozeß fort, und das Gesamtnegativ verschleiern. Man muß also das unbelichtete lichtempfindliche Silberbromid aus der Schicht entfernen. Da es in Wasser unlöslich ist, verwandelt man es mit Hilfe des Fixierbades in eine wasserlösliche Verbindung.

Um seine Aufgaben erfüllen zu können, muß das Fixierbad sauer reagieren. Zur Prüfung können wir blaues Lackmuspapier eintauchen; es wird rot gefärbt. Infolge der unterschiedlichen Reaktionen können wir Fixierbad und Entwickler auch in der Dunkelkammer jederzeit unterscheiden. Das Fixierbad riecht leicht sauer, der Entwickler hingegen nicht. Das Fixierbad fühlt sich wie Wasser an, der Entwickler hingegen seifig schlüpfrig. Dabei darf man allerdings nicht mit einer Hand erst in das eine und dann in das andere Bad fassen, ohne zwischendurch die Hand in Wasser gespült zu haben. In Zweifelsfällen faßt man mit der linken Hand in das eine und mit der rechten ins andere Bad. Wir erinnern uns, daß beim Verschleppen von Entwickler ins Fixierbad dieses vorzeitig verbraucht wird. Verschleppt man aber Fixierbad in den Entwickler, so wird dieser verdorben und unbrauchbar.

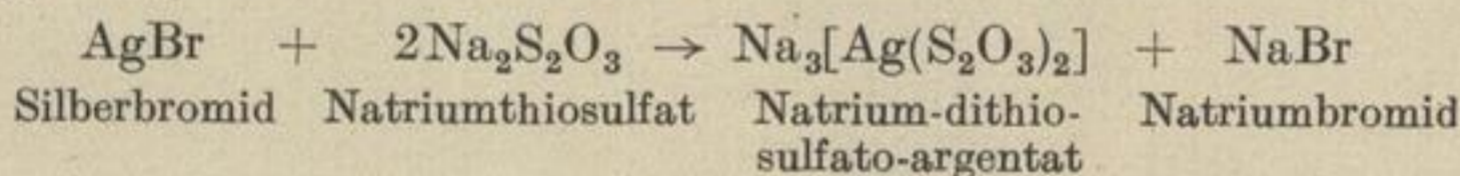
Legen wir das entwickelte Negativ in das Fixierbad, was noch bei rotem Dunkelkammerlicht oder im Dunkeln geschehen muß, so nimmt die gelblichweiße Grundfärbung der Gelatine rasch ab. Nach spätestens 10 Minuten ist das Negativ glas-

klar durchsichtig geworden. Damit ist aber der Fixierprozeß erst zur Hälfte abgelaufen. Aus dem gelblichweißen Silberbromid hat sich das farblose Natriumsilberthiosulfat  $\text{NaAgS}_2\text{O}_3$  gebildet, das in Wasser schwer löslich ist:



Würde man in diesem Zustand den Fixierprozeß unterbrechen, so wäre das Negativ zwar im Augenblick glasklar, aber es ist noch nicht lichtbeständig. Unter dem Einfluß des Luftsauerstoffs zersetzt sich die gebildete Verbindung, und es entsteht bräunliches Silbersulfid  $\text{Ag}_2\text{S}$ ; das Negativ wird fleckig.

Wir müssen insgesamt doppelt so lange fixieren, wie die Schicht braucht, um glasklar zu werden. Dann erst ist das schwerlösliche Natriumsilberthiosulfat in komplexe Silbersalze umgewandelt, die sich in Wasser leicht lösen. Dann ergibt sich zum Beispiel folgende Gesamtreaktion:



In der Endwässerung werden die gebildeten komplexen Silberverbindungen aus der Schicht herausgelöst. Wird das Negativ nach einer Fixierdauer von 6 Minuten glasklar durchsichtig, so ist insgesamt 12 Minuten lang zu fixieren. Im allgemeinen rechnet man mit einer Fixierdauer von 10...20 Minuten, bei Einschichtfilmen mit einer solchen von 3...4 Minuten. Ist nach den ersten 10 Minuten das gelbliche Silberbromid noch nicht vollkommen in die farblosen Verbindungen verwandelt worden, so ist das Fixierbad erschöpft und muß durch neues ersetzt werden.

## 2. Die Zusammensetzung des Fixierbades

Die Natriumthiosulfatlösung ist allein nicht haltbar. Sie zersetzt sich an der Luft allmählich unter Schwefelabscheidung (die Lösung wird milchig-trüb) und unter Schwefelwasserstoffbildung. Dieses Gas setzt sich mit Silberbromid der fotografischen Schicht zu unlöslichem Silbersulfid um, das nicht mehr aus der Schicht entfernt werden kann.

Man setzt daher dem Fixierbad als Konservierungsmittel Natriumsulfit oder Kaliumpyrosulfit zu; diese machen das Fixierbad haltbar. Häufig gibt man noch härtende Bestandteile zu, wie zum Beispiel Kaliumalaun, Chromalaun oder Borax. Sie härten die Gelatine, so daß die fotografische Schicht beim Kopieren und Vergrößern weniger leicht zerkratzt und geschrammt werden kann. Das ist besonders wichtig für den Kleinbildfilm.

Beim Ansetzen des Fixierbades geht man entweder von den Rohstoffen aus oder kauft Packungen fertig gemischter Substanzen. Beim Selbstansetzen löst man

200 g Natriumthiosulfat (kristallin) und  
20 g Kaliumpyrosulfit oder Natriumsulfit

zu einem Liter Lösung.



Bild 382. Turmspringen. Die eigenwillige Raumeinteilung läßt uns den bevorstehenden Sprung in die Tiefe bereits vorerleben. Karl Taube †, Leipzig

Natriumthiosulfat kristallisiert mit 5 Mol Kristallwasser; es hat die Formel  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Das wasserfreie Salz enthält die Substanz in konzentrierterer Form.

100 g Natriumthiosulfat krist. entsprechen in ihrer chemischen Wirkung 64 g wasserfreiem Salz.

Will man das saure Fixierbad zu einem Härtefixierbad umgestalten, so löst man nach Agfa-Rezept 302

15 g Kaliumalaun in 150 ml Wasser von etwa  $50^\circ\text{C}$ , kühlt die Lösung auf  $20^\circ\text{C}$  ab, gibt 7,5 g wasserfreies Natriumsulfit und zuletzt 12 ml Eisessig zu.

Diese Lösung wird mit 1000 ml saurem Fixierbad zu einem Härtefixierbad vereinigt. Die Lösung ist rasch erschöpft. Man fixiert in ihr nur etwa zehn Kleinbildfilme. Während Chromalaun die Schicht zu grob gerbt, wird mit diesem Bade eine feine Gerbung erzielt, und der Film bleibt hoch elastisch. Das Bad härtet die Schicht und schützt sie nach dem Trocknen vor mechanischen Verletzungen. Das Silberkorn des Bildes wird auch bei ausgiebigem Fixieren nicht angefressen.

Bei geringerem Verbrauch kauft man das fertig angesetzte saure Fixiersalz des Handels, das in kleinen und großen Packungen angeboten wird. Es enthält wasserfreies Natriumthiosulfat und Kaliumpyrosulfit. Beim Lösen muß man das Pulver in das Wasser geben und darf nicht umgekehrt das Wasser auf das Pulver schütten, da es sonst zu einer schwer löslichen Kruste zusammenbackt.

Wasser von Zimmertemperatur wird beim Lösen von Natriumthiosulfat eiskalt, da viel Lösungswärme verbraucht wird. Am besten löst man daher das Salz in warmem Wasser. In zu kaltem Bade wirkt das Fixiersalz zu langsam, und es besteht außerdem die Gefahr, daß sich die Gelatine der Schicht bei starken Temperaturschwankungen in den einzelnen Bädern kräuselt.

Schneller fixiert das *Schnellfixiersalz*. Aber das Bad ist weniger ergiebig als das gewöhnliche Salz und zudem auch teurer. Beim Selbstansetzen eines Schnellfixierbads löst man

200 g Natriumthiosulfat kristallin,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  
50 g Ammoniumchlorid (= Salmiak)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  und  
20 g Kaliumpyrosulfit  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$   
zu 1 Liter Lösung.

Normales Fixiersalz und Schnellfixiersalz lassen sich sowohl zum Fixieren von Negativen als auch Positiven (Kopien und Vergrößerungen) verwenden. Aber man kann nicht abwechselnd beide in dem gleichen Bade fixieren.

### 3. Die Ausnutzbarkeit des Fixierbades

Wesentlich für die Haltbarkeit der Negative und Positive ist, daß die Ausnutzbarkeit des Fixierbades nicht überschritten wird. Man kann es dem Fixierbad nicht ansehen, ob es noch funktionskräftig ist. Wird allerdings in Negativen das gelblichgefärbte Silberbromid nicht spätestens in 10 Minuten vom Fixierbad restlos in farblose Verbindungen verwandelt, so ist das Fixierbad erschöpft. Bei dem niedrigen Preis der Rohstoffe sollte man es aus Sicherheitsgründen nicht bis zum äußersten ausnutzen. Sonst bleiben Silbersalze in der Schicht zurück und führen unter dem Einfluß von Luftsauerstoff zu Fleckenbildungen.

Mit einem Liter Fixierbad kann man fixieren bis

- 20 Kleinbildfilme oder
- 15 Rollfilme 6 × 9 oder
- 50 Platten 9 × 12 oder
- 200...300 Blatt Fotopapier 9 × 12.

Man denke aber stets daran:

**Je frischer das Fixierbad, desto haltbarer das Negativ oder das Positiv!**

Man soll den Fixierprozeß nicht zu früh unterbrechen, man soll ihn aber auch nicht unnötig lange ausdehnen. Das gilt besonders für die zart entwickelten Kleinbildnegative und für höhere Temperaturen des Fixierbads. Allmählich greift das Fixiersalz auch das Silberkorn der Schicht an, und zwar ganz besonders das in feinsten Verteilung vorliegende Silberkorn nach Feinstkornentwicklung. Dabei werden zuerst die zarten Durchzeichnungen der Schattenpartien weggelöst und gehen für den Bildaufbau verloren.

Wegen ihrer besonders geringen Schichtdicke fixieren die Einschichtfilme sehr schnell aus. Sie sind in etwa 3...4 Minuten ausfixiert.

Gebrauchte Bäder kann man auf ihre Fixierfähigkeit prüfen. Man setzt einer Probe des Bades in einem Prüfglas einige Tropfen einer 10%igen Kaliumjodidlösung zu. Es entsteht eine milchige Trübung. In weiter verwendbarem Fixierbad löst sich die Trübung bei kräftigem Durchschütteln wieder auf; in verbrauchten Bädern hingegen bleibt sie bestehen.

Die Fixierbäder nehmen etwa 80% der ursprünglich in der fotografischen Schicht vorhandenen Silbersalze in gelöster Form auf. Nur etwa 20% dienen als Silberkorn zum Bildaufbau. Die Fixierbäder enthalten daher nicht unbeträchtliche Silbermengen. In größeren Betrieben gewinnt man das Silber zurück. Man fällt es durch Zink oder andere unedle Metalle oder durch Einleiten von Schwefelwasserstoff, oder man schlägt es elektrolytisch aus der Lösung nieder.

#### *4. Das Wässern und Trocknen*

Nach dem Fixieren wässert man die Negative und Positive etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde in fließendem oder 1 Stunde in stehendem Wasser. Das letztere muß man dabei etwa 6...8mal vollkommen erneuern.

Das Wasser spült Reste des Fixierbads und Reste löslicher Komplexsalze des Silbers aus der Schicht. Da es sich hierbei um einen Diffusionsvorgang handelt, nimmt das Wasser die Salze um so rascher auf, je reiner es ist. In kaltem Wasser diffundieren die Stoffe weniger rasch als in warmem. Da eine Salzlösung spezifisch schwerer ist als reines Wasser, sammelt sie sich am Grunde des Wassertrogs an.

Bei sachgemäßem Wässern muß man also darauf achten, daß

- a) immer wieder frisches Wasser mit der fotografischen Schicht in Berührung kommt und
- b) keine Salzlösungen sich am Grunde des Gefäßes fangen.

Beim Behandeln mit fließendem Wasser soll dieses oben zu- und unten aus dem Wässerungstrog abfließen. Beim Arbeiten mit stehendem Wasser stellt man die Platten senkrecht in die Nuten des Trogs, oder man lehnt sie vorsichtig an die Wand des Gefäßes, damit sie im Wasser aufrecht stehen. Filme kann man an Korkklammern befestigen und im Wasser schwimmen lassen.

Bei Papierbildern Sorge man dafür, daß diese nicht am Grunde des Trogs dicht aufeinanderliegen, sondern im Wasser häufig bewegt werden. Am besten legt man sie auf einen kleinen Lattenrost, damit die Salzlösungen ungehindert nach unten sinken können.

Zum Trocknen stellt man die Platten in die mit Nuten versehenen Trockengestelle. Bei Dosenentwicklung nimmt man den Spulenkern mit dem Film aus der Dose, spritzt durch einige Schleuderbewegungen das überschüssige Wasser ab und hängt den Film mit einer Holzklammer an einen 2 m über dem Boden aufgespannten Faden. Damit der Film nicht zusammenrollt, beschwert man ihn am Unterende mit einer oder zwei Klammern.

Das Trocknen von Filmen, die im Härtefixierbad behandelt worden sind, kann man wesentlich beschleunigen. Man zieht die Filme nach dem Wässern zwischen zwei Viskoseschwämmchen durch, die keinerlei kratzende Festbestandteile enthalten. Dabei streift man das überschüssige Wasser ab. Die Filme trocknen in kurzer Zeit, ohne daß sich auf der Schicht Trockenflecke bilden.

Wenn sich größere Wassertropfen auf der Schicht bilden, so kann man diese mit einem Schwamm absaugen. Im übrigen überläßt man den Film in einem möglichst staubfreien Raume sich selbst. Er trocknet in 1...2 Stunden. Man soll ihn nicht in der Nähe des Ofens oder eines Heizkörpers trocknen, da die Gelatine leicht schmilzt. Auch durch den Föhn wird ein Luftstrom erzeugt, der eventuell zu heiß ist und der außerdem Staubteilchen der Luft auf die feuchte Schicht bläst. In gewerblichen Betrieben verwendet man vorteilhaft einen elektrischen Trockenschrank.

Trocknet man den Film rasch bei erhöhter Temperatur, so nimmt die Dichte des Negativs etwas zu. Das kann man sich praktisch bei unterbelichteten Negativen zunutze machen. Überbelichtete Negative darf man aus dem gleichen Grunde nicht im Trockenschrank trocknen. Soll der Film besonders rasch abtrocknen, so badet man ihn nach dem Wässern in Methanol und hängt ihn dann zum Trocknen auf.

##### 5. Nachbehandlung der Negative

Verstärken, Abschwächen und Negativretusche haben nur für die Großformatfotografie praktische Bedeutung, bei der die Zahl der Aufnahmen häufig auf ein Minimum beschränkt werden muß. Beim Arbeiten mit Kleinbildapparaten hat man die Möglichkeit, das Objekt in Zweifelsfällen mit verschiedenen Belichtungszeiten aufzunehmen. Die Negativretusche ist am Kleinbild schon wegen der Kleinheit äußerst schwierig durchführbar. Die Retuschen werden entsprechend mit vergrößert und wirken dann häufig störend.

Bei der heutigen Qualität der Kleinbildapparate, der Feinkornfilme und Feinstkornentwicklung sollte man daher nicht nachträgliche Verbesserungen am Negativ anstreben, sondern sein ganzes Augenmerk auf volle Ausschöpfung der optischen und fotochemischen Möglichkeiten bei der Negativherstellung konzentrieren. Nachträgliche Negativbearbeitung wird dann auf wenige Einzelfälle beschränkt, in denen es sich um unersetzliche Kleinbildnegative handelt, die nicht durch Wiederholung der Aufnahme unter günstigeren Bedingungen ersetzt werden können. In solchen Fällen kann man am schnellsten und sichersten durch Umentwickeln zum Ziele kommen.

Beim *Umentwickeln* wird zunächst das fein verteilte Silber des fertig behandelten

Negativs durch ein Bleichbad in lichtempfindliches Silberbromid zurückverwandelt und dann durch Wiederentwickeln in hellem Licht von neuem und unter ständiger Kontrolle hervorgerufen. Auf diese Weise ist es möglich, die Negativgradation zu beeinflussen, Reflexionslichthöfe abzuschwächen oder zu beseitigen und die Bildkontraste zu verstärken oder abzuschwächen. Man kann dabei entweder das Negativ vollkommen ausbleichen, das heißt das gesamte Bildsilber in Silberbromid zurückverwandeln und die Wiederentwicklung vorzeitig abbrechen, oder aber man bleicht das Negativ nur teilweise aus und entfernt das nicht umgewandelte Bildsilber aus der Schicht. Für das Bleichbad löst man

100 g Kupfervitriol (Kupfersulfat krist.)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  und  
100 g Natriumchlorid (Kochsalz)  $\text{NaCl}$

in 800 ml Wasser und gibt sehr vorsichtig und *tropfenweise* 25 ml konz. Schwefelsäure in das Flüssigkeitsgemisch. Zuletzt füllt man es mit Wasser zu 1000 ml Lösung auf. In diesem Bad bleicht man das fertig fixierte und gewässerte Negativ. Nach dem Bleichen wässert man es so lange, bis die Blaufärbung verschwunden ist. Dann löst man

3 g Paraphenylendiamin salzsauer und 20 g Natriumsulfit wasserfrei zu 1000 ml Lösung. In diesem Bade oder im Atomalentwickler, der mit der doppelten Menge Wasser verdünnt ist, wird das Bild in 3...5 Minuten wiederentwickelt.

Da die Wiederentwicklung im Hellen erfolgt, kann man den gesamten Entwicklungsprozeß genau überwachen. Dann wird das Negativ in der üblichen Weise fixiert und 15...20 Minuten gewässert.

Zu dünne Negative kann man verstärken. Man badet sie in einer 1%igen Lösung von Kaliumdichromat  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , der einige Tropfen konz. reiner Salzsäure zugesetzt sind. In einer Zwischenwässerung laugt man die Gelbfärbung aus und entwickelt zuletzt in Atomal bei hellem Licht wieder, bis die erforderliche Deckung erzielt ist. Man kann also durch Bleichen und Wiederentwickeln besonders wertvolle Negative verbessern, die nicht durch technisch einwandfreie Aufnahmen ersetzt werden können.

#### 6. Aufbewahrung der Negative

Vor dem Verpacken beurteilen wir das Negativ auf seine Brauchbarkeit zur Herstellung von Kopien, Vergrößerungen und Diapositiven. Hierbei leisten *Dia-Betrachter* gute Dienste. So ergibt z. B. das Gerät *Gucki* bei etwa vierfacher Vergrößerung ein gut ausgeleuchtetes Bildfeld bei Tages- und Kunstlicht (Typentafel XVI). Eine sachgemäße Aufbewahrung ist für die Erhaltung der Negative von entscheidender Bedeutung. Platten schiebt man einzeln in Pergaminbeutel, auf denen man die Aufnahmedaten vermerken kann. Man ordnet die Beutel in Diakästen nach Sachgebieten.

Für Planfilme gibt es neben der gleichen Aufbewahrungsmöglichkeit auch Sammelalben in verschiedener Ausführung, in denen die Einzelfilme in Pergamintaschen stecken. Beigefügte Karteiblätter vermitteln die Übersicht.

Die Kleinbildfilme werden meistens nach der Entwicklung in rollenförmigen Pappdosen angeliefert. Für die Aufbewahrung werden gefächerte Kästen angeboten, die eine mehr oder weniger große Zahl zusammengerollter Filme aufnehmen (Bild 383). Auf der Innenseite des Deckels können in vorgesehenen Fächern die Aufnahme-



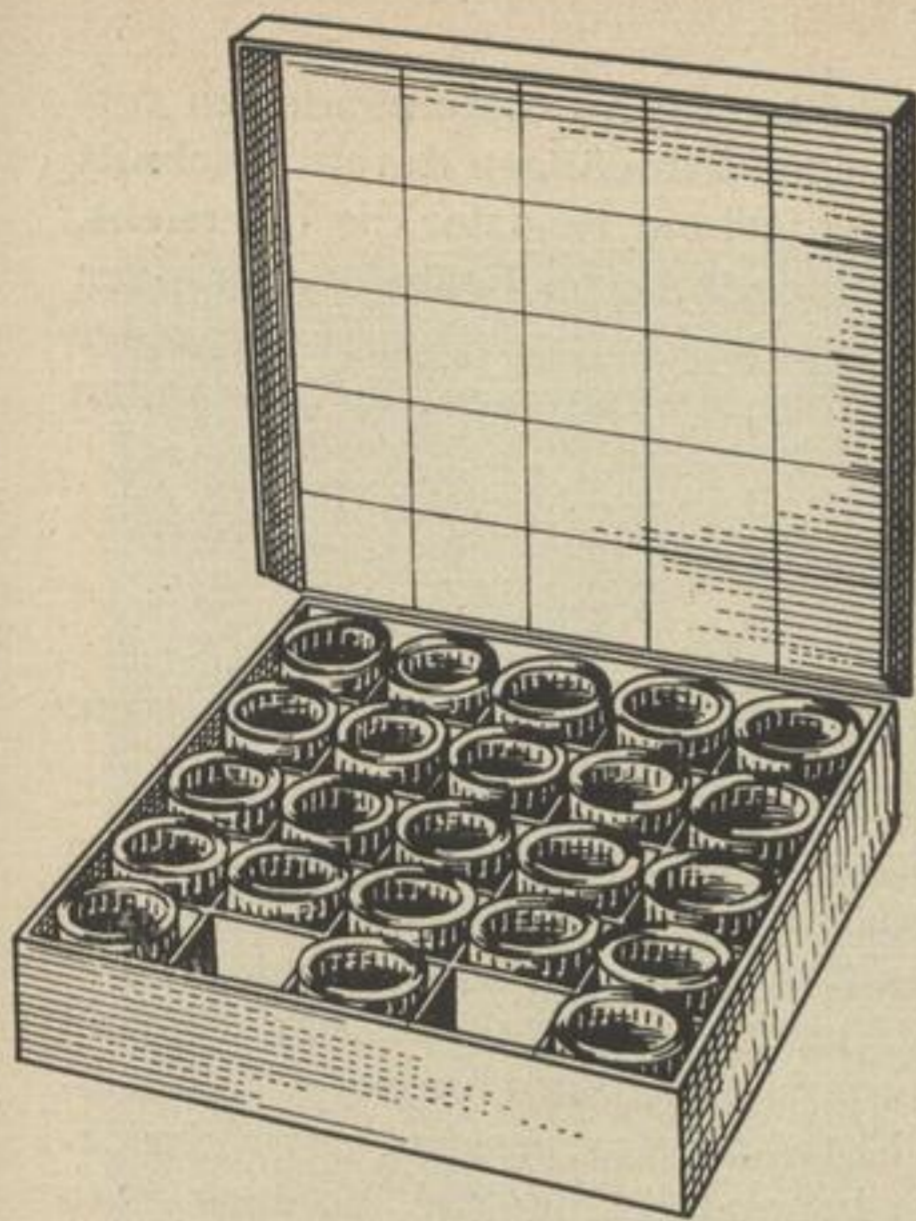


Bild 383. Filmaufbewahrungskasten für gerollte Kleinbildfilme

daten notiert werden. Die Pappdosen sind für eine Daueraufbewahrung ebenso ungeeignet wie die genannten Aufbewahrungskästen, da der Film in ihnen eine beträchtliche Rollspannung annimmt. Beim Lösen der Streifen rollen sie sich sehr leicht wieder zusammen; dabei wird der Film häufig durch die scharfen Ecken der Filmenden beschädigt. Außerdem genügt beim Zusammenrollen und ganz besonders bei nachträglichem Straffen der Rollen ein winziges Staubkorn, einen langen Kratzer über die Filmbahn zu ziehen. Um Beschädigungen dieser Art zu vermeiden, hängt man die zusammengerollt gelieferten Filme zunächst auf, beschwert sie am Unterende und läßt sie einen Tag aushängen. Dann zerschneidet man die Bahn in Längen von sechs Aufnahmen. Diese werden in Filmordnern untergebracht.

Die Contax-Negativ-Kartei (Bild 384) zum Beispiel besteht aus Schutztaschen von festem Papier, auf denen die Aufnahmedaten vermerkt werden. Jede Tasche nimmt einen sechsteilig zusammengefalteten Pergaminbeutel auf, in dessen Fächern die sechs Längen eines Kleinbildfilmes Platz finden. Ähnlich sind die Kodak- und Agfa-Negativtaschen eingerichtet. Sie besitzen Vordrucke für die Aufnahmedaten und Vergrößerungen sowie eine Tasche für Vergrößerungen. Andere Firmen bringen Ordner heraus; in ihnen werden Tafeln gesammelt, die in übersichtlicher Anordnung Pergamin-

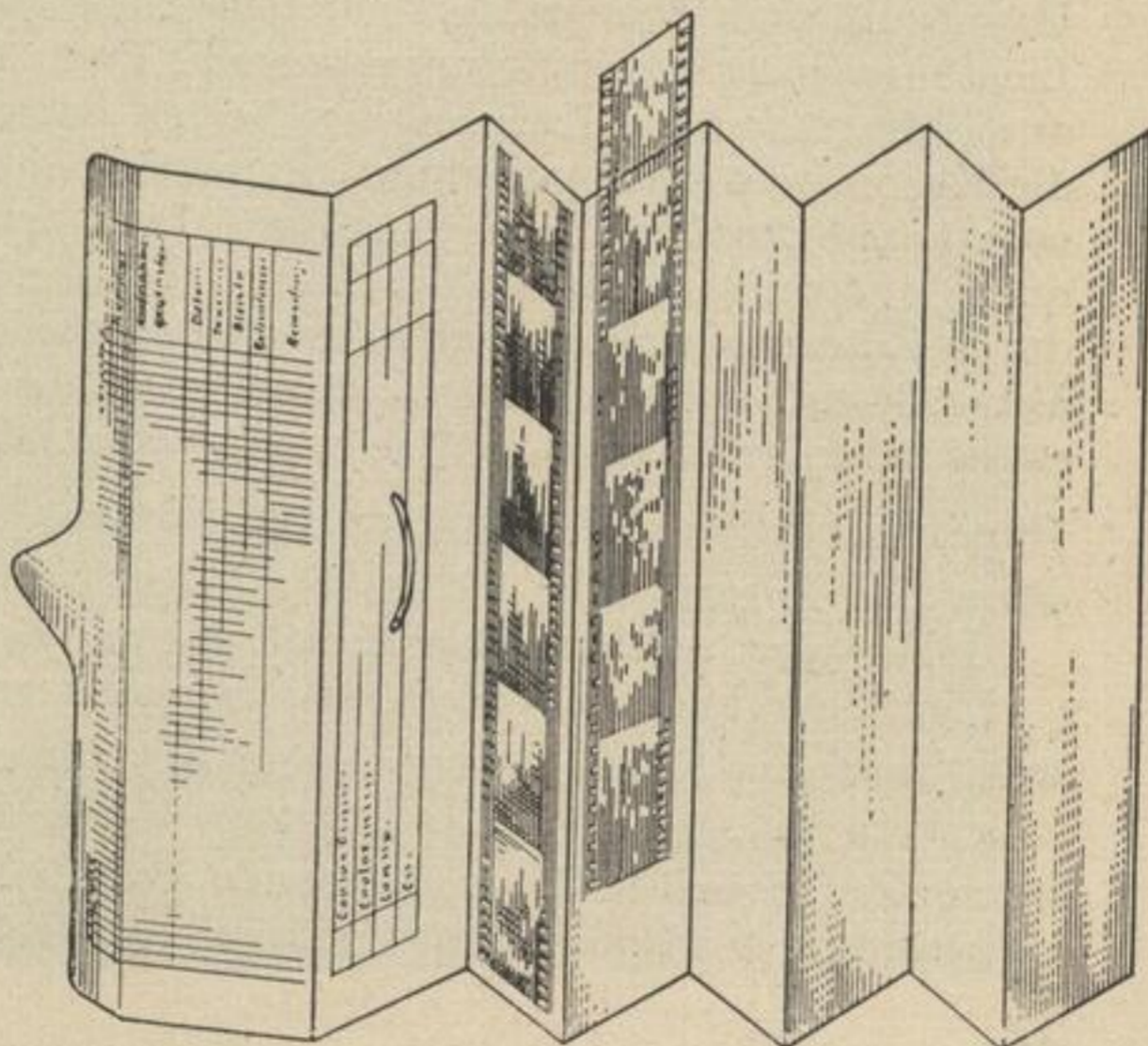
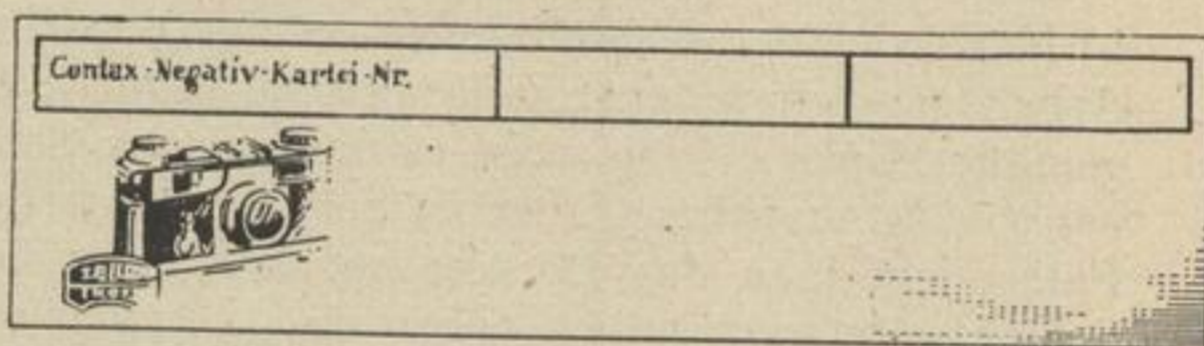


Bild 384. Contax-Negativ-Kartei. Oben: Geschlossene Karteitasche. Unten: Geöffnete Karteitasche mit der Notiztabelle und dem ziehharmonikaartig gefalteten Pergaminbeutel

taschen für die Einzelstreifen tragen. Um Beschädigungen untereinander zu vermeiden, kann man die scharfen Ecken der einzelnen Filmlängen durch Beschnitt abrunden. Bei größeren Negativbeständen erleichtert ein Register die Übersicht. In ihm kann man die Einzelnegative chronologisch, alphabetisch oder nach Sachgebieten geordnet erfassen. In der Negativkartei numeriert man entweder die Kleinbildfilme, die Sechserstreifen oder die Einzelaufnahmen. So findet man rasch das gesuchte Negativ.

### 7. Das Duplikatnegativ

In manchen Fällen ist es erwünscht, ein Duplikat von einem Negativ zu besitzen. Für die Herstellung solcher Duplikate ergeben sich folgende Möglichkeiten:

a) Das Negativ wird auf eine Diapositivplatte kopiert oder vergrößert. Von dem Diapositiv stellt man durch Kontaktdruck oder durch Vergrößerung ein zweites Negativ her, und zwar entweder auf Normalfilm oder auf Diapositivfilm. Die Doppelbearbeitung ergibt verschiedenartige Verbesserungsmöglichkeiten (Wahl einer bestimmten Gradation des Aufnahmematerials, Veränderungen der Belichtungszeit, Abstimmung des Entwicklers, der Entwicklertemperatur, der Entwicklungszeit, Variation der Trockenmethode des behandelten Films). So kann man bei diesem arbeitstechnisch umständlichen Verfahren die Bildkontraste steigern und herabmindern und auch sonst weitgehenden Einfluß auf den Negativcharakter ausüben.

b) Man kopiert das Original direkt auf *Duplikatfilm*. Dann erhält man in *einem* Arbeitsgang ein seitenverkehrtes Zweitnegativ. Bei richtiger Belichtung und sachgemäßer Entwicklung weist es die gleichen Schwärzungen auf wie das Originalnegativ. In manchen Fällen ist Seitenrichtigkeit nicht erforderlich. In den andern Fällen legt man das Duplikatnegativ beim Kopieren und Vergrößern mit der Schichtseite nach außen gegen die Lichtquelle (nicht, wie normal, Schicht auf Schicht bzw. Schicht gegen Schicht) und erhält dann ein seitenrichtiges Positiv. Dann muß man aber mit gerichtetem Licht arbeiten, zum Beispiel unter dem Lichtkegel eines Vergrößerungsapparats. Denn bei diffuser Beleuchtung würden durch die räumliche Trennung der beiden Schichten Unschärfen auftreten, und die Kontraste werden gemindert. Es besteht auch die Möglichkeit, das Originalnegativ auf Duplikatfilm zu vergrößern. Dazu braucht man aber eine starke Lichtquelle und muß sehr lange belichten. Das vergrößerte Duplikatnegativ läßt sich durch Retusche leichter bearbeiten als das kleine Original.

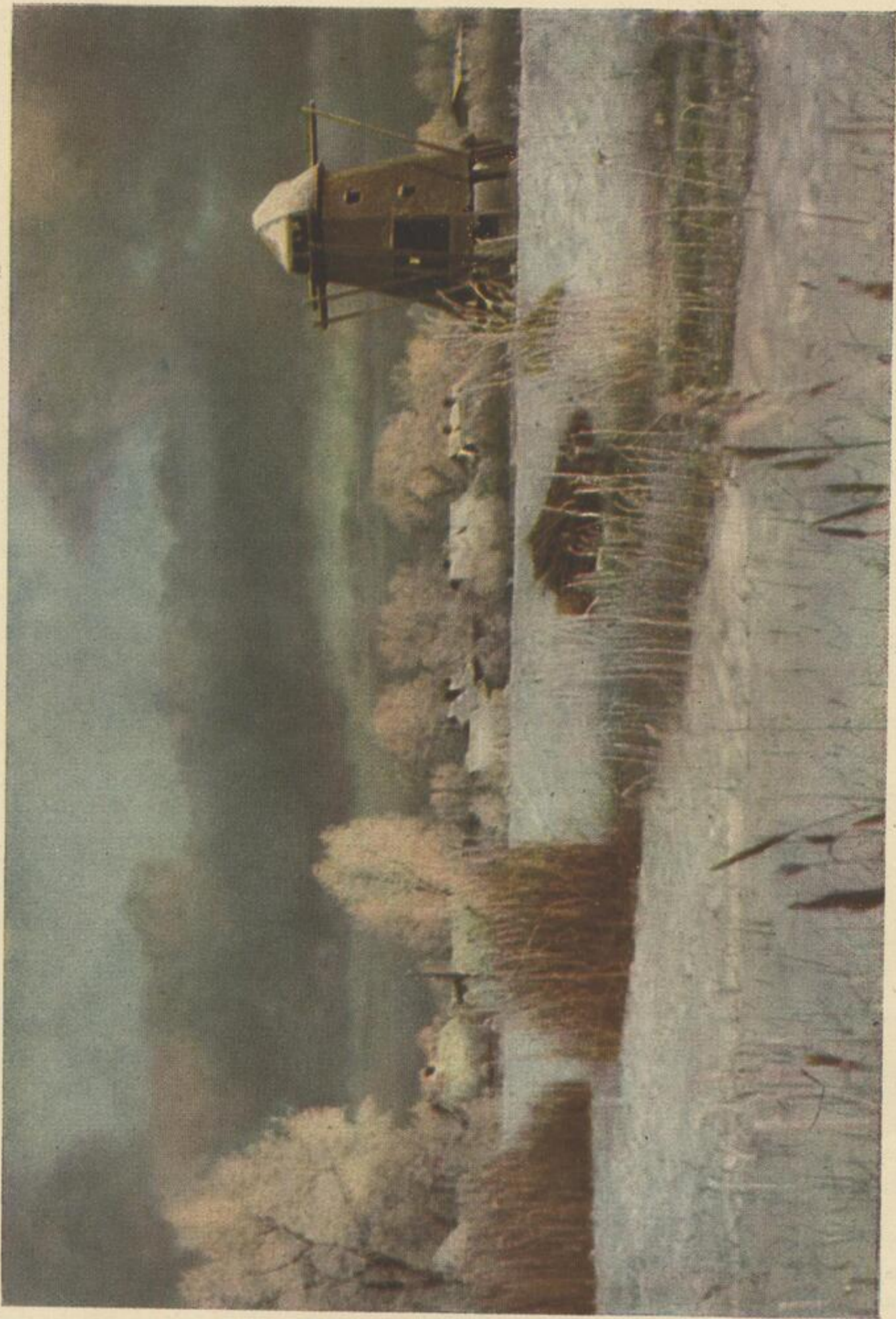
Vergrößerte Duplikatnegative müssen gut gedeckt und in den höchsten Lichtern etwas belegt sein, damit sie Zeichnung haben. Man entwickelt sie weich.

Duplikatnegative sind stets dann von Nutzen,

wenn das Negativ sehr häufig für Vergrößerungen verwendet wird, weil die Gefahr einer mechanischen Verletzung und einer Schädigung durch anhaltende Hitzeeinwirkung im Vergrößerungsapparat größer wird,

wenn man das Negativ weggibt und sich für eigene Verwendung ein Duplikat sichern will,

wenn das Original in der vorliegenden Form erhalten bleiben soll und eine Verbesserung der Bildqualität im Duplikatprozeß angestrebt wird.



Stads.  
Landes-  
Bibl.

### XIII. Die Kopie

Im Positivprozeß unterscheiden wir drei Arbeitsrichtungen:

die Kopie	die Vergrößerung	das Diapositiv
Kontaktdruck auf geringempfindliches Silberchloridpapier bei langen Belichtungszeiten bei heller Lichtquelle	Vergrößerungstechnik auf hochempfindliches Silberbromidpapier bei kurzen Belichtungszeiten bei weniger heller Lichtquelle	Kontaktdruck auf Diapositivfilm

#### 1. Die fotografischen Papiere

(Hierzu Typentafel XIV: Fotografische Papiere)

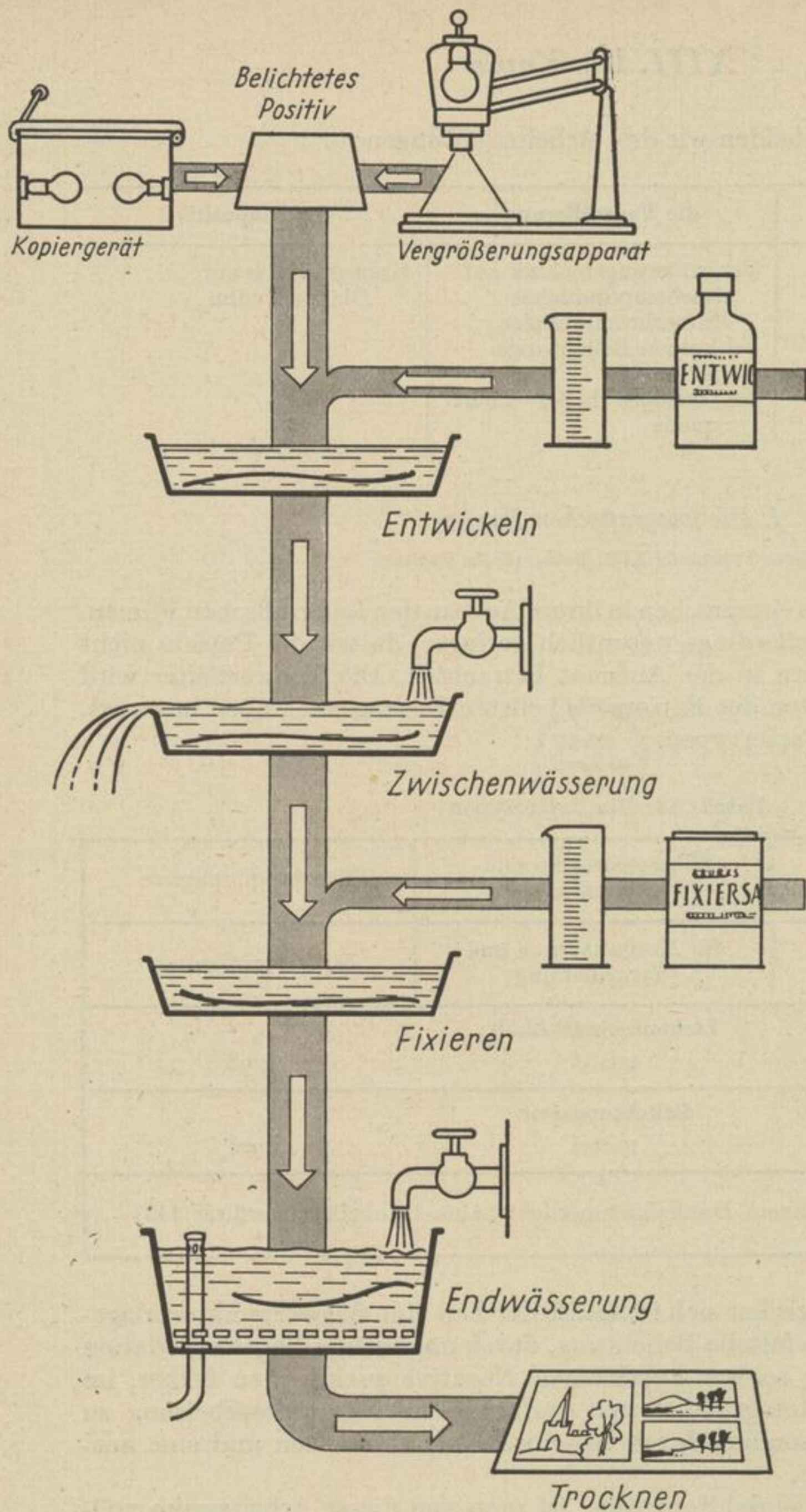
Die fotografischen Papiere entsprechen in ihrem Aufbau den fotografischen Filmen. Ihr Kontrastumfang ist allerdings wesentlich geringer, da wir die Papiere nicht in der Durchsicht, sondern in der Aufsicht betrachten. Die Tonwertleiter wird hierbei durch den Grundton des Papiers als hellsten Bildton nach oben begrenzt. Wir unterscheiden drei Papiertypen.

Tabelle 83: Die Papiertypen

Silberchloridpapiere	Silberchlorid-bromidpapiere	Silberbromidpapiere
für Kontaktdruck	für Kontaktdruck und Vergrößerung	für Vergrößerung
<b>Lichtempfindlichkeit</b>		
gering	mittel	groß
<b>Belichtungszeit</b>		
lang	mittel	kurz
Verarbeitung bei gelbgrünem Dunkelkammerlicht (Agfa-Dunkelkammerfilter 113)		

In der fotografischen Praxis hat sich im Laufe der Zeit eine Schwerpunktsverlagerung vollzogen. Die durch falsche Belichtung, durch ungünstige Negativgradation und falsche Entwicklung schwer kopierbaren Negative suchte man früher, im Zeichen der Großformatfotografie, durch umfangreiche Negativbearbeitung zu verbessern, und zwar besonders durch Abschwächen, Verstärken und eine ausgedehnte Negativretusche.

Heute, im Zeichen der Kleinbildfotografie, ist man von dieser Arbeitsweise vollkommen abgekommen. Die Filmindustrie bietet zahlreiche Spezialfilmtypen an, die den einzelnen fotografischen Aufgabengebieten weitgehend angepaßt sind.



Durch Feinkorn-Ausgleichsentwicklung wird der Kontrastumfang des Negativs verringert, indem man die Schicht nicht mehr durchentwickelt, und es werden auch viele Belichtungsfehler in ihren Auswirkungen abgeschwächt. Die Filme werden nicht mehr individuell, sondern nach Zeit entwickelt. Heute gilt unsere ungeteilte Aufmerksamkeit nicht mehr der Negativbearbeitung, sondern der Aufnahme selbst und einer sachgemäßen ausgleichenden Entwicklung. Nicht mehr Negativverbesserung, sondern gutes Negativ! Die qualitativen Unterschiede in den Einzelnegativen, die zusammen mit vielen anderen entwickelt wurden, werden beim Positivprozeß ausgeglichen, indem man die Papiere wählt, deren Kopierumfang dem Schwärzungsumfang der Negative entspricht. Wir verwenden beim Kopieren und Vergrößern nicht mehr eine einzelne Papierqualität, sondern eine Folge von Papiersorten. Bei richtiger Papierwahl erhalten wir dann auch von unterschiedlichen Negativen annähernd gleichartige Positive, sofern die Negativqualität noch im Rahmen der Kopierfähigkeit liegt.

Bild 385. Der Positivprozeß

## 2. Die Papiergradation

(Hierzu Typentafel XIII: Papiergradation und Korrekturmöglichkeiten im Positivprozeß)

Tabelle 84: Die Papiergradation

Negativcharakter	sehr hart	hart	kontrastreich	normal	weich	flau
Zum Kopieren und Vergrößern erforderliche Papiergradation	extra-weich	weich	spezial	normal	hart	extra-hart

Man wählt also den Härtegrad des Papiers entgegengesetzt demjenigen des Negativs, und nur im Normalfall stimmen beide überein.

Die verschiedenen Papierhärtegrade ermöglichen eine weitgehende Anpassung des Papiers an den Negativcharakter. Die sich ergebenden Beziehungen kann man durch Schwärzungskurven darstellen. In Bild 386 links sehen wir die Schwärzungskurve eines Durchschnittsnegativs; die Kurve weist einen langen Durchhang auf. Die drei Kopiekurven der rechten Seite entsprechen steigenden Belichtungszeiten der Kopie. Die Schwärzungen der Kopien sinken von den Kernschatten ganz allmählich zu den Spitzlichtern ab. In den Mitteltönen zeigen die Kopien eine reiche Tonwertskala, die der zunehmenden Objekthelligkeit entspricht. In den Lichtern und Schatten hingegen befinden wir uns im Bereich der Schulter und des Durchhangs der Kurve, und die Schwärzungsunterschiede entsprechen nicht mehr den Objekthelligkeiten. Damit bestätigen die Kopiekurven die alte fotografische Erfahrung, daß harmonisch in den Tonwerten abgestufte Objekte bessere Kopien geben als Objekte mit großen Helligkeitskontrasten.

Beim Kopieren und Vergrößern kann nur eine sachgemäße Anwendung der verschiedenen Härtegrade des Papiers zu einer Verbesserung der Bildqualität dienen. Die Anwendung verkehrter Härtegrade führt zu starken Qualitätsminderungen. Werden zum Beispiel normale Negative auf hart arbeitenden Papieren kopiert, so werden dabei zahlreiche Halbtöne ausgelöscht, und die Bildkontraste werden übermäßig verstärkt. In gewissen Grenzen kann man allerdings weicher arbeitende Papiere verwenden, falls das Negativ genügende Helligkeitskontraste aufweist, um das Stimmungsmäßige einer Aufnahme besser heraus-

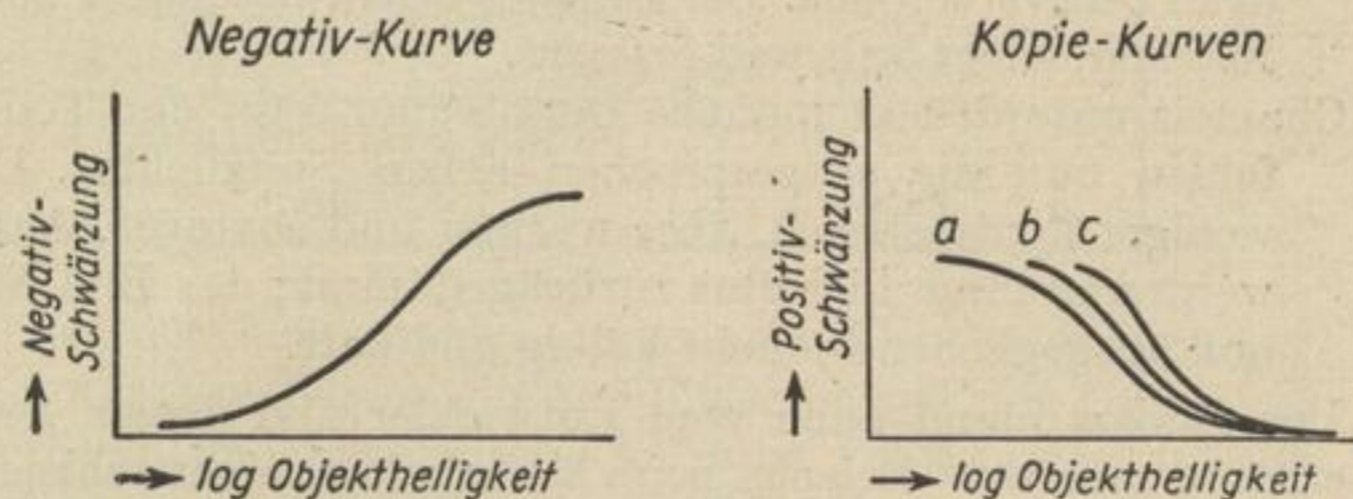


Bild 386. Die Schwärzungskurve eines Durchschnittsnegativs und drei Kopiekurven steigender Belichtungszeiten

zuarbeiten und die Tonwerte noch vollkommener auszuschöpfen. Stellen wir noch einmal alle härtebeeinflussenden Faktoren zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

*Tabelle 85: Beeinflussung der Gradation beim Positivprozeß*

Negativgradation	weich	normal	hart
Papiergradation . . . . .	hart	normal	weich
Belichtung . . . . .	kurz	normal	lang
Entwicklung . . . . .	lang	normal	kurz
Temperatur des Entwicklers . . .	kalt	normal	warm
Entwicklerkonzentration . . . . .	stark	normal	schwach
Entwickler . . . . .	hart Hydrochinon	normal Metol- Hydrochinon	weich Metol

Je härter ein Papier arbeitet, desto weniger lichtempfindlich ist es, je weicher es arbeitet, desto lichtempfindlicher ist es.

### 3. Die Papiereigenschaften

Die fotografischen Papiere werden kartonstark und papierstark angeboten. Die kartonstarken Sorten wendet man vorwiegend dann an, wenn die Fotos unaufgezogen aufbewahrt oder in ein Steckalbum eingereiht werden, weil sie dann eine größere Stabilität haben. In allen Fällen, in denen Fotos aufgezogen werden, sollte man den papierstarken Qualitäten den Vorzug geben. Sie tragen weniger auf als die kartonstarken Sorten, so daß in den Albumrücken weniger Blindfalze eingesetzt werden müssen und andererseits das unschöne, lästige Sperren gefüllter Alben vermieden wird. Außerdem ziehen sie sich auch leichter auf als die kartonstarken Sorten, die häufig infolge der Papierspannung beim Biegen des Untergrunds nachträglich wieder abplatzen oder sich schon beim Festkleben verschieben.

Die Papiere werden in den *Tönungen* Weiß, Chamois und Elfenbein als Zwischenton geliefert.

Weißes Papier bringt die Details am klarsten und nutzt den Schwärzungsumfang des Positivs voll aus. Die Bilder wirken, besonders beim Vorherrschen weißer Flächen, leicht kalt und erstarrt.

Chamois unterdrückt manche Details und setzt den Tonumfang herab; denn es fehlen nun die ausgesprochen hellen Spitzlichter. Dadurch wirkt das Bild weniger kontrastreich, aber wärmer und sonniger. Ausgedehnte helle Flächen werden in ihrer Lichtflut zurückgedämmt; das Bild wirkt dann harmonischer und ausgeglichener, nicht kalkig und kalt.

Der *Bildton* hängt auch vom Entwickler und dessen Zusammensetzung ab. So erreicht man zum Beispiel beim Verarbeiten leicht schleiernder Papiere durch er-



höhten Kaliumbromidzusatz oder durch Verwenden bereits stärker gebrauchten Entwicklers, daß die Entwicklungszeit ohne Schleierbildung verlängert werden kann; durch Ausentwickeln erzielt man dabei satte Bildtöne. Abweichende Bildtöne kann man auch durch Spezialpapiere erzielen. Das Mimosa-Papier Carbon Braun ergibt in einem sodaalkalischen Hydrochinonentwickler (Brauntonentwickler) je nach der Belichtungs- und Entwicklungszeit einen schwarzbraunen, rotbraunen, rötlichen oder orangefarbenen Bildton, das Mimosa-Papier Verda hingegen grünliche Bildtöne, wie sie für Landschaften, Seeaufnahmen und ähnliche Motive gern angewendet werden. Diese Spezialpapiere eignen sich aber immer nur für bestimmte Motivgruppen und sind nicht universell verwendbar. Außerdem kann man den Bildton bei zahlreichen Fotopapieren auch nachträglich durch besondere Tonungsverfahren verändern.

Die *Papieroberfläche* schwankt zwischen glänzend, halbmatt, matt und stumpfmatt. Daneben unterscheiden wir glatte, seidige, gekörnte und gerasterte Oberflächen. Auch die Papieroberfläche müssen wir zum Motiv passend wählen.

Tabelle 86: Die Papieroberfläche

Papieroberfläche	glänzend	halbmatt	matt	stumpfmatt
Detailwiedergabe	am klarsten	gut	gedrückt	unterdrückt
Körnigkeit	tritt klar hervor	tritt weniger klar hervor	wird unterdrückt	wird betont unterdrückt
Schattendetails	kommen klar heraus	kommen weniger gut heraus	kommen nur teilweise	zahlreiche Details in den Schatten unterdrückt
Bildkontraste	am größten	verringert	gedrückt	stark gedrückt
Positivretusche	sehr schwierig	leichter	leicht	sehr leicht

Will man für alle Fälle gut passende Papiere haben und dennoch mit möglichst wenigen Sorten auskommen, so arbeite man

mit den Tönungen		
weiß		chamois
mit den Oberflächen		
glänzend (oder halbmatt)		matt (oder velvet)
mit den Härtegraden		
weich	normal	hart

Papiere mit glänzender Oberfläche kann man nachträglich auf Hochglanz bringen. Man quetscht das fertig gewässerte Papier mit der Bildseite und mit Hilfe eines Rollenquetschers sehr langsam und gleichmäßig auf eine vollkommen saubere Glasplatte oder Zelluloidfolie, wobei man die Papierrückseite mit einem Lösch-

papier überdeckt. Dann läßt man das Bild langsam trocknen. Es springt nach dem Trocknen von der Unterlage ab. Im fotografischen Gewerbe quetscht man die Bilder auf eine verchromte Metallplatte. Sie wird in eine Hochglanzpresse gespannt und elektrisch beheizt. Dann ist der Trockenvorgang in etwa 5 Minuten bei papierstarkem und in etwa 10 Minuten bei kartonstarkem Material beendet. Matte Stellen auf der Hochglanzfläche zeigen, daß beim Abquetschen Luftblasen stehengeblieben sind. Da sich die Hochglanzbilder stark rollen, legt man sie nach dem Trocknen einzeln nebeneinander. Durch Aufnahme geringer Mengen von Luftfeuchtigkeit glätten sie sich allmählich von allein.

#### 4. Das Kopieren

Zum Kopieren braucht man einen Kopierrahmen, eine Belichtungsquelle, eine gelbe oder besser gelbgrüne Dunkelkammerbeleuchtung und drei Entwicklerschalen. Die erste Schale wird mit Entwickler beschickt (wie bei den Vergrößerungen), die zweite mit einem Unterbrechungsbad (Wasser, dem 2% Eisessig zugemischt sind), die dritte mit Fixierbad. Außerdem muß in der Nähe ein Wässerungstrog vorhanden sein.

Der *Kopierrahmen* (Bild 387) wird durch Abheben des Rückbretts geöffnet. Nun legt man das Negativ mit der Rückseite auf die saubere Glasplatte des Kopierrahmens, deckt das Fotopapier, Schicht gegen Schicht, darüber, legt das Deckbrett wieder auf und schließt den Rahmen. Nun legt man ihn in einer feststehenden Entfernung unter die Lichtquelle, schaltet das Licht ein und belichtet nach Zeit. Dann wird die Kopie bei gelbem Dunkelkammerlicht entwickelt, gewässert, fixiert und nochmals gewässert.

Um unnötige Kosten zu vermeiden, belichtet man zunächst nicht ein ganzes Papier, sondern einen schmalen Probestreifen, den man von einem Papierblatt abgeschnitten hat. Beim Belichten legt man ihn derart auf das Negativ, daß sowohl Schattenteile als auch helle Bildstellen (Himmel) erfaßt werden. Die Belichtung auf Probestreifen wiederholt man so lange, bis man die richtige Belichtungszeit ermittelt hat. Man braucht die Streifen nur anzuentwickeln und kann sie dann wegwerfen.

Bei richtig gewählter Belichtungszeit erscheinen die ersten Bildspuren nach etwa 20...30 Sekunden, und die Kopie ist in 1...3 Minuten ausentwickelt. Erscheint das Bild zu langsam, so muß länger belichtet, erscheint es zu schnell, so muß kürzer

belichtet werden. Erhöht man den Zusatz an Kaliumbromid, so wird die Entwicklung gehemmt. Man hat dann genügend Zeit, den Entwicklungsvorgang zu überwachen, kann dunkle Bildstellen durch Herausheben der Kopien

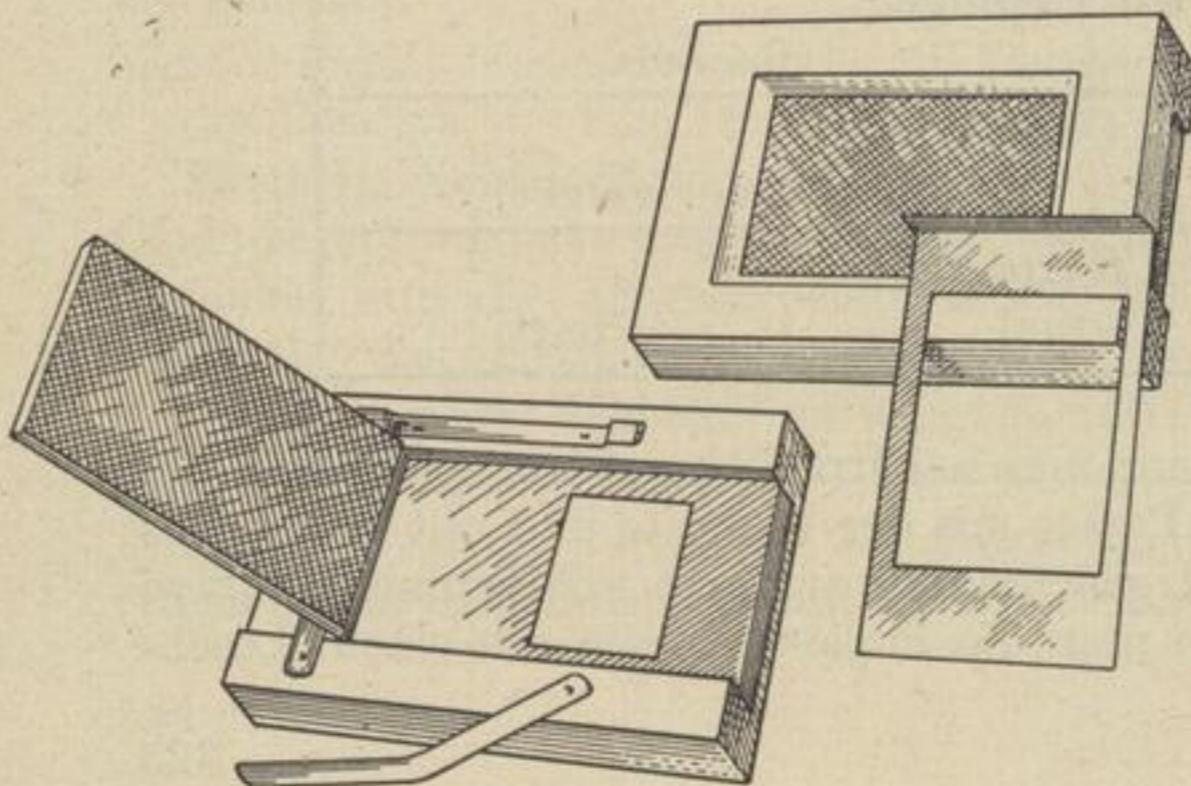


Bild 387. Kopierrahmen.  
Rechts oben: Geschlossen (fertig zum Kopieren); darüber liegt eine Abdeckschablone.  
Links unten: Rückseite geöffnet; darin eine Abdeckschablone für kleineres Bildformat

aus der Flüssigkeit zurückhalten und helle Stellen durch Reiben mit den Fingerbeeren in der Durchentwicklung fördern. Da Kaliumbromid gleichzeitig schleierwidrig wirkt, bleiben die Bilder klar. Bei der gleichen Entwicklungsdauer würden sie in einem Entwickler mit sehr geringem Kaliumbromidzusatz vergilben; sie sind im Entwickler »gequält«, also typisch unterbelichtet.

Nach der Zwischenwässerung, in der durch Säurezusatz zum Wasser die Weiterentwicklung sofort unterbrochen wird, müssen die Kopien lange genug im Fixierbad bleiben. Dabei dürfen sie nicht am Grunde der Schale dicht aufeinanderliegen, weil sonst nur die obersten ausfixiert werden. Man muß sie öfter bewegen und umlegen, damit sie später haltbar sind. Zuletzt wässert man sie in fließendem Wasser etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde, in stehendem unter 6...8maligem Wasserwechsel etwa 1 Stunde.

Es gibt Koperahmen für die einzelnen Formate. In einem größeren Rahmen kann man natürlich auch kleinere Kopien herstellen, erhält dann aber keinen weißen Bildrand. Durch Einlegen von Abdeckschablonen (Bild 387) lassen sich Ausschnittkopien mit weißem Bildrand erzielen. Universalrahmen enthalten Metallstreifen, deren Stellung zueinander verändert werden kann (Bild 392). So läßt sich ein beliebiges Bildformat einstellen, und man kann immer mit weißem Rande kopieren.

Für Rollfilme und Kleinbildfilme benutzt man Rahmen, in denen der Filmstreifen durch Schlitze geführt wird.

Kleinere Negative legt man derart in größere Rahmen, daß beim Auflegen des Rückbretts die eine Hälfte des Klapprahmens Negativ und Positiv etwa zur Hälfte deckt, so daß sich beide beim Schließen des Rahmens nicht mehr gegeneinander verschieben können. Bei Kleinbildfilmen belichtet man nicht Einzelbilder, sondern Bildstreifen, die man sich zum Beispiel aus dem Papierformat  $18 \times 24$  heraus schneiden kann. Ein Blatt Papier liefert sechs Streifen von 3 cm Breite. Man kommt schneller und leichter zum Ziel als mit Einzelbildchen. Der anfallende Ausschuß wird in Form von Einzelkopien wiederholt. Das Schnellarbeitsverfahren ist gerechtfertigt, weil Kleinbildkopien nur eine Übersicht über die Bildausbeute vermitteln können oder zum Einordnen ins Archiv Verwendung finden. In Groß-



Bild 388. MD-Kopierer 13 × 18 cm, Modell I, mit eingebauter Drucktasten-Belichtungsuhr. Friedrich Rodig, Dresden



Bild 389. MD-Tisch-Belichtungsuhr für 0,3...30 s mit Skalenbeleuchtung. Max Dutschke, Dresden

laboratorien wird der Arbeitsvorgang weiter mechanisiert bei der Herstellung von *Streifenkopien*. Bei ihnen wird der gesamte Kleinbildfilm auf einen Papierstreifen entsprechender Länge abgezogen.

Bei gewerblichen Kopierarbeiten verwendet man den *Kopierkasten* (Bild 388). In seinem Innern befindet sich eine gelbe Dunkelkammerbeleuchtung, die zum richtigen Einlegen des Papiers gebraucht wird, und eine einschaltbare helle Lampe für die Belichtung. Auf einer Opalglasscheibe werden zunächst die verschiebbaren Metallmasken auf das erforderliche Bildformat eingestellt. Dann legt man das Negativ mit der Rückseite auf die Glasplatte und legt das Papier, Schicht auf Schicht, darüber. Nun wird der Deckel geschlossen und das Papier belichtet. Als Belichtungshilfen dienen Drucktasten-Belichtungsuhrn (Bild 388). Die Belichtungszeit wird bei ihnen durch Niederdrücken eines Tasters eingestellt. Solange der Taster niedergedrückt ist, bleibt die Belichtungszeit unverändert; erst durch Niederdrücken eines anderen Tasters wird die Einstellung verändert. Andere Belichtungsuhrn haben Wählscheiben (Bild 389), die denen eines Telefonapparats ähneln. Sie enthalten meist einen äußeren Wählkreis für die kurzen und einen inneren für die langen Belichtungszeiten.

## XIV. Die Vergrößerung

### 1. Der Vergrößerungsapparat

(Hierzu Typentafel XV: Vergrößerungsgeräte)

Kopieren und Vergrößern haben viel Gemeinsames. Beide Prozesse unterscheiden sich nur durch eine verschiedene Lage des Negativs zum Positiv. Beim Kopieren liegen beide Schicht auf Schicht, beim Vergrößern räumlich getrennt, Schicht gegen Schicht, und zwischen ihnen befindet sich ein Objektiv.

Vergrößerungstechnik und Aufnahmetechnik sind einander entgegengesetzte Prozesse. Bei der Aufnahme ist die Bildweite meist kleiner als die Gegenstandsweite (Bild 129). Beim Vergrößern übertrifft die Bildweite die Gegenstandsweite an Größe. Wollen wir mit dem Aufnahmeapparat vergrößern, so müssen wir die Rückwand abnehmen und das Negativ von hinten durchleuchten. Dann entwirft das Objektiv ein vergrößertes Bild vor dem Apparat. Eine solche Anordnung kann im einfachsten Falle tatsächlich zum Vergrößern von Negativen dienen. Nach dem Entfernen der Kamerarückwand wird der Apparat mit einem Vergrößerungsansatz verbunden. In den meisten Fällen allerdings benutzt man einen selbständigen Vergrößerungsapparat, um den kostbaren Aufnahmeapparat nicht der Hitzeabstrahlung beim Vergrößern auszusetzen.

Der Vergrößerungsapparat ist im einfachsten Falle ebenfalls ein Kastenapparat mit eingebautem Objektiv. Bei geöffnetem Apparat setzt man den Kleinbildfilm in eine Führungsschiene und achtet darauf, daß ein volles Negativ im Bildfenster liegt. Dann schließt man den Kasten und legt bei Dunkelkammerbeleuchtung ein Vergrößerungspapier, Schicht gegen Schicht, in den Kopfteil des Kastens. Durch Einschalten der Beleuchtung hinter dem Negativ wird das Papier belichtet. Das Arbeiten mit dem *Vergrößerungskasten* gleicht vollkommen dem Kopierprozeß. Es bietet keinerlei technische Schwierigkeiten. Die Bedienung ist denkbar einfach. Bei richtiger Belichtungszeit und richtiger Entwicklung entstehen zwangsläufig



Bild 390. Kleinbild-Vergrößerungsapparat Manufoc mit Handeinstellung für Kleinbildnegative bis zum Format  $4 \times 4$  cm. VEB Filmsto-Projektion, Dresden



Bild 391. Kleinbild-Vergrößerungsgerät Autofoc II mit automatischer Scharfeinstellung bis zum Format  $4 \times 4$  cm. VEB Filmsto-Projektion, Dresden

gute und scharfe Vergrößerungen, ohne daß eine Scharfeinstellung vorgenommen wird. Den Vorteilen der bequemen Handhabung stehen gewisse Nachteile gegenüber, nämlich

die Bindung an ein festes Format der Vergrößerung,  
 die Bindung an einen festen Vergrößerungsmaßstab, der die Anfertigung von Ausschnittvergrößerungen unmöglich macht,  
 die Unmöglichkeit, während der Belichtung korrigierend die zu wenig gedeckten Teile zurückzuhalten.

Die typischen Vergrößerungsapparate (Bilder 390, 391, 393 und 400) sind wesentlich komplizierter gebaut. Sie bestehen aus

Grundbrett mit tragender Säule,  
 Lampengehäuse mit Lichtquelle und Zentriereinrichtung,  
 Kondensator oder Beleuchtungslinse zur gleichmäßigen Ausleuchtung des Negativs,  
 Filmbühne mit Negativhalter,  
 Objektiv,  
 Scharfeinstellung und  
 Papierhalter.

Auf dem *Grundbrett* ist die Säule meist festgeschraubt, die den Beleuchtungskopf trägt. Durch eine stabile Konstruktion muß gewährleistet sein, daß die Negativbühne und das Grundbrett einander parallel liegen und der Beleuchtungskopf

während der Arbeiten nicht vibriert. Die Höhe der Säule legt den maximalen Vergrößerungsmaßstab fest.

$$\text{Vergrößerungsmaßstab} = \frac{\text{Entfernung Negativ/Positiv}}{\text{Brennweite des Objektivs}} - 2$$

Beträgt zum Beispiel die Entfernung des Negativhalters vom Papierrahmen des Grundbretts 60 cm und die Brennweite des Objektivs 50 mm, so ist der maximale Vergrößerungsmaßstab  $\frac{60}{5} - 2 = 10$ . Man kann mit dem Apparat maximal 10fach vergrößern. Sofern der Beleuchtungskopf um  $180^\circ$  geschwenkt werden kann, läßt sich der Apparat an die Tischkante rücken und das Vergrößerungspapier auf dem Fußboden anheften. Das entspricht einer Erhöhung der Säule um die Tischhöhe von 80 cm. Dann ist die Entfernung Negativ/Positiv maximal  $60 + 80 = 140$  cm, und die maximale Vergrößerungsfähigkeit beträgt  $(140 : 5) - 2 = 26$  fach. Das aber wird in der Praxis kaum je ausgenutzt.

Kleinbild $24 \times 36$ mm	vergrößert auf	$13 \times 18$ cm	$18 \times 24$ cm	$30 \times 40$ cm
Lineare Vergrößerung:		5fach	7fach	11fach

Der *Beleuchtungskopf* umschließt lichtdicht die Lichtquelle. Als solche dient eine Lampe von 75...250 Watt. Sie darf auf der Rundung keinen Firmenaufdruck tragen, da dieser in der Vergrößerung mit abgebildet werden könnte. Nach der Art der Beleuchtung unterscheiden wir drei Typen:

*indirekte, weiche Beleuchtung* durch eine Opalglaslampe mit vorgeschalteter Zerstreuungsscheibe (Mattscheibe). Das Licht wird allseitig gestreut und ist diffus;  
*direkte, harte Beleuchtung* durch eine Projektionslampe und vorgeschalteten Kondensator. Das kräftige Licht wird durch den Kondensator gerichtet und trifft hart auf das Negativ;

der vielfach angewendete vermittelnde *Übergangszustand*.

Es werden der Opalglaslampe ein oder zwei Sammellinsen vorgeschaltet, die das diffuse Licht sammeln;  
 der Opalglaslampe wird ein Doppelkondensator vorgeschaltet;  
 der Projektionslampe werden ein Doppelkondensator und eine mattierte Streuscheibe vorgeschaltet.

Wie sich diese verschiedenen Beleuchtungsformen auf die Arbeitsweise auswirken, zeigt die Tabelle 87.

Wichtig ist eine vollkommen gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten Negativs. Die Lampe muß genau zentriert sein. Alle Markenapparate besitzen daher eine Zentriervorrichtung zur Ausrichtung der Lampe auf die Stelle der günstigsten Ausleuchtung.

In modernen Geräten werden bis zu 250 Watt-Opalglaslampen eingesetzt. Die hohe Lichtstärke bietet Gelegenheit zur Ausnutzung des *Schwarzschildeffekts*. Es entspricht die Schwärzung der Schicht nur bei mittleren Belichtungszeiten und mittleren Lichtintensitäten tatsächlich der eingestrahelten Lichtmenge. Bei langer Belichtungszeit und sehr schwachen Lichtintensitäten hingegen ist sie geringer, während die Schwärzung bei kurzer und sehr intensiver Beleuchtung stärker ist. Man erreicht also auch bei einander genau entsprechenden Lichtmengen mit kurzer Belichtung und intensiver Lichtquelle mehr als mit schwacher Lichtquelle und entsprechend längerer Beleuchtung. Die Brillanz der Bilder wird dabei gehoben.

Tabelle 87: Die Beleuchtung beim Vergrößern

Indirekte Beleuchtung	direkte halbdiffuse Beleuchtung	direkte Beleuchtung
weiches Licht, durch Opalglaslampe entworfen und durch Streuscheibe gleichmäßig verteilt	diffuses Licht, Projektionslampe + Kondensator + Streuscheibe oder Opalglaslampe + Kondensator	hartes Licht, durch Projektionslampe entworfen und durch Doppelkondensator gerichtet
für sehr harte Negative, zum Ausgleich von Unterbelichtung	Opalglaslampe + Sammellinsen	für kontrastarme Negative, zum Ausgleich von Überbelichtung
weniger gute Lichtausnutzung, längere Belichtungszeit		bessere Lichtausnutzung, kürzere Belichtungszeit
ausreichende Schärfe in der Vergrößerung, Bild neigt zur Weichheit, Korn wird unterdrückt, kleine Negativfehler werden unterdrückt		gestochen scharfe Vergrößerung, Bild neigt zur Härte, Korn und Negativfehler erscheinen deutlich

Auf der Negativbühne muß der Film parallel zur Grundplatte und vollkommen eben gehalten werden. Man spannt ihn in den *Negativhalter*. Dieser besteht meist aus zwei gegeneinander beweglichen planparallelen Glasplatten. Sie werden zunächst mit einem nichtfasernden Lappen sauber geputzt, und auch die Filmrückseite muß von Trockenresten gesäubert werden. Die Glasplatten müssen dann vor Fingerabdrücken bewahrt werden. Während der Arbeiten kann man sie nicht mehr mit einem Lappen blank reiben, sondern den einfallenden Staub nur noch mit einem Haarpinsel beseitigen. Denn sowohl die Glasplatten als auch die Schichtträger der Filme werden beim trockenen Reiben elektrisch und ziehen dann in der Luft umherfliegende Staubteilchen an. Die Glasplatten müssen geschliffene Ränder haben, damit sich die Filme an scharfen Rändern nicht beschädigen. Auch bei geschliffenen Rändern öffnet man den Negativhalter vor jeder Lageveränderung des Films, besonders beim Weiterziehen von Bild zu Bild, um den Film nicht zu zerkratzen.

Stark zusammengerollte Filme zeigen zwischen den zusammengepreßten Glasplatten häufig *Newtonsche Ringe*. Das sind kreis- oder ellipsenförmige Bildungen in den Regenbogenfarben. Sie bilden sich durch Interferenz an dünnen, ungleichmäßig dicken Luftschichten bei nicht genügend gleichmäßig angepreßtem Film. Man muß versuchen, durch kleine Lage- und Druckveränderungen innerhalb des Negativhalters die Ursache ihrer Bildung (verschieden dicke Luftschichten) zu beseitigen.

Es gibt auch Negativhalter ohne Glas aus verchromtem Metall mit ausgestanztem Bildfenster. Bei ihnen entfällt die Glasreinigung, und es können sich keine Newtonringe bilden. Aber in der Hitze der Beleuchtung besteht bei ihnen die Gefahr, daß

sich der Film krümmt und nicht vollkommen plan liegt. Man muß dann stärker abblenden, um Schwankungen in der Schärfe auszugleichen, und kommt zu längeren Belichtungszeiten und damit wieder zu längerer Hitzeeinwirkung.

Die Negativhalter müssen gleichzeitig das Bildfeld begrenzen, damit kein Nebenlicht durch die hellen Perforationsränder dringt. Bei Ausschnittvergrößerungen und kleineren Formaten legt man zweckmäßigerweise Abdeckmasken auf. Man vermeidet hierdurch, daß Streulicht, das nicht zum Bildaufbau dient, auf das Papier gelangt und die Brillanz der Bilder herabsetzt bzw. diese verschleiert.

Bei Markenapparaten kann der Negativhalter auch schief gelagert werden. Dann lassen sich stürzende Linien sehr präzise entzerren (Seite 341).

Das *Objektiv* ist entweder fest eingebaut, oder es wird das Aufnahmeobjektiv eingeschraubt. Aufnahmeobjektive sind im allgemeinen ganz besonders auf die Unendlichstellung korrigiert, die Objektive der Vergrößerungsapparate hingegen auf den Nahbereich. Man wendet Objektive mit der Brennweite 50...58 mm an. Günstig wirkt eine hohe Lichtstärke, damit das Bild bei genügender Bildhelligkeit scharf eingestellt werden kann, auch wenn es einmal stark gedeckt ist. *Nach der Einstellung blendet man prinzipiell ab.* Die günstigsten Blendenwerte beim Vergrößern liegen etwa bei  $f = 4,5 \dots 8$ . Durch das Abblenden erreicht man eine Erhöhung der Tiefenschärfe bei nicht vollkommener Planlage des Films, ein Ausschalten der weniger gut korrigierten Randpartien des Objektivs und ein Abdunkeln zarter Negative, um die Belichtungszeiten genauer abstimmen zu können. Müssen stürzende Linien entzerrt werden, so muß man sehr stark abblenden. In diesen Fällen ist die Anwendung von Weitwinkelobjektiven mit einer Brennweite von 35 mm vorteilhaft, weil man dann weniger abblenden muß. Bei einer Beleuchtung mit 75 oder 100 Watt-Lampen ist eine Schädigung der Aufnahmeobjektive durch die Hitzestrahlung nicht zu erwarten. Doch vermeidet man bei ihrer Anwendung unnützlich lange Bestrahlung, vor allem bei kleiner Blendenöffnung, die zu Wärmestauungen im Objektiv führt.

Die *Scharfeinstellung* wird bei vielen Vergrößerungsgeräten durch Handeinstellung am Schneckengang des Objektivs vorgenommen (Bild 390). Zunächst verschiebt man den Beleuchtungskopf an der Tragsäule senkrecht, bis die richtige Bildfeldgröße erreicht ist. Dann folgt die Scharfeinstellung. Bei teuren, neuzeitlichen Geräten wird die Scharfeinstellung gleichzeitig mit der Bildfeldeinstellung vollautomatisch durchgeführt (Bilder 391 und 400). Bei jeder Veränderung der Bildgröße wird durch Kupplung gleichzeitig auf den höchsten Schärfegrad eingestellt. Das bedingt die Benutzung des Original-Negativhalters. Von Zeit zu Zeit überprüft man die automatische Scharfeinstellung; bei Abweichungen von der höchsten einstellbaren Schärfe muß die Kupplung nachjustiert werden. Der Kupplungsmechanismus ist relativ empfindlich und erfordert pflegliche Behandlung.

Für Geräte mit Handeinstellung wurde das Scharfeinstellgerät SG 71 (VEB Fernmeldewerk Leipzig) für stark gedeckte Negative und für hohe Vergrößerungsmaßstäbe entwickelt. Beim Arbeiten im Lichtkegel des Vergrößerungsapparats wird ein besonders helles Teilbild auf einem Spiegel entworfen und durch eine Lupe vergrößert betrachtet.

Der *Papierrahmen* nimmt das Vergrößerungspapier auf. Nur bei sehr großen Formaten muß man es an den Rändern aufzwecken. Die Rahmen halten das Papier in ebener Lage und decken die Ränder ab, so daß das fertige Bild von einem weißen Rande umgeben ist. Wir unterscheiden



Bild 392. Vergrößerungskassette (Papierrahmen) mit verschiebbaren Stahlleisten zur Einstellung auf die verschiedenen Vergrößerungsformate

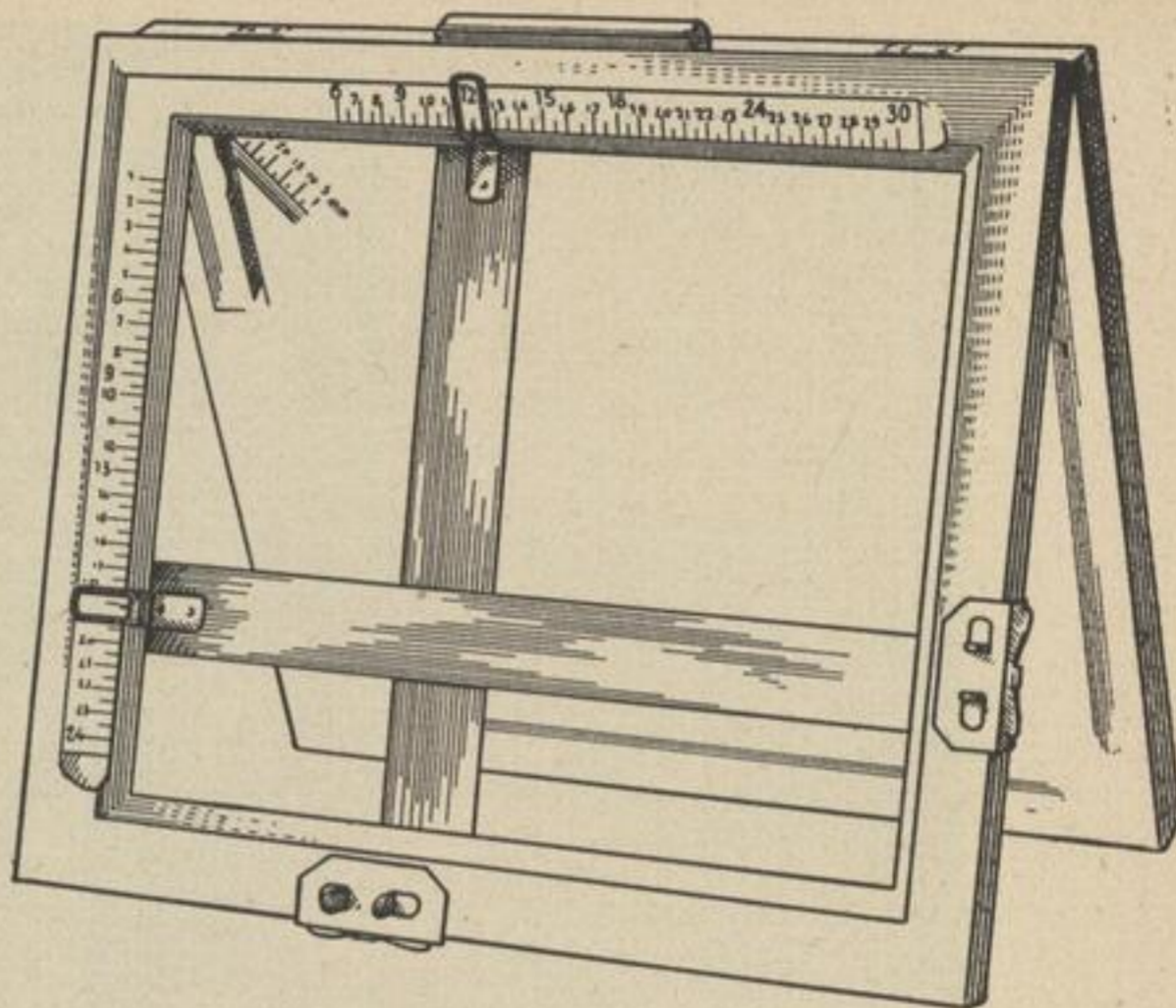
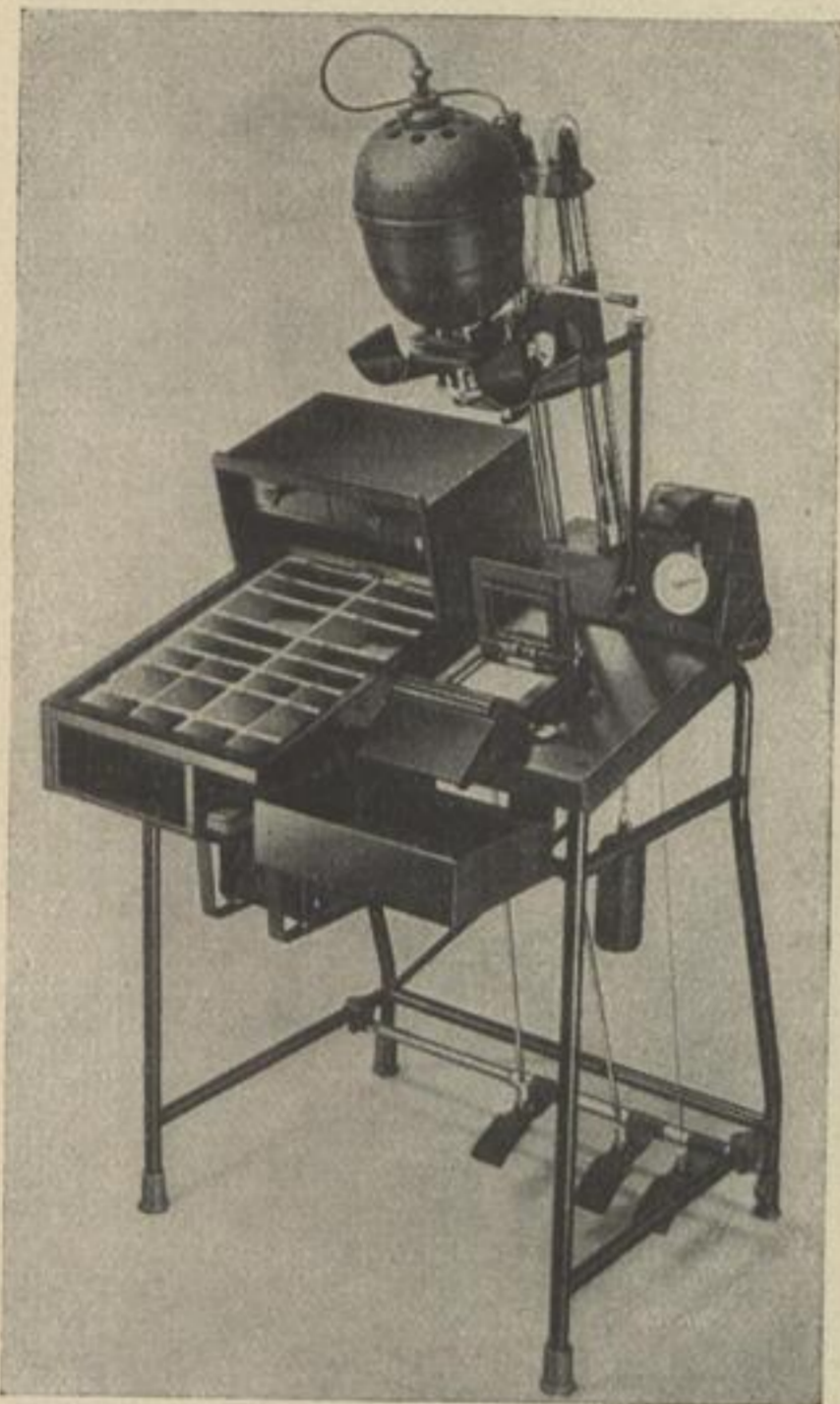


Bild 393. Focomator. Variabler Schnellvergrößerer für Schwarzweiß- und Colorvergrößerungen nach Kleinbildnegativen mit automatischer Scharfeinstellung bis zu 8,5facher Vergrößerung. Links: Abstellbord für Zubehör, davor Papieraufbewahrungskasten mit lichtdichtem Rollover schluß. Rechts: Kopierrahmen mit Fallschacht und Papierfänger für die belichteten Papiere, Belichtungsschaltuhr mit Vergrößerungsanzeiger. Unten: Fußhebelschaltung für Sparschaltung bei der Bildeinstellung, Lösen des Kopierrahmens zur Bildausschnitt-einstellung und Betätigen der Belichtungsschaltuhr. Ernst Leitz, Wetzlar

- Papierrahmen für bestimmte Formate; sie bestehen aus Grundbrett und aufklappbarer Randmaske;
- Papierrahmen für alle Formate aus Grundbrett, Einstellkarton mit Formatbegrenzung und aufklappbarer Glasplatte (Vergrößerung ohne weißen Rand);
- Papierrahmen für alle Formate mit verschiebbaren Stahlleisten (Vergrößerungen mit weißem Rand; Bild 392);
- elektroautomatische Kopierbretter mit verstellbaren Masken und Papieranschlängen für Serienaufnahmen im Fotolabor. Beim Niedertreten eines Fußschalters springt der Rahmen auf, und das belichtete Papier wird ausgeworfen. Das neu eingelegte Papier wird automatisch in die richtige Anlagstellung gebracht, und der Rahmen schließt sich (Bild 393).

Eine vollautomatische Arbeitsweise beim Vergrößern ist bis ins kleinste beim Focomator (Bild 393) durchgebildet. In Fächern mit lichtdichtem Rollover schluß sind die Fotopapiere untergebracht. Der Vergrößerungsapparat hat automatische Scharfeinstellung. Eine Belichtungsuhr wird auf die Belichtungszeit eingestellt. Ein Zahlenwerk zeigt den Vergrößerungsmaßstab an.

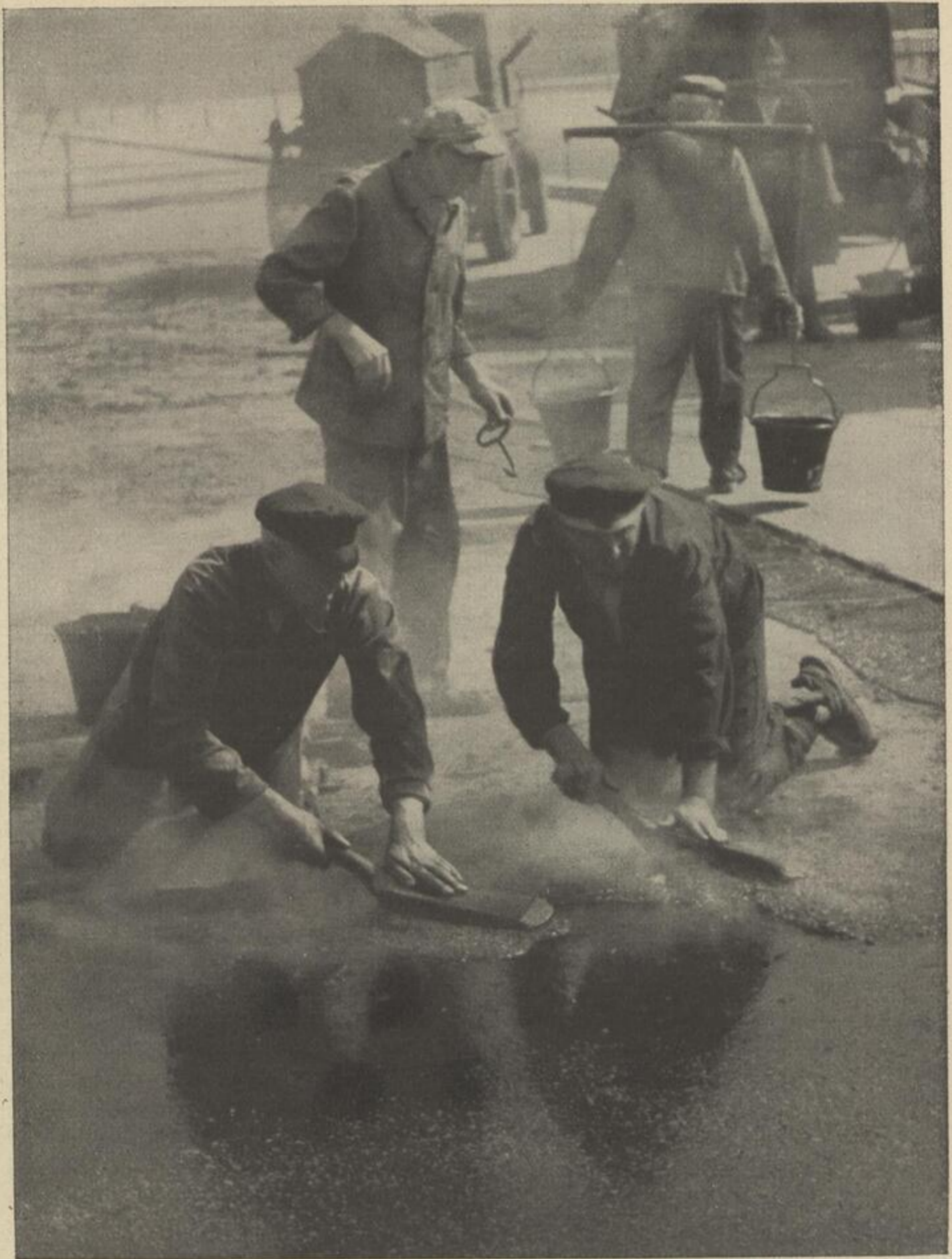


Bild 394. Asphaltarbeiter. Beispiel einer lebendigen Gestaltung des Themas „Der schaffende Mensch“.  
Eberhard Buschmann, Dresden; Exakta Varex; Biotar 2/58; Blende 5,6;  $\frac{1}{100}$  s

Mit Fußhebel 1 (links) wird die Sparschaltung betätigt, die zum Einstellen des Bildfeldes dient. Hebel 2 (Mitte) löst die Fixierung des Kopierrahmens aus, damit man ihn auf das günstigste Bildfeld verschieben kann. Beim Lösen des Hebels ist er in seiner Lage wieder fixiert. Bei Tastendruck klappt der Maskenrahmen des Kopierbretts hoch, das belichtete Papier wird ausgeworfen und fällt durch einen Schacht in den Fangkasten. Das Papier wird beim Einlegen durch Greifer in die richtige Lage gebracht und festgehalten; das Handeinlegen entfällt. Beim Niederdrücken des Rahmens wird das Papier auf der Rückseite durch Stempelinrichtung mit der Auftragsnummer versehen, die gleichfalls auf ein gummiertes Papier für die Auftrags tasche gestempelt wird. Beim Niedertreten der 3. Fußtaste (rechts) wird die Belichtungsuhr eingeschaltet, die ihrerseits die richtige Belichtung garantiert. Das Bild wird auf einem weißen *Einstellkarton* eingestellt, der bei der Aufnahme durch das Vergrößerungspapier ersetzt wird. Auf diese Weise vermeidet man die geringfügigen Höhendifferenzen, die das Bild aus der Ebene der höchsten Schärfe herausbringen könnten.

Die *Belichtungszeit* wird durch Schätzen der Bildhelligkeit auf dem Einstellkarton ermittelt. Vorher sortiert man die Negative nach gleichmäßiger Deckung und Gradation, so daß bei einer Serie nicht mit wesentlichen Veränderungen der Belichtungszeit zu rechnen ist. Man kann dann längere Zeit auf Papiere gleicher Gradation arbeiten. Durch Belichten von Probestreifen überzeugt man sich von der Richtigkeit des Schätzwertes. Bei Serienarbeiten empfiehlt es sich, ein Probepapier stufenweise zu belichten. Man gibt zunächst nur einen Streifen des Papiers frei, dann rückt man mit der Abdeckpappe einen Streifen weiter. Der letzte Streifen ist nur eine Zeiteinheit belichtet worden, der vorletzte insgesamt 2, der drittletzte 3 usf. Beim Entwickeln erkennt man dann sofort die richtige Belichtungszeit.

Es werden auch fotoelektrische Belichtungshilfen angeboten, mit denen man die Durchschnittshelligkeit des Negativs durch Lichtmessung unterhalb des Objektivs feststellt.

*Belichtungsuhren* zum Einhalten einer exakten Belichtungszeit sind sehr praktisch. Sie werden in den Stromkreis eingeschaltet und garantieren das Einhalten der eingestellten Zeitwerte.

Für sehr stark gedeckte Negative und bei sehr starken Abblendungen wird die Belichtungszeit übermäßig verlängert. Man arbeitet dann mit 250 Watt-Nitratfotlampen zur Beleuchtung; denn das Bild wird bei kürzerer und dabei intensiverer Beleuchtung kontrastreicher als bei lange währender schwacher Durchleuchtung.

## 2. Die Vergrößerungspapiere

(Hierzu Typentafel XIV: Fotografische Papiere)

Über die Vergrößerungspapiere wurde bereits gesprochen. Meistens arbeitet man mit den lichtempfindlichen Silberbromidpapieren. Nur für sehr flau Negative wählt man die kräftiger arbeitenden, aber geringempfindlichen Gaslichtpapiere, die kontrastreichere, brillantere Bilder ergeben. Eine besondere Bedeutung kommt den Silberchloridbromidpapieren zu, wie zum Beispiel Kodak-Bromesko. Sie erfordern zwar etwas längere Belichtungszeiten als die reinen Silberbromidpapiere. Dafür aber ergeben sie Vergrößerungen von besonderer Kraft und neigen zu warmen Tönen. Ihre vorzüglichen Eigenschaften werden in Amateurräumen oft noch nicht genügend beachtet.



Bild 395

336

Bei starken Vergrößerungen wirken die weißen Papiere mit glänzender oder halbmatter Oberfläche oft sehr nüchtern und kalt, während man mit Spezialoberflächen künstlerische Wirkungen erzielen kann. Das gilt zum Beispiel für die samtglänzende Oberfläche von Agfa-Veluto, die leichtglänzende, aufgeraute Oberfläche von Kodak-Royal und die samtartige Oberfläche von Voigtländer-Gevaluxe, bei der die Schicht aufgeraut ist und die einzelnen Papierfäserchen von Emulsion umgeben sind. Die Vergrößerungen erhalten hierdurch eine ausgesprochene Tiefenwirkung und Plastik.

### 3. Die Dunkelkammerbeleuchtung

Für Vergrößerungspapiere ist Orangelicht oder Gelbgrünbeleuchtung zulässig. Man setzt das Papier in trockenem Zustande auch dieser Lichtquelle nicht unnötig aus, sondern arbeitet bevorzugt im Halbschatten eines aufgestellten Kartons oder Brettes. Beim Entwickeln schiebt man den Karton nur ab und zu zur Kontrolle beiseite und arbeitet erst dann im Direktlicht, wenn der Endpunkt der Entwicklung näherrückt, der genau abgepaßt werden muß.

Im allgemeinen bevorzugt man beim Verarbeiten der Vergrößerungspapiere eine gelbgrüne Dunkelkammerbeleuchtung (Agfa-Filter 113). Im Orangelicht erscheint das Bild dunkler und kontrastreicher als bei Tageslicht, so daß man anfangs leicht zu Fehlbeurteilungen kommt. Beim Grünlicht erscheinen die Kontraste und die Schwärzung nahezu gleichartig denjenigen bei Tageslicht.

### 4. Die Wahl des Ausschnitts

Besonders wichtig ist die richtige Ausschnittwahl. Nicht immer wurde bei der Aufnahme der günstigste Ausschnitt gefunden. Das gilt besonders für Schnappschüsse und Motive, zu denen man nicht die richtige Entfernung einnehmen kann (Bild 395). Beim Vergrößern stellt man zunächst auf das gewählte Bildformat ein. Durch den schwarzen Rahmen des Kopierbretts erfährt das Bild eine klare Begrenzung. Beim Aufwärtsbewegen des Vergrößerungskopfes wird der Vergrößerungsmaßstab vergrößert, und man variiert nun den Bildausschnitt auf dem gewählten Papierformat so lange, bis alle störenden und unwichtigen Details außerhalb des Bildfelds liegen, bis das Motiv klar und gut im Raum steht. Diese Arbeit ist zeitraubend, aber sehr wichtig und lohnend (Bilder 396...399). Auf einem guten Ausschnitt beruht oft die überzeugende Bildwirkung der fertigen Fotografie. Das Ausprobieren des richtigen Bildausschnitts nimmt man stets auf Einstellkarton und nicht auf das Vergrößerungspapier bei vorgeschaltetem Orangefilter vor. Denn erstens schluckt das Orangefilter viel Licht, und die Beurteilung fällt schwerer; und zweitens kann man sich beim Einstellkarton Zeit nehmen und braucht trotzdem nicht zu befürchten, daß das Vergrößerungspapier durch Lichteinwirkung verschleiert. Beim Einstellen in dem gewählten Vergrößerungsmaßstab muß das Bild klar und kräftig auf dem Einstellkarton erscheinen. Flaue, wenig kontrastreiche Aufnahmen scheiden aus, oder man muß sich auf eine kleinere Bildwiedergabe beschränken. Sonst erhält man keine befriedigenden Resultate.

Bild 395. Die Ausschnittwahl. Das Kleinbild links unten ist eine unbedeutende Serienaufnahme. Das erfaßte Motiv hat keine Bildwirkung. Ein kleiner Ausschnitt des Bildfeldes, stärker vergrößert, ergibt ein völlig anderes Bild und schildert einprägsam das Kleinstadtmilieu



Bild 396. Planschende Kinder (Vorschlag 1): Gesamtnegativ (unbeschnitten)

Bilder 396...399. Wer wählt den richtigen Bildausschnitt? Vier Vorschläge zur Lösung; welcher ist der beste?

Beim Beurteilen deckt man die nichtverwendeten Teile auf Bild 396 durch weißes Papier ab. Sie werden dann auch feststellen, daß es noch andere Möglichkeiten gibt



Bild 397. Planschende Kinder (Vorschlag 2)



Bild 398. Planschende Kinder (Vorschlag 3)

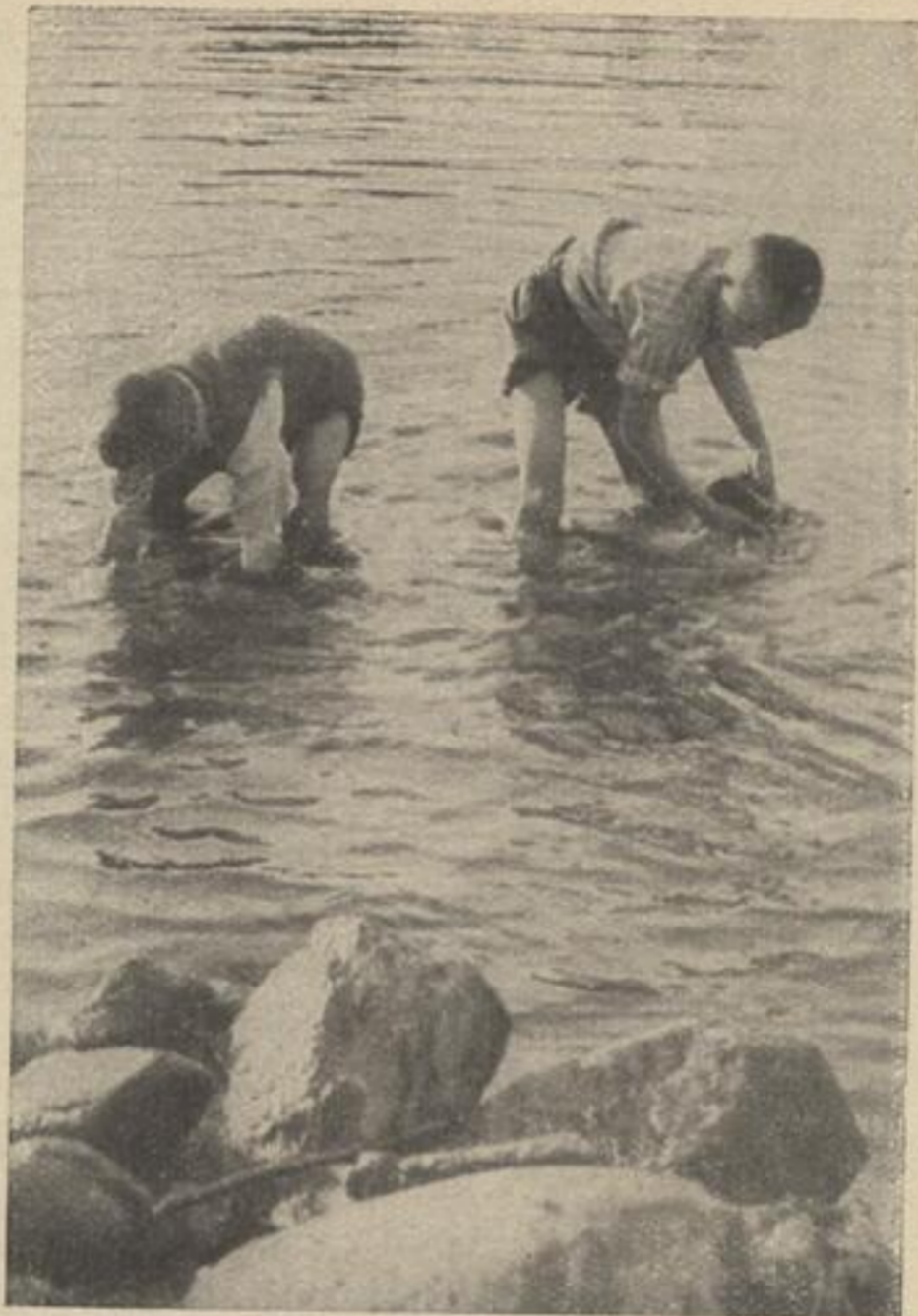


Bild 399. Planschende Kinder (Vorschlag 4)

### 5. Die Scharfeinstellung

Nach der Wahl des Vergrößerungsmaßstabs und der Festlegung des Bildformats wird auf das Negativ bei voller Blendenöffnung scharf eingestellt. Bei sehr stark gedeckten Negativen stößt die Einstellung auf Schwierigkeiten. Dann tauscht man das Negativ gegen ein *Testnegativ* aus, das auf glasklarem Grund ein sehr feines geometrisches Linienwerk aufweist. Mit seiner Hilfe kann die Einstellung auf höchste Schärfe mühelos erreicht werden. Dann tauscht man beide Negative wieder gegeneinander aus. Die gleiche Einstellung mit Testnegativ ist bei Weichzeichneraufnahmen zu empfehlen, bei denen die Beurteilung des richtigen Schärfegrads zuweilen schwierig sein kann.

### 6. Streulicht

Sobald nicht das gesamte Negativformat für das Bild ausgenutzt wird, fällt durch die nicht verwendeten Teile des Negativs ebenfalls Licht und wirkt als Streulicht auf das Vergrößerungspapier ein. Bei langen Belichtungszeiten verschleiert das Bild; bei kürzeren Zeiten wirkt das Streulicht kontrastmindernd. Die Vergrößerungen fallen flau aus. Die helle Nebenstrahlung muß durch Abdecken des Negativs mit passenden Masken verhindert werden. Namentlich bei starken Vergrößerungen kann das Streulicht die Oberhand gewinnen und die gesamte Vergrößerung kraftlos werden lassen. Außerdem kommt es vor, daß der Strahlenkegel des Streulichts den unteren Teil der Metallsäule beleuchtet und daß störendes Reflexlicht auf das Bild fällt. Es entstehen dunkle diffuse Bildstellen.

## 7. Die Belichtung

Tabelle 88: Die Belichtungszeit beim Vergrößern

Die Belichtungszeit wird verringert	wird verlängert
mit zunehmendem Öffnen der Blende, mit geringerem Vergrößerungsmaßstab, mit abnehmender Negativdichte	mit zunehmendem Abblenden, mit zunehmendem Vergrößerungsmaßstab, mit zunehmender Negativdichte
Vergrößerungsmaßstab 1: Verhältnis der Belichtungszeiten	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 1 : 2 : 4 : 6 : 9 : 12 : 16 : 20 : 25 : 30

Zur Probelichtung legt man ein Probepapier auf und belichtet es streifenweise, indem man den Hauptteil abdeckt und in regelmäßigen Abständen streifenweise freigibt. Nach der Belichtung entwickelt man das Papier 2 Minuten und fixiert es aus. Nun kann man die richtige Belichtungszeit unmittelbar aus der Probe ansehen. Läuft ein Streifen schwarz an, so war die Belichtung zu reichlich, kommt er zu spät, so war die Belichtung zu knapp.

## 8. Abwedeln

Bei Landschaftsaufnahmen ist häufig der Himmel zu stark gedeckt, während die Landschaft normal kommt. In der Vergrößerung erhält man dann entweder eine zu dunkle Landschaft mit guter Darstellung des Himmels oder einen kreidig weißen Himmel ohne Wolken bei zufriedenstellender Landschaft. Zum Belichtungs- ausgleich belichtet man zunächst auf die wenig gedeckten Teile, die Landschaft, normal. Dann belichtet man weiter auf die gedeckten Teile und bewegt dabei unterhalb des Objektivs ein Stück Pappe im Strahlengang derart, daß die Landschaft abgedunkelt und nur die Himmelsfläche für die Lichtstrahlen freigegeben ist. Durch ständiges leichtes Bewegen der Abdeckpappe muß man dafür sorgen, daß keine festen Konturen entstehen. Dabei spielt es keine Rolle, wenn zum Beispiel Teile eines Baumes in den Himmel ragen. Man hält die Abdeckpappe entsprechend oder schneidet vorher in die Pappe die erforderliche Kontur. Soll nur eine kleine, zu stark gedeckte Stelle in einem Normalnegativ länger belichtet werden, so schaltet man in den Strahlengang ein Stück schwarzes Papier, das einen sternförmigen Ausschnitt hat. Das Licht kann nur durch die Aussparung fallen. Man bewegt das Papier, um scharfe Konturen zu vermeiden, und richtet es in der Höhe derart ein, daß gerade der zu stark gedeckte Teil weiter belichtet wird.

Kleine Bildteile, die zu wenig gedeckt sind, werden zurückgehalten, indem man einen sternförmig geschnittenen kleinen Karton an einem Draht befestigt und im Strahlengang über der betreffenden Stelle bewegt.

Beim Abwedeln wird die Begrenzung zwischen abgedecktem und freiem Teil um so schärfer hervorgehoben, je näher die Abdeckpappe dem Vergrößerungspapier liegt; die Begrenzung wird um so weniger scharf und demzufolge auch um so weniger hervortreten, je weiter die Pappe dem Objektiv genähert ist.



## 9. Entzerren

Je stärker der Apparat bei der Aufnahme mit der optischen Achse aus der Waag- rechten gekippt wurde, desto stärker stürzen die Linien im Negativ. Das Bild läßt sich beim Vergrößern entzerren. Man stellt das Kopierbrett derart schräg in den Strahlengang, daß die senkrechten Linien des Objekts nunmehr im Positiv parallel verlaufen. Dann stellt man die höchste Schärfe auf Bildmitte ein und blendet so stark ab, daß das Gesamtbild scharf erscheint.

Wesentlich günstiger kann mit Apparaten (zum Beispiel mit Focomat I; Bild 400) entzerrt werden, bei denen auch der Negativhalter schräg gelagert werden kann. Die Schräglage muß entgegengesetzt derjenigen des Kopierbrettes sein (Bild 401). Dann wird nach dem gleichen Prinzip bereits ein Schärfenausgleich erreicht wie beim Schrägstellen der Mattscheibe und der Standarte während der Aufnahme (S. 206, Bild 263). Man braucht nicht mehr übermäßig stark abzublenden und kommt mit kürzeren Belichtungszeiten aus.



Bild 400. Focomat Ic. Vergrößerungsgerät für Klein- bildnegative bei automatischer Scharfeinstellung mit eingebautem Entzerrungsgerät. Ernst Leitz, Wetzlar Die Höhenverstellbarkeit des Beleuchtungskopfes ist durch Doppelabbildung angedeutet

Bild 402. Allseitig schwenkbarer Negativhalter im Focomat Ic, der in die Filmbühne gesetzt wird

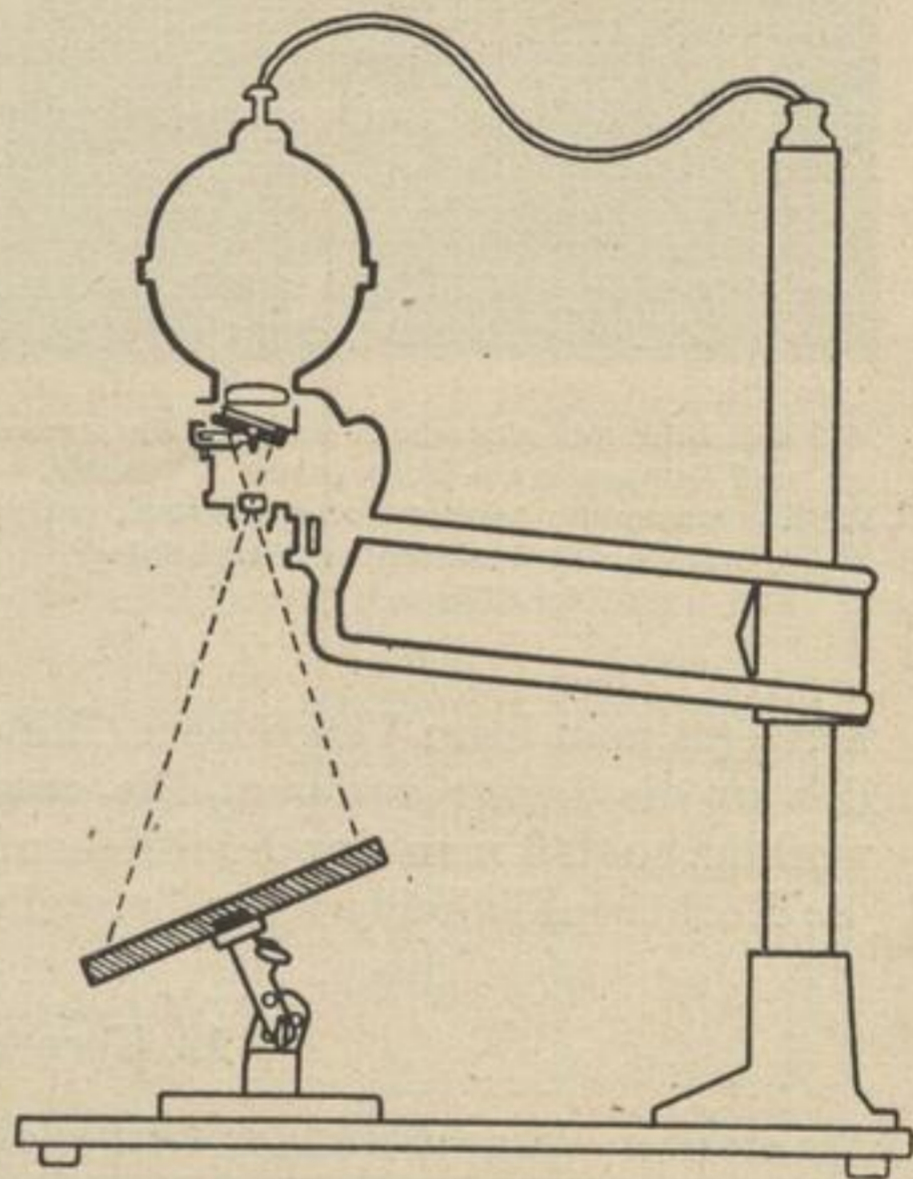


Bild 401. Schematischer Schnitt durch den Foco- mat I beim Entzerren. Negativhalter und Ver- größerungsbrett sind entgegengesetzt schräg ge- lagert

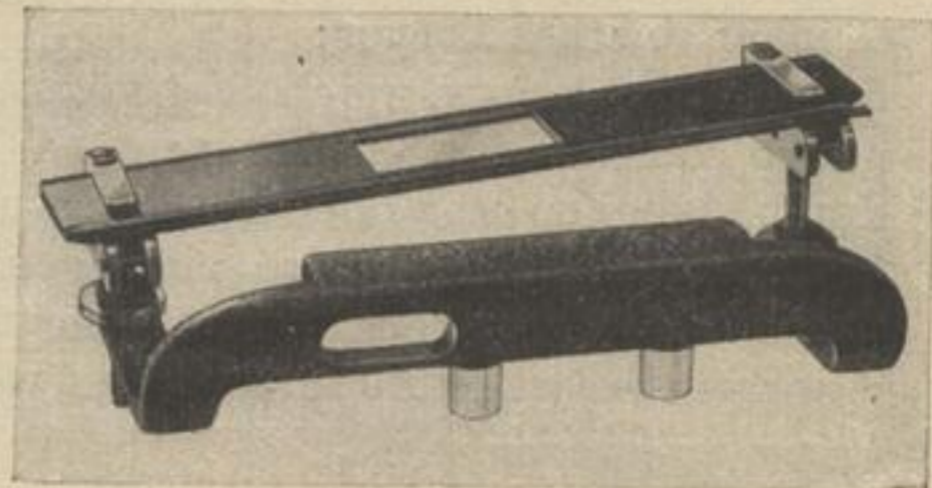




Bild 403. Bild mit stürzenden Linien. Markussäule und Campanile am Dogenpalast in Venedig. Die Kamera mußte bei der Aufnahme stark gekippt werden. Die Senkrechten stürzen daher im Bilde zusammen



Bild 404. Entzerrtes Bild. Das gleiche Negativ, das dem Bild 403 zugrunde lag, ergab beim Entzerren im Focomat I c (Bilder 400 und 401) dieses Bild mit dem geraden Linienverlauf

Entzerrt man beim Vergrößern (Bilder 403 und 404), so wird das Bild nachträglich in die Länge gezogen. Die gesamte Vergrößerung wird außerdem schiefwinklig, so daß man durch seitlichen Beschnitt (Wegschneiden kleiner Rechtecke) die Rechtwinkligkeit wieder herstellen muß.

### 10. Korn und Vergrößerung

Bei starken Vergrößerungen tritt leicht das Korn der Schicht in den glatten Graufächen störend hervor. Man kann das Korn unterdrücken

durch kornschluckende Papieroberflächen, zum Beispiel Royal-Feinkorn, Velvet; durch Vorsetzen einer Weichzeichnerlinse vor das Objektiv des Vergrößerungsapparates. Dann greifen die Lichter in die Schatten über. Die Einzelkörner der Schicht werden zu einem Grauton zusammengezogen und treten nicht mehr so stark hervor;

durch normale bzw. weiche Vergrößerungspapiere. Hart arbeitende Papiere heben das Korn deutlicher hervor;

durch Arbeiten mit offener Blende und mit diffusem Licht (ohne Kondensator); die höchste Schärfe wird leicht gemildert;

durch teils längere, teils kürzere Belichtung, teils längere, teils kürzere Entwicklung, wobei die Graustufe unterdrückt werden muß, die das Korn maximal zeigt.

## XV. Die Entwicklung

### 1. Ansetzen des Entwicklers

Für die Entwicklung braucht man Rapidentwickler. Man kann sie entweder fertig kaufen oder selbst ansetzen. Feinkornentwickler sind unbrauchbar, da sie mißfarbige Bilder ergeben. Bevorzugt wird Metol-Hydrochinon-Entwickler. Dabei ergeben sich folgende Variationsmöglichkeiten:

	wenig	viel
Natriumsulfit Natriumkarbonat (Soda)	kräftiger Bildton ungünstiger Bildton	bräunlicher Bildton kräftiger Schwarzton, aber Schleierneigung
Kaliumbromid	wirkt schleierwidrig	Verlängerung der Entwicklungszeit bei klarbleibendem Bild und grün-schwarzem Bildton

Beim Selbstansetzen kann man für die einzelnen Vergrößerungen verschiedenartige Entwickler wählen, die dem Negativcharakter angepaßt sind.

Tabelle 89: Entwickler für Vergrößerungen

Rezept Art des Negativs . . . . .	normale Negative	wenig kontrastreiche Negative	flaue Negative	harte Negative
Entwickler . . . . .	Agfa 100	Agfa 115	Agfa 108	Agfa 105
Charakter . . . . .	Normalentwickler	Spezialentwickler	hart arbeitender Entwickler	weich arbeitender Entwickler
Metol . . . . .	1 g	2 g	5 g	15 g
Natriumsulfit, wasserfrei . . . . .	13 g	25 g	40 g	75 g
Hydrochinon . . . . .	3 g	6 g	6 g	—
Kaliumkarbonat . . . . .	—	—	40 g	75 g
Natriumkarbonat, wasserfrei . . . . .	26 g	33 g	—	—
Kaliumbromid . . . . .	1 g	0,5 g	2 g	2 g
Gelöst zu . . . . .	1000 ml	1000 ml	1000 ml	1000 ml
Beim Ersatz entsprechen 2 g Natriumsulfit krist. 1 g wasserfrei 2,7 g Natriumkarbonat krist. 1 g wasserfrei				
Entwicklereigenschaften . . . . .	normal entwickelnd	kräftig entwickelnd	hart entwickelnd	weich entwickelnd
Entwicklungsdauer: 1...2 Minuten				

Für individuelle Entwicklung empfiehlt sich auch das Selbstansetzen eines Metol-Hydrochinon-Entwicklers in getrennten Vorratslösungen. Die konzentrierten getrennten Lösungen halten sich längere Zeit. Beim Entwickeln kann man beliebig variieren und sich dem Negativcharakter gut anpassen:

Tabelle 90: Entwickler, in getrennten Stammlösungen angesetzt

	Stamm- lösung I	Stamm- lösung II	Stamm- lösung III	Lösung <sup>1)</sup> IV
Destilliertes Wasser . . . . .	250 ml	250 ml	250 ml	10 ml
Metol . . . . .	4 g	—	—	—
Hydrochinon . . . . .	—	5 g	—	—
Natriumsulfit, wasserfrei . . . . .	35 g	25 g	—	—
Kaliumkarbonat (Pottasche) . . . . .	—	—	40 g	—
Kaliumbromid . . . . .	—	—	—	1 g

<sup>1)</sup> Lösung IV kommt in eine Tropfenflasche.

Für Kopien und Vergrößerungen mischt man je nach Bedarf in Volumenteil:

Tabelle 91: Anwendung des Entwicklers aus getrennten Stammlösungen beim Vergrößern

Belichtung	Stammlösung					
	I	II	III	Wasser	IV <sup>1)</sup>	
<b>Unterbelichtung</b>	2	0,5	2	20	—	eventuell anwärmen!
<b>Normalbelichtung</b>						
weich . . . . .	2	0,5	1	10	10	
kräftig . . . . .	1	1	1	10	10	
hart . . . . .	0,5	2	1	5...8	10	
sehr hart . . . . .	—	2	1	3	10...20	
<b>Überbelichtung</b>	1	2	1	—	10...15	abkühlen
oder	—	3	0,5	—	10...15	abkühlen

<sup>1)</sup> Tropfen auf 100 ml Lösung.

## 2. Das Entwickeln

Zum Entwickeln führt man das Papier bei geneigter Schale in einem Zuge unter die Flüssigkeit, so daß keine Luftblasen auf der Schicht haften bleiben.

Landschaftsteile, die im Verhältnis zum Himmel zu rasch kommen, hebt man aus dem Bade und hält sie damit zurück. Bildteile, die nicht genügend rasch kommen, reibt man mit der Fingerbeere, um dauernd neuen Entwickler zuzuführen und die Bildstelle gleichzeitig etwas zu erwärmen; beides befördert den Entwicklungsvorgang. Man kann auch mit dem Finger konzentrierten Entwickler auf eine solche Bildstelle verreiben, um eine partiell stärkere Entwicklung zu erreichen.

Um die Kontraste sehr harter Negative herabzumindern, badet man das belichtete Papier vor der Entwicklung in einer 1%igen Lösung von Kaliumdichromat  $K_2Cr_2O_7$  etwa 1 Minute lang. Dann wird das Papier unter der Wasserleitung abgespült und, wie gewöhnlich, in normal arbeitendem Entwickler hervorgerufen.

### 3. Zwischenwässerung

Nach dem Entwickeln wird das Positiv in Wasser gespült. Besser ist als Unterbrechungsbad eine 2%ige Eisessiglösung. Dann entwickelt das Positiv nicht mehr nach, und die Entwicklerreste werden vor dem Übergang in das Fixierbad chemisch vernichtet.

### 4. Fixieren und Wässern

Als Fixierbad verwendet man ein saures Fixierbad des Handels oder setzt sich ein solches nach den Vorschriften S. 313 an. Nach dem Fixieren werden die Vergrößerungen etwa 1 Stunde in fließendem Wasser oder 2 Stunden in stehendem Wasser bei etwa 8maligem Wasserwechsel gewässert. Die Bilder können auch über Nacht im Wasser verbleiben. Kaltes Wasser behindert das Wässern; warmes Wasser beschleunigt die Diffusion der Stoffe; zu warmes Wasser bewirkt Blasenbildung und Ablösen der Gelatine. Um auch letzte Spuren von verschlepptem Fixierbad zu beseitigen, kann man die Bilder etwa 2 Minuten in einer 1%igen Sodalösung vorbaden und dann wässern (10 g Soda in 1000 ml Wasser). Dann braucht man nur die Hälfte der Zeit zu wässern und ist außerdem sicher, daß sich später keine Flecken bilden.

Beim Wässern legt man die Blätter möglichst auf einen Lattenrost, damit die schwereren Salzlösungen ungehindert nach unten sinken können. Oder man befestigt an den Papierrändern Korkklammern, damit die Blätter zum Beispiel im Wasser einer Badewanne schwimmen.

Bleiben Reste von Silbersalzen oder Fixierbad in der Schicht zurück, so vergilben die Bilder nach einiger Zeit.

### 5. Trocknen

Nach dem Wässern nimmt man das überschüssige Wasser mit einem Viskoseschwamm auf und legt die Papiere auf saugendes Fließpapier, sofern man keine Hochglanzabzüge herstellen will. Meist krümmen sich die Papiere beim Trocknen. Sie werden dann mit der Rückseite über eine Tischkante gezogen, wobei man mit dem Handballen der zweiten Hand behutsam gegen die Schicht drückt. Will man die Bilder auf Hochglanz bringen, so wendet man das auf S. 325/326 beschriebene Verfahren an.

### 6. Die Bildtonung

In Metol-Hydrochinon entwickelte, einwandfrei fixierte und gewässerte Kopien und Vergrößerungen kann man nachträglich tonen. Wir unterscheiden eine indirekte Tonung in zwei Arbeitsgängen und die Direkttonung in einem Arbeitsgang (siehe Tabellen 92 und 93, S. 346 und 347!).

### 7. Die Positivretusche

Bei Kopien und noch mehr bei Vergrößerungen läßt sich eine Positivretusche selten vermeiden. Sie ist bei matten Papieroberflächen leicht, bei glänzenden Oberflächen schwer durchführbar. Wir unterscheiden:

a) *Trockenretusche* mit dem Bleistift, der gut angespitzt sein muß. Man setzt an den hellen Stellen im Positiv drucklos Punkt neben Punkt, bis der Grauton mit dem Tonwert der Umgebung übereinstimmt. Papiere mit glänzender Oberfläche nehmen keinen Bleistift an; sie müssen auf nassem Wege mit Farbe retuschiert werden.

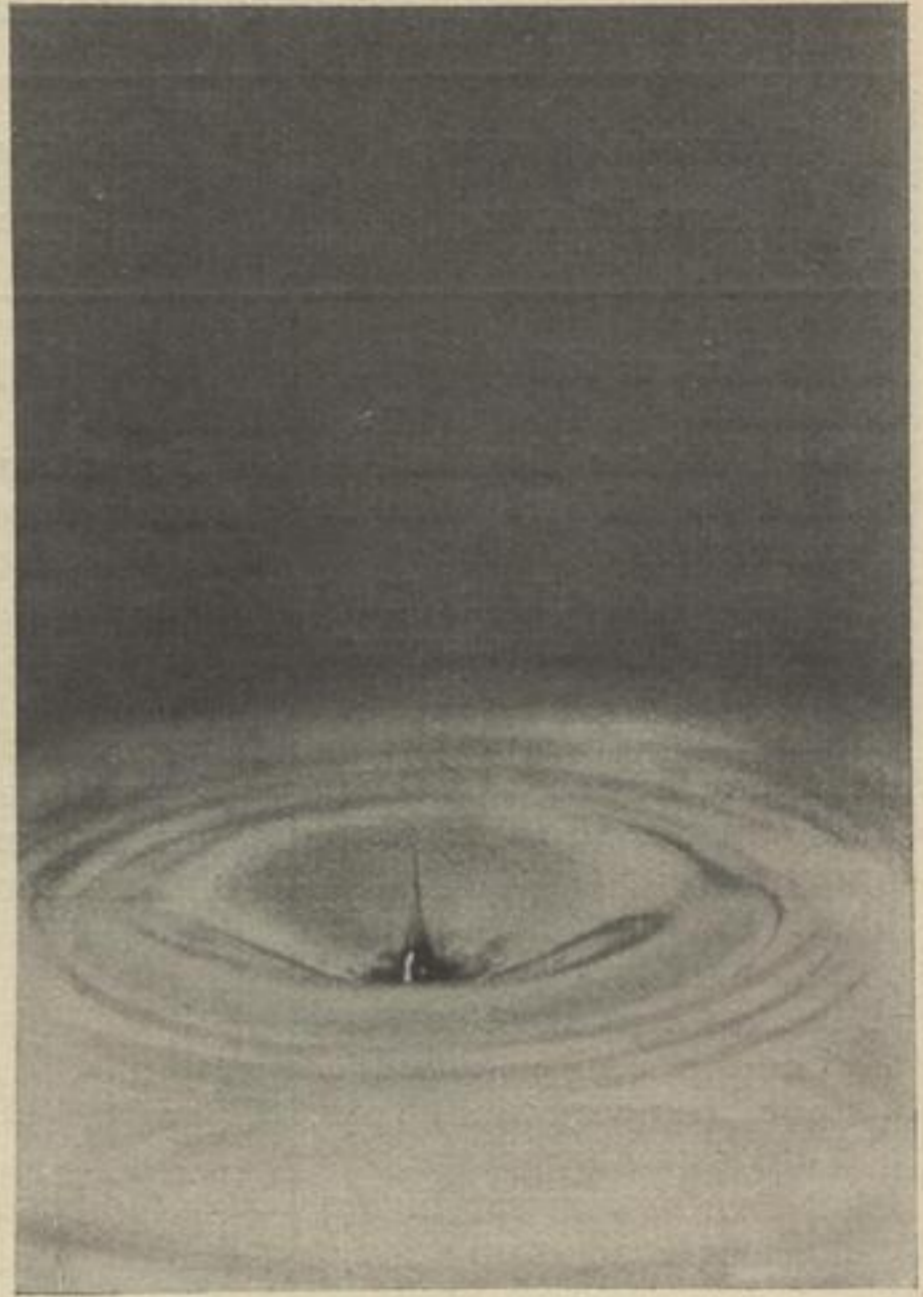
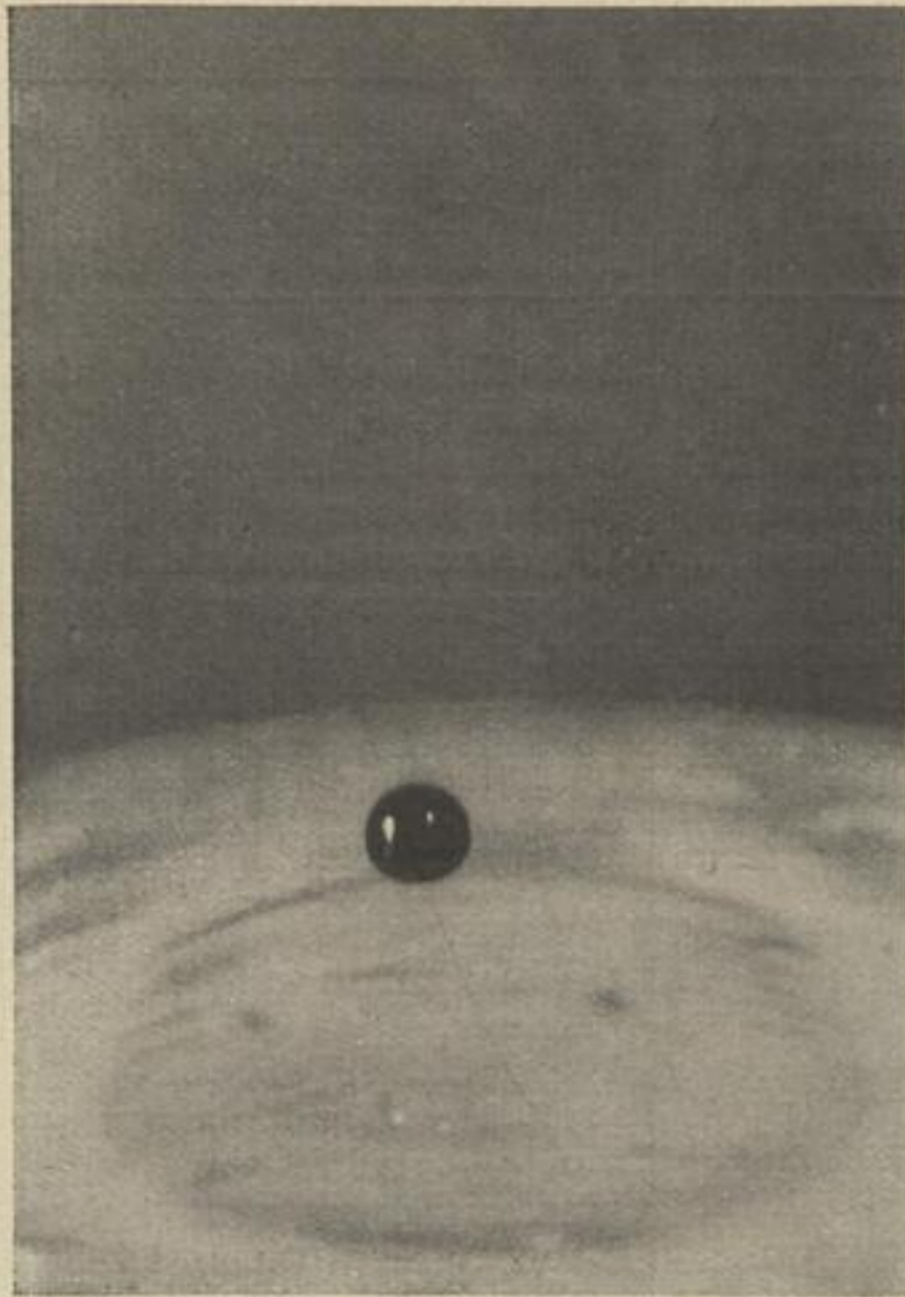
Tabelle 92: Indirekte Brauntonung von Fotos auf weißem Papier

Brauntonung	Warmbrauntonung	Rotbrauntonung	Röteltonung
Baden in 2%iger Essigsäure, dann gut abspülen			
Agfa-Bleichbad 503 Man löst 50 g rotes Blutlaugensalz in 500 ml Wasser, 10 g Kaliumbromid in 100 ml Wasser, 20 g Natriumkarbonat wasserfrei in 200 ml Wasser	Agfa-Bleichbad 500 Man löst 60 g rotes Blutlaugensalz in 600 ml Wasser, 4 g Kaliumbromid in 40 ml Wasser	Agfa-Bleichbad 503 Man löst 50 g rotes Blutlaugensalz in 500 ml Wasser, 10 g Kaliumbromid in 100 ml Wasser, 20 g Natriumkarbonat wasserfrei in 200 ml Wasser	
vereinigt die Lösungen und füllt sie mit Wasser auf 1000 ml Lösung auf			
Die gut gewässerten Papiere bringt man in das Bleichbad und läßt sie darin, bis das Bild nur noch schwach bräunlich sichtbar ist			
Wässerung in fließendem Wasser etwa 10 Minuten lang			
Agfa-Tonbad 520 Man löst 5 g Thioharnstoff in 100 ml Wasser, 40 g Kaliumbromid in 400 ml Wasser, 3 g Ätznatron in 30 ml Wasser	Agfa-Tonbad 510 5 g Natriumsulfid kristallin in Wasser	Agfa-Tonbad 527 10 g Schlipfesches Salz (Natriumsulfantimonat) in 200 ml Wasser, 3 g Natriumkarbonat wasserfrei in 30 ml Wasser, 16 g Kaliumbromid in 160 ml Wasser	
vereinigt die Lösungen und füllt sie mit Wasser auf 1000 ml Lösung auf			
Die Entwicklung wird so lange ausgedehnt, bis sich der Ton nicht mehr ändert. Die Tonung wird bei 18...25° C vorgenommen. Entwicklungsdauer je etwa 1/2...1 Minute			
Endwässerung in fließendem Wasser etwa 30 Minuten			
Die <b>Röteltonung</b> in nebenstehendem Tonbad erfolgt auf Fotos, die bereits nach dem indirekten Verfahren braun getont sind. Je nach dem gewünschten Bildton verbleibt das Bild kürzere oder längere Zeit in dem Bade. Bei ungetonten schwarzen Vergrößerungen erzielt man im Röteltonbad blaustichige Töne, wie sie für Winteraufnahmen beliebt sind.			Röteltonbad Agfa-rezept 530 Man löst 1,1 g Goldchlorid in 55 ml Wasser, 2,8 g Thioharnstoff in 55 ml Wasser, vereinigt die Lösungen und füllt auf 1000 ml Lösung auf
Endwässerung in fließendem Wasser etwa 30 Minuten			

Tabelle 93: Direkttonung in einem Arbeitsgang

Braunviolettertonung Schwefeltonung	Rotbrauntonung Kupfertonung	Blautonung Eisentonung
<p>Agfa-Tonbad 518 Man löst 200 g Natriumthiosulfat krist. in 750 ml Wasser von 50° C, gibt unter ständigem Umrühren 40 g Kalialaun zu (Bildung von weißem Schwefelniederschlag), fügt eine Lösung von 0,5 g Silbernitrat in 10 ml Wasser zu und füllt mit Wasser auf 1000 ml Lösung auf. Das Bad muß vor der Verwendung einige Stunden stehen. Es wird nicht vom Bodensatz abgegossen, sondern dieser mit in die Tonschale gegossen</p>	<p>Man löst 87,5 g zitronensaures Kalium in 800 ml Wasser, 6,7 g Kupfersulfat krist. in 60 ml Wasser, 5,9 g rotes Blutlaugensalz in 60 ml Wasser. Man gießt Lösung 2 in 1, fügt unter ständigem Umrühren 3 zu und füllt auf 1000 ml Lösung auf</p>	<p>Agfa-Tonbad 536 A. Man löst<sup>1)</sup> 5 g rotes Blutlaugensalz in 50 ml Wasser, 12 g Ammoniumnatriumphosphat in 120 ml Wasser, vereinigt beide und füllt auf 500 ml Wasser auf.  B. Nun löst man 10 g Kalialaun in 100 ml Wasser, 6 g Eisenalaun in 60 ml Wasser, 24 g Natriumhydrogensulfat in 250 ml Wasser, vereinigt und füllt auf 500 ml Lösung auf. Beim Tonen gibt man 1 Teil A zu 1 Teil B und verdünnt mit 2 Teilen Wasser</p>
<p>Das gründlich gewässerte Bild kommt in das 50° C warme Tonbad. Während der Tonung Temperatur auf 55° C erhöhen</p>	<p>Nur kräftig gedeckte Vergrößerungen verwenden! Sie verbleiben bis zum Erreichen des gewünschten Tones im Bad (rotschwarz, braun, rotbraun, karminrot). 15...30 Sek.: Rotbraun, 20 Min.: Karminrot</p>	<p>Nicht zu kräftig gedeckte Vergrößerungen verwenden; vorher gut fixieren und auswässern! Tonung <b>nicht</b> bei hellem Licht! Tonung 1...2 Minuten</p>
		<p>Baden in einer Lösung von 1 g Natriumborat in 100 ml Wasser ½ Minute</p>
<p>Endwässerung 20 Minuten</p>	<p>Endwässerung 5 Minuten in stehendem Wasser bei ständigem Bewegen, jedoch nicht unter der Brause!</p>	<p>Endwässerung 20 Minuten</p>
		<p>Beim Trocknen Wassertropfen, die sich bilden, mit Fließpapier absaugen, damit sich keine Trockenflecke bilden</p>

<sup>1)</sup> Die Lösungen müssen nach dem Ansetzen 1...2 Tage stehen.



Bilder 405...410. Der fallende Tropfen. Serienaufnahme der Einzelphasen

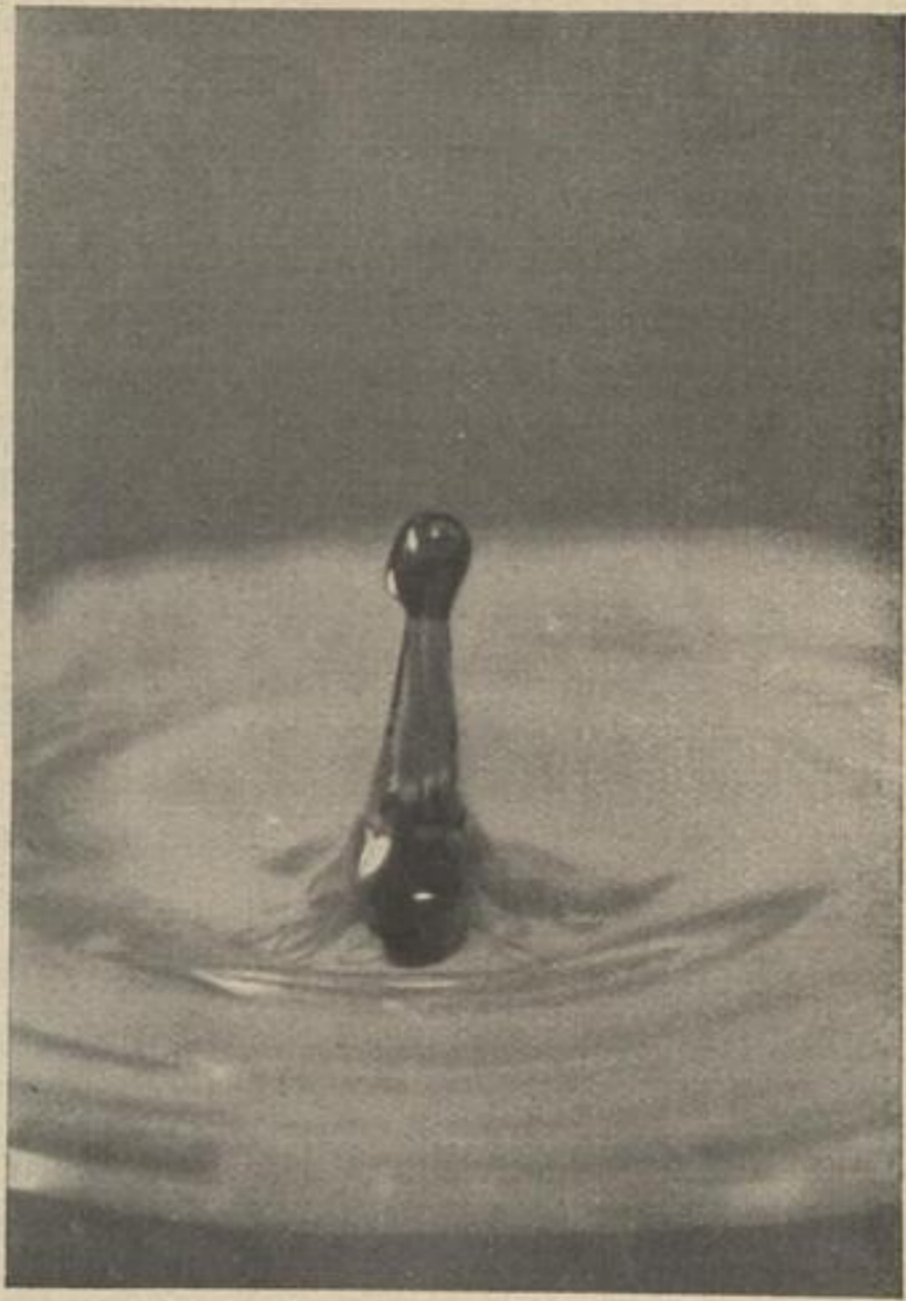
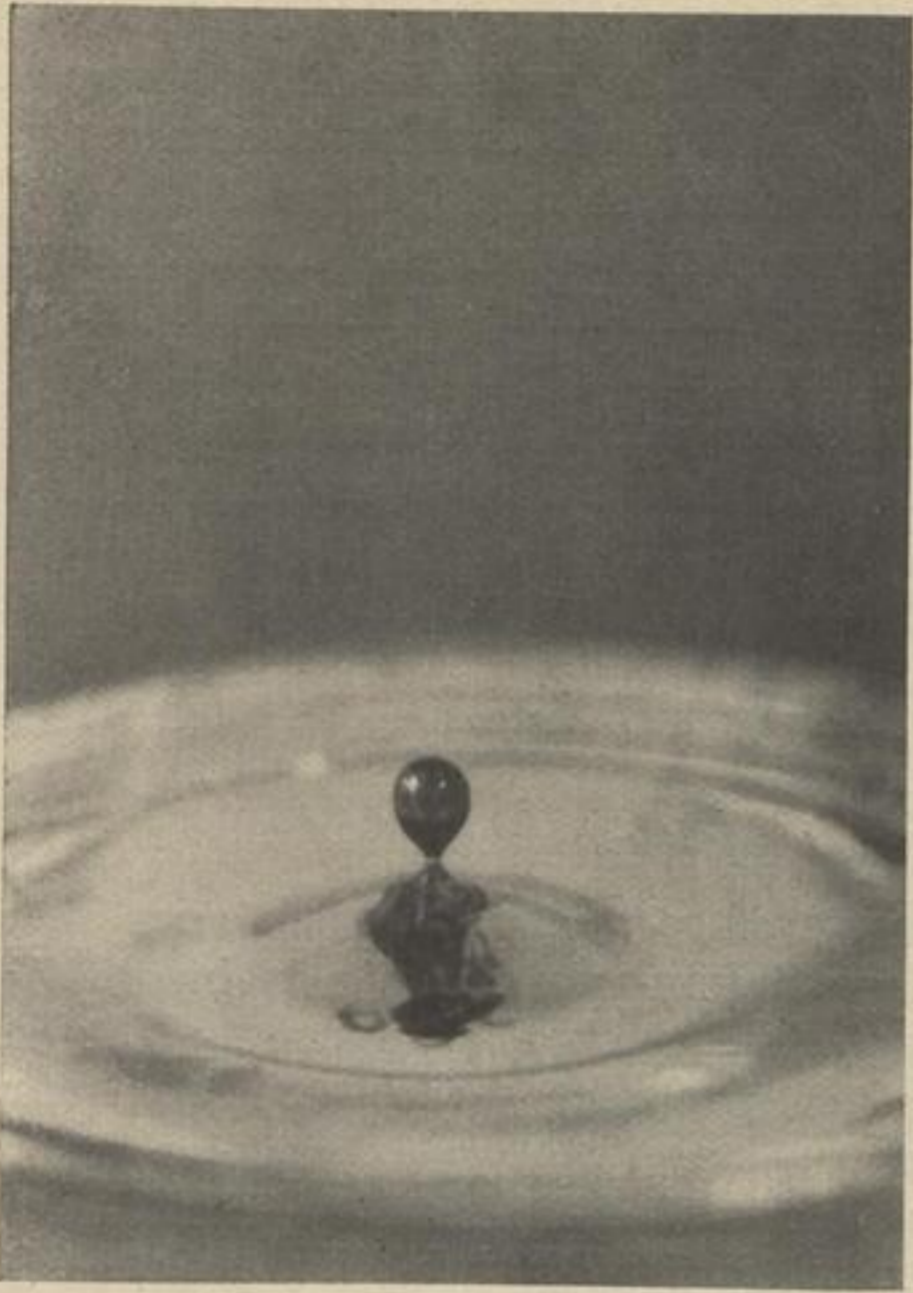
b) *Naßretusche* mit Farbe und Pinsel. Man braucht einen Pinsel mit sehr feiner Spitze, feuchtet diesen sehr wenig an, nimmt etwas Elfenbeinschwarz, eventuell in Mischung mit Terra de Siena, auf und setzt mit dem nahezu trockenen Pinsel Punkt neben Punkt, bis Übereinstimmung mit dem Grauton der Umgebung erzielt ist.

Für die Retusche gibt es matte und glänzende Farben (Mattretusche und Glanzretusche). Matte Farben kann man glänzend machen, wenn man statt Wasser etwas Gummiarabikumlösung zusetzt. Keilitz-Retuschefarben (Georg Keilitz, Leipzig) trocknen auf Glanzpapieren glänzend, auf Mattpapieren matt auf. Die flüssig gelieferten Farben sind mit Wasser verdünnbar und werden in acht Tönen geliefert.

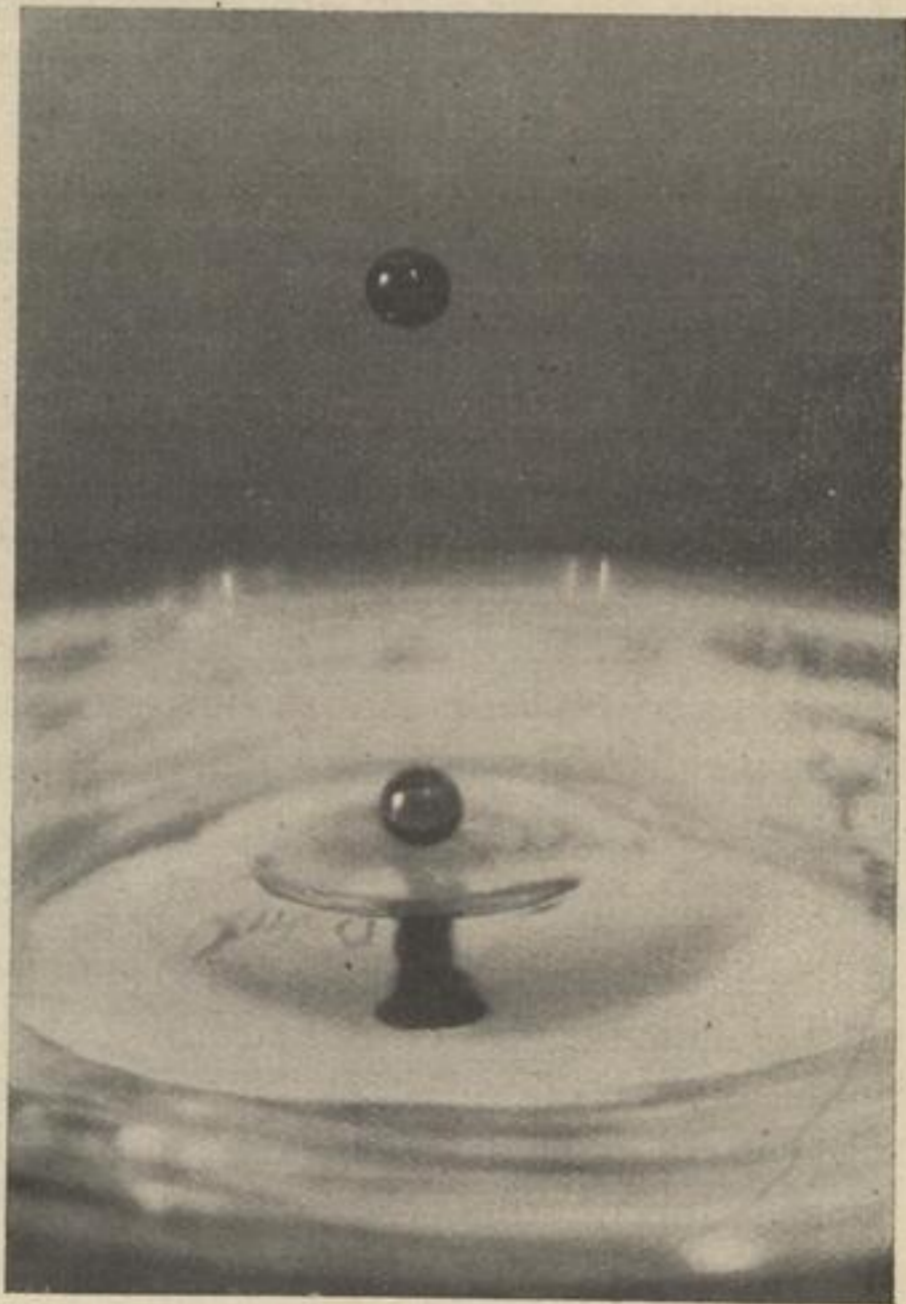
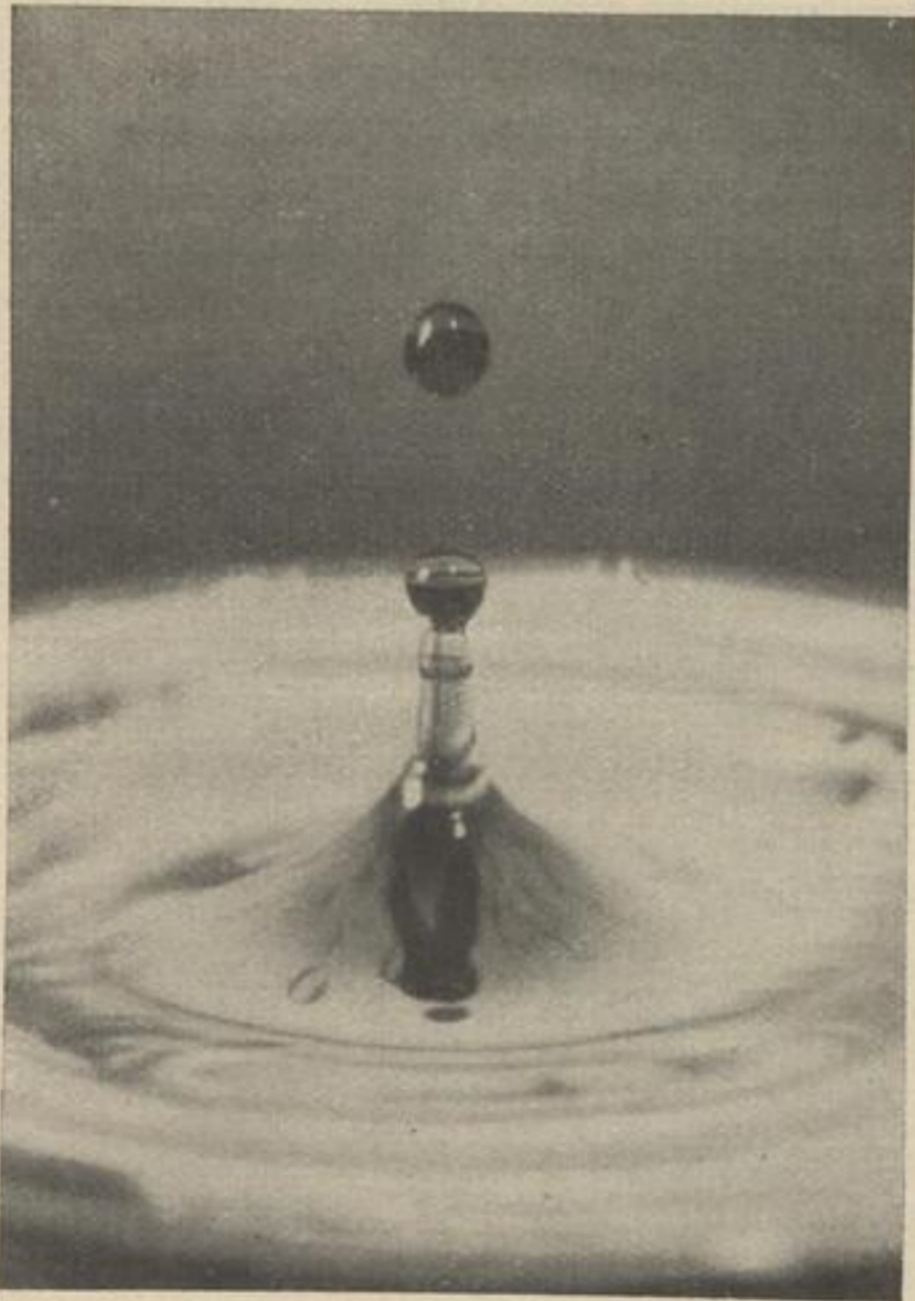
Dunkle Stellen im Bild müssen durch sehr leichtes Schaben mit dem Retuschiermesser aufgehellt werden. Da die Schicht sehr dünn ist, kommt man mit dem Messer leicht zu tief. Dunkle Stellen bei glänzender Oberfläche überarbeitet man mit glänzend auf trocknendem Deckweiß und kann später gegebenenfalls mit Glanzschwarz nacharbeiten.

Außer diesem Ausflecken besteht die Positivretusche häufig auch in einem leichten Nachziehen unscharfer Konturen und in der Betonung von Kontrasten. Das läßt sich relativ leicht mit Bleistift durchführen, dessen Punkte und Striche man nachträglich mit einem Wischer verreibt. Auf matten Oberflächen erscheinen die Retuschen allerdings glänzend, da der Graphit des Bleistifts fettglänzend aussieht.





Hans Kley, Dresden; Exakta Varex; Biotar 2/58; Blende 5,6;  $\frac{1}{500}$ s; Tuben und Zwischenringe; Elektronenblitz  $\frac{1}{5000}$ s



Nach der Fertigstellung werden Positive und Kopien mit der Beschneidemaschine rechtwinklig beschnitten. Kleine Formate bringt man meist im Album unter, große zieht man auf Karton. Weiße Ränder erzielt man durch Anwendung von Maskenrahmen beim Kopieren und Vergrößern oder nachträglich durch Aufziehen auf weißes Papier, das man dann wieder entsprechend verschneidet. Die Tönung des Kartons muß zum Bildton und Bildmotiv passen. Meist wählt man weißen, gelblich oder bräunlich getönten oder neutralgrauen Karton. Bei größeren Formaten heftet man nur die beiden oberen Bildecken mit säurefreiem Kleister fest. Dabei läßt man Oberrand und Seitenränder des Kartons etwa gleich groß und wählt den Unterrand wesentlich größer.

## XVI. Diapositiv und Projektion

### 1. Diaherstellung und Projektion

Die Helligkeitskontraste, die wir mit unserem Auge wahrnehmen, können sich wie 1 : 100 000 und mehr verhalten. Das Negativ hingegen erfaßt nur einen Tonwertumfang von etwa 1 : 1000 und das Papierbild einen solchen von 1 : 30. Die Lichtfülle der Natur wird also durch den fotografischen Prozeß im Bild sehr wesentlich eingeengt und der Tonwertreichtum unserer Umwelt auf eine mehr oder weniger geringe Tonwertskala zusammengedrängt. Besonders fühlbar ist dabei der Übergang vom Durchsichtbild zum Aufsichtbild. Im Durchsichtbild strahlt uns die Lichtintensität der Lichtquelle entgegen und gibt einen Ersatz für das Sonnenlicht. Im Papierbild ist der Papierton der hellste Wert. Es fehlt dem Papierbild daher das strahlende Licht einer sonnendurchfluteten Landschaft.

Wenn wir das Negativ auf einen Positivfilm kopieren und diesen in der Durchsicht betrachten, so bleibt der Tonwertreichtum des Negativs erhalten. Das Licht strahlt durch das Positiv. Das ist das Wesen der Projektion und des Films. Die auf die Leinwand projizierten Bilder wirken lebendiger und sonniger. Beim Betrachten kommt die Konzentration auf das Bild hinzu, die durch die Raumverdunklung erzwungen wird und die Bildhelligkeit um so kontrastreicher hervortreten läßt.

So bietet das Projektionsbild viele Vorteile gegenüber dem Papierbild. Ein größerer Zuschauerkreis kann das Bild gleichzeitig betrachten. Es ist lichtdurchflutet und wirkt in der dunklen Umgebung unmittelbarer und leuchtender. Die Schwierigkeiten der Projektion von früher sind weitgehend beseitigt. Moderne Projektoren sind Kleingeräte, die sich zum Teil in einer Aktentasche unterbringen lassen. Sie können an jede Hausleitung angeschlossen werden. Die Diapositive sind billiger als die Vergrößerungen. Die Diaherstellung ist nicht schwieriger als jede Kopie.

### 2. Das Kleinbilddia

Für Diapositive verwendet man entweder Platten oder Film. In letzterem Falle ist bei Glasbruch der Schaden nicht groß, und das Filmbild wird nur in Schutzscheiben neu eingebettet. Für die Bearbeitung braucht man Positivfilm oder Diaplatte, einen Diakopierer und das Einbettungsmaterial.

Das Aufnahmematerial ist *Kino-Positivfilm*. Er ist feinkörnig, hat normale Gradation und eine relativ geringe Empfindlichkeit. Er kann nur zum Kopieren von



Schwarzweißnegativen verwendet werden. Für Farbdias muß man orthochromatischen Film oder Orthopanfilm verwenden, der die Farben in richtiger Tonwertabstufung bringt. (Das Rot im Film ist so durchlässig, daß durchstrahlendes Licht auch orthochromatisches Material genügend schwärzt.) Für Direktkopien auf einen Filmstreifen kommen nur einwandfreie Negative in Frage. Weniger günstige Negative kopiert man auf Diapositivplatten  $5 \times 5$  cm, die in drei Gradationen (weich, normal, hart) angeboten werden und die man außerdem individuell entwickeln kann.

Für das Kopieren der Diapositive kann man im einfachsten Falle einen Kopierrahmen verwenden. Den Positivfilm schneidet man in 40 mm-Längen und deckt diese, Schicht gegen Schicht, auf den Negativfilm. Dann belichtet man den Film durch das Negativ wie eine Direktkopie.

Vom Handel werden auch zahlreiche Diakopierer angeboten. Die einfachsten unter ihnen ähneln einem Aufnahmeapparat ohne Objektiv. Im Dunkeln wird ein unbelichteter Positivfilm zusammen mit dem zu kopierenden Negativstreifen aufgespult und in den Kopierer gesetzt. Dann schließt man das Gehäuse und belichtet den Positivfilm durch den Negativfilm, die beide am Bildfenster von Bildlänge zu Bildlänge vorbeigleiten. Vorher muß man sich genügend über die Dichte der Einzelnegative orientiert haben und die Belichtungszeit in den richtigen Verhältnissen variieren.

Günstigere Arbeitsbedingungen bieten Diakopierer, bei denen Positivfilm und Negativfilm unabhängig voneinander bewegt werden. Dann braucht man keine feststehende Reihenfolge einzuhalten. Man kopiert nicht jedes Negativ, sondern nur die besten und kann auch deren Reihenfolge beliebig ändern. Im Vielzweckgerät der Exakta ist ein Diakopierer enthalten (Bild 291). Der Positivfilm wird im Aufnahmeapparat untergebracht, der Objektivtubus durch einen Zwischenbalgen verlängert und vor das Objektiv ein zweiter Balgen gesetzt; der lichtdicht mit einer Filmbühne verbunden ist. Auf dieser wird der Negativfilm von einem Halter gegen eine Opalglasscheibe gedrückt. Durch die räumliche Trennung kann man ganz beliebige Bilder beliebiger Negativstreifen ins Bildfenster bringen. Außerdem läßt sich jedes Einzelbild entweder im Maßstab 1:1 aufnehmen oder aber auch in einer beliebigen Ausschnittsvergrößerung. Denn die Exakta Varex ist ein Spiegelreflexapparat. Vor jeder Diaaufnahme kann man den Bildausschnitt auf der Mattscheibe festlegen und scharf einstellen. Auch zur Contax D gibt es einen Diakopierer (Bild 287).

In der gleichen Weise kann man Diapositive auch nach Farbfilm herstellen. Man verwendet dann Orthopanfilm als Aufnahmematerial. Entweder geht man vom Negativfarbfilm aus, oder man führt zunächst eine Zwischenaufnahme auf Orthopanfilm durch und kopiert das Zwischen negativ auf Kinopositivfilm.

Als Lichtquelle beim Kopieren von Dias verwendet man eine 25...40 Watt-Lampe; die geringe Lichtstärke gibt die Möglichkeit einer genaueren Dosierung der Belichtungszeit. Zum Kopieren von Farbfilm allerdings muß man eine 60 Watt-Lampe anwenden, um die Schattenpartien genügend zu durchleuchten.

Der *Positivfilm* wird bei Rotlicht verarbeitet. Mit einer elektrischen Lampe von 25 Watt ergeben sich bei 2 m Abstand Belichtungszeiten von 5...20 Sekunden bei normal gedecktem Negativ. Die Empfindlichkeit ist also wesentlich geringer als die eines Negativfilms, aber höher als die des Silberbromidpapiers. Man belichtet nicht zu kurz und entwickelt kurz und kräftig.



Bild 411. Spiel mit dem Sande. Fot. Eberhard Buschmann, Dresden; Exakta Varex 24 x 36 mm; Tessar 3,5/80; Orangefilter; Blende 5,6;  $\frac{1}{150}$  s.

352

Der belichtete Positivfilm wird in einem Rapidentwickler, zum Beispiel in Metol-Hydrochinon, entwickelt. Feinstkornentwickler sind nicht brauchbar, da sie zu zarte Positive ergeben. Andererseits dürfen die Dias auch nicht zu stark gedeckt sein, damit sie bei der Projektion nicht rußig wirken. Ein jeder Projektor erfordert je nach der Lichtquelle und nach dem Projektionsabstand eine andere optimale Deckung der Negative. Bei starken Lichtquellen und geringem Projektionsabstand wirken zarte Negative leicht kreidig und kraftlos, bei schwächeren Lichtquellen und größerem Projektionsabstand wirken gedeckte Negative leicht rußig dunkel. Hat man einen eigenen Projektor, so kann man die Deckung der Negative dem Verwendungszweck optimal anpassen.

Als *Positiventwickler* zum Selbstansetzen kann folgender Metol-Hydrochinon-Entwickler dienen:

50 g Natriumsulfit kristallin,  
2 g Metol,  
4 g Hydrochinon,  
50 g Soda (Natriumkarbonat) kristallin,  
2 g Kaliumbromid  
gelöst zu 1000 ml Lösung.

Der Entwickler wird unverdünnt bei einer Badtemperatur von 18° C gebraucht. Das Bild erscheint beim Entwickeln nahezu augenblicklich und ist spätestens in 4 Minuten ausentwickelt.

Der entwickelte Film wird wie jeder Negativfilm weiterbehandelt.

### 3. Das Einbetten der Dias

Diafilme können ohne weitere Endbehandlung im Projektor vorgeführt werden. Man spart dann Raum bei der Aufbewahrung, Zeit und Kosten für das Einglasen. Nachteilig wirken sich aber für die Projektion aus

die festgelegte Reihenfolge der Bilder,  
die Kratzer, die sich auf dem Film bilden,  
der lästige Zwang zum Drehen der Filmbühne beim Übergang vom Quer- zum Hochformat und umgekehrt.

Die Schrammenbildung beim Vorführen kann beim Farbfilm überhaupt nicht in Kauf genommen werden.

Man kann den Diafilm auch in Dreierbildstreifen zerschneiden und diese einglasen. Dann wird der Film zwar vor dem Zerkratzen geschützt, aber man hat immer noch die Nachteile einer festgelegten Reihenfolge bei der Projektion und die Drehbewegungen bei Formatwechsel. Am praktischsten hat sich daher die Einzelverglasung der Bilder erwiesen.

Für die *Einzelverglasung* verwendet man Glasscheiben von 50 × 50 mm, Papiermasken und Klebestreifen schwarz sowie schwarzweiß. Klebestreifen, die bereits vorgefalzt sind, lassen sich leichter verarbeiten und springen weniger leicht vom Glase ab als glatte Streifen. Zunächst wird eine größere Anzahl Glasscheiben durch Reiben mit einem nichtfasernden Lappen gründlich vorgeputzt. Durch Alkohol läßt sich der Reinigungsprozeß beschleunigen. Schließlich wischt man alle Gläser noch einmal mit einem nichtfasernden weichen Lappen nach, ohne dabei aufzudrücken, damit sich die Gläser nicht wieder elektrisch aufladen und Staub anziehen.

Zunächst montiert man das gestreckte Dia durch Ankleben mit Klebpapier auf einer Deckmaske oder schiebt es auch nur lose in eine Doppelmaske. Nun nehmen wir zwei Glasscheiben von dem Stapel, beseitigen die letzten Stäubchen mit einem Haarpinsel, legen das ebenfalls mit Haarpinsel von Stäubchen befreite Negativ zusammen mit der Deckmaske ein, befeuchten den vorher zugeschnittenen Klebstreifen und kleben die Ränder zu. Drei Seiten beklebt man mit einfarbigem schwarzem Streifen, eine Seite mit Schwarzweiß-Streifen. Dabei achten wir streng darauf, daß die weiße Seite immer an dieselbe Stelle kommt. Am besten wählt man dazu die untere Kante des Bildes und die Schichtseite des Films. Das ist beim Projizieren eine wertvolle Hilfe für richtiges Einsetzen des Dias in den Projektor. Dort muß das Bild wieder Schicht gegen Schicht zur Projektionswand stehen, und wegen des Strahlengangs muß es kopfstehend eingesetzt werden. In dem oben angegebenen Falle kann man ohne genaueres Hinsehen den hellen Beschriftungsstreifen nach oben und zur Projektionswand richten, und das Bild wird aufrecht und seitenrichtig auf dem Schirm sichtbar. Dieser Vorschlag steht im Gegensatz zu der herrschenden Norm, nach der ein U-förmiger Teil der Bildumrahmung weiß bleibt.

Für die Diaherstellung gelten die Beziehungen:

Negativ	flau	hart
Belichtungszeit . . . . .	kurz	lang
Entwickler . . . . .	konzentriert	verdünnt
Entwicklungszeit . . . . .	lang	kürzer
Diapositiv . . . . .	härter	weicher

#### 4. Die Projektion

Zur Beurteilung von Dias vor dem Einbetten oder auch zum Betrachten ohne Wandprojektion dienen *Diabetrachter*. Sie ergeben bei etwa vierfacher Vergrößerung gut ausgeleuchtete Schwarzweiß- und Farbdias bei Kunst- und Tageslicht. Im *Projektor* (Bilder 412 und 413) ist eine 150...375 Watt-Lampe eingebaut. Der Lichtstärke dieser Lampe muß die Deckung der Diapositive entsprechen (S. 353). Ein Lichtschacht dient zur Entlüftung und verhindert eine zu große Wärmestauung im Apparat. Durch einen Hohlspiegel wird das Hinterlicht nach vorn reflektiert. Ein Kondensator erhöht die Bildhelligkeit. Zwischen Kondensator und Objektiv liegt die Filmbühne mit Wechselschieber für Einzeldias oder Filmspulen für Filmstreifen. Ein Luftraum zwischen Kondensator und Filmbühne verhindert eine unmittelbare Hitzestrahlung auf das Diapositiv. Das Objektiv ist der Projektionsentfernung angepaßt und kann häufig gegen ein Objektiv anderer Brennweite ausgewechselt werden.

Eine Schirmbildgröße von 100 × 150 cm wird erzielt mit

Objektivbrennweite von	50 mm	73 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm
im Projektionsabstand von	2 m	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	5 m

Bei feststehender Lichtstärke und feststehender Projektionsentfernung gibt das Objektiv mit der längeren Brennweite das kleinere, aber hellere Bild, das Objektiv mit der kürzeren Brennweite das größere, aber lichtschwächere Bild.

Tabelle 94: Schirmbildgröße

Für das Kleinbildformat von 24×36 mm beträgt die Schirmbildgröße in Metern:															
Brennweite	Projektionsentfernung Objektiv/Schirm in Metern														
	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	16 m
50 mm	1,45	2,2	2,9												
73 mm	1,0	1,5	2,0	2,4	3,0										
85 mm		1,3	1,7	2,1	2,5	3,0	3,4								
100 mm			1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6						
120 mm				1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2		
150 mm				1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,7

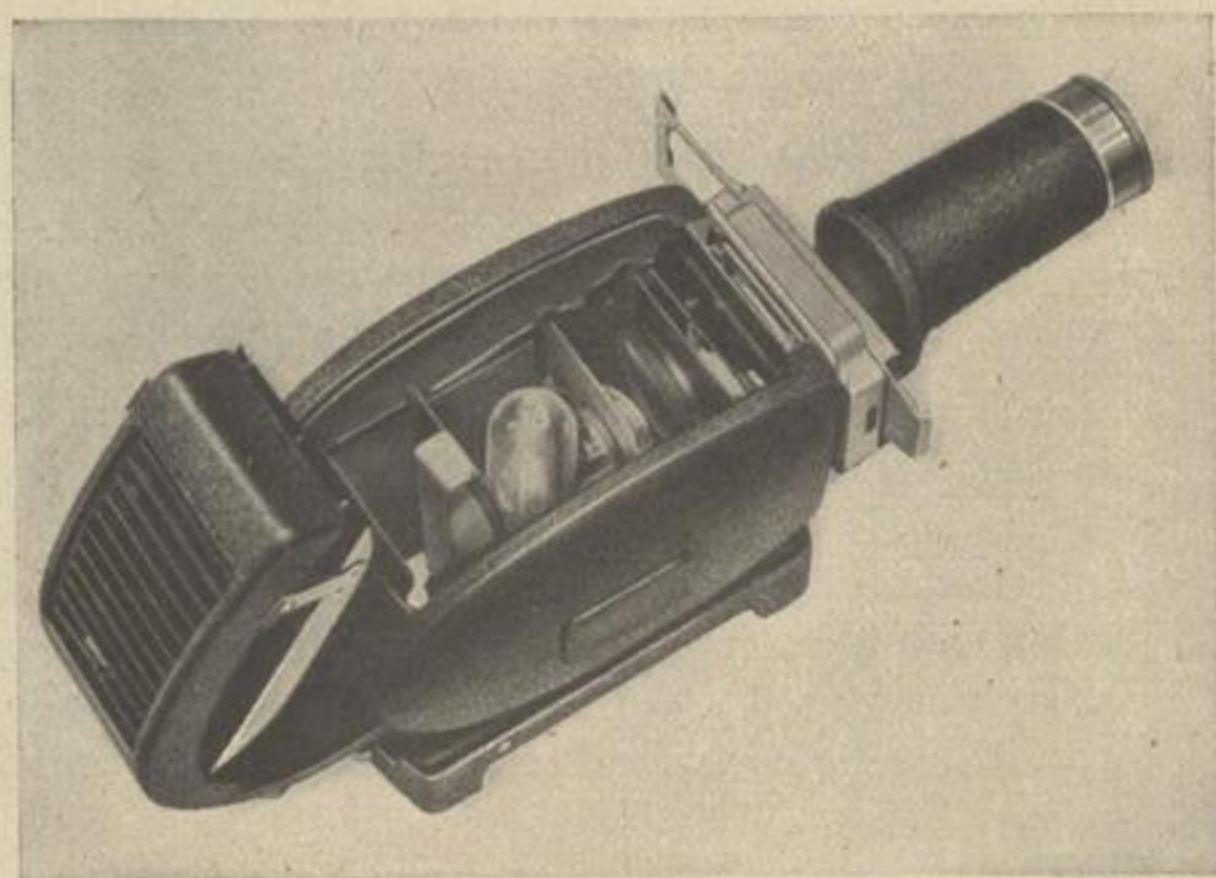
Die *Projektionsfläche* ist im einfachsten Falle eine weiße Kalkwand oder ein aufgespanntes weißes Tuch oder ein großer Zeichenkarton. Diese Behelfsbildwände reflektieren das Licht stark streuend. Die Bilder erscheinen dann weniger hell und brillant. Aber seitlich sitzende Beschauer sehen die Bilder ebenso hell und gut wie diejenigen, die in der Projektionsachse sitzen.

Bei Silber- und Perlwänden reflektieren die Metallfitter oder die im weißen Untergrund eingebetteten Glas-kügelchen das Licht wesentlich stärker. Es entstehen hellere und brillanter wirkende Bilder aber nur beim Betrachten in der Projektionsachse; seitlich sitzende Betrachter sehen die Bilder dunkler.

Die Projektionswand sollte quadratisch sein, damit sie sowohl das Hochformat als auch das Querformat voll aufnehmen kann. Die erforderlichen Größen ergeben sich aus der Tabelle 94 der Schirmbildgrößen für die verschiedenen Projektionsobjektive und Projektionsentfernungen.

Bild 412. Kleinbildprojektor Prado 250 mit asphärischem Kondensator für Diapositive 5×5 cm bei Aufnahmeformat 24×36 mm; 250 Watt-Lampe; Leitz Hektor 2,5/85 oder 2,5/150. E. Leitz, Wetzlar

Bild 413. Prado 250 hat ein abklappbares Oberteil. Daher sind Kondensoren-linsen, Lampe und Lampenzentrierung leicht zugänglich



## 5. Die Dia-Aufbewahrung

Für die Dia-Aufbewahrung werden raumsparende Kästen angeboten, in denen Dia hinter Dia liegt. Sucht man Einzelbilder, so bieten die Kästen wenig Übersicht. Bringt man Einzelbilder wieder an ihren Ort, so erfordert das mühselige Kleinarbeit. Übersichtlicher ist die Anordnung in Kästen mit Nutenleisten, in denen jedes Dia einen bestimmten mit Ziffer bezeichneten Platz einnimmt. Meist ist in den Kastendeckel das Verzeichnis der Dias eingeklebt. Jedes Dia kann ohne Mühe einzeln entnommen und wieder an seinen Platz gebracht werden. Naturgemäß haben die Kästen etwa das doppelte Ausmaß der ersteren.

Gegenüber den Diaschränken bieten die Kästen den Vorteil, daß sie zur Projektion außerhalb mitgenommen werden können. Sehr handlich sind auch Kästen, in denen die Dias auf Spitze stehen. Die Einzelbilder lassen sich dann besonders bequem herausziehen. Das geht allerdings wieder auf Kosten eines noch größeren Raumes, den die Kästen einnehmen.

## XVII. Naturfarbenfotografie

### 1. Das Wesen des Farbfilms

Wenn wir das Tageslicht durch einen Spalt auf ein Prisma leiten, so wird es spektroskopisch in ein Farbenband zerlegt. Das Spektrum beginnt im langwelligen unsichtbaren Bereich des Infrarot und geht über den sichtbaren Bereich des Rot, Orange, Gelb, Grün, Blaugrün, Blau und Violett zum kurzwelligen unsichtbaren Bereich des Ultraviolett.

In der Praxis teilen wir das Spektrum in drei Bereiche ein:

Wellenlänge 400...490  $m\mu$  = Blauanteil,  
Wellenlänge 490...585  $m\mu$  = Grünanteil und  
Wellenlänge 585...700  $m\mu$  = Rotanteil.

Diese drei Farbenanteile sind im normalen Tageslicht verschieden stark vertreten; ihr prozentualer Anteil beträgt 39, 35 und 26%. Aus diesen drei Grundfarben lassen sich alle Farbtönungen durch Mischen erzielen:

Blau und Grün ergibt Blaugrün	(Farbe ohne Rotanteil; Rot = Minusfarbe),
Grün und Rot ergibt Gelb	(Farbe ohne Blau),
Blau und Rot ergibt Purpur	(Farbe ohne Grün).

Diese Tatsache und die Energieverteilungskurve des normalen Tageslichts waren die Leitprinzipien für den Aufbau des Agfacolor-Films. Er wird teils als Negativfilm, teils als Umkehr-Positivfilm geliefert.

Auf einem klaren, nahezu unbrennbaren Schichtträger aus Zelluloseazetat befinden sich übereinander drei hauchdünne lichtempfindliche Schichten mit je einer Dicke von nur  $5 \mu = 0,005 \text{ mm}$  (Bild 414). Jede dieser Schichten enthält Silberbromid als lichtempfindlichen Bestandteil, und jede Schicht enthält einen Sensi-



bilisator, der die betreffende Teilschicht für einen bestimmten Farbenanteil des einstrahlenden Lichts empfindlich macht. Es absorbiert:

- die obere Schicht den Blauanteil; die Schicht ist blauempfindlich,
- die mittlere Schicht den Grünanteil,
- die untere Schicht den Rotanteil.

Außerdem befindet sich zwischen der oberen und der mittleren Schicht noch eine Gelbfilterschicht; sie verhindert das Eindringen der fotografisch besonders wirksamen Blaustrahlung in die tieferen Schichten. Bei der *Belichtung* des Films entstehen, entsprechend dem Filmaufbau, drei latente Silberbilder übereinander. Sie sind unterschiedlich in ihrer Form. Wo Rotlicht einstrahlt, entsteht nur in der untersten Schicht ein Lichteindruck, wo Blau-licht einstrahlt, entsprechend ein Lichteindruck in der obersten Schicht. Wo mischfarbiges Licht einstrahlt, bilden sich, entsprechend der Lichtintensität der einzelnen Anteile, verschieden starke Lichteindrücke in mehreren Teilschichten übereinander (Bild 415).

Nach der Belichtung wird der Umkehrfilm zunächst mit Normalentwickler behandelt. Dieser reduziert das belichtete Silberbromid zu metallischem Silber. Die Reduktion kann nur in den Teilschichten und an den Stellen eintreten, die einstrahlendes Licht absorbiert haben, die also für den einstrahlenden Farbenanteil lichtempfindlich sind. So bilden sich drei unterschiedliche Silberbilder übereinander. Sie stellen drei Farbauszüge aus dem fotografierten Objekt dar. Nach der Erstentwicklung wird der Gesamtfilm hellem Tageslicht ausgesetzt. Das Licht kann nur auf die Bezirke der einzelnen Teilschichten einwirken, in denen nicht bereits bei der Erstentwicklung das Silberbromid zu Silber reduziert worden ist. Bei der Zweitbelichtung wirken also speziell die im Tageslicht ebenfalls vertretenen Minusfarben des Objekts auf das Restsilberbromid ein und leiten die Zweitentwicklung ein.

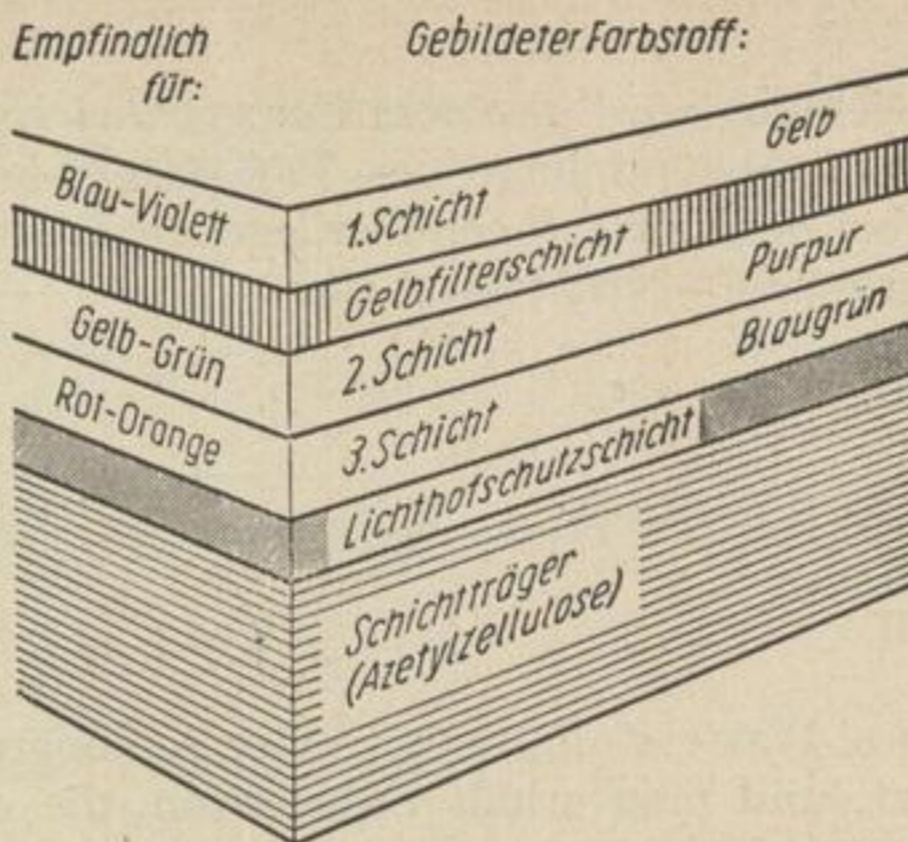


Bild 414. Aufbau des Agfacolor-Farbfilms

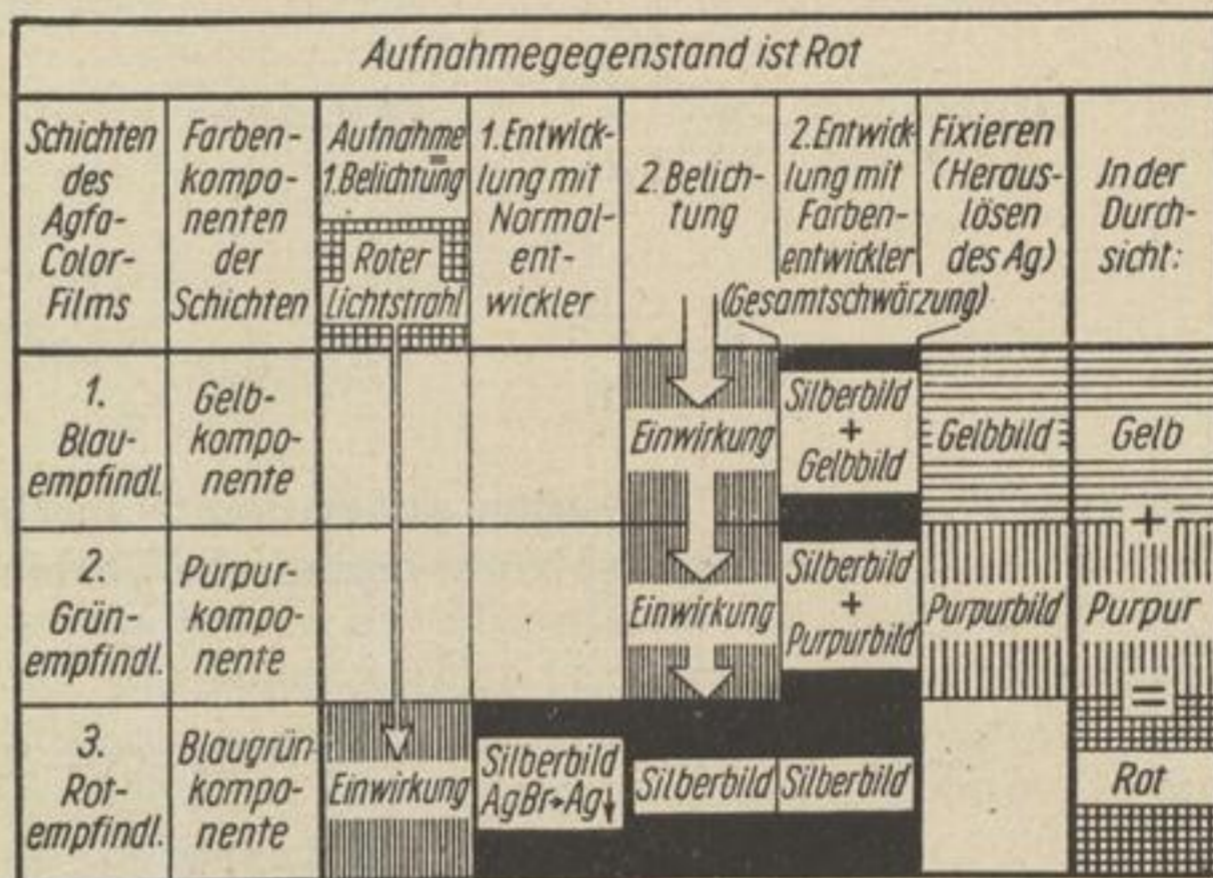
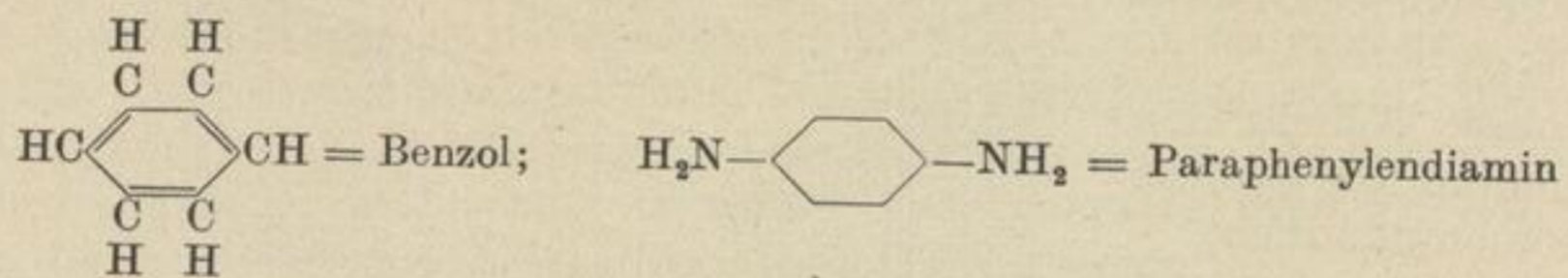
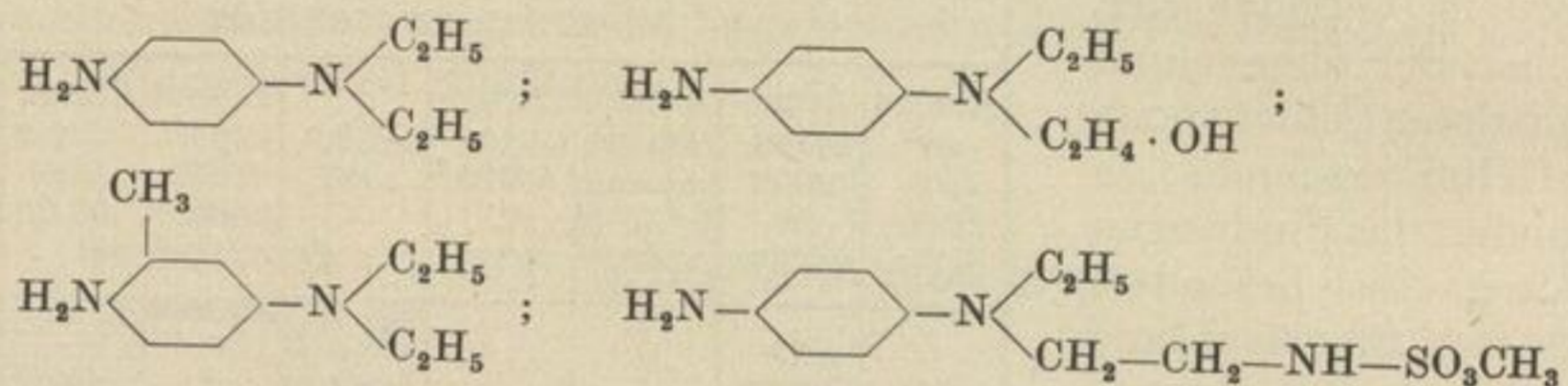


Bild 415. Arbeitsgang beim Agfacolor-Film

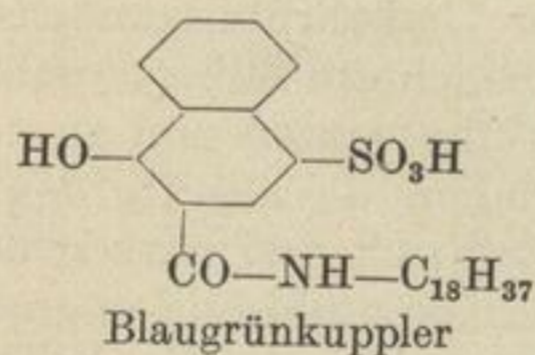
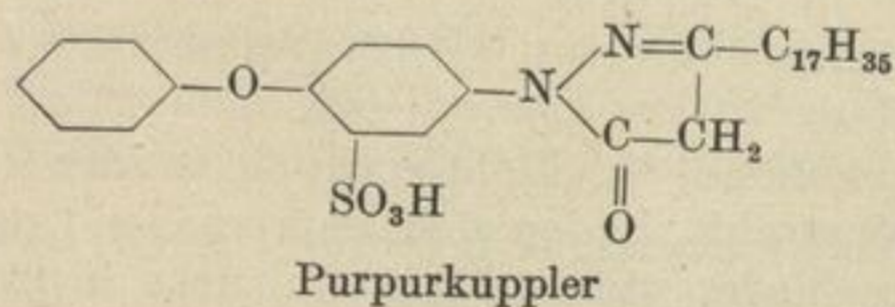
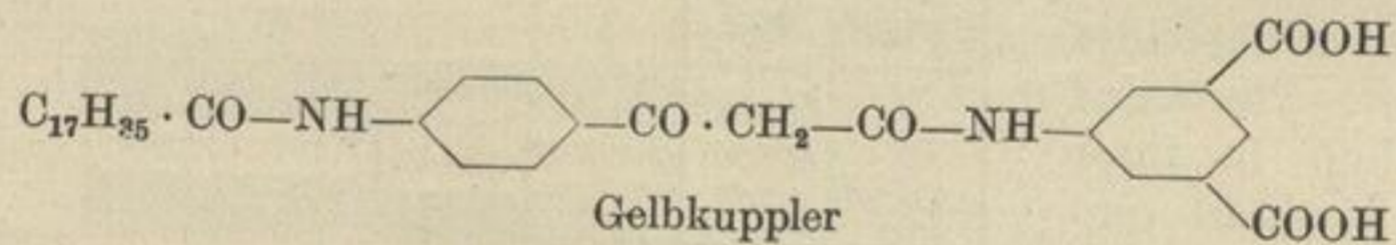
Die Zweitentwicklung wird in einem *Farbenentwickler* durchgeführt. Als Farbenentwickler dienen Abkömmlinge des Paraphenyldiamins. Das ist ein Benzolabkömmling, bei dem zwei gegenüberliegende Wasserstoffatome am Benzolring durch Aminogruppen  $-\text{NH}_2$  ersetzt sind:



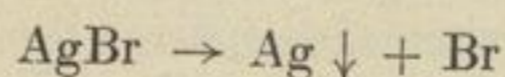
Nun werden zwei Wasserstoffatome in einer Aminogruppe durch organische Reste (Alkyle) ersetzt, und man erhält Substanzen, die als Farbenentwickler dienen können, wie zum Beispiel:



Die drei *Teilschichten* enthalten außer dem Silberbromid je *einen Farbkuppler*. Das sind sehr kompliziert gebaute organische Verbindungen:



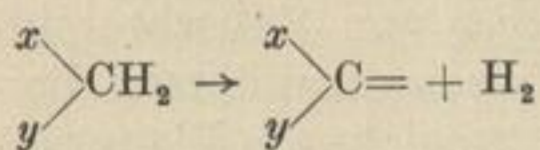
Im Farbenentwickler wird das zweitbelichtete Silberbromid zu metallischem Silber reduziert:



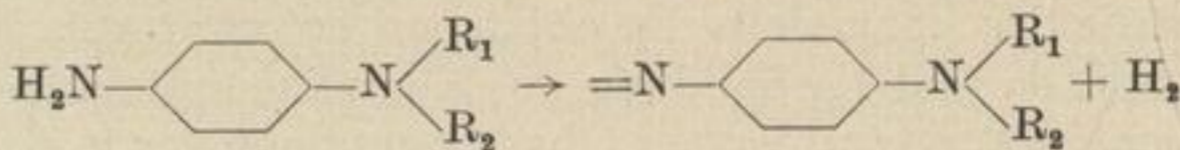
Gleichzeitig werden sowohl dem Farbkuppler (Reaktion a) der betreffenden

Schicht als auch dem Farbenentwickler (Reaktion b) Wasserstoffatome entzogen; das heißt, beide Stoffe werden oxydiert:

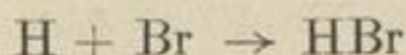
Reaktion a:



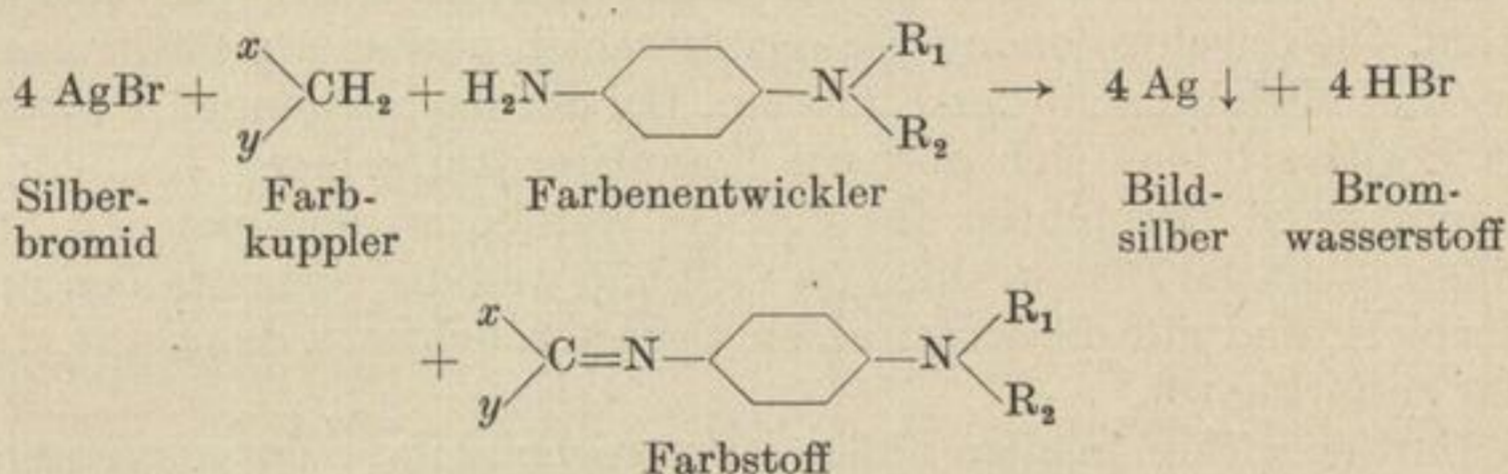
Reaktion b:



Der abgespaltene Wasserstoff wird vom Brom chemisch zu Bromwasserstoff gebunden:



Die Gesamtreaktion bietet dann folgendes Bild:



Die Formel des Reaktionsverlaufs zeigt, wie die übrigbleibenden Reste des Farbkupplers und des Farbenentwicklers als Farbkomponenten zu einem Farbstoff zusammentreten. Dieser entspricht jeweils der Minusfarbe des Objekts. Die Bildung von Bildsilber ist also im Farbenentwickler mit einer Bildung der Komplementärfarbe gekuppelt. In der obersten Schicht entsteht aus Gelbkuppler und Farbenentwickler die dem einstrahlenden Blau komplementäre Gelbfarbe, in der mittleren Schicht aus Purpurkuppler und Farbenentwickler Purpur und in der unteren Schicht aus Blaugrünkuppler und Farbenentwickler Blaugrün. Das Gelb entsteht dort, wo das Objekt kein Blau ausstrahlt, das Purpur dort, wo das Objekt kein Grün ausstrahlt und das Blaugrün dort, wo es kein Rot ausstrahlt.

Die entstehenden Farbenbilder in den Minusfarben sind zunächst nicht sichtbar. Sie werden durch das Silberbild in den drei Schichten verdeckt. Man löst nun das gesamte Bildsilber aus den Schichten. Dann liegen die drei Teilfarbenbilder in den Komplementärfarben des eingestrahlichten Lichts der Erstbelichtung übereinander, und zwar ohne irgendwelche Konturen aus Bildsilber.

Nehmen wir an, daß das Objekt nur Rotlicht (Bild 415) ausstrahlt, so wirkt dieses bei der Erstbelichtung nur in der Unterschicht des Films ein, und bei der Erstentwicklung entsteht nur dort Bildsilber. Bei der Zweitentwicklung nach der Zweitbelichtung werden die Minusfarben des Objekts bildwirksam, die ebenfalls im Tageslicht enthalten sind. Sie beeinflussen nur die Oberschicht und die Mittelschicht. In diesen beiden Schichten findet bei der Zweitentwicklung die Reduktion des Silberbromids statt, die gleichzeitig zur Oxydation des Gelb- und Purpurkupplers und des Farbenentwicklers führt. Die Oxydationsprodukte vereinigen sich in der Oberschicht zu Gelb und in der Mittelschicht zu Purpur. In der Unterschicht kann sich kein Farbstoff bilden, da bereits das Silberbromid in der Erstentwicklung reduziert worden ist und bei der Zweitentwicklung nicht mehr die Oxydation des

Blaugrünkupplers und des Farbenentwicklers veranlassen kann. Beim Herauslösen des Silbers liegen dann das Gelbbild und das Purpurbild übereinander. Gelb und Purpur ergeben additiv Rot.

Der Agfacolor-Negativfilm wird sofort nach der Belichtung mit einem Farbenentwickler behandelt. Es entstehen sofort durch Kupplung von Silberbromidreduktion und Farbbildung die Komplementärfarben. Im oben angeführten Beispiel eines rotstrahlenden Objekts entsteht nur in der Unterschicht ein Blaugrünbild. In einem Bleichbad wird das metallische Silber in der Unterschicht wieder in Silberbromid zurückverwandelt und dieses zusammen mit dem Silberbromid der übrigen beiden Schichten im Fixierbad aus der Schicht gelöst. Das Bild in den Komplementärfarben wird nun, wie im Schwarzweiß-Prozeß, entweder auf Positivfilm oder auf Papier kopiert oder vergrößert. Das durchstrahlende weiße Licht verliert seinen Rotanteil in der Blaugrünschicht des Negativfilms durch Absorption. Die durchtretenden Blaugrünstrahlen wirken am Positivmaterial auf die Ober- und Mittelschicht des Films ein. Bei der nachfolgenden Farbenentwicklung des Positivs bilden sich dort die komplementärfarbigen Teilbilder in Gelb und Purpur. Beim Betrachten des Positivs werden an den gleichen Stellen aus dem weißen Licht die Blaustrahlen im Gelbbild und die Grünstrahlen im Purpurbild absorbiert, und nur die Rotstrahlen werden reflektiert, das heißt, das Positiv ist wieder einfarbig rot.

Die Mischfarben wirken in allen Fällen, entsprechend ihrer Zusammensetzung, auf mehrere Schichten gleichzeitig ein. Die schwarzen Teile des Objekts, die alles Licht absorbieren, wirken auf keine der drei Teilschichten des Farbfilms ein. Im Negativ werden also bei der Farbenentwicklung keine Farbstoffe gebildet. Beim Kopieren des Negativs strahlt weißes Licht ungehindert auf die Positivschichten und führt dort zur Farbbildung in allen drei Teilschichten. Beim Betrachten des Positivs werden die Einzelanteile des Tageslichts in allen drei Teilschichten vollkommen absorbiert; es findet keine Lichtreflexion statt, und das Positiv erscheint daher schwarz.

Strahlt das Objekt hingegen weißes (farblores) Licht aus, so wirken dessen Anteile auf alle drei Schichten des Negativs ein. Beim Farbenentwickeln bilden sich in allen drei Negativschichten Farben. Diese absorbieren beim Kopieren das gesamte farblose Licht. Es kann kein Licht auf die Schichten des Positivs dringen. Auf diesem bilden sich daher auch keine Farbstoffe. Das Tageslicht wird beim Betrachten des Bildes in keiner Weise durch Absorption von Einzelanteilen geschwächt und daher total reflektiert. Es entsteht der Eindruck »Weiß«.

## 2. Die Farbtemperatur

Wenn wir einen Metalldraht allmählich erwärmen und schließlich immer stärker erhitzen, so strahlt er je nach der Temperatur verschiedenfarbiges Licht aus. Es geht von Dunkelrot mit zunehmender Temperatur über Rot und Hellrot in Orange, Gelb und Weiß über. Die unmittelbare Beziehung zwischen Temperatur und Farbe des ausgestrahlten Lichts spiegelt sich in der Bezeichnung »Farbtemperatur« wider, mit der die Farbe des Lichts festgelegt wird. Die Farbtemperatur wird in ° Kelvin angegeben und hat als Festpunkt den absoluten Nullpunkt ( $-273^{\circ}\text{C}$ ). Es ergibt sich folglich die Beziehung:

$$\text{Farbtemperatur} = \text{Temperatur in } ^{\circ}\text{C} + 273.$$

Die Temperatur der Sonnenoberfläche beträgt etwa  $5700^{\circ}\text{C}$ . Dieser Temperatur entspricht das Tageslicht. Das von Glühlampen ausgesandte Licht muß zwangsläufig eine andere Zusammensetzung haben; denn der Schmelzpunkt des höchstschmelzenden Metalls, des Wolframs, beträgt  $3380^{\circ}\text{C}$ . Der Erhitzung durch elektrischen Strom sind also technische Grenzen gesetzt, und die Farbtemperatur des elektrischen Lichts ist eine wesentlich andere als die des Tageslichts. Die Farbtemperatur ist geringer; also ist das Licht reicher an gelben und roten Anteilen. Die drei Teilschichten des Farbfilms sind der mittleren Zusammensetzung des Tageslichts entsprechend sensibilisiert, lichtempfindlich gemacht. Bei starken Abweichungen von der Farbtemperatur werden die Farbtonwerte nicht richtig wiedergegeben. Wir haben daher einen Farbfilm für Tageslicht und einen für Kunstlicht. In diesem Zusammenhang muß noch einmal daran erinnert werden, daß das Licht des Elektronenblitzers weitgehend dem Tageslicht entspricht; Aufnahmen mit Elektronenblitzgeräten werden also auf Tageslichtfilm durchgeführt. Auch das Tageslicht schwankt in bezug auf die Farbtemperatur beachtlich. In den Wintermonaten beträgt die durchschnittliche Farbtemperatur  $5500^{\circ}\text{K}$ , in den Sommermonaten  $5800^{\circ}\text{K}$ . Bei Sonnenauf- und -untergang hat das Licht einen höheren Gelb- und Rotanteil (etwa  $4900\text{---}5400^{\circ}\text{K}$ ). Das Licht an Nebeltagen hat eine Farbtemperatur von etwa  $7700\text{---}8500^{\circ}\text{K}$  und das von einem klarblauen Himmel reflektierte Licht etwa  $12000\text{---}27000^{\circ}\text{K}$ . Auch dieses Licht entspricht nur der Temperatur der Sonnenoberfläche, aber die Energieausstrahlung ist durch Beugung an Teilchen der Atmosphäre und durch Filterung derart verändert, daß der Blauanteil überwiegt und das Licht in seiner Zusammensetzung einer Energieausstrahlung extrem hoher Temperaturen entspricht.

Die Schwankungen in der Farbtemperatur des Tageslichts lassen sich mit dem Farbfilm nicht überbrücken. Wertvoll ist daher eine Farbtemperaturmessung an Ort und Stelle, z. B. mit dem Color-Finder, der auf der Rückseite des Sixtomat x3 (Bild 200) angebracht ist. Bei der Messung ergeben sich häufig vom gleichen Standort in verschiedenen Himmelsrichtungen unterschiedliche Farbtemperaturen. Man wählt die günstigste für den Kamerastandpunkt aus. In den Tagesstunden, in denen die Werte stark von der Norm abweichen, kann man entweder nicht auf Farbfilm fotografieren (zum Beispiel im Hochsommer zur Mittagszeit), oder man muß Korrekturfilter anwenden, um den Farbstich zu verringern.

### *3. Farbfilm und Belichtungsspielraum*

Ein Schwarzweißfilm wird bei Unterbelichtung zu schwach, bei Überbelichtung zu stark gedeckt. Bei einem Umkehrfilm liegen die Dinge wesentlich anders. Wir sind vom Schwarzweiß-Negativfilm her gewohnt, die Unterbelichtung zu vermeiden und lieber reichlich zu belichten. Was nicht vorhanden ist, kann nicht nachträglich im Bilde verstärkt werden. Beim Umkehrfilm wird diese Möglichkeit beschnitten. Bei Überbelichtung wird zu viel Silberbromid in der Erstentwicklung reduziert. Für den Bildaufbau bei der Zweitentwicklung steht dann zu wenig Silberbromid zur Verfügung. Die Überbelichtung führt daher zu einem unterbelichteten Bild. So ist beim Farbenumkehrfilm die Unterbelichtung durch zu dunkle Farben, die Überbelichtung durch blasse, kaum sichtbare Farben ausgezeichnet.

Ein jeder Umkehrfilm, ob Schwarzweiß- oder Farbfilm, hat daher zwangsläufig einen geringeren Belichtungsspielraum wie ein Negativfilm oder ein Positivfilm.

Es kommt hinzu, daß die Farben bei abweichenden Belichtungszeiten nicht etwa zu hell oder zu dunkel ausfallen, sondern daß der Farbton verfälscht wird. Das engt den Belichtungsspielraum des Farbfilms noch zusätzlich ein.

Natürliche Farbenwiedergabe erfordert also eine sehr exakte Belichtung. Man kann sie nicht Tabellenwerten entnehmen, sondern muß, wenn man sicher gehen will, einen elektrischen Belichtungsmesser zu Hilfe nehmen. Nur einen angenäher-ten Überblick vermittelt die Übersicht im folgenden Abschnitt.

Der Belichtungsspielraum des Farbfilms schwankt zwischen 1 : 2 bei hellen und klaren Farben und 1 : 3 bei gebrochenen Farben. Bei der Belichtung muß man sich vorwiegend nach den hellen Farben richten und nicht nach den Schatten.

Ein geringer Belichtungsspielraum bedeutet für die Praxis, daß auf dem geraden Teil der relativ steil ansteigenden Gradationskurve nur die Helligkeitsunterschiede von Motiven mit relativ geringem Objektumfang Platz finden. Diese haben einen Belichtungsspielraum von etwa 1 : 2. Sowie die Kontraste ansteigen, wird der geradlinige Teil der Kurve voll ausgelastet, und der Film hat keinen Belichtungsspielraum mehr. Es gibt dann nur eine Belichtungsmöglichkeit; abweichende Zeiten sind Fehlbelichtungen. Bei sehr kontrastreichen Objekten reicht der gerade Kurventeil nicht mehr aus. Es können dann nur noch die mittleren Helligkeitswerte zum Beispiel richtig belichtet werden. Die tiefen Schatten und die Spitzlichter sind falsch belichtet. Daher empfehlen die Herstellerfirmen, bei Farbaufnahmen große Helligkeitskontraste zu meiden und mit Vorderlicht (Sonne im Rücken des Fotografen) zu arbeiten. Erst der Könner kann Gegenlichtaufnahmen mit ihren großen Lichtkontrasten meistern.

#### 4. Die Belichtungszeit

Als Faustregel für die Belichtung von Agfacolor-Film merke man: *In den hellsten Situationen* kommt man mit T-Objektiven bei Blende 1 : 5,6 mit  $\frac{1}{100}$  s aus.

*Sonnenuntergänge* erfordern bei Blende 4 etwa  $\frac{1}{30}$  s.

Zwischen beiden Werten liegt das Gros der Normalaufnahmen.

In den Monaten April bis August arbeitet man durchschnittlich zwischen 10 und 15 Uhr bei vollem Sonnenschein mit  $\frac{1}{20}$ ... $\frac{1}{25}$  s

bei Schneelandschaften . . . . .	mit Blende 1 : 16 (bzw. 1 : 22)
am Strand . . . . .	mit Blende 1 : 11
bei offener Landschaft . . . . .	mit Blende 1 : 8
bei Landschaft mit Vordergrund	mit Blende 1 : 5,6
bei Personen und Gruppen . . . . .	mit Blende 1 : 4
bei Nahaufnahmen . . . . .	mit Blende 1 : 2,8

Bei blauem Himmel öffnet man  $\frac{1}{2}$  Blendenstufe, bei blauem Himmel und blauem Meer eine Blendenstufe.

Auch der elektrische Belichtungsmesser zeigt nicht immer die richtige Belichtungszeit für Farbfilm an. Er mißt nur die allgemeine Helligkeit, nicht aber die Farbenhelligkeit des Objekts. Der Farbfilm aber empfindet die einzelnen Farben in unterschiedlichen Helligkeiten. Am stärksten wirken Rot und Gelb auf ihn ein, am schwächsten Grün. Der Film reagiert gut auf helle, leuchtende Farben. Seine Reaktion auf gedeckte (schwarzhaltige) Farben hingegen ist relativ schwach. In der Landschaft unserer Heimat überwiegen die gedeckten Farben. Ganz besonders schwarzhaltig



Bild 416. Gänsegeier. Herbert Strobel, Leipzig; Kleinbildaufnahme Praktica; Triotar 4/135; Blende 1:4; August; 11 Uhr; volle Sonne;  $\frac{1}{100}$  s

ist im allgemeinen das Grün unserer Wälder. Auf dieses Grün spricht der Farbfilm wenig an. Der Belichtungsmesser kann also absolut genaue Werte nicht geben. Beim Fotografieren auf Farbfilm ergibt sich viel mehr noch als beim Schwarzweißfilm die unbedingte Notwendigkeit, beim Messen der Belichtungszeit nahe genug an das Objekt heranzutreten. Wir dürfen nur das Licht messen, das tatsächlich vom Objekt ausgeht. Beim Fotografieren einer Landschaft müssen wir das Himmelslicht durch Beschatten des Meßfelds mit der Hand abschirmen; es dient nicht zum Bildaufbau. Bei Objekten mit starken Helligkeitskontrasten stellen wir die Belichtungszeiten der Einzelteile fest. Liegen sie wertmäßig weit auseinander, so sind die Helligkeitskontraste zu groß, als daß sie der Farbfilm befriedigend meistern könnte.

Bei jedem Objekt überwiegen gewisse Farben und andere treten zurück. Wir

Tabelle 95: Korrektur der Belichtungszeit beim Agfacolor-Film

A. Korrektur durch die Objekthelligkeit			
Das Objekt ist sehr hell	hell	mittelhell	dunkel
Am Strand, Schnee	Offene Landschaft, Porträt im hellen Licht, Straßen mit wenig Schatten, Gebäude in der Sonne	Landschaft mit Vor- dergrund, Straße mit viel Schatten, Porträt	Motive, die vollkom- men im Schatten liegen
Belichtungszeitfaktor:			
$\times 0,5$ oder: $\frac{1}{2}$ Blende schließen	$\times 1$	$\times 1,5 \dots 2$ $\frac{1}{2} \dots 1$ Blende öffnen	$\times 4$ 2 Blenden öffnen
B. Korrektur auf die bildwichtige Farbe			
Objektfarbe hell	mittel	dunkel	
weiß, gelblich, gelb, hellrot, hellbraun	grün	schwärzlich, dunkelgrün, dunkelblau, dunkelviolett	
Belichtungszeitfaktor:			
$\times 1$ oder:	$\times 2$ 1 Blende öffnen	$\times 4$ 2 Blenden öffnen	
C. Korrektur auf den Himmel			
Volle Sonne	Himmel leicht bedeckt	Himmel völlig bedeckt	
Belichtungszeitfaktor:			
$\times 1$ oder:	$\times 1,5$ $\frac{1}{2}$ Blende öffnen	$\times 2$ 1 Blende öffnen Bei bedecktem Himmel sind die Farbenkontraste (Korrektur B) nicht so stark: Farbe mittel: $\times 1,5$ Farbe dunkel: $\times 2$	

Die vom Belichtungsmesser angezeigten Werte sind also zu korrigieren

A. nach der Objekthelligkeit wie 1 : 2 : 4,

B. nach der Objektfarbe wie 1 : 2 : 4 oder bei bedecktem Himmel wie 1 : 1,5 : 2,

C. nach der Himmelsbedeckung wie 1 : 1,5 : 2.



müssen also zunächst klar entscheiden, welche Farbe die bildbeherrschende ist, welche die größten und bildwichtigsten Flächen ausfüllt. Das ist unsere Leitfarbe beim Bestimmen der Belichtungszeit. Die mit dem Belichtungsmesser bestimmte Belichtungszeit bedarf einer dreifachen Korrektur (Tabelle 95).

*Beispiel:* Der Belichtungsmesser zeigt  $\frac{1}{100}$  s an. Es soll ein *Porträt im Halbschatten* eines grünen Baumes aufgenommen werden:

$$\begin{array}{ccc} \text{Korrektur} & & \text{A (mittelhell): } \times 2 & & \text{B (mittel): } \times 2, \\ \frac{1}{100} \text{ s} & \longrightarrow & \frac{1}{50} \text{ s} & \longrightarrow & \frac{1}{25} \text{ s.} \end{array}$$

**Wichtig:** Weiß erfordert eine besonders reichliche Belichtung, sonst gibt es Farbstich.

Bei leichten, zarten Farben arbeitet man gern mit reichlicher Belichtung. Dann erhält man ein dunkleres Zwischenbild und ein entsprechend helleres Restbild mit zart abgestuften Tönen. Infolge der Sättigungszunahme der Farben tritt bei *geringen* Unterbelichtungen eine Erhöhung der farbigen Plastik auf. Am wirksamsten für die Projektion sind Aufnahmen, die zwischen exakter Belichtung und einer kaum feststellbaren Unterbelichtung liegen. Die besten Werte liegen etwa  $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}$  Belichtungsstufe geringer als die exakte Belichtungszeit.

Führt man mehrere Belichtungsproben durch, so variiert man die einzelnen Belichtungszeiten (im Gegensatz zum Schwarzweißfilm) um nur  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  Blendenstufe oder Zeitstufe.

Tabelle 96: Beurteilung des Farben-Diapositivs

Unterbelichtung		Überbelichtung	
Helligkeitsabnahme, Sättigungszunahme, starke Farbverschiebung nach der Grundschwärze <sup>1)</sup>		Helligkeitszunahme, Sättigungsabnahme, zunehmende Farbtonveränderung	
Unterbelichtung ist in <b>bescheidenen</b> Grenzen <b>zulässig</b> bzw. ratsam bei sehr zarten Farben, um diese etwas zu kräftigen		Überbelichtung ist in bescheidenen Grenzen <b>zulässig</b> bzw. ratsam bei stark gesättigten Farben im Objekt zum Herabmindern der Sättigung (besonders, da in der Projektion durch die Bildbegrenzung und die dunkle Umgebung die Sättigung der Farben und deren Kontrastwirkung scheinbar zunehmen)	
Unterbelichtung darf nicht vorkommen, wenn tiefe Schatten und dunkle Mittelöne nebeneinanderstehen		Überbelichtung darf nicht vorkommen, wenn im Motiv reine Weißen neben sehr hellen Mitteltönen stehen	
stark unterbelichtet	mäßig unterbelichtet	mäßig überbelichtet	stark überbelichtet
Farben dunkel bis schwarz, so daß die eigentliche Färbung kaum zu erkennen ist	Die hellen Farben sind schmutzig oder grünblau	Die hellen Farben erscheinen rosa. Grün erscheint blaugrün	Die Farben erscheinen zu hell u. blaß, wie ausgewaschen

<sup>1)</sup> Grundschrärze ist der Grundcharakter der Emulsion.

## 5. Farbenabweichungen und Farbkorrektur

Der Farbfilm stellt uns aufnahmetechnisch vor neue und ungewohnte Aufgaben. Nicht jedes Objekt eignet sich gleichermaßen für eine Schwarzweißaufnahme und eine Farbaufnahme. Vielmehr drängen bestimmte Motive zur Aufnahme in Farben, andere zur Aufnahme in Schwarzweiß. Dabei ist jedem Objekt eine bestimmte Farbe eigen. Es ist die Farbe, die es unter normalen Lichtverhältnissen, das heißt beim Bestrahlen mit weißem Tageslicht durchschnittlicher Zusammensetzung, annimmt. Bei abweichender Beleuchtung zeigen sich abweichende Farben. Beim Agfacolor-Farbfilm ergeben sich eine Reihe von Farbenabweichungen, die auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen sind, nämlich auf

den Farbencharakter der Emulsion,  
den Farbstich der Emulsion,  
Farbenabweichungen der jeweiligen Beleuchtung,  
farbiges Reflexlicht der Umgebung.

Der *Farbencharakter* ist bei den einzelnen Emulsionen bisweilen unterschiedlich. Wir unterscheiden

Emulsionen mit kälteren Farbtönen		Emulsionen mit wärmeren Farbtönen
Der Filmanfang erscheint in der Durchsicht		
graublau		grauviolett

Der *Farbstich* der Emulsion zeigt sich bei längerer Lagerung. Der frisch hergestellte Film ist stärker rotempfindlich. Die Farbenwerte erfahren bei überalterten Emulsionen eine starke Verschiebung nach Blau; zuletzt bleibt ein blaugrünes Restbild. Dieser Blaustich erstreckt sich schließlich ohne Rücksicht auf unterschiedliche Beleuchtung auf alle Bilder eines Filmstreifens. Man beachte daher beim Kauf des Farbfilms das aufgedruckte Verfallsdatum. Farbfilme kann man also nicht speichern und fürs nächste Jahr aufheben. Man kaufe möglichst nicht mehr, als man tatsächlich innerhalb der aufgedruckten Garantiezeit verbraucht.

Die *Farbenabweichungen* bei unterschiedlicher Beleuchtung erklären sich aus der Tatsache, daß der Farbfilm auf die durchschnittliche Zusammensetzung des Tageslichts sensibilisiert ist. Das Tageslicht aber ist in seiner Zusammensetzung großen Schwankungen unterworfen. Stimmt die Sensibilisierung nicht mit der Lichtzusammensetzung überein, so müssen sich Abweichungen ergeben.

Das Sonnenlicht durchstrahlt die Atmosphäre, die Lufthülle der Erde. Ist die Luft ganz besonders rein, wie zum Beispiel im Hochgebirge, so beugen sich nur die kürzestwelligen Strahlen an den Luftmolekülen. Es entsteht ein starkes Ultraviolett-Streulicht, das wir zwar nicht sehen, das aber fotochemisch wirksam ist. Es verschiebt die Farben nach Blau, überstrahlt das Bild und mindert die Kontraste. Zusätzliche Beugung der kurzwelligen Blaustrahlen an Staubteilchen und Wassertröpfchen in der Luft verschiebt die Farbe weiter nach Blau. Diesem *Hochgebirgsblau* müssen wir durch Filterung der Ultraviolettstrahlung mit dem Agfa-UV-Filter K 29C begegnen. Es ist farblos und hat einen Filterfaktor von 1,3...1,5, mit dem die ermittelte Belichtungszeit zu multiplizieren ist. Im Tiefland und Mittelgebirge ist die UV-Strahlung geringer. Wir brauchen sie dann nicht zu filtern, da sie vom Glase der Linsen absorbiert wird. Das UV-Filter mindert also bei Farbaufnahmen den Beleuchtungsblau.

Im Mittelgebirge und besonders im Tiefland wird die Luft immer mehr zu einem trüben Gasmisch, in dem sich zahlreiche Staubteilchen und Wassertröpfchen in der Schwebelage befinden. An diesen größeren Partikeln werden vor allem die kurzwelligen Blaustrahlen des Himmelslichts gebeugt. Es entsteht ein *Blaustreulicht*. Wir sehen es gegen den nachtschwarzen Weltraum als blauer Himmel. Das Sonnenlicht, das die Lufthülle durchstrahlt, sieht daher nicht weiß, sondern gelblich aus. Gegen Abend, wenn der Weg der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre länger wird, verschiebt sich die Zusammensetzung nach dem rötlichen Anteil.

Das Blaulicht ist besonders stark ausgeprägt

im Hochsommer bei strahlendem Sonnenschein in den Mittagsstunden zwischen 10 und 14 Uhr als *Mittagsblautich*; er kann, besonders am Meeresstrand, die Farbaufnahmen verderben, so daß man in dieser Zeit keine Farbaufnahmen durchführt;

bei hohem, grau überspanntem Himmel, bei dem der blaue Himmel durch die Wolkendecke durchschlägt, ist der Blauanteil größer als bei wolkenlosem blauem Himmel. Nur bei tiefhängenden Wolken und nebelfeuchter Luft ist der Blauanteil nahezu ausgeschaltet, und es zeigt sich bei dicker Wolkendecke manchmal ein typischer Rotstich.

In diesen zwei Fällen haben wir im Farbfilm mit kräftigem, unnatürlich wirkendem Blautich zu rechnen. Er zeigt sich zum Beispiel auch als Blaudunst der Ferne in übertriebener Weise, wenn die Blaustreuung des Lichts an der Lufttrübe gegen einen dunklen Hintergrund, zum Beispiel gegen Wälder, Gebirge und Höhenzüge, steht. Nur vor sonnenbeschienenen hellen Flächen in der Ferne erscheint das Licht gelblich bis rötlich, weil wir dann die Luft gewissermaßen in der Durchsicht gegen das Licht betrachten und nicht in der Aufsicht. Mit dem UV-Schutzfilter K 29C kann man in diesen Fällen eine UV-Filterung und auch eine Blaudämpfung erzielen; es mildert die kalten Blautöne. Das ist besonders wichtig bei Aufnahmen mit Teleobjektiven, bei denen der Blaudunst der Ferne bildwirksam wird, während wir beim Betrachten des Bildes den Eindruck der Nähe haben und den Blaudunst als ungewöhnlich und störend empfinden.

Im allgemeinen dämpft man den Blautich mit dem *Agfa-Filter K 34*. Es sieht rosa aus und ist speziell für Aufnahmen im Freien ohne Sonne geschaffen. Es hat einen Filterfaktor von etwa 1,5...2. Mit diesem Filter führen wir Aufnahmen bei hohem grauem Himmel oder bei Sonne im Schatten aus. Auch das Licht in den Schatten ist reines Streulicht. Überall, wo nicht das direkte Sonnenlicht hinstrahlt, wird das Motiv nur durch das Blaustreulicht erhellt. Das zeigt sich ganz besonders an hellen Bildteilen, wie zum Beispiel an hellen Kalkfelsen, an Hauswänden usw. Bei Gegenlichtaufnahmen, bei denen solche hellen Flächen im Schatten liegen, erscheinen sie ultramarin überstrahlt. Dieser Effekt tritt deutlich bei klarem blauem Himmel (im Gebirge) auf und erreicht seine höchste Blauintensität in südlicher Sonne am blauen Meer. Als Beispiele sind die Blaue Grotte von Capri und diejenige von Biševo (Adria) bekannt. Auch die hellen Kalkfelsen sind, sofern sie vollkommen im Schatten liegen, tiefultramarin durch das Blaustreulicht gezeichnet. Das Blau ist verstärkt durch Reflexion des blauen Himmels und Wassers. Nur an den Wandstellen, die von direktem Sonnenlicht getroffen werden, leuchtet die gelblichweiße Eigenfärbung der Kalkwand auf. In der Natur pflegen wir diesen

Blaustich nur zu leicht zu übersehen. Das prüfende Auge des Malers entdeckt ihn. Wir Farbenfotografen müssen umlernen, müssen objektiver sehen lernen, damit auch wir den Blaustich bereits im Bildvorwurf entdecken und ihn richtig beurteilen lernen. Je staubfreier und trockener die Luft ist, desto größer ist die Gefahr des Blaustichs. In stark staubiger, dunstiger Luft ist Blaufilterung nicht nötig, da ein hoher Anteil des Blaulichts dann absorbiert wird. Die staubige Luft unserer Großstädte enthält einen hohen Gelbrotanteil und ähnelt in dieser Beziehung eher dem rötlichen Abendlicht als dem blauen Mittagslicht in staubarmer Umgebung.

Dem Blaustich steht der *Gelbrotstich* der Sonnenauf- und -untergänge entgegen. Dann ist das Licht übertrieben rötlich. In vielen Fällen werden wir es nicht filtern, weil wir die warmen Töne im Bild lieben. Aber man soll zu Sonnenuntergang nicht gerade porträtieren! Zur Mittagszeit erhalten wir blaustichige Bleichgesichter, zum Sonnenuntergang typische Rothäute.

Ein besonderes System zur Beurteilung und Filterung des Lichtes bei Agfacoloraufnahmen ist gegeben durch den *A-Z-Colortester* und die *A-Z-Colorfilter* von Arnz. Der Colortester besteht aus einer Mattglasplatte, die zur Hälfte mit rotem, zur Hälfte mit blauem Filterglas belegt ist. Wir bestimmen zunächst die Belichtungszeit mit einem elektrischen Belichtungsmesser. Dann wenden wir den Colortester mit der Mattglasscheibe der Lichtquelle zu und halten vor die Öffnung des Belichtungsmessers die Blauscheibe. Für eine beliebige Belichtungszeit stellt man mit Hilfe des Zeigerausschlags die Blende fest. Das gleiche geschieht anschließend mit vorgehaltenem Rotteil. Werden für beide Farbscheiben die gleichen Blendenwerte ermittelt, so ist das Licht farbstichfrei; man braucht es nicht zu filtern. Ist die Blendenzahl für Blau größer als für Rot (größerer Zeigerausschlag bei der Blau-messung), so ist Blauüberschuß vorhanden, im umgekehrten Falle Rotüberschuß. In diesen Fällen setzt man bei der Aufnahme die entsprechenden Filter vor. Bei Aufnahmen im Baumschatten und in Innenräumen wird die Beleuchtung nicht durch direktes Sonnenlicht, sondern durch blaues Streulicht bewirkt. Die Agfa hat für Aufnahmen in Innenräumen bei Tageslicht das Agfafilter K 33A entwickelt. Es ist purpurrosa, hat einen Filterfaktor von 1,3 und soll den Grünstich beheben. Eine Verstärkung der Filterwirkung erreichen wir mit K 34.

Ein jeder Körper absorbiert einen Teil des auffallenden Lichts und strahlt einen anderen zurück. Die Lichtanteile, die er absorbiert, erscheinen ausgelöscht. Die Lichtanteile hingegen, die reflektiert werden, bestimmen seine Färbung. Reflektiert er die grünen Strahlen, so erscheint er grün, reflektiert er blau, so erscheint er auch blau. Weiß aussehende Körper reflektieren das gesamte auftreffende Licht, grau aussehende Körper ebenfalls, jedoch in abgeschwächter Form, aber in gleicher Zusammensetzung, wie es einstrahlt.

Somit strahlt ein jeder Körper seine Eigenfarbe in seine Umgebung und nimmt Anteil an deren Farbgebung. Dieses farbige *Reflexlicht* kann die Färbung eines Objekts maßgeblich bestimmen und völlig ändern. Porträtaufnahmen können wir nicht im Schatten eines belaubten Baumes durchführen, weil dann die Gesichter Grünstich erhalten und die Personen leichenblaß aussehen. Unter einem breitrandigen Strohhut, unter einem roten Sonnenschirm nehmen die Gesichter einen gelblichen bzw. rötlichen Farbton an. Das farbige Reflexlicht kann bisweilen gute Farbwirkungen ergeben. Man muß das farbige Reflexlicht als solches erkennen und planvoll einsetzen. Es ist noch ein weites Feld für Regie mit Reflexlicht. Bisweilen werden aber auch die farbigen Reflexlichter als unnatürlich und störend

empfunden, besonders, wenn man die Ursache der Färbung im Bilde nicht erkennen kann. Bei der Aufnahme müssen wir auf diese Farbumstimmungen achten, um vor unliebsamen Überraschungen sicher zu sein.

Tabelle 97: Filter für Agfacolor-Film

Agfafilter	Arnzfilter	Farbe	Verlängerungsfaktor	Anwendung
K 29c		nahezu farblos	1,3...1,5	UV-Filterung im Hochgebirge Leichte Blaudämpfung bei Aufnahmen der Ferne mit Teleobjektiven Milderung kalter Blautöne
K 33 A		purpurrosa	1,3	Dämpft Grünstich bei Tageslichtaufnahmen in Innenräumen
	A-Z. 101	hellrosa	1,5	Leichte Blaudämpfung
K 34		rosa	1,5...2	Blaudämpfung bei Aufnahmen im Freien ohne Sonne
	A-Z. 102	mittelrosa	2	
Polarisationsfilter		nahezu farblos	1,5...2	Auslöchen von Lichtspiegelungen

#### 6. Farbnegativfilm, farbige Kopie und Farbpositivfilm

Die neueste Entwicklung führte zur Herstellung des Agfacolor-Negativfilms. Prinzipiell hat er den gleichen Aufbau wie der Umkehrfilm. Nach dem Belichten wird er sofort im Farbenentwickler behandelt. Dabei entstehen in den drei Teilschichten die zum einstrahlenden Licht komplementären Farben. Wir erhalten ein *Farbnegativ*. Dieses wird auf Farbenpositivmaterial von annähernd gleichem Schichtenaufbau kopiert. Es entstehen dann entweder farbige Kopien auf Papier oder auf Agfacolor-Diapositivfilm.

Der Negativfilm hat zahlreiche Vorteile gegenüber dem Umkehrfilm. Zunächst ist der Belichtungsspielraum eines Negativfilms stets größer als der eines Umkehrfilms. Man kann beliebig viele Kopien auf Papier oder beliebig viele Farbdias von einem Negativ herstellen. Man kann auch Direktkopien und Direktvergrößerungen auf Schwarzweißmaterial gewinnen, ohne dabei den umständlichen Weg über ein Zwischennegativ wählen zu müssen. Der größte Vorteil aber ist darin zu sehen, daß beim Kopierprozeß Einfluß auf die Farbgebung genommen werden kann und daß sich Korrekturen von Farbstich anbringen lassen, die beim Umkehrfilm schwer durchführbar sind und dort außerdem am Original selbst vorgenommen werden müssen.

Man kann zur Farbkorrektur den Umkehrfilm in schwachen Farblösungen baden. Sehr helle (überbelichtete) Bilder kann man mit leicht angefärbten Gelatinefolien entsprechender Färbung überdecken und aus stärker gedeckten (unterbelichteten) Negativen auf chemischem Wege Farbstoffe teilweise zerstören oder herauslösen. Diese Korrekturen schließen aber stets das Risiko der Arbeit am



Bild 147. Zwei kleine Raufbolde. Das Gegenlicht zeichnet die Figuren mit Lichtsäumen und schafft einen lebendigen Vordergrund im Wechselspiel von Licht und Schatten. Die Wasserfläche hellt durch Lichtrückstrahlung die Schattenpartien der Jungen gut auf. Karl Taube †, Leipzig

Original ein, während beim Negativfilm die Farbkorrekturen nur den Kopierprozeß betreffen.

Die Herstellung von Schwarzweiß-Dias und Schwarzweißbildern gleicht beim Farbenegativfilm vollkommen den entsprechenden Arbeiten nach Schwarzweißnegativen. Für Dias verwendet man dazu orthochromatischen oder Orthopanfilm. Bereits der orthochromatische Film wird durch das hellstrahlende Rot des Farbfilms genügend geschwärzt. Vom Umkehrfilm stellt man zunächst Schwarzweiß-Negative als Reproduktionen her. Man kann den Maßstab 1:1 wählen. Viel günstiger allerdings ist der Weg über ein vergrößertes Negativ auf Diaplatte oder orthochromatische Platte. Man belichtet dabei reichlich, damit ein weiches Negativ entsteht; denn der Agfacolor-Film arbeitet ziemlich hart. Man stellt die vergrößerten Negative im Vergrößerungsapparat her. Dabei legt man das Original mit der Schicht zur Lichtquelle, damit man zuletzt ein seitenrichtiges Bild erhält. Den Beleuchtungskopf umhüllt man mit Tüchern, damit kein störendes Nebenlicht das Negativmaterial verschleiern kann.

Dem Entwickler setzt man *Agfa-Denoxan als Desensibilisator* zu. Das kann sowohl bei Feinkorn- als auch bei Feinstkornentwicklung geschehen. Agfa-Denoxan ist ein nahezu farbloser Zusatz, der an der Bildentstehung unbeteiligt ist. Nach einer Entwicklungszeit von etwa 2 Minuten wird durch den Zusatz sowohl die Orthopanschicht als auch die Rotpanschicht desensibilisiert, das heißt lichtunempfindlich gemacht. Wir können dann den Entwicklungsprozeß bei dem relativ hellen Gelbgrünlicht überwachen, wie es das Dunkelkammerschutzfilter Agfa 113 I durchläßt. Man entwickelt die Negative etwas dichter, als man sie zuletzt haben will; denn während der Entwicklung erscheinen sie durch das in ihnen noch enthaltene unbelichtete Silberbromid kräftiger als nach dem Fixieren.

### 7. Der neue Agfacolor Ultra

1937 war der erste Agfacolor-Umkehrfilm auf den Markt gekommen. Er besaß eine Empfindlichkeit von  $12/10^\circ$  DIN. In der Folgezeit wurde er auf  $15/10^\circ$  DIN gebracht. Diese Empfindlichkeit traf aber nur für hellfarbige Objekte in vollem Vorderlicht zu. Für alle anderen Aufnahmebedingungen mußte die Lichtempfindlichkeit wesentlich geringer angesetzt werden. Auf den Filmpackungen stand daher: »Zu belichten wie  $13/10^\circ$  DIN«. Diese Angabe soll Unterbelichtungen nach Möglichkeit ausschließen. Trotzdem muß auch diese Empfindlichkeitsangabe für dunklere Objektfarben weiter reduziert werden.

Inzwischen ist der neue Agfacolor-Ultra-Film für Tageslicht herausgekommen in den beiden Typen Umkehrfilm und Negativfilm, und zwar als Kleinbildfilm für die Aufnahmeformate  $24 \times 36$  mm bzw.  $24 \times 24$  mm und als Rollfilm  $6 \times 9$  cm.

Der *Agfacolor-Negativfilm Ultra T* hat eine Empfindlichkeit von  $17/10^\circ$  DIN. Sein Belichtungsspielraum erstreckt sich über etwa drei Blendenwerte. Das heißt: Unter gleichen Aufnahmebedingungen erhält man mit drei aufeinanderfolgenden Blendenwerten Negative, die durch entsprechenden Ausgleich im Positivverfahren noch gute farbige Positive ergeben.

Der *Agfacolor-Umkehrfilm Ultra T* hat eine Empfindlichkeit von  $16/10^\circ$  DIN. Er ist also ebenfalls doppelt so lichtempfindlich wie der frühere Agfacolor-Film. Die Belichtungszeit reduziert sich beim neuen Material auf die Hälfte.

Von großer Bedeutung ist, daß die angegebene Empfindlichkeit dem Normalfall

der Aufnahme entspricht. Bei ausgesprochen hellfarbigen Objekten, zum Beispiel Aufnahmen am Meere im hellen Dünensand und bei voller Beleuchtung, ist seine Empfindlichkeit bereits mit etwa 19/10° DIN anzusetzen. Es ergeben sich dann überraschend kurze Belichtungszeiten, die dem Farbfilm neue Anwendungsmöglichkeiten erschließen.

Vom Negativfilm können wir wahlweise Farbpositive als Dias oder auf Agfacolor-Papier, auch als Verkleinerung oder Vergrößerung, anfertigen lassen und ebenso auch Positive aller Art auf Schwarz-Weiß-Material. Der Umkehrfilm, der bisher Unikat war und blieb, kann neuerdings auf *Agfacolor-Umkehrkopierfilm* beliebig oft vervielfältigt werden. Damit gewinnt der Umkehrfilm wieder an Bedeutung, da bei ihm der Kostenaufwand geringer ist als beim Umweg über den Negativfilm.

Besonders wichtig für Farbpositive auf Agfacolor-Papier und auch für Farbdias wird in Zukunft der Rollfilm 6 × 9 cm mit seinem größeren Aufnahmeformat sein, das gesteigerte Bildleistungen in jeder Hinsicht garantiert.

*Tabelle 98: Die Agfacolor-Farbfilme*

Für farbige Papierbilder	Agfacolor-Negativfilm Ultra T 17/10° DIN für Tageslicht Agfacolor-Negativfilm Ultra K 17/10° DIN für Kunstlicht
Für farbige Diapositive	Agfacolor-Umkehrfilm Ultra T 16/10° DIN für Tageslicht Agfacolor-Umkehrfilm K 13/10° DIN für Kunstlicht

*Aufnahmedaten und Bildcharakteristiken zu den Farbtafeln*

Schattiger Winkel – Handwerker-Erholungsheim Altenstein bei Bad Liebenstein

Gelungene Gegenlichtaufnahme, in der überaus starke Lichtkontraste zwischen der weiträumigen Landschaft und dem Vollschatten der Linde im Bildmittelpunkt gemeistert werden. Besonders reizvoll sind die zarten Halbtöne des Mauerwerks, die wohlabgestuften Übergänge in dem Baumschatten, die jede Schwere vermissen lassen und trotzdem kraftvoll zu dem vom Gegenlicht durchfluteten Vordergrund (Lampe und Blattwerk) kontrastieren. Fot.: Helmut Stapf, Leipzig; Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Agfacolor-Umkehrfilm T 13/10° DIN

Deutsche Staatsoper Berlin, Apollosaal

Beispiel einer gut ausgeleuchteten Innenaufnahme auf Agfacolor Ultra T. Die zarten blauen Schatten in den Fensternischen, die sich im Bild mannigfaltig wiederholen und in den Säulenfüßen und Ruhebänken zu großer Farbkraft steigern, stehen im wirksamen Kontrast zu den bildbeherrschenden Gelbtönen. Fot.: Christa v. Criegern Walter Gröschl; Reflex-Primar 9 × 12; Agfacolor Negativ Ultra T 17/10° DIN, Blende 22, 1½ min Bel.

Künstlerkate am Meer (Ahrenshoop)

Schwierige Innenaufnahme in einem dunklen Raume unter Baumschatten ohne zusätzliche Beleuchtung mit Kunstlicht. Die leicht grünen Töne im Bild sind auf das grüne Reflexlicht der Baumkronen zurückzuführen, die das Himmelslicht filtern. Auf ihre Beseitigung durch Filter wurde verzichtet, weil diese Beleuchtung für den Raum charakteristisch war und weil sie den Farbton des Kachelofens in abgeschwächter Form wiederholen und verklingen lassen. Fot.: Helmut Stapf, Exakta Varex; Tessar 2,8/50; Blende 11; Agfacolor-Umkehrfilm T 13/10° DIN

Rauhreif im Fischland (Ahrenshoop)

Dieses Winterbild von der alten Mühle in Ahrenshoop zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Harmonie der Tonwerte aus. Das Rotbraun des Schilfs, der Mühle und der Bäume bringt einen warmen Ton in die sonnen-durchflutete Winterlandschaft, die sonst häufig durch die blauen Schatten im Schnee kalt und abweisend wirkt. Die kraftvolle Wolkenbildung am Himmel läßt den Rauhreif klar hervortreten, gibt aber in ihren zarten Halbtönen zugleich einen harmonischen Übergang der Tonwerte. Fot.: Georg Hülße, Ahrenshoop; Agfacolor-Umkehrfilm T 13/10° DIN



# Anhang

## Normen in der Fotografie

### A. Allgemeine Begriffe

- Allgemeine Formelzeichen Februar 1955 DIN 1304  
Enthält Formelzeichen für Licht; u. a. Brechungszahl  $n$ , Brennweite  $f$ ,  
Lichtstrom  $\Phi$ , Beleuchtungsstärke  $E$ , Leuchtdichte  $B$ , Lichtstärke  $I$ .  
Strahlungsphysik und Lichttechnik. Größen, Bezeichnungen und Einheiten Juni 1953 DIN 5031  
*Enthält Definitionen lichttechnischer Größen, u. a.*  
Spektraler Hellempfindlichkeitsgrad  $V_\lambda$ ,  
Lichtmenge  $Q$ : Produkt aus Lichtstrom und Zeit der Strahlung.  
Leuchtdichte  $B$ : Dichte eines Lichtstroms durch eine senkrecht zur Licht-  
richtung gedachte Fläche.  
Lichtstärke  $I$ : Dichte eines Lichtstroms, bezogen auf den durchstrahlten  
Raumwinkel.  
Beleuchtungsstärke  $E$ : Dichte des auf die bestrahlte Fläche auftreffenden  
Lichtstroms.  
Belichtung  $H$ : Produkt aus Beleuchtungsstärke und Beleuchtungsdauer.  
Reflexionsgrad  $\rho$ : Verhältnis von zurückgestrahltem zu auffallendem  
Lichtstrom.  
Absorptionsgrad  $\alpha$ : Verhältnis von absorbiertem zu auffallendem Licht-  
strom.  
*Enthält Definitionen lichttechnischer Einheiten, u. a.*  
Lumen  $\text{lm}$ : Einheit des Lichtstroms.  
Lumenstunde  $\text{lmh}$ : Einheit der Lichtmenge; Lichtstrom von 1  $\text{lm}$  während  
1 Stunde.  
Phot  $\text{ph}$ : 1. Einheit der spezifischen Lichtausstrahlung;  $1 \text{ cm}^2$  Fläche  
strahlt Lichtstrom von 1  $\text{lm}$  aus.  
2. Einheit der Beleuchtungsstärke; Lichtstrom von 1  $\text{lm}$  wird auf  $1 \text{ cm}^2$   
Fläche gestrahlt.  
Lux  $\text{lx}$ : Einheit der Beleuchtungsstärke; Lichtstrom von 1  $\text{lm}$  wird auf die  
Fläche von  $1 \text{ m}^2$  gestrahlt.  
Luxsekunde  $\text{lx s}$ : Beleuchtungsstärke von 1  $\text{lx}$  während 1 s.  
Lichtabsorption in optisch klaren Stoffen, Größen und Bezeichnungen Februar 1955 DIN 1349  
U. a. Absorption: Übergang von strahlender Energie in stoffgebundene;  
äußert sich zum Beispiel in Photolyse.

### B. Lichtquellen

- Aktivität von Lichtquellen für bildmäßige fotografische Aufnahmen. September 1936 DIN 4519  
Begriff und Bestimmung der Aktivität.  
Bezeichnung der fotografisch-lichttechnischen Grundbegriffe.  
Licht, Lampen, Leuchten (Begriffe, Grundeinteilung) Entwurf Oktober 1954 DIN 5039  
Licht als elektromagnetische Strahlung.  
Lichtquelle als Sender elektromagnetischer Strahlung.  
Lampen als technische Ausführungsformen künstlicher Lichtquellen, die  
der Lichterzeugung dienen.  
Elektrische Lampen als Umformer elektrischer Energie in Licht.  
Glühlampen mit festen Stoffen, die durch Stromwärme bis zur Licht-  
ausstrahlung erhitzt werden.

Leuchten als Geräte zur Verteilung, Filterung oder Umformung des Lichts von Lampen.

- Elektrische Lampen (Übersicht) März 1953 DIN 49800  
Großlampen: Fotolampen für Aufnahme,  
Fotolampen für Dunkelkammer,  
Fotolampen für Bildvergrößerung.  
Kleinslampen: Fotozwerglampen P.  
Blitzlicht-Steckverbindung (Anschlußmaße) Entwurf März 1953 DIN 19003  
Maße der Kontaktstecker und Kontaktnippel.  
Stufenlinsenscheinwerfer für Glühlampen. August 1951 DIN 15560

### C. Apparateile

- Aufnahme- und Projektionsobjektive (Brennweite, Relative Öffnung, Begriffe) Januar 1942 DIN 4521  
Relative Öffnung: Verhältnis des wirksamen Durchmessers der Eintrittspupille zur Objektivbrennweite.  
Aufnahmeobjektive (Blenden, Brennweiten, Beschriftung, Entfernungsangaben) April 1954 DIN 4522  
Blendenzahlen der internationalen Reihe.  
Anfangsöffnung des Objektivs als Blendenwert dieser Reihe. Abweichungen von den aufgetragenen Werten bis zu 5%.  
Möglichkeit einmaliger oder zweimaliger Unterteilung (Markierung durch Punkte).  
Blendendrehbewegung beim Verkleinern der Öffnung entgegen dem Uhrzeigersinn (beim Blick auf Frontlinse).  
Brennweitenangabe in Millimetern; Abweichungen bis zu 6%.  
Beschriftung: Bezeichnung, relative Öffnung, Brennweite, Firma, Objektivnummer.  
Relative Öffnung als Verhältniszahl (1 : 4).  
Brennweite:  $f = 135 \text{ mm}$ ,  
oder Kurzbezeichnung: Öffnung/Brennweite (4/135).  
Entfernungsangabe: Bezeichnung der Filmebene auf der Kamera durch  $\phi$ .  
Aufnahmeobjektive DIN 19002  
November 1952: Blatt 1: Anschlußmaße für aufsteckbares und einschraubbares Zubehör (Steckanschluß; Steck- und Schraubanschluß).  
Dezember 1950: Blatt 2: Gewinde für einschraubbares Zubehör und Aufnahmeobjektive.  
Stativanschluß September 1935 DIN 4503  
Maße der Stativmutter und des Stativbolzens.  
Steckschuh und Steckfuß Entwurf November 1950 DIN 19001  
für aufsteckbares Zusatzgerät (Anschlußmaße).  
Drahtauslöser April 1953 DIN 19004  
Anschlußmaße.  
Zahlenfenster für Rollfilm-Kameras August 1937 DIN 4526  
Maße für Rollfilm 60.  
Bildausschnitte für Rollfilm-Kameras September 1939 DIN 4525  
Maße für Rollfilm 60.  
Bildausschnitte für Kleinbild-Kameras Februar 1940 DIN 4537  
Maße für Nennmaß  $24 \times 36$ ,  $24 \times 24$ ,  $18 \times 24$ .

### D. Platte und Film

- Negativmaterial für bildmäßige Aufnahmen Entwurf Juli 1954 DIN 4512  
Bestimmung der Lichtempfindlichkeit (mit Bildteil).  
Innerhalb der Garantiezeit höchstzulässige Abweichung:  $3/10^\circ$  DIN kleiner.

Fotografische Platten Abmessungen.	Entwurf Februar 1954	DIN 4505
Filmpack Abmessungen.	September 1953	DIN 4507
Bildformate, Bildmaße für Kleinbild- und Rollfilmkameras. Kleinbildkameras 18×24, 24×24, 24×36. Rollfilmkameras 45×60, 60×60, 60×90.	März 1955	DIN 4510
Kleinbildkameras. Spule 35 und Kapsel 35 Umrisse.	Mai 1943	DIN 4535
Rohfilmabmessungen, Negativ und Positiv	Entwurf September 1953	DIN 15 501
Kleinbildfilm 35 mm, Filmzunge, Filmanschnitt	Entwurf März 1955	DIN 4536
Einheitsspule 60 für Rollfilm 60	Entwurf August 1952	DIN 4529
Rollfilm 60 (Filmstreifen, Papierstreifen)	August 1937	DIN 4523
Film in Rollenform Filmbreiten unter 100 mm, Übersicht.	Mai 1953	DIN 4502
Planfilm, Abmessungen Geschnittene Formate. Rollen.	Entwurf Februar 1954	DIN 4515
Sicherheits-Kinefilm	Februar 1955	DIN 15 551
Begriff, Prüfverfahren, Kennzeichnung Kinefilm, Lagerung. Bestimmung über das Lagern von Rohfilmen und entwickeltem Film.	Entwurf April 1953	DIN 15 556
<b>E. Fotografische Papiere</b>		
Kopierrahmen, Einlegemaße	April 1953	DIN 4504
Fotografische Papiere für die Vervielfältigung von Bild- und Schriftvorlagen. Dokumentenpapiere (Silberhalogenidpapiere für die Wiedergabe von Dokumenten). Geschnittene Formate und Rollenformate. Aufnahme-, Vergrößerungs- und Kontaktpapiere.	Oktober 1953	DIN 4518
Fotografische Papiere für allgemeinen Bedarf Abmessungen. Geschnittene Formate sowie Sonderformate für Fachfotografie. Rollen bis 10 m Länge.	April 1949	DIN 4506
Fotografische Papiere für registrierende Apparate, Maße.	Entwurf März 1955	DIN 4516
Fotografische Wiedergabe von Bild- und Schriftvorlagen, Formate Wiedergabe unmittelbar auf Papier, auf Film 35 mm, auf Platten oder Film über 35 mm Breite. Vergrößerung von Kleinbildern.	Juni 1941	DIN 4520
Diapositive (Glasbilder, Bildbänder) Blatt 1: Abmessungen. Blatt 2: Ausführung (Beschriftung, Bildtitel, Färbungen, Einheiten und Formelgrößen).	Entwurf September 1952	DIN 108
<b>F. Diapositive und Projektion</b>		
Rahmen, Glasplatten, Masken für Kleinglasbilder 5×5. Maße in mm.	Juli 1940	DIN 4540
Stehbildwerfer für Diaprojektion Objektivdurchmesser, Bildhaltevorrichtungen. Durchmesser auswechselbarer Projektions-Objektive. Bildhaltevorrichtungen für Glasbilder nach DIN 108, Blatt 1. Ausgeleuchtete Bildfläche für Bildbänder	Februar 1955	DIN 4538

### G. Stereoskopie

- Stereoskopie (Raumbildwesen) Entwurf September 1954 DIN 4531  
Blatt 1: Benennungen und Formelgrößen; Gruppeneinteilung der Stereoaufnahmen.  
Blatt 2: Betrachtung bzw. Wiedergabe der Bilder; Bildausschnitte (Masken).

### H. Röntgenfotografie

- Blattfilme, fotografische Papiere und Verstärkerfolien für medizinische Röntgenaufnahmen (Abmessungen) Oktober 1943 DIN 6831  
Kassetten für medizinische Röntgenaufnahmen (Abmessungen) Oktober 1943 DIN 6832  
Röntgen-Schirmbildfotografie. Aufnahme, Bildformate, Auswertung Entwurf Juni 1953 DIN 19005  
Röntgen-Schirmbildfotografie und -Kinematografie. Rohfilm (Abmessungen, Lieferart) Entwurf Juni 1953 DIN 19006

### I. Materialprüfung

- Zerstörungsfreie Prüfung. Richtlinien für die Beurteilung der Bildgüte von Röntgen- und Gamma-Filmaufnahmen an metallischen Werkstoffen. April 1954 DIN 54110  
Zerstörungsfreie Prüfung. Richtlinien für die Prüfung von Schweißverbindungen metallischer Werkstoffe mit Röntgen- und Gammastrahlen. August 1954 DIN 54111  
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung. Bandfilme, Verstärkerfolien, Kassetten für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten (Abmessungen) Juni 1952 DIN 54112

## STICHWORTVERZEICHNIS

*Kursiv* gesetzte Ziffern beziehen sich auf Bilder, römische Ziffern auf das herausnehmbare Tafelwerk.

[7 bedeutet: Bild auf Seite 7; Tafel XIII bedeutet: Typentafel XIII (herausnehmbar)]

- Abbildungsmaßstab 20, 21, 40, 214ff., 216  
 Abblenden 84  
 Abdeckmasken 339  
 Abdeckschablonen 327  
 Aberration, sphärische 22  
 Absorption 15  
 Abwedeln 340  
 Achromat 26  
 Agfa-Belichtungstabelle 154  
 Agfacolor-Film 356/357  
 — —, Filter 369  
 Agfacolor-Negativfilm 360,  
 — —, Ultra T 371 [369]  
 Agfacolor-Ultra-Film 371  
 Agfacolor-Umkehrfilm 357  
 — —, Ultra T 371  
 Agfacolor-Umkehrkopierfilm 372  
 „A K 8“ 12, 13  
 Albadasucher 104, 105, 145  
 Alkalien 293  
 Altissa-Box 3, 4  
 Amateurblitzer 80 (Mansfeld) 196  
 Amidol 290, 292  
 Anastigmat 29  
 Aplanat 27  
 Achromasie 26  
 Apochromat 26, 30  
 Arretierung (Drahtauslöser) 131  
 Astigmatismus 28  
 Atofin 301  
 Atomal F 295  
 Ätzalkalien 293  
 Auflösungsvermögen 76ff.  
 — (Negativmaterial) 235  
 —, optisches 76  
 Aufnahmematerial, orthochromatisches 257 [167]  
 Aufnahmestunden, günstigste  
 Aufsichtsucher 103, 105/106  
 Aufwickelkassette 250 [350]  
 Aufziehen (Vergrößerungen)  
 Ausflecken 348  
 Ausschnittsvergrößerung 332  
 Ausschnittswahl 336, 337/338  
 Auszugsverlängerung 213  
 — und Abbildungsmaßstab  
 Autofoc II 329 [213]  
 Autorennen 145  
 AZ-Colorfilter 368  
 AZ-Colortester 368  
 B (Verschlußzeiten) 130  
 B 70 195  
 B 140 196  
 Badtemperatur 294  
 Bajonettinge 213  
 Balgennaheinstellgerät (Praktina) 216  
 Beleuchtung 166ff.  
 — beim Vergrößern 330, 331  
 Beleuchtungskopf 330  
 Beleuchtungsschwankungen 74 [137]  
 Beleuchtungsstärke 72/73,  
 Beleuchtungstabelle 167  
 Belfoca 9, 10  
 Belichtung, Faustregel 150  
 Belichtungsfaktor bei Nah-  
 aufnahmen 214/215  
 Belichtungsfehler 284  
 Belichtungsmesser, elektri-  
 sche 155ff., 161, Tafel IV  
 —, optische 155  
 Belichtungsspielraum 240  
 —, Farbfilm 361  
 Belichtungstabelle 154  
 — für alle Fälle 150/151  
 — für Kunstlicht 152  
 — mit Standardbelichtungs-  
 zeit 153  
 Belichtungsuhr 154, 155, 327, 335  
 Belichtungsumfang (Film) 239  
 Belichtungswerte (Blitzpul-  
 ver) 186  
 — (Blitzpulverleuchten) 187  
 — (Magnesiumband) 187  
 — (Vakublitz) 189  
 Belichtungszeit (Agfacolor-  
 film) 362ff. [179]  
 — (elektrische Beleuchtung)  
 — (Nitrafotlicht) 180  
 —, richtige 133ff.  
 — (Vergrößern) 335, 340  
 —, Verlängerung 137, 214/215  
 Belichtungszeitfaktoren 137  
 Belichtungszeitkorrektur  
 (Farbfilm) 364  
 Beschnitt 350  
 Beschriftung (Dias) 354  
 Beugungsunschärfe 79  
 Beutelblitz 184  
 bewegte Objekte 126ff.,  
 129, 138ff., 144  
 Bewegungsrichtung und Be-  
 leuchtungszeit 140/141,  
 142/143  
 Bewegungsunschärfe 145ff  
 Bewölkung 137  
 Bikonkavlinse 19  
 Bikonvexlinse 19  
 Bild, latentes 229  
 Bildfeld 39  
 Bildfeldschwund 106, 107  
 Bildfeldwölbung 28, 29  
 Bildformat 39  
 Bildperspektive 60/61  
 Bildschärfe 81, 82  
 Bildton 324  
 Bildtonung 345  
 Bildweite 205  
 Bildwinkel 40/41, 47  
 Biometar 56  
 Blaudämpfung (Farbfilm) 367  
 Blaudunst 367  
 Blaufilter 260, 279  
 Blaulicht 367  
 Blaustich 366  
 Blaustreulicht 367  
 Blautonung 347  
 Bleichbad 318  
 Blende 74ff.  
 —, automatische 98  
 Blendendifferenz 27

- Blendenfleck 64 ff., 65, 67  
 Blendenleitwert 164  
 Blendenöffnung 48, 74  
 Blendenreihe 76, 77  
 Blendenring 75  
 Blendenskala 75  
 Blendensystem 76, 77  
 Blendenvorwahl 98  
 Blendenzahl 75, 163, 214  
 Blitzlampe 192, 193  
 Blitzleuchte 190, Tafel V  
 Blitzlicht 183, 184, 185  
 Blitzpulver 183  
 Blitzpulverleuchte 185  
 Blitzröhre 193, 194, 195  
 Blitzröhrengeräte 193 ff.,  
 Tafel VII  
 Blitztasche 193  
 B-Objektiv 66  
 Bodenauszug, doppelter 213  
 Box-Kamera 2, 4/5, 131  
 Brauntontwickler 325  
 Brauntönung 346  
 Braunviolettönung 347  
 Breitstrahler 175  
 Brennglas 1  
 Brennpunkt 19  
 Brennweite 19, 20, 21, 36, 37,  
 39, 40, 86, 87  
 Brenzkatechin 290, 299  
 Brillantsucher 106  
  
**Camera obscura 2**  
 Certos 113  
 Certo-Six 108, 114, 115  
 Chloraminophenyl 302  
 Cludor 130  
 Colorfilter 368  
 Color-Finder 361  
 Colortester 368  
 Compur-Rapid-Verschluß  
 125, 130, 132  
 Compur-Verschluß 125, 126,  
 Contax I 114 [131  
 Contax II 130, 132  
 Contax D 122, 123, 132  
 Contax E 122  
  
**D (Verschlußzeiten) 130**  
 Dachkantprisma 117, 123  
 Dekofin SF 296, 298, 301  
 Denal 289  
 Denoxan 289, 371  
  
 Desensibilisator 289, 371  
 Dia-Aufbewahrung 356  
 Dia-Betrachter 318, 354  
 Dia-Herstellung 350  
 Dia-Kopierer 225, 226, 351  
 Diapositiv 321, 350  
 – nach Farbfilm 371  
 Diapositivplatte 351  
 Diffusionslichthof 237  
 DIN-Grade 136, 233  
 – und Belichtungszeit 232  
 DIN-Normen in der Foto-  
 grafie 373 ff.  
 Diopter 104, 105  
 Dioptrie 58  
 Direktkopien 351  
 Direkttönung 345, 347  
 Dispersion 23  
 Dokumentenfilm 246  
 Doppelanastigmat 29  
 –, symmetrischer 58  
 Doppelobjektiv 27  
 Doppelschichtfilm 238,  
 240/241  
 Doppelsystemapparat 116 ff.  
 Drahtauslöser (Arretierung)  
 Drehblende 33, 36 [131  
 Drehkeilentfernungsmesser  
 113 [155  
 Drehtabelle (Belichtungszeit)  
 Drucktastenbelichtungsuhr  
 327, 328  
 Dunkelkammer 282  
 Dunkelkammerleuchte 282  
 Dunkelkammerlicht 282, 337  
 Dünnschichtfilm 235  
 –, Fixieren 316  
 Duplikatfilm 320  
 Duplikatnegativ 320 [105  
 Durchsichtsucher 103, 104,  
 –, optischer 104, 105, 108  
 Dutoscheibe 31  
  
 Effektfiler 267, 271  
 – für technische Aufnahmen  
 Effektstrahler 175 [281  
 Eigenbewegung (Objekt)  
 138 ff.  
 Eigengeschwindigkeit beweg-  
 ter Objekte 140/141 [115  
 Ein-Blick-Entfernungsmesser  
 Einlegepackung 250  
 Einschichtfilm 235, 238, 240  
  
 Einstellebene 81, 82  
 Einstellkarton 335 [93, 98  
 Einstellung auf Unendlich 89,  
 Eisentönung 347  
 elektrisches Licht 173 ff.  
 Elektronenblitz, Leuchtkurve  
 202  
 – als Hilfslichtquelle 202  
 Elektronenblitzaufnahmen,  
 Entwickeln 298/299  
 Elektronenblitzer 193 ff.,  
 Tafel VII  
 Elektronenblitzröhre, Prin-  
 zipschaltung 194  
 Emulsion 228 [327, 345  
 Endwässerung 313, 316, 322,  
 Entfernungsmesser 111 ff.,  
 112, 113  
 –, gekuppelter 113, 114  
 Entwickeln 281 ff., 283, 294 ff.,  
 322  
 – (Elektronenblitzaufnah-  
 men) 298  
 – (Positive) 344  
 – nach Zeit 287  
 Entwickler 228, 284, 290 ff.  
 – für Papiere 343/344  
 – für Vergrößerungen 343/344  
 –, Ansetzen 303/304  
 Entwicklerschale 283  
 Entwicklung 230  
 –, halbphysikalische 302  
 – unterbrechen 312  
 Entwicklungsdose 287, 288  
 Entwicklungsfehler 285  
 Entwicklungsgeräte 283  
 Entwicklungskeime 230  
 Entwicklungsspielraum 243  
 Entwicklungstank 287  
 Entwicklungszentrum 230  
 Entzerrung, nachträgliche  
 212, 341/342  
 Ercona 9  
 Exa 115, 116  
 Exakta Varex 116, 118, 119,  
 120, 130, 132  
  
**F 19**  
 F-Kontakt 115, 118, 193  
 F' 20  
 f 19  
 Fahrzeuge(n), Aufnahmen  
 aus 140/141, 144

- Farbenabweichung (Farbfilm) 366  
 farbenblinder Film 253, 254  
 Farbencharakter der Emulsion 366  
 Farbendiapositiv, Beurteilung  
 Farbenempfindung 252 [365  
 Farbenentwickler 358  
 Farbenhelligkeit 261  
 Farbenkorrekturfilter 266  
 Farbennegativ 369  
 Farbenstreuung 23  
 Farbfilm 356 ff. [361/362  
 –, Belichtungsspielraum  
 Farbkuppler 358  
 Farbstich der Emulsion 366  
 Farbtemperatur 360/361  
 Feinkornausgleichsentwickler  
 Feinkornentwickler 301 [301  
 Feinkornentwicklung 136,  
 Feinkornfilm 233 [233, 301  
 Feinstkornentwickler 301  
 Feinstkornentwicklung 136  
 Feldstecher 60  
 Ferne, Aufnahmen der 273  
 Fernpunkt 81, 82  
 Fernrohrsucher 108  
 Film, Aufbewahrung 318/319  
 Filmentwicklung 136  
 Filmlagerung 252  
 Filmpack 249  
 Filmschminke 261  
 Filter 255, 266/267  
 – und Bildschärfe 279  
 – für Agfacolor-Film 369  
 Filterfaktoren 259, 262, 263  
 Filter, gekittete 280  
 Filter-Lichtwert 165  
 Filtertypen 262  
 Filterwirkung 266  
 Final 298, 301  
 Fixierbad 312  
 –, Ansetzen 284, 313  
 –, Ausnutzbarkeit 315/316  
 –, Prüfung 316  
 –, saures 313, 315, 345  
 Fixieren 231, 283, 285, 312/  
 313, 322, 327, 345  
 Flektometer 124, 125  
 Flint 25  
 Fluorapidfilm 247  
 Focomat I 341  
 Focomator 333/335  
 Fokusdifferenz 24, 60  
 fotolytischer Effekt 230  
 fototechnischer Film 263 ff.  
 Fotozelle 201  
 Freihandaufnahmen 149/150  
 Frontlinsenvergrößerung 47,  
 48  
 Gamma (Film) 242  
 –, maximales 243 [297  
 – und Entwicklung 295/296,  
 Gammazeitkurven 296  
 Gegenlicht 171 ff.  
 Gegenlichtaufnahme 159  
 Gegenlichtblende 68/69, 171  
 Gegenstandsweite 205  
 Gelbfilter 255/256, 258, 259,  
 260, 267, 277  
 Gelbgrünfilter 260, 267  
 Gelbrotstich 368  
 Gewitter 139  
 Glanzretusche 348  
 Glyzin 292  
 Gradationsbeeinflussung  
 (Positivprozeß) 324  
 Gradationskurve 238  
 Graukeil-Belichtungsmesser.  
 Grauschleier 309 [155  
 Großbildsucher 99  
 Größenabweichung, farbige  
 Großformatkamera 5, 6 [24  
 Grundschwärzung 239  
 Grünfilter 267  
 Gucki 318, Tafel XVI  
 Haltbarkeit (Film) 251  
 Härtefixierbad 315  
 Härtegrad der Papiere 323  
 hartes Negativ 309  
 Heimleuchten 181, 182  
 Heligon 41  
 Helligtentwicklung 288/289  
 Helligkeitskontrast 73  
 Helligkeitsumfang 240  
 Hilfsblitz 201  
 Hilfsstativ 149  
 Hochgebirgsblaustich 366  
 Hochglanztrocknung 325/326  
 Hochverstellung (Standarte)  
 Hydrochinon 290, 292 [49  
 Ikonometersucher 103  
 Ikotron 197  
 Imagon 31, 33, 35  
 Infrarapid-Film 271  
 Infrarotaufnahme 26/27  
 –, Abblenden 273  
 Infraroteinstellung 27, 271/  
 Infrarotfilm 271 [272  
 Infrarotfotografie 271 ff.  
 Infrarotmarke 27, 272  
 Infrarotstrahlung 15, 16, 17  
 Innenverspiegelung (Nitro-  
 fotlampe) 180  
 Irisblende 74  
 Jahreszeiten 137  
 Junior Automat 130, 131  
 Kaliumbromid 293, 326/327  
 Kaliumdisulfit 294  
 Kaliumpyrosulfit 294  
 Kamera, fotografische Tafel II  
 Kamerahaltung 109, 110  
 Kameras der DDR, fotogra-  
 fische Tafel III  
 Kapselblitz 184  
 Karatpatrone 250  
 Kassette 2  
 Kerze als Lichtquelle 173  
 Kinepositivfilm 350/351  
 Kleinbildfilme Tafel X  
 Kleinbildpatrone 250  
 Kleinbildspiegelreflex 103,  
 111, 115 ff.  
 Kleinblitze 193  
 Kleinfilmpackung 250  
 Kleinformatkamera 6, 8, 14  
 Koinzidenz 111  
 Koinzidenzentfernungsmesser 112  
 Kolbenblitzlampen Tafel VI  
 Kollodiumverfahren, nasses  
 Kolpofot 220, 221 [11  
 Koma 27  
 Kondensator-Blitzgerät 191  
 Konkavlinse 19, 58  
 Kontrastfilter 266, 268  
 Kontrastmessung 160  
 Kontrastminderung bei sehr  
 harten Negativen 344  
 Kontrastumfang 240  
 Konvexlinse 19  
 Kopie 321  
 Kopiekurve 323  
 Kopieren 326

- Kopierer 327  
 Kopiergerät 322  
 Kopierkasten 327, 328  
 Kopierrahmen 326  
 Körnigkeit (Film) 233  
 – (Vergrößerung) 342  
 kornschluckende Papieroberfläche 342  
 Korrekturfilter 266, 267  
 kristallwasserfreie Salze, Lösen 305, 315  
 kristallwasserhaltige Salze 305, 315  
 Kron 25  
 Kugelgestaltfehler 22, 79  
 Kunstlicht 173 ff., 174  
 – und Rotpanfilm 260  
 Kupfertonung 347
- Lagerung (Film) 252  
 Längsabweichung, farbige 23  
 Längsdifferenz, chromatische 23  
 Leica 6, 7, 109, 110, 130, 132  
 –, M3 115 [203/204  
 Leitzahl (Elektronenblitzer)  
 Leuchtrahmen-Meßsucher  
 Licht 15 [115  
 –, elektrisches 173  
 –, fotografisch wirksames 17  
 –, gerichtetes 168  
 –, polarisiertes 70  
 –, reflektiertes 70  
 –, sichtbares 16  
 –, Zusammensetzung 253  
 lichtempfindliche Salze 227  
 Lichtempfindlichkeit 136, 231, 253  
 Lichthof 236  
 Lichtmessung 158, 159/160  
 Lichtschwingungen 15  
 Lichtstärke 61, 62, 63  
 Lichtverluste 64 ff.  
 Lichtwert 163, 164  
 Lichtwerteinstellung 165  
 Lichtwerttabelle 166  
 Lichtzange 177, 178  
 Linsen 19 [161  
 Linsen-Waben-Blende 157,  
 Lochblende 74  
 Lochkamera 18  
 Lupenaufnahmen 212  
 Lux 72
- M-Kontakt 190  
 Magnesiumband 187, 188  
 Makroaufnahmen 212, 217  
 Makrofotografie 212, 217  
 Makro-Kilar 56  
 Manufoc 329  
 Massivglasfilter 280  
 Mattretusche 348  
 Mattscheibe 2, 99  
 Mattscheibeneinstellung 99/  
 100, 119  
 Mattscheibenkamera 7  
 Meniskus 19  
 Meßlupe 120, 121, 122  
 Meßsucher 113, 114, 115  
 Meterware 250  
 Metol 290, 292, 304  
 Metol-Hydrochinon 299, 343,  
 Metraphot 156 [353  
 Mikrofotografie 212, 217 ff.  
 Mikrolin 301  
 Mikroskopierleuchte 218  
 Mikrotar 215  
 Minox 12  
 Mitgehen (während der Aufnahme) 145  
 Mittagsblautsch 367  
 Mittelformatkamera 7  
 Momente, kurze 129, 130  
 –, lange 129  
 Mond 138  
 Monokellinse 22  
 Motorradrennen 145
- Nachtaufnahmen 139  
 – auf Rotpan-Film 268  
 – bei Tage 273  
 Nachteffekt 273  
 Nachweise, fotografische 274 ff., 276  
 Nahaufnahme 212, 213  
 Naheinstellung auf Unendlich 89/90, 92, 93, 97  
 Nahpunkt 81, 82  
 Naßretusche 348 [313  
 Natriumsulfit 294, 301, 305,  
 Natriumthiosulfat 313, 315  
 Nebenbilder 64 ff.  
 Negativ 230  
 Negativaufbewahrung 318/  
 319  
 Negativbeurteilung 305 ff.,  
 Negativfehler 309 [307
- Negativgradation 303  
 –, Abänderung 318  
 Negativhalter 331, 341  
 Negativkartei 319  
 Negativkurve 323  
 Negativtechnik 283  
 Negativumfang 243  
 Netzspannung und Belastungsfähigkeit 181  
 Newtonsche Ringe 331  
 Newton-Sucher 104, 105  
 Nitrafotlampe 180, 182  
 Nitrafotlicht 180  
 Nitrafotreflektor 181  
 Normalbelichtung 307, 308,  
 311  
 Normalentwicklung 307  
 Normalobjektiv 56  
 Normen in der Fotografie 373 ff.
- O (Verschlußzeiten) 130  
 Oberflächenentwickler 243  
 Oberlicht 169, 170  
 Objekte, bewegte 126 ff., 129,  
 138 ff.  
 Objektive 22, Tafel I  
 –, auswechselbare 55/56  
 –, langbrennweitige 50  
 –, lichtstarke 63/64, 129  
 –, umgekehrte 215  
 –, vergütete 65 ff.  
 Objektivöffnung 75  
 Objektivumschraubring 215  
 Objektivverschluß 125  
 Objektmessung 157, 158, 159  
 Objektumfang 73/74, 239  
 Offenblitzmethode 197  
 Öffnung, relative 62/63, 135  
 Orangefilter 268  
 Orthochromasie 257  
 orthochromatischer Film 254/255, 256 ff., 257, 258  
 Orthonal 301  
 Orthopanfilm 261 [301  
 Orthophenylendiamin 290,
- Packfilm 248  
 panchromatischer Film 254,  
 262, 263  
 Papiere, fotografische 321,  
 Tafel XIV  
 Papiereigenschaften 324 ff.



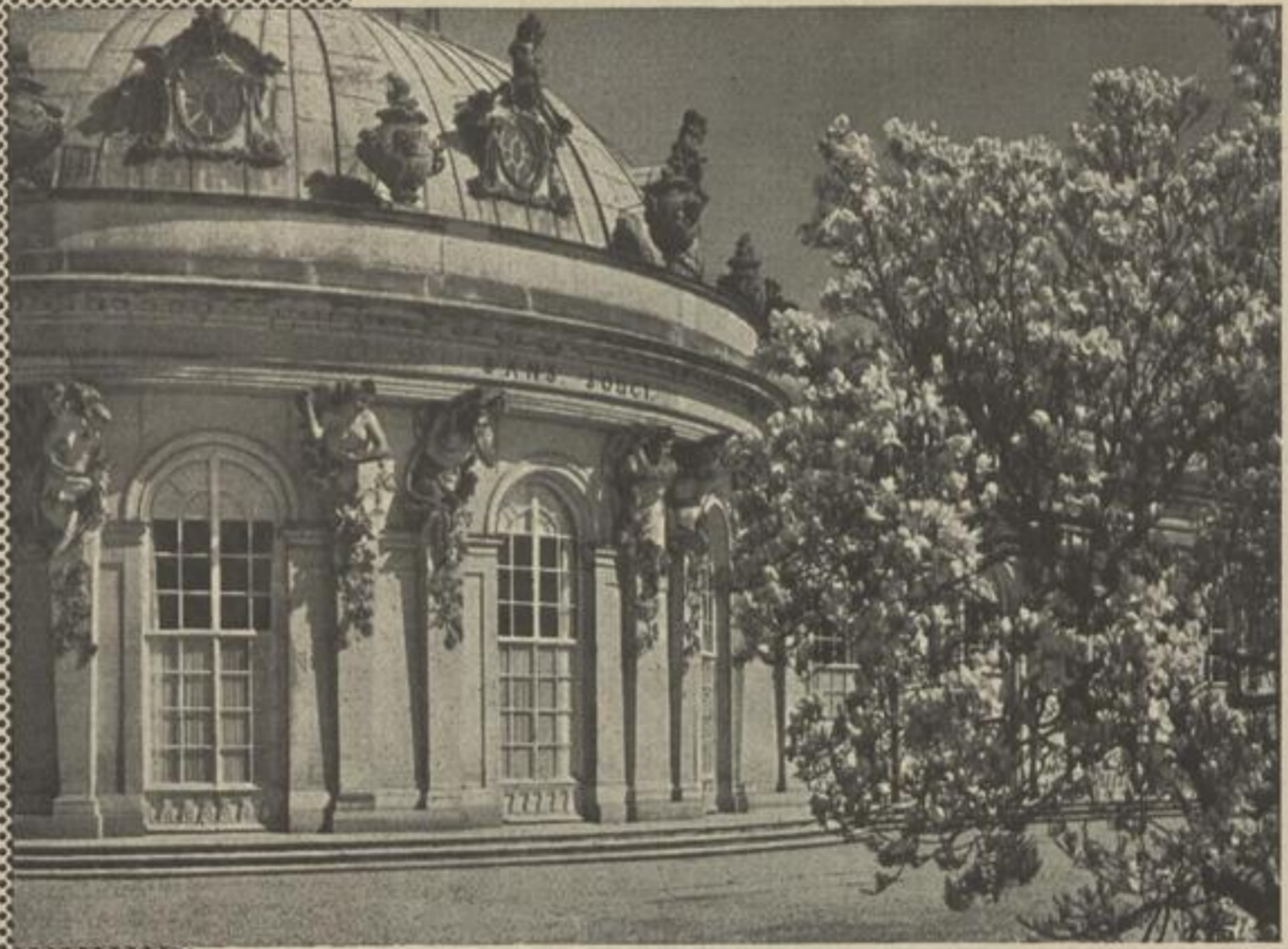
- Papierentwickler 343, 344  
 Papiergradation 323  
 –, Korrekturmöglichkeiten, Tafel XIII  
 Papierhärtegrade 323  
 Papieroberfläche 325  
 Papiersortenauswahl 325  
 Papierstärke 324  
 Papiertönung 324  
 Papiertypen 321  
 Parallaxe 107  
 Parallaxenausgleich 101, 108  
 –, automatischer 108  
 Paramidophenol 290, 292  
 Paraphenylendiamin 290, 301, 318, 358  
 Pentaprisma 120, 123  
 Perfekta 3, 4  
 Periskop 25  
 Perlwand 355  
 Perspektive 60/61  
 Petroleumlampe als Lichtquelle 173  
 Planfilme 248, Tafel IX  
 Plankonkavlinse 19  
 Plankonvexlinse 19  
 Platten, fotografische Tafel VIII  
 Plattenkamera 14  
 Polarisationsfilter 70/71  
 Positiventwickler 353  
 Positivfilm 350/351  
 Positivprozeß 322  
 –, Korrekturmöglichkeiten Tafel XIII  
 Positivretusche 345  
 Pouva-Start 3, 4, 5  
 „Prado 250“ 355  
 Praktica FX2 116  
 Praktiflex 116  
 Praktina 116, 117, 126  
 Prisma 18  
 Prismeneinsatz 117, 118, 123  
 Prismenfeldstecher 60, 124  
 Prismensucher 122  
 Probestreifen 326, 335, 340  
 Projektionsfläche 355  
 Projektor 354, 355, Tafel XVI  
 Prüfstern 77  
 Punktschärfe 76  
 –, Einstellung 95  
 Pyrogallol 290, 299  
 Rahmensucher 5, 103, 104  
 Rapidentwickler 233, 343  
 Rapidentwicklung 299  
 Reduktion 227  
 Reflekt II 101, 102  
 Reflektor 175  
 Reflexe 70  
 Reflexion 15, 64, 65, 69  
 Reflexionslichthof 236, 237  
 Reflexlicht, farbiges 368  
 Reflexschleier 64 ff., 68  
 Rektepanfilm 261  
 Reproduktion 222 ff.  
 Reproduktionsfilme 263, Tafel XI  
 Reproduktionsfotografie 263 ff.  
 Reproduktionsgeräte 224 ff.  
 Retuschefarben 348  
 Retuschiermesser 348  
 Rheden-Belichtungstabelle 154  
 Ringblitzröhre 196, 202  
 R-Marke 272  
 Robot 126  
 Rodinal 299  
 Rolleiflex 8, 100  
 Rollfilm 249, Tafel X  
 Rollfilmformate 249  
 Rollfilmkamera 8, 9, 10, 14  
 Röntgenfilme 246 ff., Tafel XII  
 Rosafilter 367  
 Rotbrauntonung 346, 347  
 Röteltönung 346  
 Rotfilter 268  
 Rotpanfilm 260/261  
 Rotpunkteinstellung 109  
 Salze, lichtempfindliche 227  
 Sammellinse 2, 19  
 Scharfeinstellung (Aufnahme) 82, 83  
 –, Vergrößerung 332, 339  
 Scharfeinstellgerät 332  
 Schärfe, optimale 79  
 Schärfenausgleich ohne Abblenden 205, 206, 209  
 Scheiner-Grade 233  
 Schiebetabelle 154  
 Schirmbildgröße 354, 355  
 Schleier 239  
 Schlitzverschluß 125/127  
 Schmalfilmkamera 12, 13  
 Schnappschuß 92 ff.  
 Schnappschußbeinstellung 96  
 Schnappschußkamera 6  
 Schnellaufzug 126  
 Schnellaufzughebel 109  
 Schnellfixiersalz 315  
 Schnellkopie 327  
 Schnittweite 37  
 Schwarzfilter 271 [307  
 Schwärzungskontraste 306,  
 Schwärzungskurve 238  
 Schwarzweißbilder und -dias nach Farbfilm 371  
 Schwefeltonung 347  
 Schwellenwert 136, 238  
 Schwenkrahmen 204, 207, 208  
 Seitenlicht 169, 170  
 Selen-Sperrschichtzelle 161  
 Selenzelle, Spektralempfindlichkeit 162  
 Sensibilisator 254  
 Sensitometrie 239  
 Servoblitz 201  
 Silberbromidpapiere 321, 335  
 Silberchloridbromidpapiere 321  
 Silberchloridpapiere 321  
 Silberrückgewinnung 316  
 Silberwand 355  
 Simultanblitzer 201  
 Six-Dual-Prinzip 157  
 Sixti 159  
 Sixtomat x3 155, 156, 157, 361  
 Soda 305  
 Sodavorbad 345  
 Solarisation 239, 306  
 Sonnenblende 68/69  
 Spektrum 16  
 Spiegel fotografieren 212  
 Spiegelreflexansatz (Contax D) 218  
 Spiegelreflexkamera 8, 14  
 –, einäugige 102/103, 213  
 –, zweiäugige 8, 100/101, 102  
 Sportsucher 104, 105, 145  
 Springblende 98, 118, 119  
 Standardbelichtung 152, 153  
 Standardblende 151, 152  
 Standarte, Hochverstellung 49, 206, 207  
 Strahlen, vagabundierende 64

- Straßenszenen 140/141, 144  
 Streifenkopie 328  
 Streulicht 168  
 —, Vergrößern 339  
 Streuscheibchen 80  
 Strichschärfe 76  
 Stufenlinsenscheinwerfer 175  
 stürzende Linien 206, 207, 209  
 Sucher 103ff.  
 Sucherfehler 106/107  
 Sucherlupe 106  
 Suchermaßweisung 107  
 Superfeinkornentwickler 301  
 Super-Robot 126 [165]  
 Synchro-Compur-Verschluß  
 Synchronisation 190  
 Synchronkontakt 190
- T** (Verschlußzeiten) 130  
 Tageslicht 15  
 Tageslichtpatrone 250  
 Tageslichtspule 250  
 Tageszeiten 137  
 Taxona 109, 110  
 T-Belag 66  
 Technika III E 99, 115, 204ff., 208  
 technische Aufnahmen mit  
 Effektfiler 281  
 technischer Film 263ff.  
 technisches Foto 204ff.  
 Telemegor 51  
 Teleobjektiv 50ff., 51, 52, 56  
 Telyt 51  
 „Tempor 00“ 130  
 Tessar 30, 37, 64, 80, 204  
 Testnegativ 339  
 Testvorlage 77, 78  
 Tiefenbildner Imagon 31, 33, 34, 35  
 Tiefenschärfe 80ff., 85ff., 87  
 — ohne Abblenden 205, 206, 209  
 Tiefenschärfebereich 82, 84  
 Tiefenschärfering 90ff., 91, 116  
 Tiefenschärfetabelle 88  
 Tiefstrahler 175  
 T-Objektiv 66  
 Tonwertrichtigkeit 266  
 Trennvermögen 77  
 Triotar 52
- Trockenplatte 11  
 Trockenretusche 345  
 Trocknen 283, 285, 317, 322, 345  
 — bei erhöhter Temp. 317  
 Überbelichtung 134, 286, 307, 311  
 — (Farbfilm) 365  
 Überentwicklung 286, 307  
 Überstrahlung 31ff.  
 Ultrafeinkornentwickler 301  
 Ultrafeinkornentwicklung 233  
 Ultrafin SF 298/299  
 Ultrakurzzeiteffekt 203  
 Ultraviolettfilter 277  
 Ultraviolettstrahlung 15, 16, 17  
 Umentwickeln 317/318  
 Umkehrfilm 242  
 — und Belichtungsspielraum 361  
 Unendlich, Scharfeinstellung auf 80  
 Universalfilm 262  
 Universalmeßsucher 115  
 Universalrahmen 327  
 Universalsucher 108  
 Unschärfe, zulässige 81  
 Unschärfetoleranz 81  
 Unterbelichtung 133/134, 286, 307, 308, 310  
 — (Farbfilm) 365  
 Unterbrechungsbad 326  
 Unterentwicklung 307, 308
- Vakublitz 188, 189, 191  
 Verglasung (Dias) 353/354  
 Vergrößerung 321  
 —, lineare 330  
 Vergrößerungsapparat 322, 328ff., 329, Tafel XV  
 Vergrößerungsdifferenz, chromatische 24  
 Vergrößerungskassette 333  
 Vergrößerungsmaßstab 330  
 Vergrößerungspapiere 335  
 Verlängerungstuben 213  
 Verlauffilter 257  
 Verschleierung 231  
 Verschluß 125ff., 128  
 Verschlußzeiten 128, 129, 130  
 Verstärken 318
- Verwacklungsunschärfe 148ff.  
 Verzeichnungen 29 [127]  
 — durch Schlitzverschluß 126,  
 Vielzweckgerät (Exakta Vorex) 216, 217, 222, 224, 225/226  
 Vignettierung 46, 215  
 V-Kontakt 190  
 V-Objektiv 66  
 Voigtländer-Blitztasche 193  
 Vorderlicht 169  
 Vorratslösungen 305  
 Vorsatzlinse 23, 58/60
- Warmbrauntonung 346  
 Wasserfälle 146, 148  
 Wässern 283, 285, 316, 345  
 —, saures 312  
 weiches Negativ 309  
 Weichstrahler 175  
 Weichzeichner-effekt 22  
 Weichzeichnerlinse 23  
 — beim Vergrößern 342  
 Weichzeichnerscheibe 31  
 Weitwinkelobjektiv 41ff., 56,  
 Werbefoto 210, 211 [206]  
 Werra 69, 131  
 Wiederentwickeln 318  
 Winkelsucher 111  
 wissenschaftliche Aufnahmen auf Infrarotmaterial 274
- Xenar 77, 78  
 Xenon 77, 78, 194  
 X-Kontakt 197  
 X-Synchronisation 197
- Z** (Verschlußzeiten) 130  
 Zeitentwicklung 302  
 Zeitleitwert 164  
 Zeitzahl 164  
 Zentralverschluß 125  
 Zerstreuungslinse 19  
 Zündverzögerung 190  
 Zurückhalten 340  
 Zweikassettensystem 250  
 Zweischichtenfilm 240  
 Zweitblitz 201  
 Zwischenwässerung 285, 312, 322, 327, 345  
 Zystoskop 220, 221

Wollen Sie  
Freude haben  
AN IHREN *Aufnahmen*  
DANN VERWENDEN SIE

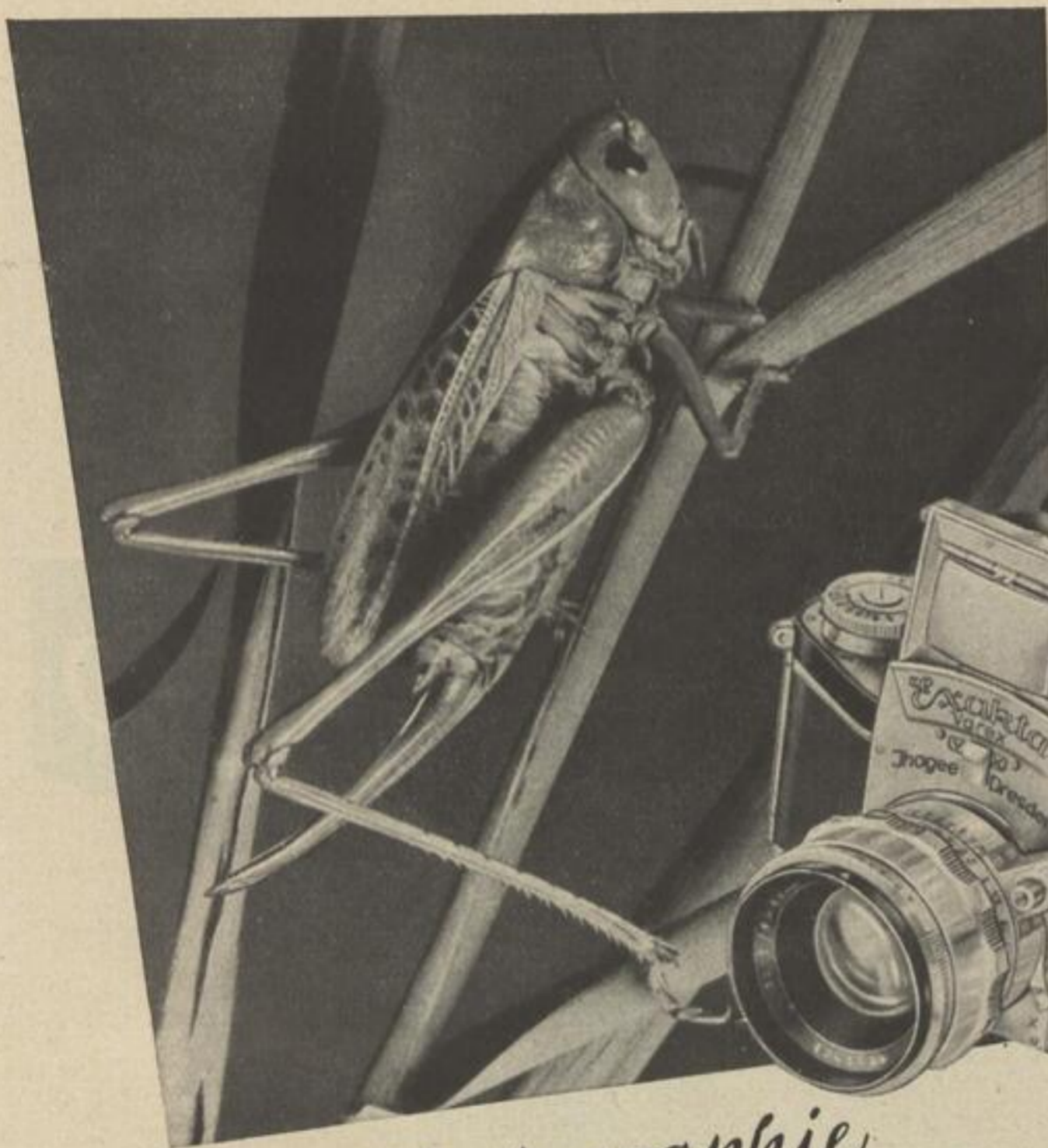


*Photomaterial*



*Filme*  
*Papiere*  
*Chemikalien*

**Kodak**



*Wer die Photographie  
ernst nimmt,*

greift zur einäugigen Spiegelreflex-Kamera. denn bei der wirklichen Gestaltung eines Lichtbildes muß der Bildaufbau bis ins letzte ausgewogen werden. Und wonach könnte man das besser und leichter als nach dem parallaxenfreien, großen und hellen Reflexbild der EXAKTA Varex? Bei ihr regiert nicht der Zufall, sondern die klare Überlegung, und das photogleiche Sucherbild macht es dem Meister und dem Anfänger möglich, stets ohne Umwege zu dem glücklichsten Bildaufbau zu gelangen.

**EXAKTA Varex**

die Doppelsystem-Kamera 24x36 mm



Unsere Druckschriften sagen Ihnen noch vieles mehr! IHAGEE KAMERAWERK AG · DRESDEN A 16



*Der automatisch anzeigende*  
**elektrische Belichtungsmesser**

klein | handlich | preiswert

**VEB GERÄTEWERK KARL-MARX-STADT**

KARL-MARX-STADT · WALDENBURGER STRASSE 63

---

**Kenner  
und  
Können**

*verarbeiten,*

# *Tura- Photopapiere*

Witte Brom  
Tura Portrait  
Kontura  
Tura Dokumenten  
Tura Reflex



**VEB TURAPHOT  
WERNIGERODE**

§

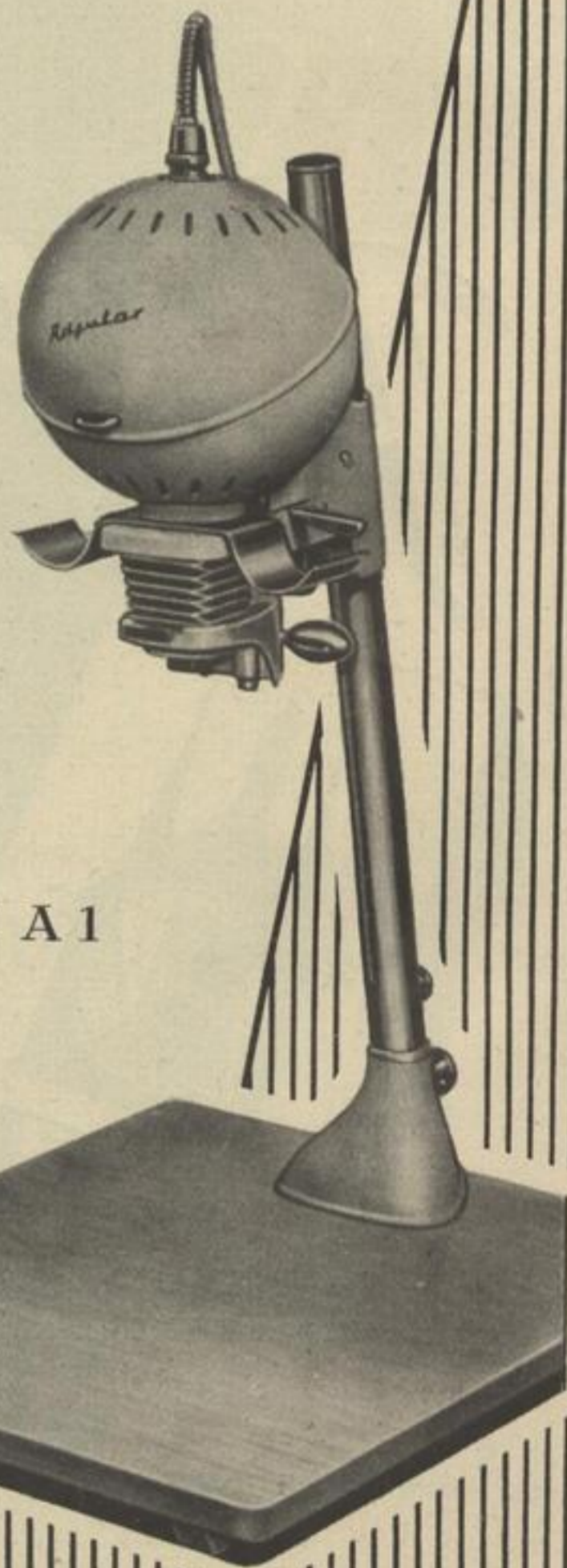
# Aspecta

das neue Kleinbild-  
Vergrößerungsgerät

*für den Amateur*

zuverlässig, leistungs-  
fähig, formschön, ein-  
facher Auf- und Abbau,  
klein und dadurch  
raumsparend.  
Mit Koffer oder Spezial-  
karton lieferbar.

VEB ASPECTA DRESDEN A 1





Von der Fernaufnahme bis zum Mikrobild

# Praktica

## FX 2

Spiegelreflex-Kamera  
24×36 mm

Schlitzverschluß  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{500}$  Sek.

synchronisiert

Wechsel-Objektive

einsetzbares Umkehrprisma

Zwischentuben für Nahaufnahmen



Die Universal-Kamera für Anspruchsvolle

# Praktina

Spiegelreflex-Aufbau-Kamera  
24×36 mm

Springblende

Schlitzverschluß 1 -  $\frac{1}{1000}$  Sek.

synchronisiert

Wechselobjektive



Federmotor für 10 Einzelaufnahmen, Elektromotor mit Magnetauslöser, 17-m-Filmkassette für 420 Aufnahmen, Balgennaheinstellgerät, Lichtschacht, Prismen- und Lupeneinsatz



VEB KAMERA-WERKE NIEDERSEDLITZ · DRESDEN A 17

VEB FEINOPTISCHES WERK GÖRLITZ

**MEYER**  
OPTIK

*Steigerung der Einsatzfähigkeit*

bedeutet bei Kleinbildspiegelreflex-Kameras die Verwendung auswechselbarer Spezial-Objektive. Brennweiten von 35 bis 400 mm und Lichtstärken bis 1:1,9 der bewährten Meyer-Objektive geben der einäugigen Spiegelreflex erst die universelle Verwendbarkeit.

TELEMEGOR 1:4,5  
300 mm Brennweite

PRIMAGON 1:4,5  
35 mm Brennweite

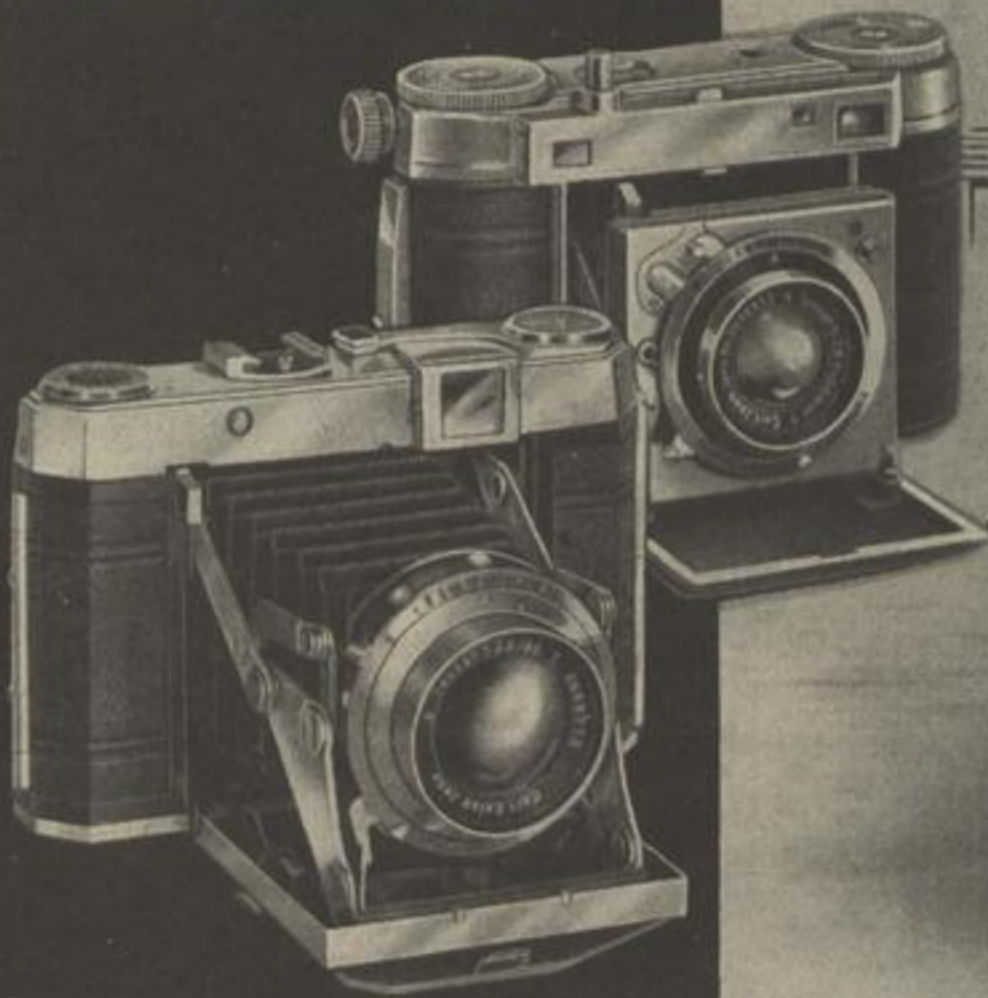


TELEMEGOR 1:5,5  
180 u. 400 mm Brennweite

PRIMOPLAN 1:1,9  
58 mm Brennweite

TRIOPLAN 1:2,8  
100 mm Brennweite

**SUPER DOLLINA II 24x36**

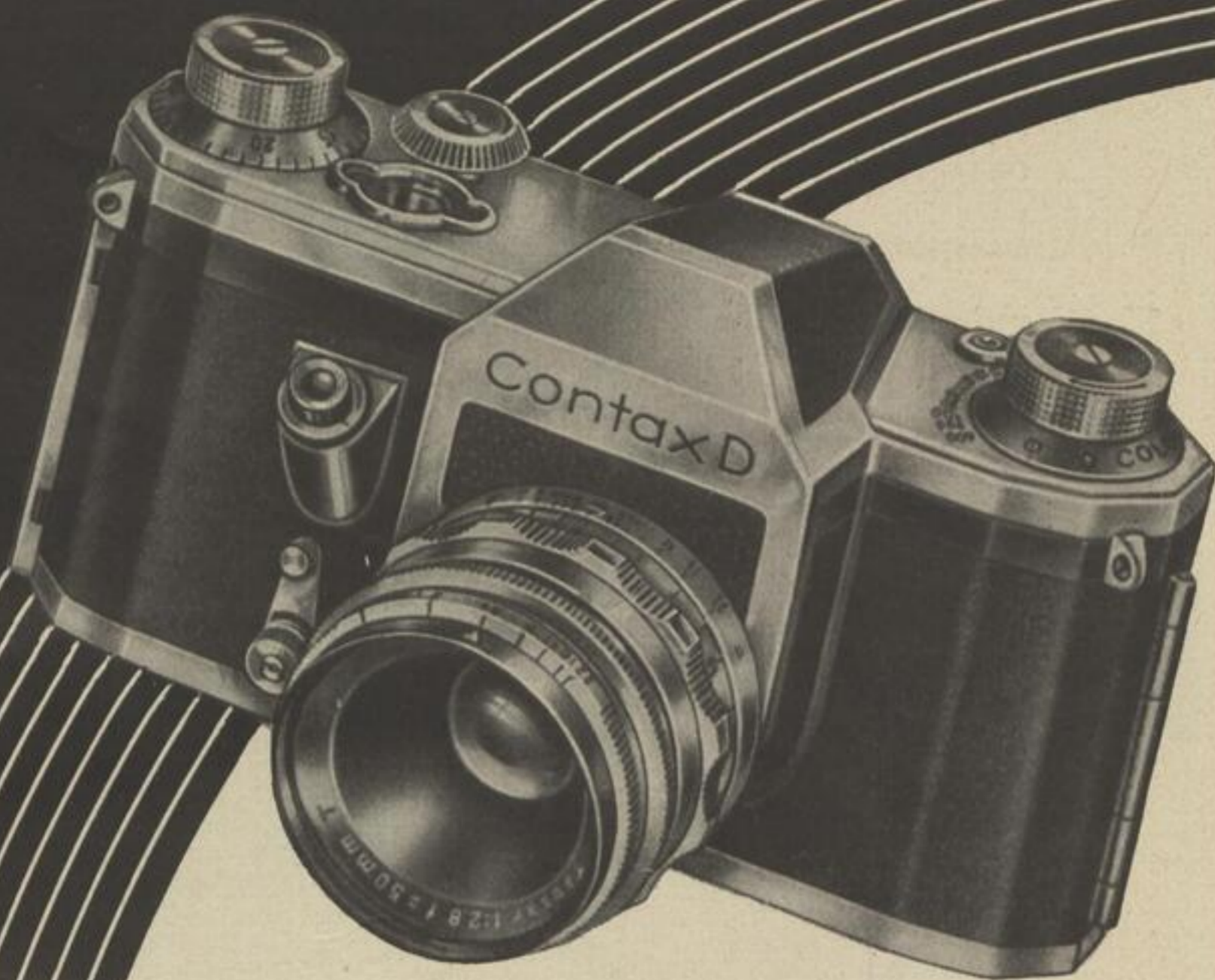


**CERTO SIX 6x6**



**Certo**

CAMERA - WERK  
von der Günna und Söhne  
DRESDEN



## Noch vielseitiger

wird die „CONTAX D“, wenn sie in Verbindung mit den bequemen und zuverlässigen Ergänzungsgeräten benutzt wird: Für Blitz-, Nah-, Lupen- oder Mikroaufnahmen und auch für Reproduktionen stehen dem „CONTAX“-Besitzer Geräte zur Verfügung, die der besonderen Verwendung angepaßt und zweckmäßig konstruiert wurden.



VEB ZEISS IKON DRESDEN

OB FARBIG - OB SCHWARZWEISS

ALLEN AUFGABEN GEWACHSEN

DAS MEISTEROBJEKTIV

AUS JENA



VEB CARL ZEISS JENA

DAS GESTOCHEN

SCHARF ZEICHNENDE

LICHTSTARKE

**ZEISS** - OBJEKTIV

IN IHRER KAMERA

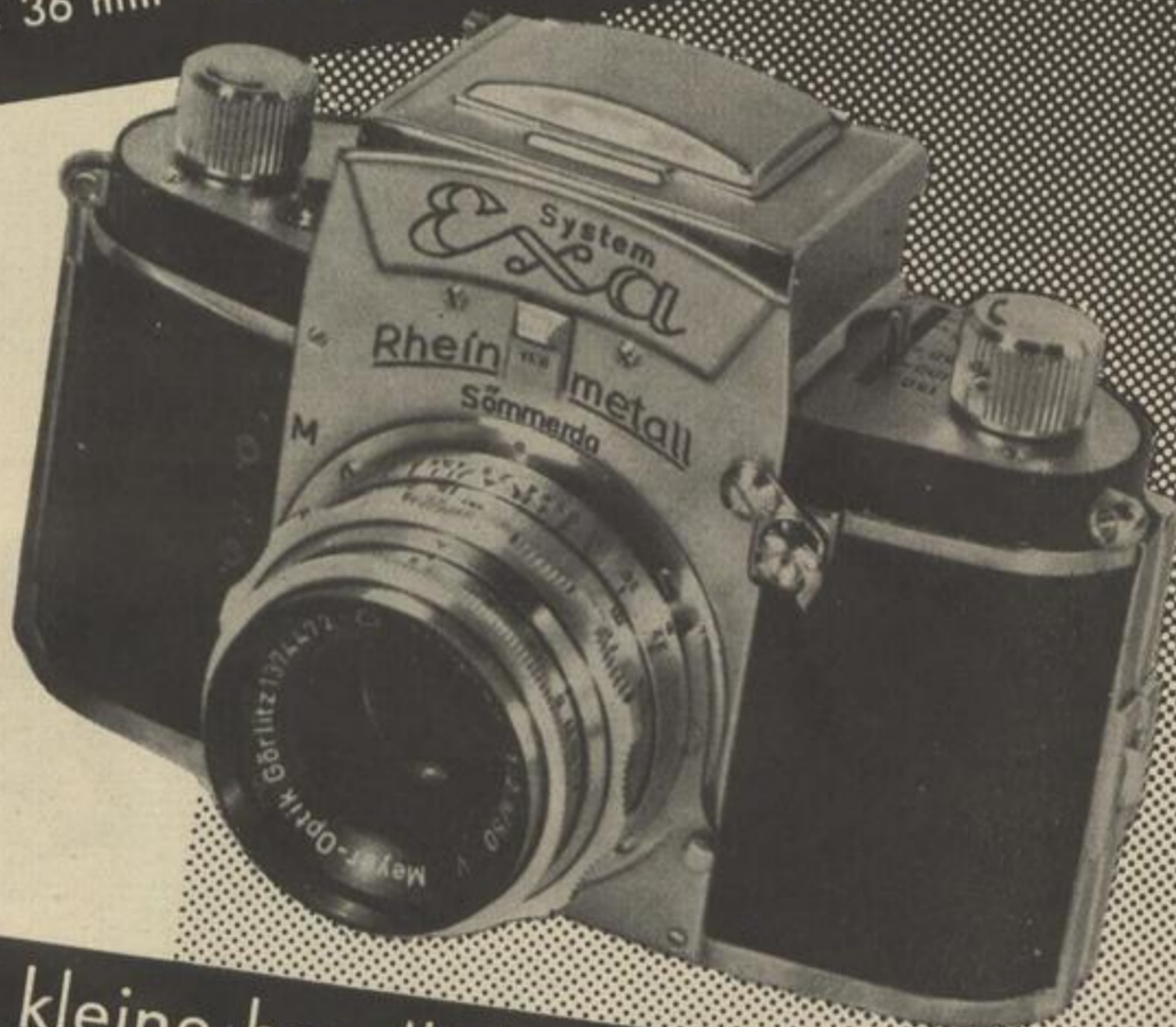




Die Kamera  
für hohe Ansprüche:

# System Exa

24 × 36 mm



die kleine handliche  
Spiegelreflex- und Doppelsystemkamera  
mit auswechselbarer Optik

lieferbar mit Tessar 2,8/50 mm  
Trioplan 2,9/50 mm  
oder Meritar 2,9/50 mm

**VEB RHEINMETALL SÖMMERDA/THÜR.**

# FTK OOO

FOTOKO-Erzeugnisse – ein Begriff für Fachmann und Amateur!

**Kopiergeräte**  
**Dunkelkammerlampen**  
**Atelierlampen**  
**Tankeinrichtungen**

**ERICH KONTNY · DRESDEN N 6**

Fabrik fotografischer Laborgeräte · Görlitzer Straße 6

*Der Kleinbildbetrachter*



...gestaltet das vergrößerte Betrachten Ihrer Kleinbildfilme und Diapositive und ist zum unentbehrlichen Fotozubehör eines jeden Berufs- und Amateurfotografen geworden. Das praktische und preiswerte Bildbetrachtungsgerät in Taschenformat eignet sich ebenfalls als Standlupe zur Betrachtung von Briefmarken, Bildausschnitten u. a. Fordern Sie unverbindlich Prospektmaterial und Angebote direkt vom Werk an

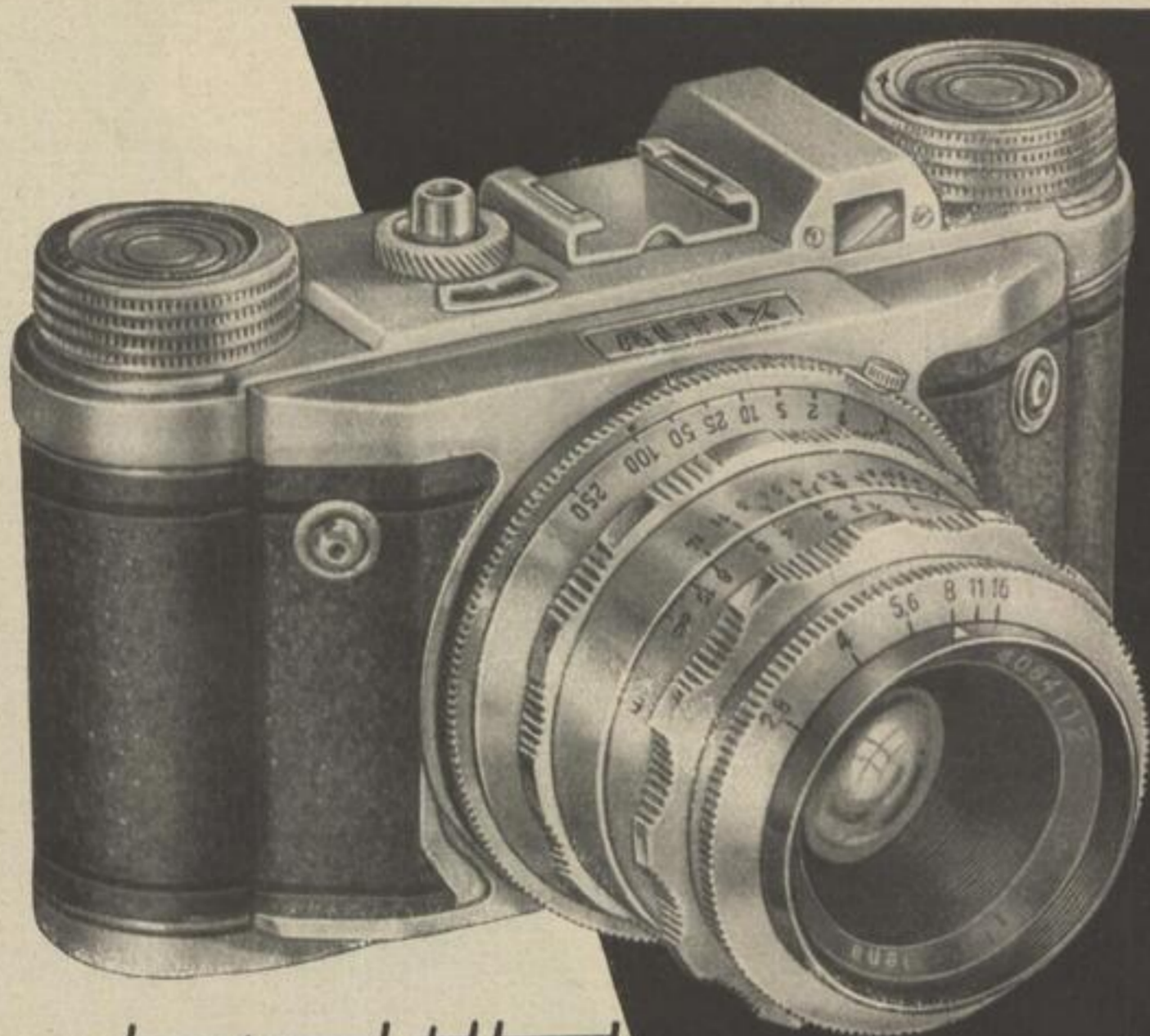
**VEB FUNKWERK ERFURT**

RUDOLFSTRASSE 47 • TEL. 5071 • FERNSCHR. 306 • TELEGR. FUNKWERK ERFURT

*Betratrix*




*Jf*



# ZEIT und RÄUM

weitgehend zu überwinden, erfordert schon eine gut konstruierte Kamera. Die auch äußerlich nette ALTIX V mit ihren auswechselbaren Objektiven, dem unverrückbaren Objektivtubus und der schnellen Aufnahmebereitschaft ist eine Kleinbildkamera, die für erschwinglichen Preis die Voraussetzungen für gute Aufnahmen mitbringt.

VEB ALTISSA-CAMERA-WERK -  DRESDEN A 16



## Größte Natürlichkeit

bei Aufnahmen aller Objekte erzielt wohl das plastische Photo. Die BELPLASCA ist eine dem neuesten Stand der Technik entsprechende Stereo-Kamera. Man verwendet den normalen Kleinbild-Film, der 20 bis 22 Stereo-Bildpaare ergibt.

Das Betrachtungsgerät BELCASKOP und das praktische Dia-Rähmchen runden die Freude an der neuen Stereo-Kleinbildkamera noch ab.

VEB BELCA-WERK • DRESDEN A 21

*Von Helmut Stapf erscheint außerdem:*

### **Chemie und Technologie für die Metallindustrie**

618 Seiten mit 367 Bildern und 4 Tafeln · DIN C 5 · Kunstleder 20,- DM

Dieses Fachbuch vermittelt die chemischen Kenntnisse von den metallurgischen Vorgängen und ihren Rohstoffen. Dabei werden keine chemischen Vorkenntnisse gefordert; der Stoff wird von Grund auf entwickelt. Dennoch ist das Buch auf den modernsten Ergebnissen der chemischen Wissenschaft aufgebaut, es verzichtet bewußt auf manche Bequemlichkeiten, die sich aus der Anwendung älterer methodischer Anschauungen ergeben würden. Von Anfang an werden die Gesetzmäßigkeiten im chemischen Verhalten der einzelnen Stoffe aus dem Atombau erklärt und damit die Grundgesetze herausgearbeitet, nach denen die Prozesse ablaufen. Erstmals in einem Lehrbuch werden am Ende der einzelnen Abschnitte die wichtigsten Fachausdrücke in deutscher, englischer und russischer Sprache zusammengestellt. Dadurch erleichtert es das grundlegend-wissenschaftliche und das fachlich-technische Studium und dient gleichzeitig dem Erfahrungsaustausch.

*Zu beziehen durch jede Buchhandlung*

FACHBUCHVERLAG LEIPZIG



*Im gleichen Verlag erscheinen:*

## **Lehrbuch für den Optik-Konstrukteur**

Von Dr.-Ing. Robert Tiedeken

Band I: Strahlengang in optischen Systemen  
Als Fachschul-Lehrbuch anerkannt

281 Seiten mit 140 Bildern · DIN C 5 · Kunstleder 18,- DM

Dieser Band enthält eine Einführung in die Physik des Lichtes unter besonderer Berücksichtigung der geometrischen Optik. Es folgt die mathematische Ableitung der Grundformeln für die Durchrechnung von Fläche zu Fläche sowie der Abbildungsgleichungen mittels der Grundpunkte eines optischen Systems. Ferner werden die Abbesche Theorie der Blenden sowie weitere Durchrechnungsformeln für windschiefe Strahlen, für das meridionale astigmatische Bündel sowie für spiegelnde Flächen und Planparallelplatten in Luft behandelt. Der Schluß des Buches ist der Dispersion des Glases mit ihren Grundformeln und technischen Angaben des Glaskatalogs gewidmet.

## **Das Elektronenmikroskop**

Von Prof. Dr. phil. (rer. nat.) Johannes Picht und Dipl.-Phys. Rolf Gain

146 Seiten mit 110 Bildern · DIN C 5 · Hlw. 14,- DM

Dank hervorragender Leistungen der optischen Industrie stehen heute vielen Großbetrieben, Laboratorien, wissenschaftlichen Instituten und anderen Forschungsstätten sowie Krankenhäusern Elektronenmikroskope zur Verfügung. Der Kreis derer, die mit diesen Geräten zu arbeiten und sie instand zu setzen haben, wird von Jahr zu Jahr größer.

Dieses Buch gibt eine moderne wissenschaftliche, dabei doch allgemein verständlich geschriebene Darstellung über den Aufbau und die Arbeitsweise des Mikroskops und seine praktische Anwendung.

*Zu beziehen durch jede Buchhandlung*

FACHBUCHVERLAG LEIPZIG

*Im gleichen Verlag erscheinen:*

## **Optik, Perspektive und Rechnungen in der Fotografie**

Von Dr. Wolfgang Baier

249 Seiten mit 162 Bildern · DIN C 5 · Hlw. 16,- DM

Der Verfasser behandelt in diesem Buch besonders die fotografischen Probleme, die gründlich zu erfassen mit Hilfe mathematischer Kenntnisse möglich ist. Das Verständnis physikalischer und chemischer Vorgänge beim Fotografieren wird durch die mathematische Behandlung wesentlich vertieft. An Hand von Nomegrammen zeigt der Autor die schnelle Ablesbarkeit von Belichtungszeiten, Blendzeiten usw. unter Umgehung zeitraubender Berechnungen. Viele Aufgaben, Zeichnungen und Fotografien stellen die Verbindung zwischen theoretischen Erläuterungen und der Praxis her. Berufs- und Amateurfotografen, Teilnehmer an Fotokursen, Volkshochschüler usw. können durch die Lektüre dieses Buches ihre fotografischen Kenntnisse erweitern und vertiefen.

## **Linienoptik**

Von Dr. A. Sonnefeld

2., verbesserte Auflage · 66 Seiten mit 61 Bildern · DIN C 5 · Kart. 4,50 DM

Die Schrift behandelt die Lösung einfacher optischer Aufgaben so, wie es in der Geometrie geschieht: mit Zirkel und Lineal. In dieser Berechnungsmethode werden nicht die Gestalt der Glaslinsen, ihre Flächenradien, Dicken und Exponenten der Glasarten benutzt, sondern es wird mit einer geraden Linie, die als brechende oder spiegelnde optische Linie auftritt, gearbeitet. Diese Methode ist besonders geeignet, den in der Optotechnik arbeitenden Optikern, Konstruktionsrechnern und Laboranten eine wertvolle Grundlage für die Brillenlehre, die Fernoptik und die Nahoptik zu geben, die im Gegensatz zur Gaußschen Dioptrik leicht verständlich ist.

*Zu beziehen durch jede Buchhandlung*

FACHBUCHVERLAG LEIPZIG



X

16 10. 72

30. 10. 81

Zwisch

15 lose Beil. (Typentafel I - XVI), dav. 1  
fehlend

1 Orig.-Foto (nach S. 226)

4 Farbtaf. (nach S. 64. 160. 256. 320.)

Fehlend: S. 351/352. 1 Beil. (Typentaf. II)

Festsetz. 30. 10. 81  
Zwisch

Geschenk von:		Preis: 19.80
AK-Hinw. 1956 $\frac{3}{2}$ 1958 $\frac{2}{1}$ 30.8° 486		
Fach  1 Fotogr. 137		
Bio K	Bild K	
SWK  Photographie (Paris) X		
Mag.-Stdnr. 30.8° 486	zu: <del>486</del>	
ABGHKL Sonder-Aufst.	Ausl.-V.	zu:

III/9/73 - Jt 5358 20 155

**Typentafel I:**  
**Wichtige fotografische Objekte**







**Typentafel II:**  
**Die fotografische Kamera**



Typentafel II: Die fot Die fotografische Kamera

	A. Klappkameras		B. Rollfilmkameras der Mittelformate				C. Kleinbildkameras		
	9×12 cm	6×9 cm	im Rechteckformat 6×9 cm	alt 6×9;	als Doppelformatkamera 6×9; 6×6 cm	als Quadratformat 6×6 cm	als Rechteckformat 24×36 mm	als Quadratformat 24×24 mm	8×11 mm
<b>Balgenkameras</b>									
ohne Entfernungsmesser .....	Mentor		Billy I	Belfoc, Eroona, Exona,	Belfoca II, Belca Eroona, Zeiss Ikon Exona, Zeiss Ikon	Weltax, Rheinmetall Bessa I, Precisa II, Besser	Isolette I und II	Beltica II, Belca Welti I, Welta Baldinette	
mit Entfernungsmesser .....			Meß-Ikonta	Ado	Adox Sport		Isolette III	Meß-Baldinette	
Entfernungsmesser gekuppelt .....		Makina III E	Super Ikonta				Super Isolette	Super Dollina II, Certo Super Baldinette	
Entfernungsmesser als Meßsucher .....	Technika III E	Technika III E				Bessa II	Keasix, Zeiss Ikon Certo Six; Certo		
<b>Kameras starrer Bauart</b>									
als Spiegelreflex einäugig .....									
zweiäugig .....							Weltaflex, Welta Rolleiflex		
als Box .....					3×4 cm Deko Pionier, Kodak		Altissa-Box, Altissa Perfekta II, Rheinmetall Pouva Start, Pouva		
als Mittelformatkamera .....									
als Kleinbildkamera									
ohne Entfernungsmesser .....							Altix IV und V, Altissa Pentona, Zeiss Ikon Werra, Zeiss Jena Leica II; Paxette	Taxona, Zeiss Ikon Robot Star	Minox
mit Entfernungsmesser .....							Paxette M		
Entfernungsmesser gekuppelt .....							Leica IIIf Leica IIIf Prominent		
Entfernungsmesser als Meßsucher .....							Contax IIa Contax IIIa		
als Kleinbildspiegelreflex mit Prismeneinsatz .....							Contax D, Zeiss Ikon Contax E, Zeiss Ikon		
mit Lichtschacht und Prismeneinsatz .....							Exa, Ihagee Exakta Varex, Ihagee Praktina, KW		
als Stereokamera .....									Iloca Stereo II 24×22 Belplasca, Belca 24×30

7W

1 1000



**Typentafel III:**  
**Die fotografischen Kameras der Deutschen**  
**Demokratischen Republik**  
**(Technische Daten)**





30. 80 486 6

Typentafel III (Fortsetzung)














30. 80 486 <sup>be</sup><sub>-</sub>



**Typentafel IV:**  
**Elektrische Belichtungsmesser**



Typentafel IV: Elektrische Belichtungsmesser

Fabrikat	Excellor-Junior Kiesewetter, Leipzig	Iris, VEB Gerätewerk, Karl-Marx-Stadt	Belichtungsmesser VEB Carl Zeiss, Jena	Horvex 2 Metrawatt, Nürnberg (hervorgegangen aus Metraphot)	Sixtomat x3 Gossen, Erlangen	Sixon Gossen, Erlangen	Sixtl Gossen, Erlangen
							
Allgemeincharakter	kleiner, handlicher Belichtungsmesser; einfache Bedienung; zuverlässige Angaben	klein, leicht	Einfach zu bedienender Belichtungsmesser mit exakten Belichtungsangaben für alle Normalfälle	Universelles vollautomatisches Gerät. Der zur Zeit lichtempfindlichste Belichtungsmesser	Universelles vollautomatisches Gerät	Belichtungsmesser für den Amateur	Aufsteckbelichtungsmesser
Anwendungsbereich	a) Foto b) Kino Nur Objektmessung	Foto Nur Objektmessung	Foto (Kino mit Hilfe von Umrechnungsskala auf Rückseite) Nur Objektmessung	Nur Foto a) Objektmessung b) Lichtmessung c) Kontrastmessung	a) Foto b) Kino a) Objektmessung b) Lichtmessung c) Kontrastmessung d) Farbtemperaturmessung	a) Foto b) Kino a) Objektmessung b) Lichtmessung c) Kontrastmessung	Foto a) Objektmessung b) Lichtmessung c) Kontrastmessung
Stoßempfindlichkeit Arbeitsweise	stoßempfindlich	stoßempfindlich	stoßempfindlich	automatisch	stoßunempfindlich automatisch	stoßunempfindlich halbautomatisch	stoßunempfindlich automatisch
Anzeige Belichtungszeiten Blendenwerte DIN-Grade Wirksamer Meßwinkel Umfang der gemessenen Beleuchtungsstärke	$\frac{1}{1000}$ s ... 120 s f: 1,4 ... f: 22 6/10 ... 24/10° DIN 55°	$\frac{1}{1000}$ s ... $\frac{1}{1000}$ s ... 60 s f: 2 ... f: 2,8 ... f: 32 9/10 ... 10/10 ... 27/10° DIN 55° 2 Meßbereiche: 20 ... 2000 asb 2000 ... 173 000 asb	$\frac{1}{1000}$ s ... 60 s f: 1,4 ... f: 32 9/10 ... 27/10° DIN 55° 3 ... 50 000 Lux	$\frac{1}{1000}$ s ... 120 s f: 1,4 ... f: 22 10/10 ... 25/10° DIN	$\frac{1}{1000}$ s ... 4 min f: 1,4 ... f: 22 9/10 ... 23/10° DIN 55°	$\frac{1}{1000}$ s ... 8 s f: 1,4 ... f: 45 9/10 ... 27/10° DIN 55°	$\frac{1}{1000}$ s ... 30 s f: 1,4 ... f: 45 9/10 ... 27/10° DIN 55°
Besondere Charakteristik	a) Zeigerausschlag auf beziffertes Feld b) Skaleneinstellung (Ziffer auf DIN-Grade) Ablesung für alle Blendenwerte	Blendenscheibe dreht sich bei Messung selbsttätig gegen Belichtungszeitenring	Nachstellzeiger wird mit Meßzeiger zur Deckung gebracht und ergibt automatisch die richtige Belichtungszeit für alle Blenden	Die gemessene Belichtung wird gestoppt Mit Verstärkerelement für Messung schwacher Lichtdrücke	Die gemessene Belichtung wird gestoppt Eichung auf den geringen Belichtungsspielraum moderner Farbfilme. Daher sorgfältige Objektmessung als Nahmessung erforderlich. Außerdem wird genaues Ausmessen der Kontraste empfohlen. Bei Lichtmessung sind diese Vorsichtsmaßnahmen nicht erforderlich Einstellung auf Punktschärfe durch Meßkreuz. - Skalen mit unterschiedlichen Belichtungszeit-Teilungen. Zusätzliche Lichtwertskala	Die gemessene Belichtung wird gestoppt	Die gemessene Belichtung wird gestoppt
Maße Gewicht Gewicht in Hülle	50 x 45 x 22 mm 90 g 110 g	50 x 40 x 25 mm 65 g	52 x 80 x 27 mm 150 g	75 x 55 x 30 mm 120 g 185 g	76 x 60 x 30 mm 170 g	68 x 55 x 25 mm 80 g	53 x 32 x 30 mm 110 g














30.8 486 <sup>b</sup>

Typentafel V: Blitzleuchten



Typentafel V: Blitzleuchten

	VEB Elektrotechnik, Eisenach		Hüfner, Meuselwitz	Ihagee, Dresden	Zeiss-Ikon, Dresden	Leitz, Wetzlar	Linhof, München	Voigtländer, Braunschweig		Zeiss-Ikon, Stuttgart	
	Fotoblitzkleinleuchte E18	Fotoblitzleuchte E18s 8x10	Blitzleuchte F 53	Ihagee-Blitzleuchte	Blitzleuchte	Leitz- Blitzleuchte chico	Kondensator- Blitzgerät	Blitztao	Blitztasche	Ikoblitz 0	Ikoblitz III
											
Charakteristik	einfaches kleines Aussteuergerät, Kunstharzgehäuse mit eingebauter Kondensatorzündung	stahlförmig gebaut			Für Hand- und Kameraauslösung				Kombination von Blitzgerät und Bereitschaftstasche	zusammenlegbar in Reißverschlussbeutel	zusammenlegbar
für Aufnahmekamera	beliebig	beliebig	für alle Kamertypen	Exakta Varex, Kine-Exakta, Exa	Contax D, Ercona, Taxona und ähnliche Kameras	Leica	Technika	alle gängigen Kamertypen	für Voigtländer Prominent und Voigtländer Vitessa	für alle Kameras mit Suchersehuh oder Stativgewinde	für alle Kameras mit Stativgewinde
Zahl der Blitze Blitzlampen Befestigung	1 Schnellspannfassung für Sockel BA 15a (mittels Adapter auch E14)	1 alle beliebige Sockel	1 alle beliebige Sockel	1 alle Einsteckfassung	1 alle Einsteckfassung	1 alle Einsteckfassung	1 alle Einsteckfassung	Bajonett BA 15a Einsteckfassung	1 alle Bajonettsockel	1 15 m Bajonettsockel BA 15a Bajonettfassung	1 Bajonettsockel Ba 15a; in Verbindung mit Reduzierstück auch Edisonsockel-Schraubfassung; durch Reduzierstück auch Bajonettfassung
Weitere Blitze	keine	Anschluß für 2. Blitz		Anschluß für 2. Blitz	Anschluß für weitere Blitzleuchten		bis zu 4 Zusatzblitze			nein	beliebig viele
Prüf- einrichtungen	mit Prüflampe	mit Prüflampe	nicht montiert	Kontrollschalter und Prüflampe	Einsetzen einer Prüflampe 6 V / 0,07 A		mit Prüflampe	automatischer Prüfkontakt mit Lichtsignalanzeige		Prüflampe für Blitzlichtsynchronisation und eingebaute Blitzlampe	nein
Reflektor	Stufenreflektor (weiche Lichtwirkung) a) Alu, glanzeloxiert b) Polystyrol, vakuumverspiegelt	Stufenreflektor (weiche Lichtwirkung) Polystyrol, vakuumverspiegelt	Alu, hochglanzpoliert	Metall	Aluminium glanzeloxiert, genarbt	Faltreflektor	Messing- Stufenreflektor	lichtintensiver Parabolreflektor, abziehbar	Reflektor mit aufgedampfter Aluminiumschicht	normal	auch für Weitwinkel- aufnahmen
Batterie	Kondensatorzündung mit Hörbatterie 22,5 V	2 Monozellen oder Kondensatorzündung KR 2 mit Hörbatterie 22,5 V	Normal-Flachbatterie 4, 5 V im Griffstück oder Kondensatorzündung K FL 1	Kondensatorzündung KR 2 (mit Hörbatterie 22,5 V)	2 Monozellen je 1,5 V Kondensator-Zünd-einsatz KR 2 v. RPT	Kondensator-einsatz Batterie 22,5 V	Kondensator, Anodenbatterie 22,5 V	Zündkondensator Anodenbatterie 22,5 V	Batterie-Kondensator-Zündung mit 22,5 V-Anodenbatterie	Kondensator Hörbatterie 22,5 V	Kondensator Hörbatterie 22,5 V oder Batterie 30 V
Befestigung	Steckfuß m. Sicherungsfeder oder Metallbrücke unter Apparat m. Stativschraube und Mutter	Kunstharzbrücke unter Apparat	durch Halteschiene	in Stativmutter unter Apparat	Trägerbügel und Trägerschiene	mit Platte unter Apparat	im Suchersehuh oder Blitzhalterklemmung	im Klemmsehuh oder auf Montageschiene	entfällt. Der geöffnete Deckel rastet selbsttätig ein	durch Sucherfuß oder durch Anschrauben am Stativgewinde	Befestigung über Halteschiene am Stativgewinde

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header, which is mostly illegible due to fading.



30. 80 486 li

Typentafel VI: Kolbenblitzlampen



Typentafel VI: Kolbenblitzlampen

Kolbenfarbe	Klarglas							gelb					blau		
	F 19	F 32	F 40	* F 20	DF 40	* DF 20	DF 70 N	F 40g	* F 20g	DF 40g	* DF 20g	DF 70 Ng	* F 20b	* DF 20b	DF 70 Nb
Lichtmenge in Lumensekunden	5000	8000	10000	30000	10000	32000	65000	8500	25500	8500	27000	55000	15000	16000	32000
Leuchtzeit in Millisekunden	5	8	10	18	20	30	50	10	18	20	30	50	18	30	50
Scheitelzeit in Millisekunden	12	16	17	18	25	20	30	17	18	25	20	30	18	20	30
Scheitelwert in Millionen Lumen	0,7	0,8	1,4	1,5	1,1	1,3	1,7	1,2	1,3	1,0	1,15	1,5	0,75	0,65	0,85
Zündzeit in Millisekunden	10	12	12	15	15	15	20	12	15	15	15	20	15	15	20
Zündspannung in Volt	3--30	3--30	3--30	3--30	3--30	3--30	3--220	3--30	3--30	3--30	3--30	3--220	3--30	3--30	3--220
Zündung am Lichtnetz 110/220 Volt	nein	nein	nein	*	nein	*	ja	nein	*	nein	*	ja	*	*	ja
Sockel	BA 15s od. E 14	** E 14	** E 14	E 27	** E 14	E 27	E 27	** E 14	E 27	** E 14	E 27	E 27	E 27	E 27	E 27
Kolbendurchmesser in mm	19	32	40	55	40	55	70	40	55	40	55	70	55	55	70
Leitzahl bei Film 16/10 <sup>6</sup> --18/10 <sup>6</sup> DIN	18	21	35	52	35	52	76	--	--	--	--	--	--	--	--
Leitzahl bei Film 19/10 <sup>6</sup> --21/10 <sup>6</sup> DIN	25	30	51	76	51	76	108	--	--	--	--	--	--	--	--
Leitzahl bei Film 22/10 <sup>6</sup> --23/10 <sup>6</sup> DIN	--	42	70	104	70	104	152	--	--	--	--	--	--	--	--
Leitzahl für Agfacolor-Umk.-Film Ultra T 16/10 <sup>6</sup> DIN	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17	17	24
Leitzahl für Agfacolor-Umk.-Film T 13/10 <sup>6</sup> DIN	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	11	11	17
Leitzahl für Agfacolor-Umk.-Film K 13/10 <sup>6</sup> DIN	--	--	--	--	--	--	--	10	16	10	16	24	--	--	--

DF-Reihe besonders geeignet für Schlitzverschluss; bei M-Synchronisation (Zündung 15 ms vor Verschlussöffnung) Vollsynchronisation möglich. Die Leitzahlen sind dann bei Verschlusszeiten, die kürzer als 1/125 s sind, entsprechend zu verringern.

F-Reihe besonders geeignet für Zentralverschluss; Am M-Kontakt (Zündung 15 ms vor Verschlussöffnung) ist bei den Typen F 32, F 40 und F 20 Vollsynchronisation möglich. Am X-Kontakt (Zündung zu Beginn der Verschlussöffnung) sowohl für Zentralverschlüsse als auch für Schlitzverschlüsse verwendbar. Bei letzteren dürfen keine kürzeren Verschlusszeiten als 1/125 s angewandt werden.

Neuproduktion:  
F 40 b | Leitzahl 11 für Agfa-  
DF 40 b | color-Umk.-Film Ultra T

\*) Auch für Netzspannung 110/220 Volt lieferbar - Zusatzbezeichnung N. Die Fotoblitz-Lampentypen mit dem Zusatz N sind jederzeit auch an einer Batterie mit 3--30 Volt Spannung zu entzünden. \*\*) Auch mit Sockel BA 15s lieferbar





30. 80 486 <sup>h</sup>

Typentafel VII: Elektronenblitzer



3.0.8° 486 h

	VEB Elektronik, Plauen			VEB Kondensatorenwerk Gera	VEB Elektroapparatewerk J. W. Stalin Berlin-Treptow	Braun, Frankfurt
	B 70	B 140	S B 250	Pionier		Braun Hobby Standard
Charakteristik	Amateurgerät Batterie und Netz	Mittelklasse Batterie und Netz	Institutsgerät stationär nur Netz	leichtes Amateurgerät nur Batterie	Nähere Angaben vom Herstellerwerk stehen aus	klein, leicht, leistungsfähig, zuverlässig; einfachste Bedienung; Verzicht auf vermeidbaren Aufwand
Gewicht	3 kg	6 kg mit Batterie	12 kg	2,8 kg		1,7 kg
Ausmaße	239 × 155 × 93 mm	250 × 110 × 220 mm	370 × 220 × 240 mm	220 × 88 × 145 mm		195 × 145 × 75 mm
Verpackung						
Gehäuse	Preßstoff		Leichtmetall	Polyamid		
Netzgerät	220 V Wechselstrom	110, 125, 220 V Wechselstrom	110...240 V			110...130 V; 220...250 V Wechselstrom
Batterie: Trockenbatterie						
Monozellen						3 Stabzellen Pertrix 221 (Ladezusatz)
Akku	4 V / 6 Ah	Ni-Cd-Sammler 6 V 5 Ah oder Bleisammler 6 V 4 Ah	Spezialakku EB			4 V-Sonnenschein-Akku 2 BL 2 (kippsicher)
Aufladung	Selbstladung bei Netzanschluß					
Zweitlampe		möglich	möglich			Anschluß für Zweitlampe mit Zwischenstecker
Blitzzahl je Ladung	100	100		180		200 (Akku) 100 (Stabzellen)
Wartezeit zwischen 2 Blitzen	5...7 s	8...10 s	10 s	7...8 s		10...15 s
Reflektor	eloxierte Oberfläche	hochglanzpoliert	hochglanzpoliert			Polyamid-Perlreflektor, umsteckbar für Normal (50°)- u. Weitwinkelausleuchtung (70°)
Lichttemperatur	5600° K	6500° K				5600° K (mittleres Tageslicht)
Lichtausbeute Joule						
Lichtstärke Ws	70 Ws	140 Ws	50, 100, 150, 200 Ws	90 Ws	40...50 Ws	60 Ws
Blitzdauer	$\frac{1}{500}$ s	$\frac{1}{500}$ s	leistungsabhängig	$\frac{1}{1000}$ s	$\frac{1}{250}$ s	$\frac{1}{1000}$ s
Zündung	verzögerungsfrei					verzögerungsfrei
Kontakt	X-Kontakt					X-Kontakt
Leitzahl						
für 21/10° DIN	40	44				50 (40)*
für 17/10° DIN	30			30		30 (24)*
für Agfacolor-Umkehrfilm T 13/10	10					8...10*
für Agfacolor-Negativfilm T 13/10	10					10...12*
						* bei Normalentwicklung
Kürzeste Verschußzeit						

Typentafel VII: Elektronenblitzer

Frankfurt (Main)		Dr. Ing. Mannesmann, Westhoven bei Köln			Mansfeld Stuttgart	Kirmeyer & Söhne	Blaupunkt Elektronik, Darmstadt			Elmed, Essen			
Modell	Braun Hobby Automatic	Multiblitz 8	Multiblitz Filius II	Multiblitz Rekord	Modell 80	Erding Knirps Combi	Ultrablitz Amateur IIIa	Ultrablitz Favorit	Servoblitz I	Brillant	Meisterblitz Junior II	Meisterblitz II	
Abg. Be- ver-	Drucktasten-Automatik Sämtliche Bedienungsele- mente von außen zugänglich; Voll- und Teilenergie. Haupt- kabel coiled cord (rollt auto- matisch auf)	Amateurgerät Batterie	Amateurgerät Netz und Batterie	Mittelklasse Netz und Batterie	leichtes Amateurgerät Batterie u. Netz	Amateurgerät Batterie u. Netz	Amateurgerät Batterie und Netz	Mittelklasse Batterie und Netz		Amateurgerät Batterie und Netz	Mittelklasse Batterie und Netz	Fachklasse Batterie und Netz	
	2,9 kg 228 x 162 x 73 mm	1,9 kg 65 x 150 x 175 mm	2 kg 65 x 150 x 200 mm	3,9 kg 60 x 200 x 260 mm	2 kg 70 x 145 x 175 mm	3 kg in Tasche	1,2 kg 165 x 55 x 140 mm	5,4 kg 250 x 85 x 105 mm		2,5 kg 67 x 178 x 194 mm	3,6 kg 80 x 210 x 245 mm	5,4 kg 110 x 190 x 215 mm	
		Metall	Ledertasche	Ledertasche		Spezialkarton Preßstoff	Leder- oder Kunstleder- tasche			Ledertasche	Ledertasche	Ledertasche	
V	115/125/160/220/250 V Wechselstrom		110/125; 140/160; 220/240 V Wechselstrom	110/125; 140/160; 220/240 V Wechselstrom	220 V	110/125/160/220/ 240 V Wechselstrom	110/240 V Netz	Netz 110, 127, 160, 220 V		110/220 V eingebaut	110/220 V eingebaut	110/220 V eingebaut	
21					Trockenbatterie oder 2 Taschen- lampenbatterien (50 Blitze)		Trocken- batterie oder 3 Monozellen zu 1,5 V (200 Blitze) oder Akku	Batterie 4 V 5 Ah					
ku	4 V-Sonnenschein-Akku 2 BL 2 (kippsicher) Ladegerät eingebaut. Drucktasten-Automatik zum Umschalten auf Akku, Netz, Teilenergie, Akkuladen	4 V-Sonnen- schein-Akku Kleinladegerät für Netz	4 V-Sonnen- schein-Akku Selbstladegerät aus Netz	6 V-Akku 20 Wh Selbstladegerät aus Netz	od. Akku 2,4 Ah oder 4,0 Ah Selbstladegerät aus Netz	4 V-Sonnenschein- Akku 2Kb 2 Ladegerät eingebaut		Akku		Sonnenschein- Akku 4 V 2,4 Ah Selbstladegerät aus Netz eingebaut	Sonnenschein- Akku 6 V 3,6 Ah Selbstladegerät aus Netz eingebaut	Sonnenschein- Akku 6 V 5 Ah Selbstladegerät aus Netz eingebaut	
ape	Anschluß für Zweitlampe mit Zwischenstecker	Anschluß für Zweitlampe	Anschluß für Zweitlampe	Anschluß für Zweitlampe		möglich			als Hilfslichtquelle oder Zweitblitz mit Fotozelle	Anschluß für Zweitlampe	Anschluß für Zweitlampe	Anschluß für Zweitlampe	
	100...120 (Akku) bei Teilenergie 170...200 s (Teilenergie: 5 s)	90 5 s	80...100 6 s	120 5 s	120; 200 3...4 s; Taschen- lampe 10...15 s	100 6 s	B 200; A 250 N 5 s; A 5 s; Tr. 10 s	A 150 5 s		100 5...6 s	150 5...6 s	200 5...10 s	
um- 9°)- u. g(70°)	Polyamid-Perirefektor, um- steckbar für Normal (50°)- u. Weitwinkelbeleuchtung(70°)	Kunststoff	Ganzmetall	Kleinreflektor	Metall	Weitwinkel 67°				Parabolreflektor 80° Streurefektor für Nahaufnahmen 100°	Parabolreflektor 80° Streurefektor für Nahaufnahmen 100°	Parabolreflektor 80° Streurefektor für Nahaufnahmen 100°	
t)	5600° K (mittleres Tageslicht) 105 Ws (Teilenergie 55 Ws) $\frac{1}{1000}$ s	5600° K 95 Joule $\frac{1}{1000}$ s	5500° K 90 Joule $\frac{1}{1000}$ s	5000° K 175 Joule $\frac{1}{1000}$ s	6000° K  $\frac{1}{1000}$ s	5600° K (Tageslicht) 100 Joule 98 Ws $\frac{1}{1000}$ s		150 Ws $\frac{1}{1000}$ s		5600° K 4500 lms 90 Ws $\frac{1}{1000}$ s	5600° K 9000 lms 180 Ws $\frac{1}{1000}$ s	6500° K 11 250 lms 225 Ws $\frac{1}{1000}$ s	
ung	verzögerungsfrei; X-Kontakt (bei Teilenergie 60%, d. h. $\frac{1}{2}$ Blendenwert öffnen) Vollenergie Teilenergie 70 (56)* 42 (34) 50 (40)* 36 (24) 15...17* 8...10 18...20* 11...12	40...60 34...36 12...19 14...21	45...60 32...44 10...14 12...16	60...80 45...60 16...18 18...20	56 36	55...60 45...50 15...17 18...20		32 24	60		56 40 28	100 70 48	125 90 60
						$\frac{1}{1000}$ s							

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.



**Typentafel VIII:  
Fotografische Platten**

**Typentafel IX:  
Fotografische Planfilme**



Typentafel VIII: Fotografische Platten

Fabrikat	Agfa					Haufl							Perutz						
	Isochrom	Iso-pan F	Ultra-Spezial	Isopan Porträt	Isopan ISS Super-Spezial	Ortho-Licht-hoffrei	Microsin Feinkorn	Analo-Flavin	Pan-crosin Licht-hoffrei	Modula Licht-hoffrei	Panoola Spezial Porträt	Panoola Licht-hoffrei	Silber-eosin	Braun-siegel	Per-chromo	Per-omnia	Per-sensio	Por-trät	Super-omnia
Empfindlichkeit in /10° DIN	18	17	18	20	21	12	12	16	17	18	19	20	12	16	17	19	20	21	22
Farbenempfindlichkeit orthochromatisch orthopanchromatisch panchromatisch	höchst x	höchst x	x	x	höchst x	x	x	x		höchst x			höchst x	höchst x		x	höchst x	x	x
Gradation kräftig normal weich bis normal	x	x		x	x	x							x	x	x		x	x	x
Belichtungsgebietraum groß mittel gering								x					x	x	x	x	x	x	x
Spezieller Anwendungsbereich		universell; auch Vergrößerungen	Porträt	Porträt	Bühne, Reportage, Industrieaufnahmen	Reproduktion; auch für Halbton	technische Aufnahme; Mikro-fotografie; Reproduktion; wissenschaftl. Aufnahme		wissenschaftl. Aufnahme; technische Aufnahme; Reproduktion	Atelier; Freilicht-porträt	Atelier; Porträt	universell	Mikro-fotografie; technische Aufnahme; wissenschaftl. Aufnahme; Reproduktion	Material- und Sach-aufnahmen	technische Aufnahme; Reproduktion; farbige Vorlagen; Landschaft	universell	universell; Porträt	Porträt; Innen-aufnahme; Gegenlicht; starke Licht-kontraste	universell; besonders für groß-formatige Reportage

Typentafel IX: Fotografische Planfilme

Empfindlichkeit	Agfa			Kodak		Perutz			Haufl hoch
	mittel		hoch	mittel	hoch	mittel	hoch		
Fabrikat	Isochrom-Feinkorn	Isopan-Feinkorn	Isopan-ISS-Super-Spezial	Dekopan F	Dekopan-Porträt	Perpantic	Porträt	Superomnia	Porträt
Empfindlichkeit in /10° DIN	18	17	21	17	20	17	21	21	21
Rückseite blank matt				x	x	x	x	x	x
Farbenempfindlichkeit orthochromatisch orthopanchromatisch panchromatisch	höchst x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gradation kräftig normal weich bis normal	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Belichtungsgebietraum groß mittel gering				x	x	x	x	x	x
Spezieller Anwendungsbereich				universell	Porträt	universell	Porträt	universell	



30. 80 486<sup>b</sup>



**Typentafel X:**  
**Rollfilme und Kleinbildfilme**



Typentafel X: Rollfilme und Kleinbildfilme

Rollfilm und Kleinbildfilm	Agfa						Hauff			Kodak			Perutz					
	Empfindlichkeit		gering	mittel		hoch		gering	mittel	hoch	mittel	hoch		gering	mittel		hoch	
Fabrikat	Isopan FF	1. Iso-panchrom	2. Iso-panchrom	1. Isopan Porträt   ISS   Ultra			Pancola Granex	1. Pan-cola	2. Ul-croma	Pancola Super	Dekopan F	Dekopan Super	Dekopan Ultra	Pergrano	1. Per-pan-tic	2. Per-senso	Perom-nia	
Charakter	Spezial Feinkorn	Feinkorn		Super-Spezial													21   23	
Empfindlichkeit in /10° DIN	10	17	K 17 R 18	21	21	23	12	K 17 R 18	K 18 R 20	23	17	21	24	12	K 17 R 18	R 20	K 21 R 21	K 23 R 23
Doppelschichtfilm											x	x	x					x
Einschichtfilm	x						x							x	x	x	x	
Farbenempfindlichkeit																		
orthochromatisch			x						x									
orthopanchromatisch	x	x		x	x		x	x		x	x	x	x	x	x			
panchromatisch						x											x	x
Gradation																		
kräftig	x																	
normal		x	x		x			x			x	x		x	x	x	x	
weich bis normal						x						x						x
Belichtungsspielraum																		
groß		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	x	
mittel	x													x				
gering													x					
Spezieller Anwendungsbereich	feinste Details; starke Vergrößerungsfähigkeit; Reproduktionen	universell		Porträt (für Berufs-fotografen) Kinderbild, Bühne, Mode, Innen- und Außenaufnahme			Kunstlicht, Nacht, Reportage	technisch wissenschaftlich, Reproduktionen	universell		universell	Nacht, Heim, Sport, Kunstlicht, Bühne, Reportage	Sport, Tier, Bühne, Nacht	universell; beste Schärfe und Feinkörnigkeit	universell		hochempfindlich	extrem empfindlich, auch f. stärkste Lichtkontraste
Konfektionierung																		
(R) Rollfilm A 8 Breite 4 cm		x	x		x			x	x		x	x	x		x	x		
B II-8 Breite 6 cm		x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x			
PB 20 Metallspule		x	x		x			x	x	x	x	x		x	x			
D 8		x	x		x					x	x	x		x	x			
PD 16 Metallspule		x	x		x													
MB II-8											x	x						
(K) Kleinbildfilm Breite 35 mm																		
Patrone	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Karatpatrone	x	x	x		x	x								x(20)	x(20)	x(20)	x(20)	x(20)
Tageslichtspule	x	x	x		x	x				x	x	x		x	x	x	x	x
Dunkelkammerspule	x	x	x		x	x				x	x	x		x	x	x	x	x
(M) Meterware																		
5 m	x	x	x		x	x								x	x	x	x	x
10 m	x	x	x		x	x								x	x	x	x	x
17 m	x	x	x		x	x								x	x	x	x	x
25 m																		
30 m																		
50 m											x(16)	x(16)	x(16)					
60 m											x(24)	x(24)	x(24)					
Vom Hersteller vorgeschlagene Entwicklung	Agfa Rodinal als Universal-Entwickler (1:20 bis 1:40) Agfa Final-Feinkorn- und Ausgleichsentwickler Agfa Atomal-F-Feinkorn-Entwickler						Hauff Spezial-Porträt-Entwickler Hauff Ortonal-Feinkorn- und Ausgleichsentwickler Hauff Atofin-Super-Feinkorn-Entwickler Hauff Mikrolin-Ultra-Feinkorn-Entwickler			Ausgleichsentwickler Kodak Dekofin SF 18°C; 6...8min Feinkorn: Kodak-Rezept D 76 18°C; 10...15min Feinstkorn: Kodak-Rezept D 20 18°C; 15...20min			A. Tankentwickler: Perutz Feinkorn- und Ausgleichsentwickler B. Schalenentwickler: Perutz Perinal 1:20 bis 1:50 C. Dosenentwickler: Perutz Perufin (Spezial-Feinkornentwickler), Perutz Perinal 1:50 bis 1:100, Perutz W 665 (Ultra-Feinkornentwickler nach Windisch)					
Spezielle Ratschläge	weniger geeignet bei Gegenlicht und großen Lichtkontrasten																	
	In diesen Fällen Belichtungszeit verdreifachen																	



30. 8<sup>o</sup> 486 <sup>h</sup><sub>-</sub>

**Typentafel XI:**  
**Reproduktionsfilme der Agfa**

**Typentafel XII:**  
**Röntgenfilme**



Typentafel XI: Reproduktionsfilme der Agfa

Aufnahmeweck	Agfafilm	für	Negative	Film-Kennziffer		Emulsion Dicke	Farbempfindlichkeit	Relative Empfindlichkeit bei		Entwickler (Rezeptnummer der Agfa)	
				blank	matt			Bogenlampe	Nitralicht		
A. Strichaufnahmen rein schwarz-weiß	nach guter Vorlage gelb getönte Vorlage flau, kontrastarme Vorlage direkte Aufnahme der Satzform	Printon-Extra Printon-Kontakt Printon-Rapid Autolith	Aufnahme oder Kopie Aufnahme oder Kopie Aufnahme oder Kopie Aufnahme	Strich Strich Strich, Strich, Raster	754		bes. dünn bes. dünn bes. dünn	blauempfindlich	1/16	1/16	(74) Metol-Hydrochinon hart arbeitend (74) Metol-Hydrochinon hart arbeitend (74) Metol-Hydrochinon hart arbeitend (70b); Ätzalkal. Hydr.; (71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydrochinon hart (70b) Ätzalkal. Hydr.; (71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydrochinon hart (78; 79) Spezial Texoprint
					752			blauempfindlich	1/8	1/8	
					753			orthochromatisch	1/4	1/4	
					772			hochorthochromat.	1 1/4	1 1/4	
		Fototechnischer Film A	Aufnahme oder Kopie	Strich, Raster	701	700		blauempfindlich	1/4	1/4	(70b) Ätzalkal. Hydr.; (71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydrochinon hart
B. Halbton schwarz	gute einfarbige Vorlage ein- und mehrfarbige Originale (ohne Rot) flau, kontrastarme Vorlage	Fototechnischer Film B Fototechnischer Film C Fototechnischer Film A	Aufnahme oder Kopie Aufnahme Aufnahme oder Kopie	Halbton Halbton Halbton	721	720		blauempfindlich	1	1	(71) Metol-Hydr.; (72) Glyzin; (73) Metol-Hydr. weich
					731	730		orthochromatisch	1 1/4	2	(71) Metol-Hydr.; (72) Glyzin; (73) Metol-Hydr. weich
					701	700		blauempfindlich	1/4	1/4	(70b) Ätzalkal. Hydr.; (71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydr. hart
C. Schwarzautotypie	gelb getönte Vorlage flau, kontrastarme Vorlage	Printon-Rapid Autolith Fototechnischer Film A	Aufnahme oder Kopie Aufnahme Aufnahme oder Kopie	Strich, Raster	753		bes. dünn	orthochromatisch	1/4	1/4	(74) Metol-Hydr. hart
					772			hochorthochromat.	1 1/4	1 1/4	(71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydr. hart
D. Direkte Rasterfarbauszüge	mehrfarbige Vorlage mehrfarbige Vorlage	Autolith Panchro Fototechnischer Film A pan	Farbauszüge Farbauszüge	Strich, Raster Strich, Raster				panchromatisch	1/4	6	(70b) Ätzalkal. Hydr.; (71) Metol-Hydr.; (74) Metol-Hydr. hart Filterfolie 46, 47, 48, 2 oder 646 L, 647 L, 48 L, 2
					711	710		ortho-panchromat.	1/4	2	(70b), (71); (74) Filterfolie 40, 41, 42, 3
E. Halbton-Farbauszüge	mehrfarbige Vorlage oder nach Agfacolor	Fototechnischer Film C pan	Farbauszüge	Halbton	741	740		panchromatisch	2	6	(71) Metol-Hydr.; (72) Glyzin; (73) Metol-Hydr. weich; (76) Metol Filterfolie 40, 41, 42, 3 oder 43, 544, 45, 4
					Fototechnischer Spezial-Auszugfilm	gelb, purpur, blaugrün	Halbton	745 746 747			Spezial-sensibilisierung

Typentafel XII: Röntgenfilme

Aufnahmeobjekte	Agfa-Röntgenfilm	Verstärkung	Empfindlichkeit	Charakteristika	Anwendung
1. Bewegliche Objekte (Lunge, Magen, Darm)	Agfa-Röntgen-Duro-Film oder Kodak-Diavidox-Röntgenfilm oder Kodak-Supervidox-Röntgenfilm	nur mit Verstärkerfolie nur mit Verstärkerfolie	besonders empfindlich für blauviolett fluoreszenzlicht	klar und kontrastreich	
2. Massive Teile (Schädel, Gelenke)	Agfa-Röntgen-Duro-Film oder Kodak-Diavidox-Röntgenfilm	nur mit Verstärkerfolie		klar und kontrastreich	
3. Knochen- und Muskelausätze (Knochenfraktur)	Agfa-Röntgen-Sino-Film oder Kodak-Diadinex-Röntgenfilm	ohne Folie ohne Folie	empfindlich für Röntgenstrahlen	klar und kontrastreich	
4. Zähne	Agfa-Röntgen-Normal-Zahnfilm	ohne Verstärkerfolie mit Al-Folie und Feuchtigkeitsschutz ohne Verstärkerfolie		empfindlich für Röntgenstrahlen	klar; gute Abstufung in den Mitteltönen
5. Augen (Nachweis von Fremdkörpern)	oder Kodak-Diavidox-Zahnfilm höchstempfindlich Agfa-Röntgen-Augenfilm	ohne Verstärkerfolie mit Sicherheitsunterlage	empfindlich für Röntgenstrahlen	klar; gute Abstufung in den Mitteltönen	
6. Röntgen-Schirmbildfotografie (Tbc-Untersuchung)	Agfa-Fluorapidfilm		besonders empfindlich für gelbgrünes Licht der Durchleuchtungsschirme	klar und kontrastreich	
7. Elektrokardiografie (Herz-Funktionsprüfung)	Agfa-Registrierfilm			klar und brillant	
8. Prüfung dickwandiger Werkstoffe und Schweißnähte	Agfa-Texo-R-Film	nur mit Verstärkerfolie	empfindlich für blauviolett fluoreszenzlicht		zur Grobstrukturuntersuchung
9. Röntgenfilm für Materialprüfung	Agfa-Texo-S-Film	ohne Verstärkerfolie	empfindlich für Röntgenstrahlen		für Schweißnahtuntersuchung
10. Röntgen-Feinstrukturuntersuchung oder Röntgenspektrografie	Agfa-Lane-Film	ohne Verstärkerfolie	empfindlich für Röntgenstrahlen		



30. 8° 486 h

**Typentafel XIII:  
Papiergradation und Korrekturmöglichkeiten  
im Positivprozeß**



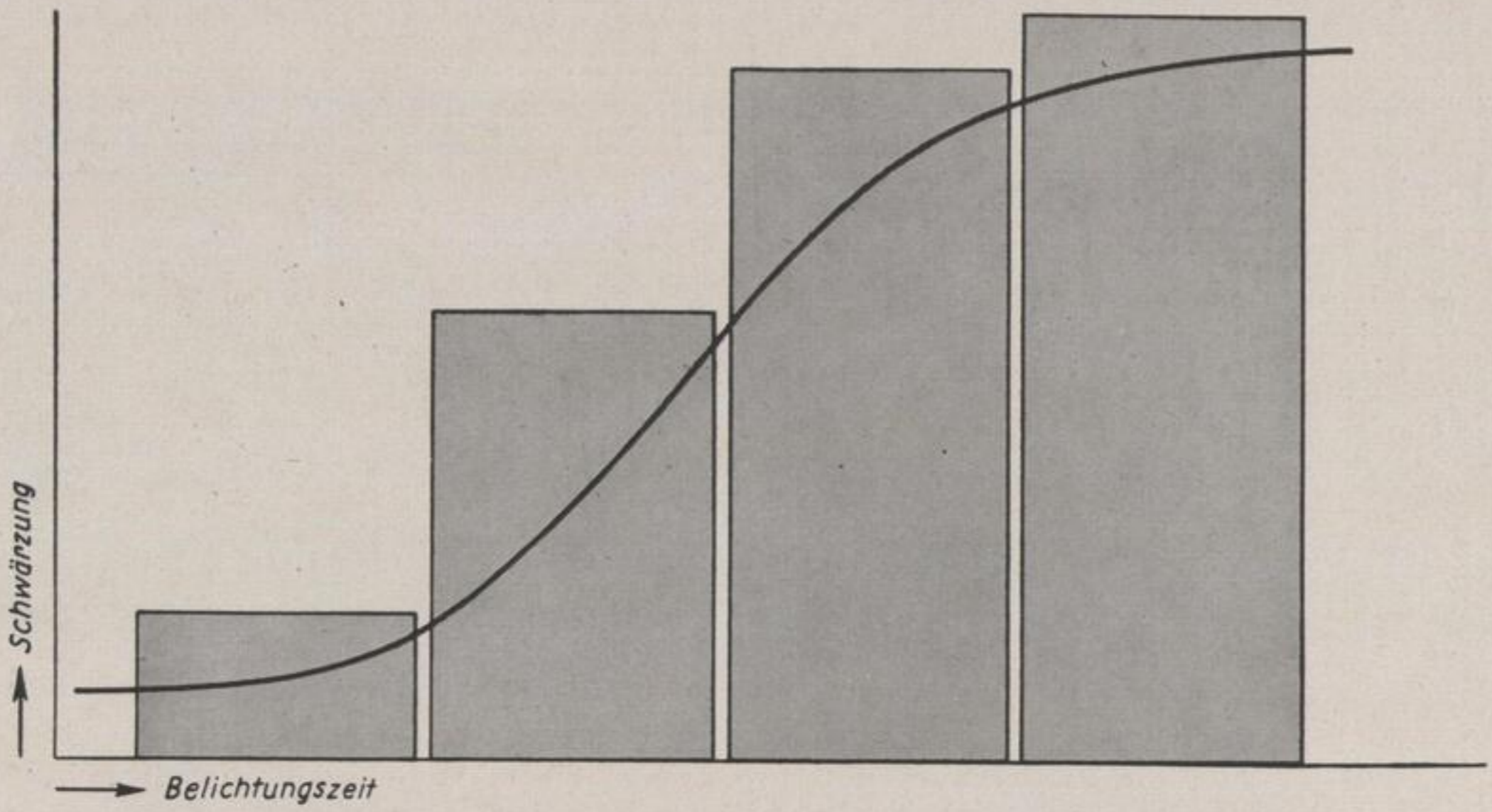
Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header, which is mostly illegible due to fading.



30. 80 486  $\frac{1}{2}$



Typentafel XIII: Papiergradation und Korrekturmöglichkeiten im Positivprozeß



flaues Negativ

weiches Negativ

normales Negativ

hartes Negativ

Entwicklung

Unterbelichtung	Normalbelichtung	Reichliche Belichtung	Überbelichtung
Bildaufbau zu langsam Die Lichter erscheinen erst nach einigen Minuten Die Schatten kommen nicht mehr durch Bei längerer Entwicklung Schleier	Bildaufbau zügig Die Lichter erscheinen nach einigen Sekunden Lichter und Schatten bauen sich dann gleichmäßig auf Entwicklung ist beendet, wenn die Spitzlichter auf der Rückseite sichtbar werden	Bildaufbau schnell Lichter und Schatten erscheinen rasch hintereinander Die Entwicklung ist beendet, wenn die Spitzlichter auf der Rückseite sichtbar werden	Bildaufbau zu schnell Lichter und Schatten erscheinen nahezu gleichzeitig und gehen in einen allgemeinen Grauschleier über

Lage auf der Schwärzungskurve

Die Schatten liegen im waagerechten Teil des Kurvendurchgangs, in dem mit wachsender Lichtintensität nur geringfügige Schwärzungsunterschiede erzielt werden Die Lichter liegen an der Grenze zum geradlinigen Kurventeil; sie haben bereits geringe Durchzeichnung	Lichter und Schatten liegen im unteren Teil des geradlinig ansteigenden Kurventeils Die Schwärzungsunterschiede entsprechen den Unterschieden der Lichteinwirkung	Lichter und Schatten liegen im oberen Teil des geradlinigen Kurvenverlaufs Die anfangs gute Durchzeichnung der Lichter wird durch erhebliche Deckung der Spitzlichter allmählich undeutlich	Die Schatten liegen im Übergang zur Schulter; mit steigender Lichteinwirkung zeigt sich zunehmende Schwärzung in den Schatten Die Lichter liegen in der Schulter der Kurve und zeigen mit zunehmender Lichteinwirkung nur noch geringfügige, nicht mehr kopierbare Schwärzungsunterschiede
--	--	--	---

Negativecharakter

Glasklare Schatten ohne Durchzeichnung. Nur die Lichter bauen das Bild auf Das Bild erkennt man, oft als Positiv, bei Aufsicht gegen dunklen Untergrund	Harmonische Tonabstufung. Gute Kontraste zwischen Licht und Schatten Allgemeine Transparenz verbürgt beste Vergrößerungsfähigkeit	Es sind noch gute Helligkeitskontraste bei starker Deckung der Lichtpartien vorhanden	Allgemeiner Grauschleier Fehlende Helligkeitskontraste Durchzeichnung der Schatten Zu starke Deckung der Lichtpartien, die keine detaillierte Zeichnung mehr erkennen lassen
--	--	---	---

Merkmal

Fehlende Zeichnung in den Schatten	Gute Durchzeichnung der Schatten und Lichter	Gute Durchzeichnung der Schatten, weniger gute Durchzeichnung der Lichter	Fehlende Zeichnung in den Lichtern
------------------------------------	--	---	------------------------------------

Korrektur im Positivprozeß



Papiergradation extrahart



Papiergradation hart



Papiergradation normal



Papiergradation weich

Durch Anwendung eines Fotopapiers geeigneter Gradation werden Belichtungsfehler innerhalb bestimmter Grenzen ausgeglichen



30. 80 486 6

**Typentafel XIV:**  
**Fotografische Papiere**







30. 80. 486 h

**Typentafel XV:  
Vergrößerungsgeräte**



Typentafel XV: Vergrößerungsgeräte

Marke	VEB Filmata-Praxikon, Dresden							Hüttig, Dresden		Kerst Licht, Weimar		
	A 200	Maestro I	Autofe II	Autofe III	Maestro II	Maestro 11a	Maestro 111	Vertex	Valcy	Formast I	Formast IIa	Formast
Charakteristik	Analoggerät	Analoggerät für Handanstellung, Kleinstbild bis 4 x 4 cm	Analoggerät für automatische Scharfstellung; Kleinstbild bis 4 x 4 cm	Mit automatischer Scharfstellung; Kleinstbild bis 6 x 6 cm	Analoggerät mit Handanstellung; Kleinstbild bis 6 x 6 cm	Mit automatischer Scharfstellung; Kleinstbild bis 6 x 6 cm	Mit Handanstellung für 6 x 6-cm-Film und Platten bis 9 x 12 cm	Typ 150 für Kleinstbild, automatisch Typ 151 für Kleinstbild bis 4 x 4 cm, automatisch Typ 152 für Kleinstbild bis 6 x 6 cm, Handanstellung	Analoggerät	Vergrößerungsgerät für Anatomien und den Fachraum	In Dauerbetrieb des Fotolabors	Kleinstbildvergrößerer für Schwenk- und Color-Vergrößerungen im Labor
Für Formate	Kleinstbild	Kleinstbild 24 x 36 mm; 24 x 24 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm; Mittelformat B: 4,5 x 6 cm, 6 x 6 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm; 24 x 24 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm; Mittelformat B: 4,5 x 6 cm, 6 x 6 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm; 24 x 24 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm; Mittelformat B: 4,5 x 6 cm, 6 x 6 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm; Mittelformat B: 4,5 x 6 cm, 6 x 6 cm	Mittelformat B: 4,5 x 6, 6 x 6 cm; Großformat 6 x 9 cm, 9 x 12 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm, 24 x 24 mm; (151) Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm; (152) Mittelformat B: 4,5 x 6, 6 x 6 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm, 24 x 24 mm, 18 x 24 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm; 24 x 24 mm, 18 x 24 mm; Mittelformat A: 3 x 4 cm, 4 x 4 cm	Kleinstbild Mittelformat A bis 4 x 4 cm; Mittelformat B bis 6 x 6 cm	Kleinstbild 24 x 36 mm, 24 x 24 mm
Beleuchtung	Kondensator	Doppelkondensator	Doppelkondensator aus 2 Plattenkondensatoren	Kondensator aus 1 Bikonvexlinse	2 Doppelkondensatoren, 24 x 120 mm 2, mit je 2 Plattenkondensatoren	2 Doppelkondensatoren mit 2 Plattenkondensatoren	Tropfenkondensator mit 2 Plattenkondensatoren	Halbdiffuse Beleuchtung 120 Kondensator 55 mm $\varnothing$ 131 Kondensator 70 mm $\varnothing$	Halbdiffuse Beleuchtung Belichtungsplatteneinstellbar; Kipphalter	Halbdiffuse Beleuchtung Belichtungsplatteneinstellbar; Kipphalter	Halbdiffuse Beleuchtung	Halbdiffuse Beleuchtung
Lampe	150-Watt-Vergrößerungsopallampe	Opallampe	Opallampe	Opallampe	Opallampe 150 oder 250 Watt, 220 oder 110 Volt	Opallampe 150 oder 250 Watt, 220 oder 110 Volt	Opallampe 150 oder 250 Watt, 220 oder 110 Volt	Opallampe 150 oder 250 Watt	75-Watt-Opallampe	75-150-Watt-Opallampe u. 250-Watt-Aktilampelampe mit Sperrkondensator	75-Watt-Opallampe u. 250-Watt-Aktilampelampe mit Sperrkondensator	250-Watt-Aktilampelampe in Spezialfassung u. Sperrkondensator
Objektiv	auswechselbar für Objektiv 4,5/55 (Kontarobjektiv); Verstellung durch Fokussiertrieb	Spezialvergrößerungsobjektiv Dehnung 4,5/55	Vergrößerungsobjektiv Meyer Helioskop 4,5/55	Spezialvergrößerungsobjektiv Dehnung 4,5/75	2 auswechselbare Objektivvarianten a) Objektiv 45 mm bis 4 x 4 cm b) Objektiv 100 mm ab 4,5 x 6 cm	3 ausw. Objektivvarianten a) 55 mm für Kleinstbild bis 75 mm für 4,5 x 6 mit 6 x 6 cm b) Meyer Helioskop 4,5/105 für 6 x 6 cm	Objektivträger mit Halgen; auswechselbare Objektivvarianten von 55-135 mm Brennweite	100, 151; Dehnung 4,5/55 oder Helioskop 4,5/75 152; Helioskop 4,5/75	Schwenkungsobjektiv; Wechselobjektiv für Leica-Standobjektiv oder Vergrößerungsobjektiv Formast 4,5/50	Schwenkung; Wechselobjektiv oder Spezialvergrößerungsobjektiv Formast 4,5/50	Objektivrevolver für Format 3,5/50 für Kleinstformat und Formast 4,5/50 für größeres Format	Spezialvergrößerungsobjektiv 3 cm
Einrichtung	Handanstellung; Vergrößerung 2-20fach; beim Schwenken gelöst	Handanstellung bei Parallelgenussführung des Gegenstandes bis 10fach linear; beim Schwenken löslich	Automatische Scharfstellung mit Parallelgenussführung; 2-7,5-fach linear; beim Schwenken löslich bei Handanstellung	Automatische Scharfstellung mit Parallelgenussführung; 2-7,5-fach linear; beim Schwenken löslich bei Handanstellung	Handanstellung mit Schwenkung und Fokussiertrieb 3-4-fach; schwächer für Vergrößerungen bis 10fach linear (bis 10fach)	automatische Scharfstellung; 4,5-12-fach; schwächer für Vergrößerung 10-20fach	Handanstellung mit Schwenkung und Fokussiertrieb 3-4-fach; schwächer für Vergrößerungen bis 10fach linear	Automatische Scharfstellung bei Typ 150 und 151; Handanstellung bei Typ 152	Handanstellung Kleinstbildbereich 2-4-fach	Automatische Scharfstellung 2-10fach bis 24 x 36 cm; beim Vergrößerung; Handanstellung; Parallelgenussführung zur Hochverstellung	Automatische Scharfstellung 2-10fach Höhere Vergrößerungen; Handanstellung	Automatische Scharfstellung 2-8-fach
Filter	Kunststoff-Colorfilterfassung	-	-	-	-	-	-	-	Orangefilter, schwächer	Orangefilter, schwächer; Filterhalter für Color	Orangefilter, schwächer; Filterhalter für Color	Filterhalter für Colorarbeiten
Filmformat	Filmführung gleich	Negativträger mit Glasplatte und Filmmulde; Negativbreite 24 x 24 mm	Negativträger mit Glasplatte und Filmmulde; auswechselbare Negativmasken bis 4 x 4 cm	Negativträger mit Glasplatte und Filmmulde; auswechselbare Negativmasken bis 4 x 4 cm	Filmpanzer, Plattenhalter	Filmpanzer, Plattenhalter	Plattenhalter, auch für Platten und Einzelblättchen; Filmpanzer für 6 x 9-cm-Strich	150; gleiche Plattenhalter, auch für 24 x 24 mm	Filmführungschieber mit Filmmulde; Einlegeblende für Kleinstnegative 24 x 36 mm, 3 x 4 cm, 4 x 4 cm	Filmführungschieber mit Filmmulde; Einlegeblende für Kleinstnegative 24 x 36 mm, 3 x 4 cm, 4 x 4 cm	Filmführungschieber mit Filmmulde; Negativblenden für alle Formate bis 6 x 6 cm	Filmführungschieber mit Filmmulde; Negativblende für 24 x 36 mm, 24 x 24 mm
Stuhl	-	Gulstuhle	Gulstuhle	Gulstuhle	Stuhlrohre, verstellbar, mit doppelter Filierung	Stuhlrohre, verstellbar, mit doppelter Filierung	Stuhlrohre	-	Stuhlrohre, verstellbar, 80 cm; verlegbare Nische für starke Vergrößerungen 120 cm	Stuhlrohre, verstellbar, 80 cm; für starke Vergrößerungen 120 cm	Stuhlrohre, verstellbar, 80 cm; für starke Vergrößerungen 120 cm	Stuhlrohre, verstellbar, 80 cm
Grundriss	-	-	-	-	-	-	-	20 x 44 cm	20 x 44 cm	20 x 52 cm	20 x 52 cm	-
Kopiertrieb	bis 18 x 24 cm	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	-	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	Mit feststellbarem Maskenblenden bis 18 x 24 cm	Bis 18 x 24 cm einstellbare Masken	Bis 18 x 24 cm einstellbare Masken	Bis 18 x 24 cm einstellbare Masken	Kopiertrieb autom., einstellbar; Kopiertrieb bis 18 x 24 cm
Belichtungszeit	-	-	Mit oder ohne Belichtungszeit	Mit oder ohne Belichtungszeit	-	-	-	-	-	-	-	Belichtungszeit; Vergrößerungszeit
Dauerbetrieb	Gerät auswechselbar; Verpackung in Koffert; mit Grundriss verstellbar	-	-	-	-	-	Verkleinerungsstufe für Verkleinerungen bis 2:1	-	Einstrahlungsgerät (teilweise auswechselbare Spiegelhalter); Kopiertrieb mit Kipptrieb; Reproduktion für Reproduktionen von Bildern und Schriftstücken	Vergrößerungszeit; Auch Ausweitung; Vergrößerungszeit	Arbeitsfeld gerät, mit Papieraufhängen; Papieraufhängen; Arbeit mit Schwenktrieb; Bild, Papierföhrer und Schwenktrieb; Abgleich	-
Maße	-	300 x 600 x 570 mm	300 x 600 x 570 mm	300 x 600 x 570 mm	300 x 600 x 850 mm	300 x 600 x 850 mm	600 x 600 x 1000 mm	80 x 47 x 80 mm	-	-	-	-
Gewicht	-	10,4 kg	11,8 kg	11,5 kg	14 kg	16 kg	30 kg	9,5 kg	-	-	-	-

\* Größe: Bildanordnung im Dunkelkammerbereich; Fullbelichtungszeit statt Handgriff; Automatische Arbeitsführung; 20-fach Vergrößerung; 100-100 Vergrößerung ohne Negativwechsel; 150-200 Vergrößerungen (1 Vergrößerung je Negativ und Bildwechselveränderung); Streifenbeleuchtung












30. 8<sup>oo</sup> 4876 6



**Typentafel XVI:  
Projektoren für Kleinbild-  
und Mittelformat**



Typentafel XVI: Projektoren für Kleinbild- und Mittelformat

Bezeichnung	VEB Defa Gerätewerk, Pilschchlaggen			VEB Carl Zeiss, Jena			Bernhard Petruscha, Dresden	VEB Fluoro-Projektion, Dresden	Ernst Leitz, Wetzlar			
												
Bezeichnung	Filius	Kleinbildprojektor 100 W	Kleinbildprojektor 375 W	Mikroprojektor	Dia-Beobachter „Gucki“	Prado 120	Prado 220	Prado 300	Prado 60			
Charakteristik	Kleinbildprojektor für das Heim	Kleinbildprojektor für das Heim	Kleinbildprojektor für Vortrag und Unterricht bei größerer Projektionsentfernung	Als Kugelprojektor für Heim und Unterricht	Bildvergrößerung stark verstellbar. Zur Darstellung von Negativen und zum Betrachten von Folien (ohne Raumveränderung)	Kleiner Mittelformatprojektor mit großer Lichtleistung	Hochleistungsprojektor für Vortrag, Schule, Heim	besonders lichtstarker Projektor für große Schirmbilder und weite Projektionsentfernungen	Hochleistungsprojektor für Heim, Vortrag, Schule für das Mittelformat und Kleinbild			
Gehäuse	Elfenbein	—	—	—	—	—	—	—	—			
Lichtleistung	Schweißlampe 100 Watt (auch 150 Watt) 220 V oder 110 V (mit Widerstand)	110 V/100 W 220 V/100 W	375 W 75 V 5 A	4 V 50 W	Nachleuchte 220 V/25 Watt oder Sonnentlicht	Schweißlampe 150 Watt	Schweißlampe 220 Watt	Schweißlampe 500 Watt oder 750 Watt (110 oder 220 Volt)	Schweißlampe 220 Watt			
Kondensator	stufenlos	dreifach mit Hohlspiegel	dreifach mit Hohlspiegel	dreifach mit Hohlspiegel	—	spezielles Kondensatorsystem mit Reflektor	spezielles Kondensatorsystem, zwei-fach mit Reflektor	spezielles Kondensatorsystem mit Reflektor	spezielles Kondensatorsystem mit Reflektor			
Wärmeabfuhr	durch Luftströmung	1 Wärmeschutzblech	2 Wärmeschutzblech, Trennung Lampenraum/Bildraum	—	—	Spezialwärmeschutzblech	Spezialwärmeschutzblech. Mit zusätzlicher Kühlfläche (abfuhrfähig) mit dem Netzanschl. der Lampe	2 Spezialwärmeschutzblech (für 700 Watt); 2 Einzelventilator; Lampe und Ventilator werden gemeinsam am Netz angeschlossen	großes Spezial-Wärmeschutzblech; für 500-Watt-Lampe mit eingebauten Ventilator (2 Wärmeschutzblech)			
Objektiv	Objektiv 2,5/100	Triplet 2,5/100	Triplet 2,5/140 oder Projektionsobjektiv 2,5/200	Meyer Diaphan	—	Projektionsanastigmaten Bektor 2,5/100 vergütet oder Dimaran 2,5/100 vergütet	Projektionsanastigmaten Bektor 2,5/100 vergütet oder Dimaran 2,5/100 vergütet	Projektionsanastigmaten Bektor 2,5/100 vergütet oder Dimaran 2,5/100 vergütet	Projektionsanastigmaten Bektor 2,5/100 vergütet oder Dimaran 2,5/100 vergütet			
auswechselbar	—	nein	—	—	—	—	—	—	—			
Netzanschl.	220 V oder 110 V Netzspannung	an Netzspannung 110 V bzw. 220 V	mit Freiwiderstand an 220 V Netzspannung, mit Regelwiderstand an 90 bis 245 V Netzspannung	mit Transformator 4 V 50 W an 220 V Wechselstrom	Netzspannung	direkter Netzanschluß	direkter Netzanschluß	direkter Netzanschluß 110 V oder 220 V	direkter Netzanschluß			
Lichtschalter	kein	—	—	—	—	Lampenschalter mit Lichtschalter	Anschaltblech mit Lichtschalter	Anschaltblech mit Lichtschalter	Anschaltblech mit Lichtschalter			
Leuchtlampe	kein	—	—	—	—	—	Leuchtlampe rechtsseitig	Leuchtlampe rechtsseitig	Leuchtlampe rechtsseitig			
Bildhöhe	—	—	dreifach	—	—	Bildhöhe drehbar	Bildhöhe drehbar	Bildhöhe drehbar	—			
Höhenverstellung	kein	—	—	durch Verstellvorrichtung	—	Höhenverstellung	Höhenverstellung	Höhenverstellung	Höhenverstellung			
Bildwand	Filmwandführung für Filmbreite 24 x 36 mm, 24 x 24 mm, 18 x 24 mm	Bildwandführung 24 x 36 mm, 24 x 24 mm, 18 x 24 mm	Bildwandführung 24 x 36 mm, 24 x 24 mm, 18 x 24 mm	Bildwandführung 24 x 36 mm	Filmwandführung für Negativstreifen und Bildwandbetriebe	Bildwandführung	Bildwandführung	Bildwandführung	—			
Diawechsel	Diawechsel 5 x 5 cm	Diawechsel 5 x 5 cm	Diawechsel 5 x 5 cm	Faltblende für Dia	Faltblende für Dia 5 x 5 cm	Diawechsel 5 x 5 cm	Diawechsel 5 x 5 cm	Diawechsel 5 x 5 cm	Diawechsel 8 x 8 oder 7 x 7 cm			
Filmtransport	nicht automatisch; durch Spulen	—	—	—	—	halbautomatisch	halbautomatisch (Filmtransportgerät selbst sich selbsttätig bei Filmtransport)	halbautomatisch	—			
Vignetten	24 x 24 mm, 18 x 24 mm	24 x 24 mm, 18 x 24 mm	—	—	—	Blende 18 x 24 mm	Blende 18 x 24 mm	—	—			
Grundfläche (cm <sup>2</sup> )	220 x 120	160 x 100	200 x 200	220 x 240	125 x 200	220 x 80	200 x 120	415 x 120	415 x 120			
Höhe (cm)	210	200	230	180	210	140	240	240	210			
Gewicht (kg)	2,8	2,7	3,7	2	0,720	1,6	4,7	5,5	5,2			
Transportkoffer	ja	Transportkoffer	—	—	Karton	Korb-Transportkoffer	Transportkoffer	Korb-Transportkoffer	Korb-Transportkoffer			
1. andere Formate	—	—	—	—	—	—	ausbaufähig für 8 x 8 cm durch Dia-ansatz	ausbaufähig für 8 x 8 cm durch Dia-ansatz	ausbaufähig für Kleinbild durch Projektionsansatz mit auswechselbarer Spezialblende (Min. 24 mm, 24 x 24 mm, 18 x 24 mm; halbautomatischer Filmtransport; drehbare Bildhöhe; Diawechsel 5 x 5 cm)			
2. Mikro	—	—	—	—	—	—	ausbaufähig für Mikroprojektion durch Mikrovorsatz-Vergrößerung b. 20-fach; Mikrovorsatz für Lebensprojektion	ausbaufähig für Mikroprojektion durch Mikrovorsatz-Vergrößerung b. 20-fach; Mikrovorsatz für Lebensprojektion	ausbaufähig für Mikroprojektion durch Mikrovorsatz-Vergrößerung b. 20-fach; Mikrovorsatz für Lebensprojektion			
3. Spezialgen	—	Sonderanführung mit Triplet 2,5/20 zur Anweisung von Störger-Schneidblenden	Kombiobjektivprojektor mit polarisiertem Licht, dem Stereovorsatz für Triplet 2,5/100 mit Träger; Spezialblende mit Polarisationsfilter; Spezialwand	—	—	—	—	—	—			



30. 80 486 1/2

X

