

ENZYKLOPÄDIE DER PHOTOGRAPHIE UND
KINEMATOGRAFIE, HEFT 104

H. ZAEPERNICK
DIE PRAXIS DES VERGRÖßERNS



Die Praxis des Vergrößerns

Von

Hans Zaepernick

Schriftleiter des „Atelier des Photographen“
und der „Photographischen Chronik“

II/35

Mit 36 Abbildungen



Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale)

1923

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeiner Teil.	
Große Originalaufnahme gegen vergrößerte Kleinaufnahme	1
Richtlinien für die zur Vergrößerung bestimmte Originalaufnahme . .	3
Formate	3
Optik	4
Plattenmaterial	4
Films	5
Regeln der Tiefenschärfe	6
Belichten	6
Entwickeln	7
Dichte	8
Entwickler	16
Lackieren	17
Allgemeine Punkte	18
Ungeeignete Negative	18
Das Prinzip des Vergrößerns	18
Optische Gesetze.	19
Konstruktive Anordnung	20
Wiedergabe der Gradation	21
Lichtstärke und Lichtführung	21
Direkte und indirekte Vergrößerung	22
Die Auswahl des Vergrößerungsapparates.	
Die Tageslichtvergrößerungsapparate	23
Vor- und Nachteile des Tageslichts	23
Vergrößerung mittels der vorhandenen Kamera	24
Apparate in Kastenform	25
Richtlinien für den Ankauf	27
Die Kunstlichtvergrößerungsapparate.	
Kunstlichtapparate mit Beleuchtungslinsen	28
Vor- und Nachteile der Konstruktion	29
Die Auswahl der Kunstlichtquelle	31
Optische Helligkeit	31
Einfluß der Größe der Leuchtfläche	32
Punktförmige Lichtquelle	33
Flächenförmige Lichtquelle	33
Konstanz	34
Änderungsmöglichkeiten	35
Wärmestrahlung und -vernichtung	36



2405121

	Selste
Die praktische Verwendbarkeit der einzelnen Kunstlichtquellen	36
Petroleum	36
Spiritus- und Gasglühlicht	37
Azetylen	39
Kalklicht	40
Elektrisches Glühlicht	41
Halbwattprojektionslampen	42
Nernstlampen	43
Bogenlampen	44
Die Auswahl der Beleuchtungslinsen	44
Zweck	44
Brennweite	45
Durchmesser	48
Glasfarbe	48
Fassung	48
Verstellbarkeit der Einzellinsen	49
Dreiteilige Systeme	49
Abhilfe gegen das Springen der Linsen	49
Die Auswahl des Vergrößerungsobjektivs	49
Objektivtypus	49
Auswahl der Brennweite	51
Einfluß der Lichtführung	51
Auswahl der Lichtstärke	52
Einfluß des Linsendurchmessers	52
Der Ankauf eines Apparates mit Beleuchtungslinsen	53
Vergrößerungsapparate mit gestreutem Licht	58
Vor- und Nachteile	58
Allgemeine Anforderungen an die Konstruktionsformen	61
Kugelvergrößerungsapparate	63
Ica-Apparat	64
Beleuchtungskästen	65
Senkrecht arbeitende Konstruktionen	66
Die Praxis des Vergrößerns.	
Ästhetik der Vergrößerung	68
Überprüfen des Bildaufbaues	69
Festsetzen des Bildausschnittes	69
Bildwinkel der Originalaufnahme und Vergrößerung	70
Maßstab der Vergrößerung	71
Schärfe	73
Das praktische Arbeiten mit Tageslichtvergrößerungsapparaten.	
Tageslicht und Negativcharakter	74
Arbeiten mit Kastenapparaten	75
Arbeiten mit zwei Balgenkameras	78

Das praktische Arbeiten mit Kunstlicht und Beleuchtungslinsen.

Ermitteln der Abstände	79
Einordnen des Negatives	80
Ausrichten der Lichtquelle	81
Scharfeinstellen	81
Das Verwischen der Schärfe	88
Hilfsmittel zum Belichten	90

Das praktische Arbeiten mit gestreutem Licht.

Die Mattscheibe in Verbindung mit Beleuchtungslinsen	94
Stellung der Mattscheibe	96
Ersatz der Beleuchtungslinsen durch Mattscheibe	97
Mattscheibe bei gestreutem Licht	98
Das Arbeiten mit gestreutem Licht	98

Die Auswahl des Papiers.

Bromsilber- und Chlorbromsilberpapiere	99
Auswahl der Härtestufe	100
Belichten	102
Kennzeichen für falsche Belichtung	102
Für falsche Auswahl der Gradation	103
Die Entwickler	103
Das Entwickeln	104
Die Beeinflussungsmöglichkeiten des Bildcharakters	105
Änderungsmöglichkeiten des normalen Negatives	105
Gleichzeitiges Belichten und Entwickeln	106
Zurückhalten der Schatten	109
Das Vergrößern flauer Negative	109
Das Vergrößern harter Negative	110
Einkopieren von Wolken, Tönen eines weißen Hintergrundes	111
Entfernen einzelner Bildteile	112
Beseitigen stürzender Linien	113
Abschwächen zu dunkler Vergrößerungen	113
Abschwächen nach Schwefeltonung	113
Klären der Weißen	114
Entfärben von gelben Drucken	114
Schwaches Verstärken flauer Vergrößerungen	114
Verbessern flauer Schwärzen	114
Herstellen vergrößerter Negative	114

Fehler beim Vergrößern.

Der selbstgebaute Vergrößerungsapparat.

Der Tageslichtvergrößerungsapparat	118
Der Apparat mit Beleuchtungslinsen mit gestrahltem Licht	119
Der Beleuchtungskasten für gestreutes Licht	122

Allgemeiner Teil.

Große Originalaufnahme gegen vergrößerte Kleinaufnahme.

Seit 1914 hat das Arbeiten mit kleinen Kameras und nachträgliches Vergrößern der Kleinaufnahme zunächst in den Liebhaberkreisen stark zugenommen. Maßgebend hierfür waren die bekannten äußeren Umstände. Als dann in den Nachkriegszeiten durch den Mangel an Edelmetallen die Auskopierpapiere immer mehr von den Kunstlichtpapieren verdrängt wurden, und als gleichzeitig die Plattenpreise immer mehr in die Höhe schnellten, da lag es auch für die Berufsphotographen nahe, sich von den großen Plattenformaten abzuwenden, und durch nachträgliches Vergrößern das erforderliche Bildformat zu erreichen. Wir sehen also, daß es überall äußerer Zwang war, der zum Aufgeben der großen Formate wenigstens in den ersten Stufen der Bildentstehung veranlaßte. Auch in der weiteren Zukunft werden die Verhältnisse ähnlich gelagert sein, und werden die großen Plattenformate bei der Originalaufnahme immer mehr zu Gunsten der kleineren zurücktreten. Gezwungenes Verzichtleisten heißt Opfer bringen. Es soll deshalb in aller Kürze untersucht werden, inwieweit die große Originalaufnahme Vorteile hatte, und welchen Ersatz das Arbeiten mit kleinen Platten und nachträgliches Vergrößern bringt.

Die Vorzüge der großen Formate (12×16 und darüber) sind: Das Vergrößern erübrigt sich in der Mehrzahl der Fälle. Das Bild wirkt von Anfang an, sobald es unter Berücksichtigung der ästhetischen Anforderungen aufgebaut ist, gefällig. Es „stellt etwas vor“. Es weist den größten technisch erreichbaren Reichtum in den Details der Lichter und Schatten auf. Im Bedarfsfall ist die Retusche infolge der größeren Arbeitsflächen leicht auszuführen.

Die Nachteile sind: Das Arbeiten ist vom technischen und ästhetischen Standpunkt aus am schwierigsten. Um das ganze Bildformat ohne Beschneiden voll auszunützen

zu können, muß der ganze Bildaufbau auf das sorgfältigste abgewogen werden. Die Kamera und die ganze Ausrüstung ist umfangreich und schwer. Schnelle Aufnahmebereitschaft ist nicht gewährleistet. Dadurch ist das ganze Arbeitsfeld unter Umständen stark beschränkt. Infolge der erforderlich werdenden langen Brennweiten ist das Verteilen der Schärfe schwierig. Sobald man aus äußeren Gründen nicht genügend abblenden kann, entsteht bei großer Tiefenausdehnung des Objekts eine unverständlich wirkende Unschärfe in weiten Bildteilen. Das Arbeitsgerät (Kamera und Optik) und das Darstellungsmaterial (Platten und Papiere) sind unverhältnismäßig teuer. Fehlresultate gefährden in Fachkreisen ein gewinnbringendes Arbeiten.

Demgegenüber sind die Vorteile der kleinen Formate (9×12 cm und darunter): Der Apparat ist handlich und das Darstellungsmaterial billig. Schnellste Aufnahmebereitschaft ist gewährleistet. Je kürzer die Brennweite ist, um so leichter läßt sich die erforderliche Tiefenschärfe der Aufnahme schon bei voller Öffnung des Objektivs erreichen. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, die Lichtstärke des Objektivs völlig auszunützen und kürzeste Belichtungszeit mit größter Schärfe zu vereinigen.

Die Nachteile sind: Je kleiner das Bildformat ist, desto mehr schrumpft die bildmäßige Wirkung zusammen. Das Bild wird dann gleichzeitig aus einem zu großen Abstand betrachtet und wirkt dadurch die Perspektive in vielen Fällen unverständlich. Soll das Bildchen zur Wirkung kommen, so muß es nachträglich vergrößert werden.

Jede Vergrößerung ist aber eine Vergröberung, die darauf hinausläuft, das Originalnegativ nachträglich auf optischem Weg auseinander zu ziehen. In sehr vielen Fällen geht bei der Vergrößerung eine Reihe von Tönen verloren. Gleichzeitig tritt auch hier die Eigenschaft der Brom- und Chlorbromsilberpapiere, Töne des Negativs zu verschlucken, wieder in Erscheinung. Dadurch verändert sich der Charakter der Vergrößerung oft in unerwünschtem Maß.

Durch das Vergrößern wird in den Arbeitsgang eine neue, gefährliche Klippe eingeführt. Denn, während beim Arbeiten mit großen Plattenformaten nach richtiger Belichtung und sachgemäß geleitetem Entwickeln das Endresultat gesichert erscheint, läßt sich beim nachträglichen Vergrößern kleiner Formate die Güte des endgültigen

Bildes in technischer und ästhetischer Beziehung noch in keiner Weise vorausbestimmen, selbst dann nicht, wenn das kleine Negativ zunächst einwandsfrei erscheint. Wem also daran gelegen ist, ein reich abgestuftes, technisch vollkommenes Bild zu erhalten, dem ist nur anzuraten, die Originalaufnahme stets in genügend großem Format herzustellen. Er wird für die Mühen, die das Arbeiten hier bringt, vollauf entschädigt. Ist man dann noch aus irgend welchen Gründen gezwungen, eine Vergrößerung nach diesen großen Platten herzustellen, dann ist das Endergebnis hier stets besser, als wenn das Bild durch übertriebenes Auseinanderzerren eines kleinen Negativs entsteht.

Liegt von Anfang an die Notwendigkeit, oder auch nur die eventuelle Absicht vor, das Originalnegativ zu vergrößern, so muß zur Erzielung von hochwertigen Endergebnissen die ganze Aufnahme und Negativtechnik auf den nachträglichen Vergrößerungsprozeß von Anfang an eingestellt sein.

Richtlinien für die zur Vergrößerung bestimmte Originalaufnahme.

Wer sich mit Vergrößerungen beschäftigen will, muß die Technik des ganzen Aufnahmeprozesses, einschließlich Negativ- und Positivverfahren völlig beherrschen. Trifft nur eine dieser Voraussetzungen nicht zu, und wagt man sich trotzdem an Vergrößerungen heran, dann ist es schade um die aufgewendete Zeit und das Geld für die Arbeitsmaterialien, da das Endresultat dann stets nur vom Zufall und nicht vom zielbewußten, planmäßigen Arbeiten abhängig ist. Es ist nicht die Aufgabe dieser Abhandlung, die Grundprinzipien der Aufnahme von Anfang an zu entwickeln. Es wird auch im folgenden stets vorausgesetzt, daß der Leser sich über die elementaren Dinge die erforderlichen Vorkenntnisse verschafft hat. (Fußnote mit Hinweisen auf Verlag W. Knapp.) Es genüge also, auf die springenden Punkte hinzuweisen.

Formate. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wird eine Platte nicht über das 3—4fache vergrößert. Arbeitet man also auf große Bilder hin, so ist zum mindesten eine Originalplatte 9×12 cm der Vergrößerung zugrunde zu legen. Die kleinen Formate werden zweckmäßig nicht über

13×18 cm vergrößert. Derartige Ausmessungen werden in den meisten Liebhaberfällen völlig ausreichen.

Optik. Da bei jeder Vergrößerung die ganze Negativfläche auseinandergezogen wird, so tritt automatisch ein Nachlassen der absoluten Bildschärfe ein. Diese Bildunschärfe der Vergrößerung wächst in demselben Verhältnis, wie der lineare Vergrößerungsmaßstab. Es ist deshalb ohne weiteres klar, daß Negative, die vergrößert werden sollen, von Anfang an möglichst scharf sein müssen. Die primäre Schärfe ist bekanntlich vom Auflösungsvermögen der Platte, von der Dauer der Belichtung, von der Führung der Entwicklung, und außerdem von der optischen Korrektur des Objektivs abhängig. Gestochene Schärfe des ganzen Bildfeldes läßt sich nur mit Anastigmaten erreichen. Diese sind somit die gegebenen Objektiv für alle zur Vergrößerung bestimmten Aufnahmen. Auch mittels Aplanaten hergestellte Negative sind unter Umständen noch einwandsfrei zur Vergrößerung zu benutzen, sobald man hier mit im Verhältnis zur Plattendiaagonale langbrennweitigen Objektiven arbeitet. Der Abfall der Schärfe nach dem Rand zu tritt in diesem Fall nicht störend in Erscheinung. Periskope eignen sich infolge ihrer mangelhaften optischen Korrektur nicht zur Aufnahme im vorliegenden Sinn.

Der Apparattypus ist für die spätere Vergrößerung völlig belanglos.

Plattenmaterial. Der Werdegang einer Vergrößerung setzt sich aus verschiedenen Einzelprozessen zusammen, deren jeder einzelne in fehlerhafter Weise dazu beiträgt, die im Original vorhandene, große Reihe der einzelnen Bildtöne zu verringern. Schon das primäre Negativ umfaßt lange nicht mehr die lange Tonreihe der Natur. Stets werden in ihm nur die Mitteltöne einigermaßen richtig wiedergegeben, und ziehen sich in der Natur differenzierte, dem Auge völlig erkennbare lange Tonreihen in dem Negativ zu kurzer Tonskala zusammen. Dieser Kürzungsprozeß wiederholt sich infolge von Streuungen in der Schicht beim optischen Vergrößerungsvorgang nochmals. Der Ausfall an Tönen ist hier prozentual noch größer als beim Originalnegativ. Das zur Vergrößerung verwendete Bromsilberpapier zieht dann infolge seiner das Negativ unterbietenden, kurzen Gradation die vorhandenen Tonwertgruppen nochmals zusammen.

Da jede Verkürzung der Tonreihe die Güte des Bildes verschlechtert, so muß alles darauf angelegt werden, den Ausfall bei jedem Zwischenprozeß möglichst gering zu gestalten. Dieser Gegenprozeß muß bereits bei der Auswahl des Aufnahmematerials einsetzen. Die Originalaufnahme muß also auf einer Platte, die eine möglichst lange Gradation aufweist, erfolgen. Die Platte muß gleichzeitig farbenempfindlich sein, um eine möglichst große Vielfältigkeit der Tonabstufungen von Anfang an sicherzustellen. Ferner ist erforderlich, daß die Platte ein möglichst feines Korn besitzt. Je geringer die einzelnen Kornkomplexe bemerkbar sind, desto weniger werden die feinen Einzelheiten durch die bei der Vergrößerung einsetzende Streuung des Lichtes, über die unten noch ausführlich gesprochen wird, zerstört.

Obigen Anforderungen entsprechen am besten die wenig allgemein-, aber hochwertig farbenempfindlichen Platten, als deren bester Repräsentant die allbekannte Silber-Eosinplatte von Perutz angesprochen werden kann. Weiterhin kommen noch, hauptsächlich bei schlechten Lichtverhältnissen als hochwertig farbenempfindlich in Frage die Chromoplatte der Agfa, und die Viridin- oder Ulviplatte von Schleußner. Letztere eignet sich hauptsächlich zu Porträtaufnahmen. Auch die „Spezialplatte“ der Agfa eignet sich, in Form der Badeplatte verwendet, in hervorragender Weise. Die hochwertig allgemein empfindlichen Platten kommen infolge der unvermeidlich groben Silberkomplexe für Negative, die vergrößert werden sollen, nur bedingt in Frage.

Kommt es bei der Vergrößerung darauf an, jede Struktur zu vermeiden, so darf keine Original-Silberplatte zugrunde gelegt werden, und ist unter Benutzung des Diapositiv-Duplikatnegativ-Weges auf das Pigmentverfahren zurückzugreifen. Diese in Farbstoff-Gelatine eingebetteten Bilder weisen praktisch kein Korn auf, lassen dadurch jede Vergrößerung zu und haben gleichzeitig noch den Vorteil, daß sich selbst bei gestrahltem Licht infolge des Wegfalls der Lichtstreuungen in der Schicht weiche Vergrößerungen ergeben.

Films. Da bei jeder Vergrößerung mit Kunstlicht eine starke Erwärmung des Films eintritt, so scheidet dieses Aufnahmematerial zweckmäßig für Vergrößerungen aus. Films werden, wenn keine besonderen Schutzmaßnahmen

getroffen werden, bei lang dauernden Vergrößerungen durch die Erwärmung stets wellig und leidet dadurch die optische Wiedergabe des Bildes. Außerdem sind sie, trotz aller Anpreisungen in den Prospekten, wenig farbenempfindlich, und weisen dadurch einen so starken Ausfall an Bildtönen auf, daß sie schon deswegen für ernstes Arbeiten nicht in Konkurrenz mit der Platte treten können.

Regeln der Tiefenschärfe. Stets müssen wir uns bemühen, die Schärfe der Originalaufnahme um so weiter zu treiben, je stärker der Vergrößerungsmaßstab sein soll. Auf keinen Fall darf die Unschärfe der Vergrößerung stärker sein, als es der jeweilige Betrachtungsabstand vom optisch-theoretischen Standpunkt aus zuläßt. Voraussetzung zur Erfüllung dieser Anforderung ist die auf das weiteste getriebene Schärfe des Originals. Ist es unmöglich, die Schärfe im Negativ auf die ganze Tiefe zu erstrecken, so muß sie zum mindesten derart geregelt werden, daß sie im nächsten Vordergrund beginnt, und sich dann gegen den Horizont hin verflacht. Die theoretischen Zusammenhänge zwischen Brennweite, Abblenden und Einstellentfernung dürften als bekannt angesehen werden. Die folgende Tafel der Tiefenschärfe gibt einen Überblick über die vom Objektiv beherrschten Tiefenräume, wobei man zuläßt, daß ein in der vordersten bzw. hintersten Objektivreihe liegender Punkt als genügend scharf abgebildet angesehen werden kann, wenn sein Bild sich als Zerstreuungsscheibchen von einem Durchmesser 0,1 mm darstellt. Durch sachgemäße Abblendung ist nach den Angaben der Optischen Werke Carl Zeiß-Jena die absolute Schärfe in der Einstellebene selbst bei Verwendung von Trockenplatten mit 0,02 mm anzusprechen.

Belichten. Die zur Vergrößerung bestimmten Platten müssen grundsätzlich reichlich belichtet werden. Nur in diesem Fall, worunter keineswegs Überbelichtung zu verstehen ist, zeigt das Negativ alle Feinheiten in den Schatten, und nur dann ist es möglich, bei geringer Gesamtdichte feinstes Plattenkorn zu erhalten. Bei ungenügender Durchzeichnung der Schatten wirkt die Vergrößerung stets öde. Überbelichtete und dementsprechend sehr dicht entwickelte Platten scheiden bei der Vergrößerung zweckmäßig aus, wenn man auf Höchstleistung hin arbeitet. Unterbelichtete Platten zeigen bereits im Original derartige Härten, daß man auch hier nicht von zweckmäßiger Aus-

wertungsmöglichkeit zu Vergrößerungszwecken reden kann. Unterwirft man derartige Platten einem nachträglichen Verstärken, so tritt dann eine derart grobe Umbildung der einzelnen Kornkomplexe auf, daß sie sich in diesem Zustand erst recht nicht zum Vergrößern eignen.

Entwickeln. Wer eine richtig belichtete Platte entwickeln kann, glaubt in der Regel schon den ganzen Negativprozeß zu beherrschen. Sollen die Negative dann aber vergrößert werden, dann ergeben sich häufig Mißerfolge. Denn einfaches schematisches Entwickeln deckt sich keineswegs mit dem völligen Beherrschen der Feinheiten der Negativtechnik, und lediglich auf diese kommt es an. Es kann nicht genug empfohlen werden, sich durch Vergleichsentwicklungen mit dem dehnbaren Wesen der Entwicklung bekannt zu machen, ehe man zu Vergrößerungen schreitet. Die Anleitung hiezu gibt jedes Lehrbuch.

Die Dichte. Die ganze Entwicklung muß bei den zur Vergrößerung bestimmten Negativen derart gehandhabt werden, daß man volle Durchzeichnung der Einzelheiten bei möglichst feinkörnigem Silberniederschlag und bei möglichst geringer Gesamtdichte erhält. Darunter ist aber keineswegs zu verstehen, daß die Negative flau sein sollen. Maßgebend für die zweckmäßigste jeweilige Dichte ist:

1. die Art der Lichtführung,
2. die allgemeine Struktur der Platte,
3. die Stärke der Lichtquelle und
4. der beabsichtigte Vergrößerungsmaßstab.

Bei gestrahltem Licht, also bei Vergrößerungsapparaten mit Beleuchtungslinsen, ist unter allen Umständen ein ausgesprochen dünnes Negativ erforderlich. Bei gestreutem, indirektem Licht ist auf ein etwas dichteres Negativ hinarbeiten. Bei Festlegung der Dichte ist auch noch die Struktur der Platte zu berücksichtigen. Diese tritt besonders stark hervor bei hochempfindlichen Platten, die kurz belichtet, lang entwickelt und dadurch mit „chemischem“ Schleier überlagert sind. Bei reichlicher Belichtung und dichtem Entwickeln macht sie sich im allgemeinen weniger stark bemerkbar. Hinsichtlich der obigen zwei letzten Faktoren gilt: Das Negativ muß um so zarter gehalten sein, je stärker das Bild vergrößert werden soll und je schwächer gleichzeitig die Lichtquelle ist.

Tiefenausdehnung der Schärfe

Undeutlichkeitskreis von 0,1 mm Durchmesser als noch scharf zugelassen)

Ist die Entfernung des scharf eingestellten Objekts vom Objektiv aus gerechnet Meter	Ist die Irisblende eingestellt auf die relative Öffnung															
	1 : 3,5		1 : 4,5		1 : 6,3		1 : 9		1 : 12,5		1 : 18		1 : 25		1 : 36	
	dann reicht die Schärfe in Metern:															
von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 3,5$ cm																
1	0,8	1,4	0,7	1,5	0,7	2,0	0,6	3,4	0,5	10,1	0,4	∞	0,3	∞	0,3	∞
1,5	1,1	2,6	1,0	3,2	0,9	5,9	0,7	∞	0,5	∞	0,5	∞	0,4	∞	0,3	∞
2	1,3	4,6	1,2	7,1	1,0	∞	0,8	∞	0,7	∞	0,5	∞	0,4	∞	0,3	∞
3	1,6	19,7	1,4	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,7	∞	0,6	∞	0,4	∞	0,3	∞
4	1,9	∞	1,6	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞	0,3	∞
5	2,1	∞	1,8	∞	1,4	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞	0,3	∞
6	2,2	∞	1,9	∞	1,5	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,3	∞
7	2,3	∞	2,0	∞	1,5	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,3	∞
10	2,6	∞	2,1	∞	1,7	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,3	∞
15	2,8	∞	2,3	∞	1,7	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,3	∞
30	3,2	∞	2,5	∞	1,9	∞	1,4	∞	0,9	∞	0,7	∞	0,5	∞	0,3	∞
50	3,3	∞	2,6	∞	1,9	∞	1,5	∞	1,0	∞	0,7	∞	0,5	∞	0,4	∞
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 4$ cm																
1	0,8 ₅	1,2 ₅	0,8	1,3 ₅	0,7	1,6	0,6	2,2	0,6	4,0	0,5	∞	0,4	∞	0,3	∞
1,5	1,1	2,2	1,1	2,5	1,0	3,5	0,8	8,3	0,7	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,3	∞
2	1,4	3,5	1,3	4,5	1,1	8,5	1,0	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,5	∞	0,4	∞
3	1,8	8,6	1,6	18,0	1,4	∞	1,1	∞	0,9	∞	0,7	∞	0,5	∞	0,4	∞
4	2,1	30,7	1,9	∞	1,6	∞	1,2	∞	1,0	∞	0,7	∞	0,5	∞	0,4	∞
5	2,4	∞	2,1	∞	1,7	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞
6	2,6	∞	2,2	∞	1,8	∞	1,4	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞
7	2,8	∞	2,4	∞	1,9	∞	1,4	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞
10	3,1	∞	2,6	∞	2,1	∞	1,5	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞
15	3,5	∞	2,9	∞	2,2	∞	1,6	∞	1,2	∞	0,8	∞	0,6	∞	0,4	∞
30	3,9	∞	3,2	∞	2,3	∞	1,7	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞	0,4	∞
50	4,2	∞	3,3	∞	2,4	∞	1,7	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞	0,4	∞
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 5$ cm																
1	0,9	1,1 ₅	0,8 ₅	1,2	0,8	1,3	0,7	1,5	0,7	1,9	0,6	3,2	0,5	21,0	0,4	∞
1,5	1,2	1,9	1,2	2,0	1,1	2,4	1,0	3,1	0,9	5,5	0,7	∞	0,6	∞	0,5	∞
2	1,6	2,8	1,5	3,1	1,3	3,9	1,2	6,8	1,0	68,7	1,8	∞	0,7	∞	0,5	∞
3	2,1	5,1	2,0	6,4	1,7	11,3	1,4	∞	1,2	∞	1,0	∞	0,8	∞	0,6	∞
4	2,6	8,9	2,3	14,0	2,0	∞	1,7	∞	1,4	∞	1,0	∞	0,8	∞	0,6	∞
5	3,0	16,4	2,6	46,7	2,2	∞	1,8	∞	1,4	∞	1,1	∞	0,8	∞	0,6	∞
6	3,3	36,0	2,9	∞	2,4	∞	1,9	∞	1,5	∞	1,1	∞	0,9	∞	0,6	∞
7	3,6	24,0	3,1	∞	2,6	∞	2,0	∞	1,6	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,6	∞
10	4,2	∞	3,6	∞	2,9	∞	2,2	∞	1,7	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,7	∞
15	4,9	∞	4,0	∞	3,2	∞	2,4	∞	1,8	∞	1,3	∞	0,9	∞	0,7	∞
30	5,8	∞	4,8	∞	3,5	∞	2,5	∞	1,9	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,7	∞
50	6,3	∞	5,0	∞	3,8	∞	2,6	∞	1,9	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,7	∞

Tiefenausdehnung der Schärfe

(Undeutlichkeitskreis von 0,1 mm Durchmesser als noch scharf zugelassen)

Ist die Entfernung des scharf eingestellten Objekts vom Objektiv aus gerechnet Meter	Ist die Irisblende eingestellt auf die relative Öffnung													
	1 : 4,5		1 : 6,3		1 : 9		1 : 12,5		1 : 18		1 : 25		1 : 36	
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
dann reicht die Schärfe in Metern:														
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 5,5$ cm														
1	0,9	1,1 ₅	0,8 ₅	1,2 ₅	0,8	1,4	0,7	1,6	0,6	2,3	0,6	4,6	0,5	∞
1,5	1,2	1,9	1,2	2,1	1,0	2,6	0,9	3,7	0,8	10,9	0,7	∞	0,6	∞
2	1,6	2,8	1,4	3,4	1,3	4,7	1,1	10,3	0,9	∞	0,8	∞	0,6	∞
3	2,1	5,3	1,9	7,7	1,6	24,4	1,4	∞	1,1	∞	0,9	∞	0,7	∞
4	2,5	9,7	2,2	21,4	1,8	∞	1,5	∞	1,2	∞	0,9	∞	0,7	∞
5	2,9	18,9	2,5	∞	2,0	∞	1,6	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,7	∞
6	3,2	52,2	2,7	∞	2,2	∞	1,7	∞	1,3	∞	1,0	∞	0,7	∞
7	3,4	∞	2,9	∞	2,3	∞	1,8	∞	1,4	∞	1,0	∞	0,7	∞
10	4,0	∞	3,3	∞	2,5	∞	1,9	∞	1,4	∞	1,1	∞	0,7	∞
15	4,6	∞	3,6	∞	2,7	∞	2,1	∞	1,5	∞	1,1	∞	0,8	∞
30	5,4	∞	4,2	∞	3,0	∞	2,2	∞	1,6	∞	1,2	∞	0,9	∞
50	5,9	∞	4,5	∞	3,3	∞	2,4	∞	1,6	∞	1,2	∞	1,0	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 6,5$ cm														
1	0,9	1,1	0,9	1,1 ₅	0,8 ₅	1,2 ₅	0,8	1,4	0,7	1,7	0,6	2,2	0,6	4,9
1,5	1,3	1,7 ₅	1,2	1,9	1,1	2,2	1,1	2,6	0,9	3,8	0,8	9,8	0,7	∞
2	1,7	2,5	1,6	2,8	1,4	3,4	1,3	4,7	1,1	11,5	0,9	∞	0,8	∞
3	2,3	4,4	2,1	5,3	1,8	8,0	1,6	23,0	1,3	∞	1,1	∞	0,9	∞
4	2,8	6,9	2,5	9,6	2,2	25,1	1,8	∞	1,5	∞	1,2	∞	0,9	∞
5	3,3	10,6	2,9	18,5	2,4	∞	2,0	∞	1,6	∞	1,3	∞	1,0	∞
6	3,7	16,3	3,2	48,8	2,7	∞	2,2	∞	1,7	∞	1,3	∞	1,0	∞
7	4,0	27,0	3,4	∞	2,8	∞	2,3	∞	1,8	∞	1,4	∞	1,0	∞
10	4,8	∞	4,0	∞	3,2	∞	2,5	∞	1,9	∞	1,4	∞	1,1	∞
15	5,8	∞	4,6	∞	3,5	∞	2,8	∞	2,1	∞	1,5	∞	1,1	∞
30	7,1	∞	5,6	∞	4,1	∞	3,0	∞	2,2	∞	1,6	∞	1,1	∞
50	8,0	∞	6,1	∞	4,3	∞	3,3	∞	2,4	∞	1,6	∞	1,1	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 7,5$ cm														
1	0,9 ₅	1,1	0,9	1,1	0,8 ₅	1,1 ₅	0,8 ₅	1,2 ₅	0,7 ₅	1,4	0,7	1,7	0,6	2,4
1,5	1,3 ₅	1,7	1,3	1,8	1,2	1,9	1,1	2,2	1,0	2,8	0,9	4,1	0,8	16,5
2	1,7	2,4	1,6	2,6	1,5	2,9	1,4	3,5	1,2	5,2	1,1	13,8	0,9	∞
3	2,4	3,9	2,3	4,5	2,0	5,6	1,8	8,6	1,6	45,8	1,3	∞	1,0	∞
4	3,0	5,8	2,8	7,1	2,5	10,8	2,1	30,7	1,8	∞	1,5	∞	1,1	∞
5	3,6	8,2	3,2	11,2	2,8	23,5	2,4	∞	2,0	∞	1,6	∞	1,2	∞
6	4,1	11,4	3,6	17,8	3,1	126	2,6	∞	2,1	∞	1,6	∞	1,2	∞
7	4,5	15,6	3,9	31,1	3,3	∞	2,8	∞	2,2	∞	1,7	∞	1,3	∞
10	5,6	47,0	4,7	∞	3,9	∞	3,1	∞	2,4	∞	1,9	∞	1,4	∞
15	6,8	∞	5,6	∞	4,4	∞	3,5	∞	2,6	∞	2,0	∞	1,4	∞
30	8,9	∞	6,9	∞	5,2	∞	3,9	∞	2,7	∞	2,2	∞	1,5	∞
50	10,0	∞	7,6	∞	5,7	∞	4,1	∞	2,8	∞	2,4	∞	1,5	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 9$ cm														
1	0,9 ₅	1,0 ₅	0,9 ₅	1,1	0,9	1,1	0,9	1,1 ₅	0,8 ₅	1,2 ₅	0,8	1,4	0,7	1,7
1,5	1,4	1,6 ₅	1,3 ₅	1,7	1,3	1,8	1,2	1,9	1,1	2,2	1,0	2,7	0,9	4,0
2	1,8	2,2 ₅	1,7 ₅	2,3 ₅	1,7	2,5	1,5	2,8	1,4	3,5	1,3	4,9	1,1	13,1
3	2,6	3,6	2,4	3,9	2,3	4,4	2,1	5,4	1,8	8,5	1,6	29,1	1,3	∞
4	3,3	5,1	3,1	5,7	2,8	7,1	2,5	10,1	2,1	30,7	1,8	∞	1,5	∞
5	3,9	6,9	3,6	8,0	3,2	11,0	2,8	20,6	2,4	∞	2,0	∞	1,6	∞
6	4,5	8,9	4,1	11,0	3,6	17,5	3,1	66,0	2,6	∞	2,1	∞	1,7	∞
7	5,1	11,4	4,6	15,0	4,0	29,6	3,4	∞	2,8	∞	2,2	∞	1,7	∞
10	6,5	22,2	5,7	42,3	4,8	∞	3,9	∞	3,1	∞	2,5	∞	1,8	∞
15	8,2	86,5	7,0	∞	5,6	∞	4,5	∞	3,5	∞	2,7	∞	2,0	∞
30	11,3	∞	9,1	∞	6,9	∞	5,3	∞	3,9	∞	2,9	∞	2,1	∞
50	13,2	∞	10,3	∞	7,5	∞	5,7	∞	4,0	∞	3,0	∞	2,1	∞

Tiefenausdehnung der Schärfe

(Undeutlichkeitskreis von 0,1 mm Durchmesser als noch scharf zugelassen)

Ist die Entfernung des scharf eingestellten Objekts vom Objektiv aus gerechnet Meter	Ist die Irisblende eingestellt auf die relative Öffnung													
	1 : 4,5		1 : 6,3		1 : 9		1 : 12,5		1 : 18		1 : 25		1 : 36	
	dann reicht die Schärfe in Metern: .													
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 11 \text{ cm}$														
2	1,8 ₅	2,1 ₅	1,8	2,2	1,7 ₅	2,3 ₅	1,7	2,5	1,6	2,8	1,4	3,3	1,3	4,5
3	2,7	3,4	2,6	3,5	2,5	3,8	2,3	4,3	2,1	5,2	1,9	7,4	1,6	18,8
4	3,5	4,7	3,3	5,0	3,1	5,6	2,9	6,6	2,5	9,4	2,2	19,3	1,9	∞
5	4,2	6,1	4,0	6,7	3,7	7,8	3,3	10,0	2,9	17,8	2,5	∞	2,1	∞
6	4,9	7,7	4,6	8,6	4,2	10,6	3,7	15,1	3,2	46,0	2,7	∞	2,2	∞
7	5,6	9,4	5,2	10,8	4,6	14,2	4,1	23,7	3,5	∞	2,9	∞	2,3	∞
10	7,3	15,7	6,6	20,3	5,8	36,3	5,0	∞	4,0	∞	3,3	∞	2,6	∞
15	9,7	28,8	8,7	54,5	7,1	∞	5,9	∞	4,7	∞	3,6	∞	2,8	∞
30	14,3	∞	11,8	∞	9,3	∞	7,5	∞	5,5	∞	4,2	∞	3,0	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 13 \text{ cm}$														
2	1,9	2,1	1,8 ₅	2,1 ₅	1,8	2,2	1,7 ₅	2,3	1,7	2,5	1,6	2,8	1,4	3,3
3	2,8	3,3	2,7	3,4	2,6	3,5	2,5	3,8	2,3	4,3	2,1	5,2	1,9	7,7
4	3,6	4,5	3,5	4,7	3,3	5,1	3,1	5,6	2,8	6,9	2,5	9,5	2,2	24,0
5	4,4	5,8	4,2	6,1	4,0	6,7	3,7	7,8	3,3	10,4	2,9	17,8	2,5	∞
6	5,2	7,1	4,9	7,7	4,6	8,7	4,2	10,6	3,7	16,0	3,2	43,5	2,7	∞
7	5,9	8,6	5,6	9,4	5,1	11,1	4,6	14,3	4,0	26,4	3,5	∞	2,8	∞
10	7,9	13,6	7,3	15,9	6,6	21,0	5,8	47,0	4,9	∞	4,1	∞	3,2	∞
15	10,7	25,0	9,7	33,3	8,4	70,6	7,1	∞	5,8	∞	4,7	∞	3,6	∞
30	16,7	150	14,2	∞	11,6	∞	9,3	∞	7,1	∞	5,6	∞	4,2	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 15 \text{ cm}$														
2	1,9 ₅	2,1	1,9	2,1	1,8 ₅	2,1 ₅	1,8	2,2 ₅	1,7	2,4	1,6	2,5	1,5	2,8
3	2,8 ₅	3,2	2,8	3,2 ₅	2,7	3,4	2,6	3,6	2,4	3,9	2,3	4,4	2,1	5,5
4	3,7	4,4	3,6	4,5	3,5	4,8	3,3	5,1	3,0	5,9	2,8	7,1	2,4	11,2
5	4,6	5,5	4,4	5,8	4,2	6,2	3,9	6,9	3,6	8,1	3,3	10,8	2,8	22,2
6	5,4	6,8	5,2	7,2	4,9	7,8	4,5	8,9	4,1	11,5	3,6	17,1	3,1	92
7	6,2	8,1	5,9	8,7	5,5	9,7	5,1	11,4	4,5	15,7	4,0	30	3,3	∞
10	8,3	12,5	7,8	13,9	7,1	16,7	6,5	22,2	5,6	48,5	4,8	∞	3,9	∞
15	11,6	21,3	10,6	25,7	9,4	37,0	8,2	86,5	6,8	∞	5,7	∞	4,4	∞
30	18,8	74	16,4	180	13,7	∞	11,2	∞	8,9	∞	6,9	∞	5,2	∞

für ein Objektiv von der Brennweite $f = 16,5 \text{ cm}$														
2	1,94	2,06	1,92	2,09	1,89	2,13	1,8 ₅	2,2	1,8	2,3	1,7	2,4	1,6	2,6
3	2,87	3,15	2,82	3,21	2,7 ₅	3,3	2,7	3,4	2,5	3,7	2,4	4,1	2,2	4,8
4	3,7 ₅	4,2 ₅	3,7	4,4	3,5	4,6	3,4	4,9	3,2	5,4	3,0	6,2	2,6	8,2
5	4,6	5,4	4,5	5,6	4,3	6,0	4,1	6,4	3,8	7,3	3,5	9,0	3,0	13,9
6	5,5	6,6	5,3	6,9	5,0	7,4	4,7	8,2	4,3	9,8	3,9	12,9	3,4	26,7
7	6,3	7,9	6,0	8,3	5,7	9,1	5,3	10,2	4,8	12,8	4,3	18,9	3,7	77,0
10	8,6	11,9	8,2	12,9	7,5	14,8	6,9	18,2	6,1	28,5	5,3	101	4,4	∞
15	12,0	19,9	11,2	22,8	10,1	29,4	8,9	46,9	7,6	76,5	6,3	∞	5,1	∞
30	20,1	59,4	17,8	95,2	15,1	∞	12,7	∞	10,1	∞	7,9	∞	6,0	∞
50	27,3	288	23,4	∞	18,9	∞	15,2	∞	11,5	∞	9,0	∞	6,5	∞

22
45
110
88
990

Tiefenausdehnung der Schärfe

(Undeutlichkeitskreis von 0,1 mm Durchmesser noch als scharf zugelassen)

Ist die Entfernung des scharf eingestellten Objekts vom Objektiv aus gerechnet	Ist die Irisblende eingestellt auf die relative Öffnung $K =$															
	1 : 4,5		1 : 6,3		1 : 9		1 : 12,5		1 : 18		1 : 25		1 : 36		1 : 50	
	dann reicht die Schärfe in Metern:															
	Meter	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von
für ein Objektiv von der Brennweite $f = 18$ cm																
2	1,95	2,05	1,93	2,07	1,90	2,11	1,8 ₅	2,1 ₅	1,8	2,2 ₅	1,7 ₅	2,3 ₅	1,7	2,5	1,6	2,8
2,5	2,42	2,58	2,39	2,62	2,3 ₅	2,6 ₅	2,3	2,7 ₅	2,2	2,9	2,1	3,0	2,0	3,4	1,8	3,9
3	2,89	3,12	2,8 ₅	3,1 ₅	2,8	3,2 ₅	2,7	3,4	2,6	3,6	2,5	3,8	2,3	4,4	2,1	5,3
3,5	3,3 ₅	3,6 ₅	3,3	3,7 ₅	3,2	3,9	3,1	4,0	3,0	4,3	2,8	4,7	2,6	5,6	2,3	7,2
4	3,8	4,2	3,7	4,3	3,6	4,5	3,5	4,7	3,3	5,1	3,1	5,7	2,8	6,9	2,5	9,7
5	4,7	5,4	4,6	5,5	4,4	5,8	4,2	6,1	3,9	6,8	3,6	8,0	3,3	10,8	2,9	19,7
6	5,6	6,5	5,4	6,8	5,2	7,2	4,9	7,7	4,5	8,9	4,1	10,9	3,7	16,9	3,2	56,0
7	6,4	7,7	6,2	8,1	5,9	8,6	5,5	9,5	5,1	11,3	4,6	14,8	4,0	28,9	3,4	∞
10	8,8	11,6	8,4	12,4	7,9	13,8	7,3	16,1	6,5	21,9	5,7	41,2	4,8	∞	4,0	∞
15	12,4	18,9	11,6	21,1	10,6	25,5	9,5	35,0	8,2	83,2	7,0	∞	5,7	∞	4,6	∞
20	15,7	27,6	14,4	32,6	12,9	44,4	11,3	84,6	9,5	∞	7,9	∞	6,3	∞	5,0	∞
30	21,2	51,3	19,0	71,7	16,4	173	14,0	∞	11,2	∞	9,0	∞	6,9	∞	5,4	∞
50	29,5	164	25,4	∞	20,9	∞	17,1	∞	13,3	∞	10,3	∞	7,6	∞	5,8	∞
75	36,7	∞	30,6	∞	24,3	∞	19,5	∞	14,5	∞	10,9	∞	8,0	∞	6,0	∞
100	41,8	∞	33,8	∞	26,4	∞	20,6	∞	15,2	∞	11,5	∞	8,2	∞	6,1	∞

$a =$	für ein Objektiv von der Brennweite $f = 21$ cm															
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
2	1,96	2,04	1,95	2,05	1,95	2,08	1,90	2,11	1,85	2,15	1,8	2,25	1,75	2,35	1,7	2,5
2,5	2,44	2,56	2,42	2,58	2,39	2,62	2,35	2,65	2,3	2,75	2,2	2,9	2,1	3,1	2,0	3,4
3	2,92	3,09	2,88	3,13	2,85	3,2	2,8	3,25	2,7	3,4	2,6	3,6	2,4	3,9	2,3	4,4
3,5	3,39	3,62	3,35	3,65	3,3	3,75	3,2	3,9	3,1	4,1	2,9	4,3	2,7	4,8	2,5	5,6
4	3,85	4,15	3,8	4,25	3,7	4,35	3,6	4,5	3,5	4,7	3,3	5,1	3,0	5,8	2,8	7,1
5	4,85	5,25	4,7	5,4	4,5	5,5	4,4	5,8	4,2	6,2	3,9	6,8	3,6	8,1	3,2	11,0
6	5,7	6,4	5,5	6,5	5,4	6,8	5,2	7,2	4,9	7,9	4,5	9,0	4,1	11,5	3,6	17,6
7	6,6	7,5	6,4	7,8	6,2	8,1	5,9	8,7	5,5	9,7	5,0	11,4	4,5	15,7	3,9	30,3
10	9,1	11,1	8,8	11,6	8,3	12,5	7,8	13,8	7,1	16,7	6,4	22,7	5,5	51,7	4,7	∞
15	13,0	17,7	12,4	19,1	11,5	21,5	10,6	25,7	9,3	38,1	8,1	98,5	6,7	∞	5,6	∞
20	16,7	25,0	15,5	28,0	14,3	33,3	12,8	45,3	11,1	100	9,4	∞	7,6	∞	6,2	∞
30	23,0	43,0	20,9	53,0	18,6	76,9	16,2	197	13,5	∞	11,1	∞	8,7	∞	6,9	∞
50	33,1	102	29,2	175	24,7	∞	20,7	∞	16,5	∞	13,0	∞	10,0	∞	7,6	∞
75	42,5	317	36,3	∞	29,5	∞	24,0	∞	18,7	∞	14,5	∞	10,4	∞	8,0	∞
100	49,5	∞	41,2	∞	32,9	∞	25,9	∞	20,0	∞	15,2	∞	10,7	∞	8,2	∞

Wünscht man noch für andere, in den vorstehenden Tabellen nicht enthaltene Fälle die Tiefenschärfe zu berechnen, so erhält man wieder

unter Zulassung eines Zerstreuungskreises von 0,1 mm,

bei Abblendung auf die relative Öffnung $1 : k$,

scharfer Einstellung auf die Entfernung a ,

für die Brennweite f zunächst die Werte für

$$\text{„die Tiefe nach vorwärts“ } t_v = \frac{a}{10 f^2 \frac{k(a-f)+1}}; \text{ „die Tiefe nach rückwärts“ } t_r = \frac{a}{10 f^2 \frac{k(a-f)-1}}$$

Daraus ergibt sich der Abstand des vordersten und hintersten scharfen Punktes vom Objektiv, wenn man t_v von a abzieht, t_r zu a addiert. Man muß dabei beachten, daß f ebenso wie a in Bruchteilen von Metern zu schreiben ist; dann bekommt man das Ergebnis auch in Metern. (Angaben aus P. 199 von CARL ZEISS, JENA.)

Die Gründe, die zur Aufstellung obiger Anforderungen an die Dichte führen, liegen in folgender Überlegung: Die in der Plattenschicht vorhandenen Silberniederschläge wirken lichtzersplitternd. Ein auf sie treffender Lichtstrahl wird somit in ein Strahlenbündel zerlegt. Je dichter die einzelnen Komplexe sind, desto mehr wächst ihre zerstreuerde Wirkung. Nur in den glasklaren Stellen des Negativs geht der Strahl ohne merkliche Zersplitterung durch. In den dichten wird er nach allen Richtungen zerstreut. (Caillier-Effekt.) Die einzelnen Bündelstrahlen sind naturgemäß bedeutend lichtschwächer, als der in die Schicht eindringende, unzersplitterte Strahl. Dadurch leidet die Gradation des Bildes stark, und wird der Unterschied zwischen Lichtern und Schatten, wie er im Negativ ist, zu Gunsten der Schatten übertrieben. Nur dann, wenn der Strahl die Schicht ohne große, störende Zersplitterung durchsetzt, bleibt die Gradation des Negativs auch in der Vergrößerung einigermaßen gewahrt. Diese Möglichkeit ist nur bei dünner Silberschicht und feinem Korn gegeben, sobald mit gestrahltem Licht gearbeitet wird. Vergrößert man mit gestreutem Licht, also z. B. mit eingeschalteter Mattscheibe, so sind die Streuungen in der Scheibe größer als in der Negativschicht und verschiebt sich dadurch der Negativcharakter nicht, sobald die verwendete Lichtquelle stark genug ist, auch noch die dichtesten Silberkomplexe völlig zu durchdringen.

Die Entwickler. Die Mittel, um volle Durchzeichnung der Schatten bei möglichst geringer Gesamtdichte der Lichter zu erhalten, sind bekannt. Sie gipfeln außer in der schon oben gestellten Forderung nach reichlicher Belichtung einer hochwertig farben-, aber nur gering allgemein empfindlichen Platte, in: 1. Hervorrufen in einem langsam arbeitenden, nur geringe Deckung gebenden Entwickler mit möglichst geringem Alkalizusatz, 2. in Verwendung einer wenig deckenden, weich arbeitenden Entwicklersubstanz, 3. in möglichster Abkürzung der Entwicklungsdauer. Nur dann, wenn auch noch dieser letzte Punkt beachtet wird, erreicht man ein flaches Ansteigen der Gradationskurve des Negativs, und erhält dadurch eine weiche, dünne Matriz.

Besonders empfehlenswert erscheint der reine Metol-entwickler:

Lösung I: Wasser 1000 ccm + Natriumsulfit 60 g + Metol 12 g + Kaliumbromid 6 g.

Lösung II: Wasser 1000 ccm + Pottasche 200 g.

Man mischt für richtig belichtete Platten: Lösung I 5 Teile, Lösung II 1 Teil. Die Maximaldeckung und steilste Gradationskurve erreicht man hier bei 4 Minuten dauernder Entwicklung. Wünscht man ein äußerst dünnes, trotzdem aber detailreiches Negativ, so verwendet man lediglich Lösung I. Einige Vergleichsentwicklungen mit anschließender Vergrößerung werden hier bald erkennen lassen, bei welchem Mischungsverhältnis bzw. Entwicklungsdauer man bei gegebenem Vergrößerungsapparat eine die Höchstleistung ergebende Negativdichte erzielt.

Verwendet man an Stelle des genannten Entwicklers andere Lösungen, so empfiehlt es sich grundsätzlich, die Lösungen mit der doppelten Menge Wasser zu verdünnen, wie für Normalfälle vorgeschrieben ist, und auf 100 ccm Lösungsgemisch 15—30 g Chlorammonium zuzusetzen, wenn man bei Verwendung von Rapidentwicklern ein feines Plattenkorn erzielen will.

Oder man ruft hervor in:

Wasser 100 ccm + Paraphenyldiamin 1 g + Natriumsulfit krist. 12 g. Man erhält dadurch fast kornlose Platten.

Hat man zu kurz belichtet und befürchtet man infolgedessen ausgesprochene Härte, so ist der Entwicklungsgang in der bekannten Weise (Anentwickeln in verdünntem Entwickler und kurze Schlußentwicklung in normaler Lösung) zu handhaben. Auch kann man vor dem Entwickeln ein schwaches Kaliumbichromatbad (1 g auf 200—500 ccm Wasser) während 1—2 Minuten anwenden. Man spült dann flüchtig ab und entwickelt. Das Bild erscheint langsam. Je länger man die Entwicklung ausdehnt, desto härter wird das Bild allmählich wieder, bis schließlich die ganze ursprüngliche Weichheit verloren geht. Man hat es dadurch in der Hand, Negative von jeder Stufe der Weichheit herzustellen.

Die Farbe des Silberniederschlags ist, solange es sich um graue Tonwerte handelt, ohne Bedeutung für das Vergrößern. Rein grauer Silberniederschlag, wie ihn der reine Metolentwickler liefert, ist am lichtdurchlässigsten.

Lackieren. Es muß mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln erreicht werden, daß die Negativschicht möglichst lichtdurchlässig ist. Dazu sind die Schichten mit gewöhnlichem Negativlack zu behandeln. Lackierte Nega-



tive verhalten sich beim Vergrößern mit gestrahltem Licht günstiger, wie unlackierte. Arbeitet man mit Vergrößerungsapparaten mit gestreutem Licht, so bietet das Lackieren hier keine nennenswerte Vorteile und kann deswegen in diesem Fall unterbleiben.

Allgemeine Punkte. Da sich beim Vergrößern alle Schönheitsfehler der Platten, mögen diese nun Luftbläschen, Staubflecke, Spritzer oder Schrammen sein, bedeutend in ihrem Umfang vermehren, so ist auf Reinlichkeit und Sorgfalt in jeder Beziehung zu halten.

Ungeeignet zur Vergrößerung sind:

1. Harte Negative mit glasklaren Schatten und stark gedeckten Lichtern.
2. Unscharfe Negative mit völlig aufgelösten Umrißlinien.
3. Verschleierte Negative. Hier fällt das Bild in der Regel zu dunkel aus.
4. Negative mit zerkratzter Schicht, wie dies besonders häufig bei Films vorkommt. Hier hilft in manchen Fällen ein Polieren der Folienhaut mit einem Metallputzmittel.
5. Negative, die mit Uran verstärkt sind. Schon bei geringer Uranverstärkung neigt das Bild zu erschreckender Härte. Auch liegt hier die Gefahr der Fleckenbildung vor. Bei Sublimatverstärkung tritt störend starke Kornbildung auf.
6. Negative mit starker Retusche, wenn mit Beleuchtungslinsenapparaten vergrößert wird.

Das Prinzip des Vergrößerns.

Das Vergrößern ist in optischer Hinsicht eine photographische Aufnahme, bei welcher das Negativ als Objekt und eine in der erforderlichen Entfernung hinter dem Objektiv angeordnete lichtempfindliche Schicht als Bildauffangfläche dient. Da das Negativ im Gegensatz zum natürlichen Objekt der gewöhnlichen Aufnahme kein Licht aussendet, so muß es beleuchtet werden. Aus unschwer einzusehenden Gründen muß diese Durchleuchtung des Negativs möglichst gleichmäßig sein. Die das Negativ durchdringenden Strahlen werden dann vom Objektiv aufgefangen, gelangen, den optischen Gesetzen entsprechend, auf das Bromsilberpapier und werden dort zur chemischen Umsetzung der licht-

empfindlichen Schicht benutzt. Dadurch entsteht auf dieser Bromsilberschicht in der bekannten Weise ein latentes, aber entwicklungsfähiges Bild. Dieses hat je nach dem Abstand, den das Negativ bzw. der Auffangschirm vom Objektiv hatte, verschiedene Größe.

Schematisch ergibt sich also folgender Strahlengang:

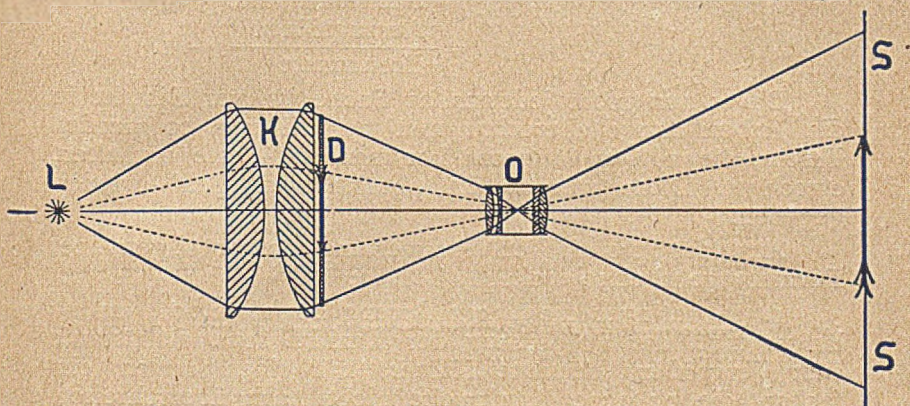


Abb. 1.

- L = Lichtquelle.
- K = Beleuchtungslinsen.
- D = Negativ.
- O = Objektiv.
- S = Schirm.

Übertragen wir die allgemeinen, von der direkten Aufnahme her bekannten optischen Gesetze auf die Vergrößerung, so ergibt sich:

Maßgebend für die Stärke der Vergrößerung ist die Entfernung des Negativs vom (optischen Hauptpunkt des) Objektivs. Nur dann, wenn das Negativ in einer zwischen der einfachen und doppelten Brennweite liegenden Entfernung vom Objektiv angeordnet ist, entsteht eine Vergrößerung. Steht das Negativ genau 2 Brennweiten vom Objektiv ab, so erscheint das Bild auf dem Vergrößerungsschirm in natürlicher Größe. Je näher es sich bis zur einfachen Brennweite dem Objektiv nähert, um so stärker wird die Vergrößerung.

Die allgemeinen optischen Grundformeln lauten für die Vergrößerung:

1. Auszugslänge = Objektivbrennweite (Vergrößerungsmaßstab + 1).

2. Schirmabstand = $\frac{\text{Auszugslänge.}}{\text{Vergrößerungszahl.}}$

3. Vergrößerungsmaßstab = $\frac{\text{Auszugslänge.}}{\text{Schirmabstand.}}$
 = $\frac{\text{Auszugslänge}}{\text{Brennweite}} - 1.$

Da es nun nicht jedermanns Sache ist, vor Eintritt in die Arbeit lange Berechnungen auszuführen, so wurden Tafeln, die alle in Betracht kommenden Werte enthalten, errechnet. Diese werden im „Praktischen Teil“ wiedergegeben.

Aus der praktischen Auswertung obiger allgemeiner Formeln geht ohne weiteres hervor:

1. Je geringer die Vergrößerung ausfallen soll, um so länger muß der Balgauszug der Kamera sein. Besitzt die zum Vergrößern benutzte Kamera nur einen kurzen, einfachen, die einfache Brennweite nicht stark überschreitenden Balg, so ist man im Arbeiten stark behindert, da dann die so wichtigen 2—3fachen Vergrößerungen unmöglich sind.

2. Je länger die Brennweite des Objektivs ist, um so größer wird die Entfernung Objektiv-Vergrößerungsschirm. Arbeitet man also in engen Räumen, so ist ein Objektiv mit möglichst kurzer Brennweite, die aber stets in bestimmtem Verhältnis zur Brennweite der Beleuchtungslinsen stehen muß, anzuwenden. Dasselbe gilt für nur kurzen Kamerabalg.

Hinsichtlich der konstruktiven Anordnung des Vergrößerungsapparates gilt: Da sich bei jeder Veränderung des Vergrößerungsmaßstabes der Abstand zwischen Objektiv und Negativ ändert, so muß eine Vorrichtung vorhanden sein, dies auf einfache Weise zu ermöglichen. In der Regel ordnet man das Negativ feststehend an und macht das Objektiv durch Einbau eines Balgs verschiebbar.

Da die Vergrößerung in der Regel dieselben Größenverhältnisse zwischen den einzelnen Gegenständen und dieselbe Linienführung, wie das Negativ aufweisen soll, so ist es ohne weiteres klar, daß die Ebene des Negativs und des Vergrößerungsschirmes parallel zueinander sein müssen.

Wie bei der direkten Aufnahme muß auch bei der Vergrößerung dafür gesorgt werden, daß die lichtempfindliche Schicht lediglich von den durch das Objektiv gehenden Strahlen getroffen wird. Hiefür bieten sich verschiedene Möglichkeiten der Anordnung, die bei Besprechung der einzelnen Apparatypen erörtert werden sollen.

Von grundlegender Wichtigkeit für die Wiedergabe der Gradation des Negativs und für die konstruktive Ausführung des einzelnen Apparates ist: die Stärke der Lichtquelle in bezug auf ihre photochemische Wirksamkeit, die Größe der leuchtenden Fläche und die Art der Lichtführung. Je stärker die Lichtquelle ist, um so unabhängiger wird der Arbeitende von der Dichte des Negativs und um so größere Wahrscheinlichkeit ist vorhanden, daß selbst dichte Negative noch mit ihrer ganzen Tonabstufung wiedergegeben werden. Bei gleicher Negativdichte fallen die Vergrößerungen mit wachsender Lichtstärke weicher, mit abnehmender härter aus. Hinsichtlich des Einflusses der Größe der leuchtenden Fläche gilt: je mehr sich die Lichtquelle der Punktform nähert, desto schwieriger wird das Arbeiten, desto komplizierter gestaltet sich die technische Ausführung des Vergrößerungsapparates und desto härter wird in der Regel die Vergrößerung. Die umgekehrten Verhältnisse ergeben sich mit dem Wachsen der leuchtenden Fläche.

Die Art der Lichtführung ist von grundlegender Bedeutung für den Charakter der so entstehenden Vergrößerung. Verwendet man eine strahlende, hinter der Mitte des Negativs angeordnete Lichtquelle, so wird das Negativ aus unten näher zu erörternden Gründen, vom Objektiv aus betrachtet, nicht gleichmäßig beleuchtet. Es werden hier besondere Beleuchtungslinsen erforderlich, um diesen Mißstand zu beseitigen. Gleichzeitig stellt diese Konstruktionsform die scharf umrissene Forderung, daß das Negativ äußerst dünn und weich sein muß, wenn man nicht Härte in störendstem Umfang erhalten will. Lassen wir dagegen gestreutes Licht, das von einer beleuchteten, hinter dem Negativ angeordneten Fläche kommt, oder strahlendes, durch Mattscheiben gestreut gemachtes Licht auf die Negativfläche treffen, so werden keinerlei Lichtsammelinsen erforderlich, und vereinfacht sich dadurch der ganze Aufbau des Vergrößerungssystems in konstruktiver Hin-

sicht. Gleichzeitig wird das ganze praktische Arbeiten leichter, die Vergrößerungsvorrichtung wird vom pekuniären Standpunkt aus billiger, die Anforderungen an die Dichte des Negativs fallen weniger scharf aus, und vor allem werden die Vergrößerungen selbst weicher.

Es bedarf keiner Begründung, daß es für das Prinzip der Vergrößerung und für die eigentliche Arbeit beim Vergrößern völlig belanglos ist, ob man ein Negativ oder Diapositiv in den Strahlengang einschaltet. Verwendet man ein Negativ, so bezeichnet man das Verfahren als direkte Vergrößerung. Man erhält hier ohne weiteres ein Positiv, das nur noch der Überarbeitung bedarf. Das direkte Verfahren ist am häufigsten in Gebrauch. Der Arbeitsgang spielt sich hier schnell und verhältnismäßig einfach ab. Das Verfahren ist bequem und billig und findet überall dort Anwendung, wo es sich um Anfertigung einer kleinen Anzahl Vergrößerungen handelt. Der Hauptnachteil der direkten Vergrößerung liegt darin, daß eine weitgehende Beeinflussung des Bildcharakters durch sachgemäße Verbesserungen am kleinen Negativ nicht möglich ist, und daß man als Bildträger nur ein Halogensilberpapier, das weitgehender Nachbearbeitung bedarf, verwenden kann.

Man bezeichnet das Verfahren als indirekte Vergrößerung, wenn zur Grundlage ein Diapositiv dient. Man erhält auf diese Weise ein vergrößertes Negativ, das als Grundstock zu meist edlen Druckverfahren verwendet wird (Pigment-, Gummi-, Bromöldruck). Das indirekte Verfahren gibt bei reicher persönlicher Erfahrung, aber nur bei dieser!, unzweifelhaft die besten Resultate. Man hat hier die Möglichkeit, sowohl am Negativ, als auch am Diapositiv weitgehende Veränderungen vorzunehmen. Wird das Diapositiv mittels des Pigmentdruckes hergestellt, so ist infolge der kornlosen Pigmentschicht hier eine beliebig starke Vergrößerung möglich. Von manchen Seiten wird gegen das Pigmentdiapositiv angeführt, daß dessen Reliefbildung sich bei der Vergrößerung störend bemerkbar mache. Sobald man jedoch das Pigmentbild in nicht zu warmem Wasser entwickelt, und vor allem jeden Alkalizusatz vermeidet, läßt sich dieser Nachteil unschwer umgehen.

Die Auswahl des Vergrößerungsapparates.

Die Tageslichtvergrößerungsapparate.

Die Vorteile des Tageslichtes und der auf seiner Ausnützung sich aufbauenden Vergrößerungsapparate sind:

1. Das Tageslicht ist die stärkste Lichtquelle. Es läßt sich durch entsprechendes Abdämpfen an jeden Negativcharakter anpassen.
2. Es kann durch einfache, billige Vorrichtungen ausgenützt werden.
3. Es läßt die kürzesten Belichtungszeiten zu, da es bedeutend mehr chemisch wirksame Strahlen enthält, als die künstlichen Lichtquellen.
4. Die ganze Apparatur läßt sich äußerst einfach gestalten.
5. Man erhält unschwer weiche Vergrößerungen.
6. Man ist von der Größe des Negativs unabhängig, und kann selbst große Negative, die bei Kunstlicht nur schwer zu bearbeiten sind, vergrößern.
7. Man kann hier das Objektiv stark abblenden, und hat dadurch die Möglichkeit, selbst mit billigen Objektiven arbeiten zu können.

Die Nachteile des Tageslichtes sind:

1. Die Stärke des Lichtes wechselt unter Umständen während der Probe- und eigentlichen Belichtung und wird dadurch das Belichten, und vor allem das wirtschaftliche Arbeiten erschwert.
2. Die Belichtungszeiten können unbequem kurz werden.
3. Die Arbeiten können einwandfrei nur während der hellen Tagesstunden ausgeführt werden. Namentlich der Liebhaberphotograph ist also dadurch in der Arbeitsmöglichkeit beschränkt.
4. Bei nicht richtigem Treffen der Belichtungszeit stellen sich infolge des nur engen Belichtungsspielraums der Halogensilberpapiere leicht Mißerfolge ein. Dadurch gestaltet sich, namentlich unter den heutigen Preisen, das Arbeiten mit Tageslicht trotz der billigen Apparatur das Arbeiten für jeden, der nicht über große persönliche Erfahrung verfügt, teuer.

Hinsichtlich der Lichtführung gilt beim Tageslicht: Verwendet man das Sonnenlicht unzerstreut, so fallen die einzelnen Strahlen parallel auf das Negativ. Dadurch können theoretisch nur die im Durchmesser der Objektivöffnung einfallenden Strahlen das Objektiv erreichen. Die Beleuchtungsstärke hat hier also ihr Maximum, während sie nach dem Bildrand zu abnimmt. Dadurch wird bei starker Vergrößerung oder bei großem Originalnegativ das Bildfeld ungleichmäßig hell und entspricht nicht mehr einer der Hauptanforderungen.

Will man das Tageslicht gestreut anwenden, so läßt man entweder das vom diffuse, vom Himmelsgewölbe kommende Licht direkt wirken, oder man schaltet eine Mattscheibe oder einen mit Seidenpapier bespannten Rahmen vor dem Negativ ein. Die stärkste Lichtzerstreuung und gleichzeitig die stärkste Lichtschwächung erzielt man durch Zwischenschaltung von Opalglasscheiben. Der Lichtverlust beträgt hier etwa 70 %.

**Tageslichtvergrößerung
mittels der Kamera.**

Das Tageslicht läßt sich zu Vergrößerungszwecken dadurch ausnützen, daß man in einem das ganze Fenster bedeckenden Rahmen lediglich eine Eintrittsöffnung in Größe des Negativs frei läßt. Hinter dem darin befestigten Negativ schaltet man, die Seiten lichtdicht abdeckend, die Kamera ein. Man projiziert dann mittels des Objektivs die das Negativ durchdringenden Strahlen auf das licht-

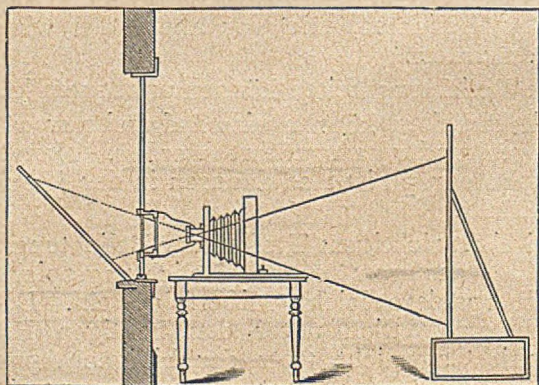


Abb. 2.

empfindliche Papier. Ein außerhalb des Fensters angebrachter Reflektor dient zur gleichmäßigen Beleuchtung der ganzen Negativfläche. Da auf diese Ausnutzungsmöglichkeit gegenwärtig nur noch selten zurückgegriffen wird, so genügt es, sie kurz zu skizzieren.

Die besonderen Vorteile dieses Verfahrens sind:

1. Die Vorrichtungen sind die denkbar einfachsten.
2. Das Verfahren eignet sich, in sachgemäßer Weise angewendet, vor allem zum Vergrößern großer Originalplatten. Es gestattet durch den Wegfall der teuren Beleuchtungslinsen der Kunstlichtapparate eine sehr billige Apparatur.

Die besonderen Nachteile des Arbeitsverfahrens sind:

1. Es ist schwer, eine zuverlässig lichtsichere Abdichtung des Vergrößerungsraumes mit einfachen Mitteln zu erzielen.
2. Von dem verdunkelten Zimmer aus fällt jede Kontrolle über die jeweils vorhandene Lichtstärke fort. Die Gefahr falscher Belichtung wächst.
3. Es ist nicht ganz einfach, den Reflektor derart anzuordnen, daß die ganze Negativfläche gleichmäßig erhellt wird.
4. Ein Abdämpfen der Lichtstärke läßt sich nur schwer durchführen.

Die Tageslichtvergrößerungs-
apparate in Kastenform.

Das allgemeine Konstruktionsprinzip dieser Apparate ergibt sich aus nachstehender schematischer Skizze:

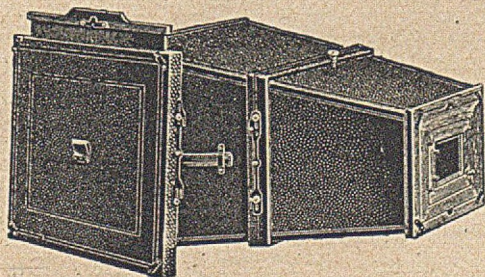


Abb. 3.

Zu den schon oben genannten Vorteilen treten hier als neue hinzu:

1. Das Arbeiten ist mit Kastenvergrößerungsapparaten verhältnismäßig leicht, da man kein umständliches Einstellen vornehmen muß.

2. Die Apparate sind preiswert.

Ihre Nachteile sind im speziellen:

1. Man muß in den meisten Fällen im Freien arbeiten, und ist dadurch von der Gunst des Wetters stark abhängig.

2. Es ist, namentlich bei Verwendung von kurzbrennweitigen Objektiven, verhältnismäßig schwer, eine gleichmäßige Beleuchtung der ganzen Negativfläche herbeizuführen. Bei Nichterfüllung dieser Forderung leidet die Qualität des Bildes stark.

3. Die Dunkelkammer kann auch beim Arbeiten mit Tageslichtvergrößerungsapparaten nicht entbehrt werden, wenn man nicht auf die unbedingt erforderlichen Probebelichtungen verzichten will.

4. Bei vielen Konstruktionen der Kastenvergrößerungsapparate ist man auf einen einzigen Vergrößerungsmaßstab beschränkt.

5. Nur die ganze Negativfläche ist vergrößerungsfähig. Selbst beim Bekleben der überflüssig werdenden, störenden Negativteile ist man gezwungen, stets die ganze Bildauffangfläche des Kastens mit lichtempfindlichem Papier zu belegen, da jede Möglichkeit fehlt, von Anfang an genau festzulegen, wo der gewünschte Negativausschnitt sich im vergrößerten Zustand befindet.

6. Der Hauptnachteil der fertig gekauften Kastenvergrößerungsapparate ist in mangelhafter optischer Ausrüstung zu suchen. In der Regel werden Periskope mit all ihren optischen Mängeln verwendet. Gleichzeitig trachten die meisten Fabrikanten danach, die äußeren Abmessungen möglichst klein zu halten. Sie greifen deshalb auf Objektive mit kurzer Brennweite zurück. Dadurch tritt aus optischen Gründen ein starker Lichtabfall nach dem Rand zu ein. Das vergrößerte Bild ist in der Mitte also überbelichtet, wenn es am Rande richtig belichtet ist, und umgekehrt. Gleichzeitig wird durch die kurze Brennweite ein großer Bildwinkel des Objektivs bedingt. Je größer aber der Bildwinkel ist, um so schwieriger gestaltet sich das Herbeiführen einer gleichmäßig hellen Durchleuchtung des Negativs.

Bei Kastenvergrößerungsapparaten muß stets mit einem hohen Prozentsatz von Mißerfolgen gerechnet werden. Dadurch stellt sich trotz des an und für sich billigen Apparates das Arbeiten selbst teuer.

Der Ankauf eines Kastenvergrößerungsapparates.

Man bevorzuge diejenigen Konstruktionen, die verschieden starke Vergrößerungen erlauben. Man sehe auf eine möglichst gediegene Ausführung und beste Lichtabdichtung des Bodenteils. Ist der Kasten nicht aus bestem Material hergestellt, dann reißen die Kastenwände in den Fugen und ist dann durch den Hinzutritt von Seitenlicht ein Vergrößern unmöglich.

Aufklappbare Bodenkassetten gestatten ein leichteres Arbeiten als Schubkassetten zur Aufnahme des lichtempfindlichen Papiers. Besonderer Wert ist auf völliges Planliegen des Papiers zu legen. Zweckmäßig sind diejenigen Vorrichtungen, die ein Einlegen des Papiers zwischen ein Holzbrett und eine Spiegelglasscheibe gestatten. Der Boden drückt dann beim Zusammenklappen mittels einiger Federn das Brett und damit das Papier fest an die Scheibe. Hat der Apparat eine Anlegekassette, so gestaltet sich das Arbeiten in der Dunkelkammer einfacher.

Besonderer Wert auf die Güte der optischen Ausrüstung zu legen. Die in der Regel verwendeten Periskope stehen an der untern Grenze der Leistungsfähigkeit. Ist ihre Brennweitendifferenz nicht auf das sorgfältigste durch entsprechenden Einbau ausgeglichen, so entstehen unscharfe Vergrößerungen.

Je größer die Brennweite des Objektivs ist, um so leichter gestaltet sich das Arbeiten. Denn hier wird mit dem Anwachsen der Brennweite der Öffnungswinkel des Objektivs, in welchen keine Gegenstände der Umgebung bei der Vergrößerung hineinragen dürfen, kleiner. Nach den Angaben von Thieme sind folgende Brennweiten wünschenswert:

Negativ-Vergrößerung	Brennweite	Kastenlänge	Beleuchtungswinkel
4,5 × 6 13 × 18	9 cm	62,5	22°
4,5 × 6 18 × 24	11 cm	48	23°
9 × 12 13 × 18	15 cm	57	20°
9 × 12 18 × 24	12,5 cm	60	26°

Obige Maße können einen Anhalt beim Ankauf eines zweckmäßig gebauten Apparates geben. Hat man beim Ankauf eines Apparates bei gleicher Negativgröße und gleichem Vergrößerungsmaßstab die Wahl zwischen einem kurz- und einem langgebauten Apparat, so wählt man grundsätzlich den letzteren, da er die längere Brennweite besitzt.

Unbedingt erforderlich ist es, daß der Apparat von Anfang an das Einschalten einer Mattscheibe zum Zweck der Lichtzerstreuung bzw. der Lichtdämpfung gestattet. Man sehe darauf, daß der Halter mindestens 3 cm vor dem Negativ eingebaut ist. Um eine gleichmäßige Beleuchtung der ganzen Negativfläche zu ermöglichen, muß die Mattscheibe erheblich größer sein, als das Negativ. Ist dies nicht der Fall, dann werden wichtige Randstrahlen abgeschnitten. Auch dieser wichtige Punkt ist bei manchen fertigen Apparaten nicht berücksichtigt.

Die Kunstlichtvergrößerungsapparate.

Infolge der geschilderten Nachteile der Tageslichtvergrößerungsapparate wird man sich beim Ankauf eines Vergrößerungsapparates in der Mehrzahl der Fälle zu einer sich auf die Benützung von Kunstlicht aufbauenden Konstruktionsform entschließen. Hier muß nun entschieden werden, ob es zweckmäßiger ist, einen Apparat mit Beleuchtungslinsen, oder einen für gestreutes Licht zu kaufen. Beide Apparate haben ihre Vor- und Nachteile, die im folgenden in aller Kürze entwickelt werden sollen.

Die Kunstlichtapparate mit Beleuchtungslinsen.

Sobald man die Lichtquelle zur Durchleuchtung des Negativs hinter der Mitte des Negativs anordnet, wird das Einschalten eines Beleuchtungslinsensystems erforderlich. Die Notwendigkeit hierfür ist leicht einzusehen. Jede künstliche Lichtquelle sendet ihre Strahlen vom Glühpunkt aus geradlinig aus. Ein in gewisser Entfernung vor der Lichtquelle aufgestelltes Negativ wird also an und für sich zwar in jedem Punkt von Lichtstrahlen durchdrungen. Infolge des geradlinigen Ganges der Lichtstrahlen gelangen jedoch nur diejenigen Strahlen, die in den Lichtkegel $\times L y$ fallen, in voller Stärke in das Objektiv.

Die schräg den Negativrand durchdringenden Strahlen a b sind für die Durchleuchtung vom Standpunkt des Objektivs aus betrachtet, wirkungslos, da sie nach der Theorie gar nicht zum Objektiv gelangen können. Aus den oben besprochenen Streuungen der Negativschicht ergibt sich jedoch, daß die schrägen Strahlen ebenso wie die der Achse parallelen eine Zersplitterung in den dichten Stellen des Negativs erfahren. Infolgedessen gelangt auch ein Teil der schrägen Strahlen ins Objektiv. Da sie zum Teil reflek-

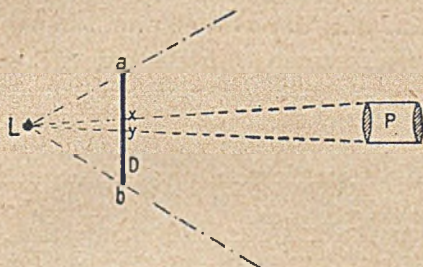


Abb. 4.

tiert, zum Teil auch von den dunkeln Wänden des Objektivrohrstutzens absorbiert werden, so reicht ihre Lichtstärke nicht aus, das projizierte Bild in allen seinen Teilen gleichmäßig hell erscheinen zu lassen. Stets ist der Bildrand lichtschwächer als die Bildmitte. Gleichzeitig lagert sich auf dem Vergrößerungsschirm das Bild der Lichtquelle über das des Negativs und wird dadurch die Vergrößerung unbrauchbar. Diese Umstände machen das Einschalten von Beleuchtungslinsen erforderlich.

Die Vorteile der Apparate mit Beleuchtungslinsen sind:

1. Die Apparate lassen sich sowohl zur Vergrößerung als auch zur Projektion von Diapositiven verwenden.
2. Die optische Lichtkraft wird hier am besten ausgenützt, und kann man hier infolgedessen mit verhältnismäßig schwachen Lichtquellen arbeiten.
3. Man kann unter Umständen die Lichtstärke unschwer in jedem erwünscht erscheinendem Maß durch Einschalten von Mattscheiben ändern.
4. Der Verwendung von der Überwachung bedürftigen Lichtquellen (Petroleum, Kalklicht, Bogenlicht) stehen keine Bedenken entgegen.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Hauptteile besprochen werden. Da die Wahl der Kunstlichtquelle am schwierigsten ist, soll mit der kritischen Besprechung der einzelnen Beleuchtungsmöglichkeiten begonnen werden.

Die Auswahl der Kunstlichtquellen.

Maßgebend für die praktische Verwendbarkeit einer Kunstlichtquelle zu Vergrößerungszwecken sind folgende Punkte: 1. die optische und photochemische Helligkeit des Lichtes, 2. die Größe der leuchtenden Fläche, 3. die konstante Lage des Glühpunktes, 4. die Veränderungs- und Reguliermöglichkeiten, 5. die Kosten der Beleuchtung.

Die optische Helligkeit der hauptsächlichsten Lichtquellen zeigt die folgende Tafel:

Lichtquelle	Hefnerkerzen	Vorkriegskosten je Stunde
Petroleum Flachbrenner	5— 7	0,03 <i>fl</i>
„ Rundbrenner (d 25)	14	
„ Stocks Patentlampe (3dochtig)	100	0,10 „
Gasglühlicht, stehend	100	0,05 „
„ hängend	200	0,04 „
Spiritusglühlicht	350	0,05 „
Acetylenbrenner zweifach	275	0,15 „
„ vierfach	350	0,30 „
Kalklicht mit Sauerstoff-Gasolin . . .	800—1000	1,25 „
„ „ „ Leuchtgas	1200—1500	1,20 „
„ „ „ Wasserstoff	2000—2500	2,50 „
„ „ „ Acetylen	2700	2,00 „
Elektrische Glühlampen	25—100	0,03—0,09 <i>fl</i>
Nernstlampen je nach Ampère und Voltzahl	100—700	0,05—0,20 „
Schwachstrombogenlampen bei Gleich- strom	600—1000	0,20—0,90 „
Schwachstrombogenlampen bei Wechsel- strom	350—750	0,20—0,90 „
Starkstrombogenlicht bei Gleichstrom .	2000—4000	0,9 —3,60 „
„ „ Wechselstrom	1800—3500	0,9 —2,50 „

Je stärker die Lichtquelle ist, desto geringere Anforderungen sind hinsichtlich der Dichte des Negativs zu stellen. Da es hier ohne weiteres möglich ist, die Lichtstärke durch Mattscheiben zu dämpfen, so können sowohl dichte als auch flau Negative ohne Schwierigkeiten Verwendung finden. Je schwächer die Lichtquelle ist, um so beschränkter ist man bei gegebener Apparatkonstruktion in der Auswahl der Negative.

Maßgebend für die praktische Ausnützung der Licht-

quellen ist außer ihrer optischen Helligkeit stets auch noch ihre photochemische Zusammensetzung. Je reicher die Lichtquelle an blauen Strahlen ist, um so größer ist ihre photochemische Wirksamkeit. Der Reichtum an ultravioletten Strahlen ist ohne Bedeutung, da diese Strahlen beim Durchgang durch die verschiedenen optischen Linsensysteme abgeschnitten werden. Es spielt auch hier noch die Frage mit, ob Beleuchtungslinsen und Objektiv auch tatsächlich imstande sind, die vorhandene Lichtstärke voll auszunützen. Die größte Abweichung von der durch die Versuche ermittelten Kerzenzahl zeigen bei der Vergrößerung, wie bei jeder Projektion die Lichtquellen mit ausgedehnter Leuchfläche.

Im allgemeinen wird man von der Verwendung von Lichtquellen, die mehr als 500 Kerzen aufweisen, für Vergrößerungszwecke absehen. In den meisten Fällen reichen schon Lichtstärken, die etwa die Hälfte der genannten Zahl betragen aus, wenn man auf Vergrößerungen in stärksten Ausmaßen verzichtet.

Einfluß der Größe der Leuchfläche.

Die äußere Form der Lichtquelle, ob unktförmig, wie Bogenlicht oder lang, gestreckt, wie Gasglühlicht oder flächenförmig, wie die Nernstlampen, ist von grundlegender Bedeutung auf: 1. die Helligkeit des Bildes, 2. die Schärfe der Vergrößerung und 3. die Bequemlichkeit des Arbeitens. Der Einfluß der äußeren Form der Lichtquelle tritt jedoch, sobald es sich nicht mehr um gestrahltes, sondern um gestreutes Licht handelt, völlig zurück.

Punktförmiges Licht. Zu dieser Lichtform zählt außer dem Bogenlicht, das für Vergrößerungen nur beschränkt Verwendung findet, das Kalklicht in seinen verschiedenen Formen. Auch die Nitra- und Halbwatt-Projektionslampen können im weitesten Sinn noch zu den punktförmigen Lichtquellen gerechnet werden.

Die Vorteile einer punktförmigen Lichtquelle sind:

1. Die Lichtstärke wird hier am besten ausgenützt. Man hat außer den unvermeidlichen Absorptionen durch die einzelnen Linsensysteme keine weiteren Lichtverluste zu befürchten.

2. Je mehr sich die Lichtquelle der Punktform nähert,

um so leichter ist die Abbildung des leuchtenden Punktes im vergrößerten Bild zu vermeiden.

3. Je kleiner die Lichtquelle ist, um so schärfer fallen die Vergrößerungen aus.

4. Je mehr sich die Lichtquelle der Punktform nähert, um so geringere Anforderungen sind an die optische Korrektur des Vergrößerungsobjektivs zu stellen. Bei Punktform der Lichtquelle hat auch die Spitze des aus den Beleuchtungslinsen tretenden Strahlenkegels Punktform. Hier kann also, fehlerfreie Beleuchtungslinsen und richtiges Ausrichten vorausgesetzt, der Durchmesser des Objektivs sehr klein sein, ohne daß ein unerwünschtes Beschneiden der Randstrahlen eintritt.

Die Nachteile der punktförmigen Lichtquellen sind:

1. Je kleiner die Lichtquelle ist, um so schwieriger gestaltet sich das richtige Ausrichten des Strahlenganges. Selbst geringe Abweichung eines einzelnen Elementes von der zentrischen Lage macht sich durch Ungleichmäßigkeit der Helligkeit auf dem Vergrößerungsschirm sofort bemerkbar.

2. Bei punktförmigen Lichtquellen ergeben sich die mangelnde Achromasie der Beleuchtungslinsen durch Farbänder zum mindestens am Rand des Bildfeldes.

3. Es dürfen bei ausgesprochener Punktform keine Lichtdämpfungsscheiben in den Strahlengang eingeschoben werden. Man gibt also eine wichtige Verbesserungsmöglichkeit auf.

4. Die Anwendung eines die Leuchtkraft vermehrenden Reflektors wird unmöglich, da bei Punktform die Lichtquelle für Strahlen, die sie von hinten treffen, undurchlässig ist. Es bilden sich hier stets Schatten der zur Erzeugung des Lichtes erforderlichen Vorrichtungen ab.

5. Je kleiner die Lichtquelle ist, um so ausgesprochener bilden sich Fehler im Glasfluß der Beleuchtungslinsen oder des Negativs oder etwaige Flecke, Staub oder Fingerabdrücke auf der Vergrößerung mit ab.

Flächenförmige Lichtquellen. Zu den flächenförmigen Lichtquellen ist zu zählen: das Glühlicht in jeder Form, das Azetylenlicht, Petroleum, und im weitesten Sinn auch die Bogenlampen bei hoher Ampèrezahl.

Die Vorteile der flächenförmigen Lichtquellen sind:

1. Je breiter die Lichtquelle ist, um so leichter gestaltet sich das Ausrichten, und um so weniger macht sich eine Ungenauigkeit hierbei durch ungleichmäßige Beleuchtung des Vergrößerungsschirmes bemerkbar.

2. Bei großer Leuchtfläche kann eine Mattscheibe unbedenklich in den Strahlengang eingeschaltet werden, da sich der Lichtverlust hier nicht derart steigert, wie bei Punktform.

3. Die Fehler der mangelnden Achromasie der Beleuchtungslinsen treten zurück. Es bilden sich hier keine farbigen Ränder auf dem Rand des Bildfeldes.

4. Je breiter die Lichtquelle ist, um so weniger hohe Anforderungen sind an die optische Fehlerfreiheit der Beleuchtungslinsen zu stellen.

5. Die Schärfe der mit breiten Lichtquellen erzeugten Vergrößerungen steht in der Praxis kaum merkbar hinter der mit punktförmigen Lichtquellen hergestellten zurück.

Die Nachteile sind hier:

1. Bei Verwendung räumlich ausgedehnter Lichtquellen spitzt sich der aus den Beleuchtungslinsen austretende Lichtkegel nicht punktförmig zu, sondern hat am Ort des Objekts die ungefähre Größe der Lichtquelle. Es werden also, um volle Ausnützung der Leuchtkraft sicherzustellen, Objektive mit möglichst großem Linsendurchmesser erforderlich. Wenn das Objektiv den Strahlengang nicht aufnimmt, so entsteht häufig eine unregelmäßige Beleuchtung des Vergrößerungsschirms.

2. Je größer die Ausdehnung der Lichtquelle ist, um so schlechter ist gleichzeitig ihre Ausnützung durch die Beleuchtungslinsen. Es kann hier erforderlich werden, statt der üblichen zweiteiligen Beleuchtungslinsen solche mit 3 Einzelgliedern zu verwenden.

3. Bei großer Tiefenausdehnung der Lichtquelle gelingt es unter Umständen nicht, ohne Einschaltung einer Mattscheibe die Abbildung der Lichtquelle oder einzelner Teile von dieser auf dem Vergrößerungsschirm zu vermeiden.

**Konstanz der Leuchtkraft und
konstante Lage des Glühpunktes.**

Von großer Wichtigkeit für leichtes Arbeiten ist es, daß die Leuchtkraft vom optischen und chemischen Standpunkt aus konstant bleibt. Wenngleich auch die Kunst-

lichtquellen an und für sich beständiger sind, als das Tageslicht, so ist die Leuchtkraft je nach der Art der Lichtquelle in manchen Fällen zu verschiedenen Zeitpunkten verschieden groß. Konstant sind: Gasglühlicht und elektrisches Glühlicht. Als nicht konstant bleibend sind anzusprechen: Petroleum, Azetylen und Bogenlicht.

Zur Erzielung einer gleichmäßigen Durchleuchtung des Negativs ist es erforderlich, daß das Zentrum des Glühpunktes sich nicht aus der optischen Achse des Systems verschiebt. Jedes Auswandern ist gleichbedeutend mit ungleichmäßiger Beleuchtung der ganzen Negativfläche, und dadurch mit einer Verschiebung der Helligkeitswerte der Vergrößerung. Konstant ist die Lage des Glühpunktes bei Gas- und elektrischem Glühlicht. Neigung zum Auswandern ist vorhanden bei Petroleum und Azetylen. Mit einem Auswandern ist auf alle Fälle zu rechnen bei elektrischem Bogenlicht. Es bedarf hier bestimmter Reguliervorrichtungen, um diesen Mißstand zu beseitigen.

Änderungsmöglichkeiten der Helligkeit.

Die verschiedene Dichte der zur Vergrößerung herangezogenen Negative läßt es wünschenswert erscheinen, daß die Lichtstärke unter Umständen gesteigert oder verringert werden kann.

Steigerungsmöglichkeiten sind gegeben durch:

1. möglichst geringe Abmessungen des Gehäuses, sobald es sich um Vergrößerungsapparate mit gestreutem Licht handelt;

2. Auskleiden des Gehäuses mit einer möglichst wenig lichtverschluckenden Farbe;

3. Anwendung eines dreiteiligen Beleuchtungslinsensystems;

4. Einbau eines Reflektors hinter der Lichtquelle. Dabei ist aber zu beachten, daß ein Reflektor in Verbindung mit Beleuchtungslinsen zwecklos ist. Er bedingt hier stets eine ungleichmäßige Beleuchtung des Negativs und doppelte Umrißlinien des projizierten Bildes;

5. Brennen der elektrischen Glühlampen mit Überbelastung bezw. Ändern des Gasgemisches bei Kalklicht.

Dämpfungsmittel werden dargestellt durch eingeschaltete Glasplatten, Mattscheiben und Opalglasscheiben.

Wärmestrahlung und Wärmevernichtung.

In der Regel arbeitet man bei Kunstlichtvergrößerung derart, daß das Licht in einem Lampengehäuse eingeschlossen ist. Die Lichtstrahlen können nur in der Öffnungsrichtung des Gehäuses ausgenützt werden. Alle Lichtstrahlen, die in das Innere des Gehäuses ausgestrahlt werden, ändern ihre Energieform um und verwandeln sich in Wärme. Diese Erscheinung tritt bei allen Lichtquellen ein. Je stärker die Lichtquelle ist, um so stärker wird auch die Erwärmung des Gehäuses. Diese Wärmeentwicklung hat für die praktische Ausführung der Vergrößerung nur Nachteile: Man ist im Werkstoff des Gehäuses auf Eisenblech beschränkt, man muß besondere Vorrichtungen zum Entlüften und Kühlen des Gehäuses treffen, man muß unter Umständen Wärmedampfungsscheiben einbauen.

Die einfachste, aber nicht wirksamste Art der Wärmevernichtung besteht, neben der unbedingt erforderlichen Herbeiführung eines dauernden Luftwechsels im Gehäuse, im Einschalten von Hartglasscheiben zwischen Lichtquelle und Beleuchtungslinsen bzw. bei gestreutem Licht zwischen Licht und Negativ. Will man alle Wärmestrahlen auffangen, bevor sie an die Beleuchtungslinsen kommen, so schaltet man einen ca. 1 cm dicken Glastrog ein, der mit einer Mischung von gleichen Teilen Wasser und Glyzerin gefüllt ist. In früheren Jahren empfahl man vielfach Alaunlösungen. Glyzerin hat diesen gegenüber den Vorteil, daß es erst bei ca. 260°C ins Kochen gerät, während dies bei Alaunlösungen schon dicht über 100°C der Fall ist. Außerdem läßt warme Alaunlösung einen großen Teil der Wärmestrahlen ungehindert durch.

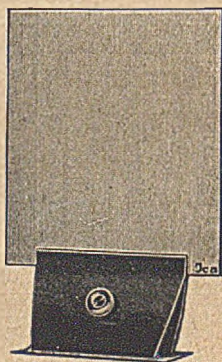


Abb. 6. Hartglasscheibe mit Träger.

Die praktische Verwendbarkeit der einzelnen Kunstlichtquellen.

Das Petroleumlicht.

Die Vorteile des Petroleums sind:

1. Es gestattet eine billige Apparatur.
2. In Verbindung mit Beleuchtungslinsen reicht seine Leuchtkraft aus, um kleine Negativformate für mäßige Vergrößerungen genügend hell zu durchleuchten.

Seine Nachteile sind:

1. Die Flammenhöhe bleibt nicht konstant.
2. Die Lampen entwickeln große Wärme.
3. Die Lampen bedürfen sorgfältiger Pflege.

Beim Ankauf einer Petroleumlampe ist zu beachten: Ungeeignet sind die Konstruktionen mit Rundbrenner, da hier die Lichtausbeute zu gering ist. Ein praktisches Modell bringt die Firma Unger & Hoffmann-Dresden auf den Markt. Bei schmalen Brennern muß die Lampe so gestellt werden, daß mehrfach hintereinander angeordnete Brenner kulissenartig stehen. Würden sie die volle Breite den Beleuchtungslinsen zudrehen, so würde die vorderste Flamme nur wenig Licht von den dahinter liegenden durchlassen, und würde die Leuchtkraft nicht voll ausgenützt werden. Bei langen, aber dünnen Flammen ist zwischen 2 Flammen ein dunkler Raum. Dadurch zeigt sich zuweilen auf dem Vergrößerungsschirm in der Mitte ein dunkler Streifen. Sind die Dochte nicht parallel, sondern in einem spitzen Winkel angeordnet, so wird dieser Fehler vermieden. Das Petroleum hat seine größte Leuchtkraft dann, wenn die Lampe unten blau, und oben weiß brennt. Gelbliche oder rötliche Färbung der Flamme zeigt, daß die Lampe nicht in Ordnung ist. Die Lampe muß nach Gebrauch stets völlig ausbrennen. Sonst verdunstet das Petroleum und schlägt sich in feiner Schicht an den Gehäusewänden nieder. Derartige Lampengehäuse verbreiten dann beim Gebrauch stets den bekannten Petroleumgeruch.

Das Spiritus- und Gasglühlicht.

Beide Lichtarten eignen sich im allgemeinen zu indirekter Beleuchtung besser, als zu direkter Durchstrahlung der Negativfläche.

Die Vorteile dieser Lichtquellen sind:

1. Sie sind bequem im Gebrauch.
2. Ihre Helligkeit reicht für das Vergrößern kleiner Negative völlig aus. Bei neuen Strümpfen beträgt die Helligkeit bei stehendem Gasglühlicht etwa 60, bei hängendem etwa 100 Normalkerzen. Bei Spiritusglühlicht ist die erzielte Helligkeit verschieden, und schwankt zwischen 200—350 Normalkerzen, wenn Preßgas verwendet wird.
3. Die Betriebskosten sind verhältnismäßig gering.

Die Nachteile dieser Lichtquellen sind:

1. Die Leuchtkraft der Glühstrümpfe läßt schnell nach.
2. Die Leuchtkraft großer Glühkörper läßt sich nicht völlig ausnützen.
3. Beim Arbeiten mit gestrahltem Licht wird stets das Einschalten einer Mattscheibe erforderlich, um eine Abbildung des Strumpfgewebes auf dem Vergrößerungsschirm zu vermeiden.

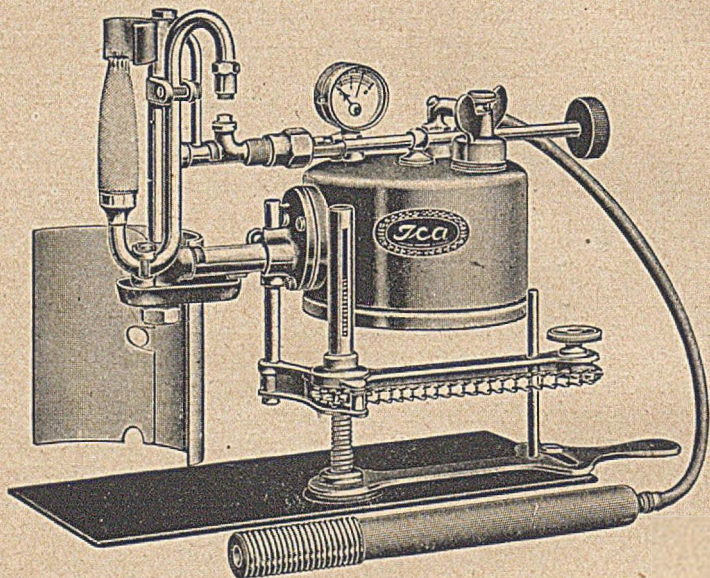


Abb. 7. Spiritus-Preßgas-Glühlichtlampe der Ica-Dresden.

4. Die Lichtquellen hitzen stark.
5. Spirituspreßgas summt im Gebrauch ein wenig, und kann dies unter Umständen stören.

Beim Ankauf einer Spirituspreßgaslampe verdienen diejenigen Konstruktionen den Vorzug, die möglichst wenig Lötstellen aufweisen. Besonders ist darauf zu achten, daß der Gasbehälter nicht zu nahe der Flamme angeordnet ist, da sonst unter Umständen Explosionsgefahr vorliegt. Da der Glühstrumpf weitmaschig ist, so kann die Leuchtkraft durch Einbau eines Reflektors nach Bedarf vermehrt werden. Allzu große Wirkung darf man sich jedoch von seinem Hinzutritt nicht versprechen.

Azetylenlicht.

Das Azetylenlicht nähert sich der punktförmigen Lichtquelle. Seine Vorteile sind:

1. Es eignet sich in gleicher Weise zu gestrahlter, als gestreuter Beleuchtung.
2. Es ist chemisch wirksamer als Gasglühlicht.
3. Es ist leicht herzustellen.

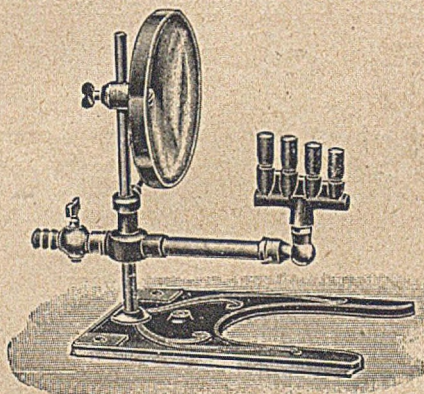


Abb. 8. Vierfacher Acetylenbrenner von Liesegang-Düsseldorf.

Seine Nachteile sind:

1. Es stellt sich im Betrieb teuer, wenn das erzeugte Gas nicht restlos verbraucht wird.
2. Die Apparatur bedarf sorgfältiger Pflege, damit die Flamme stets gleichmäßig brennt.
3. Der Knoblauchgeruch von nicht chemisch reinem Azetylen kann stören.
4. Die Wärmeentwicklung ist groß.

Beim Ankauf ist besonders die Anordnung der Brenner zu berücksichtigen. Stehen mehrere Flammen in gleicher Höhe hintereinander, so wird trotz des vermehrten Gasverbrauchs die Helligkeit in Richtung auf die Beleuchtungslinsen hin nicht bedeutend vermehrt, da die vorn stehenden Flammen für die von hinten auf sie treffenden Strahlen lichtundurchlässig sind. Bei gestaffelter Anordnung fällt dieser Nachteil fort. Der Verwendung eines Reflektors stehen bei sachgemäßer Anordnung der Flammen keine Bedenken entgegen.

Kalklicht.

Die Lichterzeugung geschieht hier in der Weise, daß ein Kalkstück durch eine Heitzichflamme in Weißglut versetzt wird. Um die hiefür erforderlichen hohen Temperaturen zu erzeugen, muß dem Brenngas Sauerstoff zugeführt werden. Als Brenngas kann das gewöhnliche Leuchtgas, Wasserstoff aus Stahlflaschen oder Gasolin (Petroleumäther) zur Verwendung gelangen. Am besten ist die Gasolindose, da Petroleumäther in jeder Apotheke zu kaufen ist.

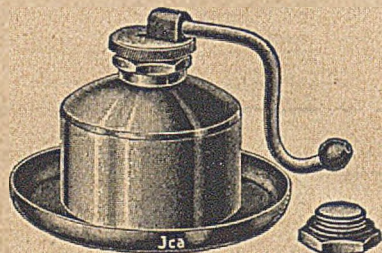


Abb. 9. Gasolindose der Ica-Dresden.

Die Vorteile des Kalklichtes, das zu Vergrößerungszwecken allerdings nur beschränkte Verwendung findet, sind:

1. Kalklicht gibt nächst dem elektrischen Starkstromlicht die größte Helligkeit.
2. Die leuchtende Fläche ist fast punktförmig.
3. Das Licht ist ruhig und gleichmäßig.

Die Nachteile sind:

1. Es entwickelt sich hier eine außerordentliche Hitze, und ist zum Schutz der Beleuchtungslinsen das Einschalten von Wärmedämpfungsscheiben unbedingt erforderlich.
2. Der Betrieb kommt teuer.
3. Die Kalkglühstücke müssen oft ersetzt werden.

Hinsichtlich der Behandlung gilt hier: Die Kalkscheiben sind unter Luftabschluß aufzubefahren, um ein vorzeitiges Zerbröckeln zu vermeiden. Warmes Lagern begünstigt die Haltbarkeit. Vor Inbetriebsetzung wärmt man die Scheiben zweckmäßig an, ehe man den Sauerstoff auf sie wirken läßt. Besonderes Augenmerk ist auf richtige Gasmischung zu legen. Die Hitze ist am größten, und dadurch das Licht am wirksamsten, wenn man doppelt soviel Wasserstoff als Sauerstoff zum Brenner leitet. Überwiegt eine Gasart, so wird das Licht dunkler, weil durch

das überschüssige Gas Abkühlung eintritt. Zu reichliche Zufuhr des einen Gases erkennt man daran, daß der Kalk von einem Flammenkranz umspült wird. Etwaiges Zischen reguliert man durch entsprechende Stellung der Hähne. Eine nicht zischende Flamme liefert etwa 500 Kerzen, wenn reiner Kalk benützt wird. Brennscheiben aus seltenen Erden leuchten entsprechend heller. Durch die

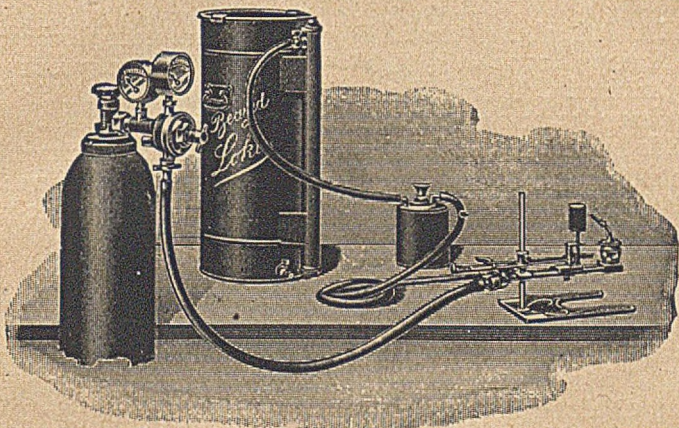


Abb. 10. Acetylen-Kalklicht-Einrichtung mit eingeschalteter Wolfscher Flasche. (Liesegang-Düsseldorf)

Stichflammen brennen allmählich Löcher in die Kalkscheibe. Es entstehen dann am Rand der Löcher Krater, die gegen die Beleuchtungslinsen zu Stichflammen entsenden. Durch häufiges Drehen (etwa alle 15 Minuten) wirkt man diesem Fehler entgegen.

Elektrisches Glühlicht.

Die allgemeinen Vorzüge des elektrischen Lichtes sind bekannt: sofortige Betriebsbereitschaft, große Gleichmäßigkeit des Lichtes, bequemste Anwendung. Das elektrische Licht ist also die gegebene Lichtquelle für Vergrößerungszwecke. Der jeweils verwendete Glühkörper muß aber auch hier den Sonderanforderungen, die die Vergrößerung stellt, genügen.

Als unzuweckmäßig scheiden aus: sämtliche Lampen mit Kohlenfäden, da sie unverhältnismäßig viel Strom verbrauchen und da das von ihnen ausgehende rötliche Licht nur wenig photochemisch wirksame Strahlen enthält. Ferner

sind zur strahlenden Beleuchtung des Negativs ungeeignet sämtliche Lampen mit langgestreckter äußerer Form. Hier sind die Leuchtfäden zu weit auseinander gezogen, und ist deshalb die Ausnützung zu Vergrößerungszwecken schlecht. Bei trotzdem erfolgender Verwendung von Lampen gewöhnlicher Form wird das Zwischenschalten von Lichtzerstreuungsscheiben unbedingt erforderlich, da sich sonst die Glühfäden im Bild zeigen.

Für indirekte Beleuchtung mit gestreutem Licht kann jede Lampenform verwendet werden. Die entsprechenden Einschränkungen in dieser Beziehung werden wir beim Selbstbau derartiger Apparate kennen lernen.

Als geeignet zu Vergrößerungszwecken kommen vor allem in Frage: die Nitra Halbwatt-Projektionslampen, die Nernstlampen und zu Sonderzwecken, das Bogenlicht.

Halbwatt-Projektionslampen.

Der Name dieser Lampenart drückt bereits aus, daß die Lampe pro Kerze Lichtstärke ungefähr $\frac{1}{2}$ Watt Stromenergie verbraucht. Der Glaskörper ist in den meisten Fällen mit einem die Erhitzung der Drähte fördernden Gas gefüllt. Dadurch werden die Drähte

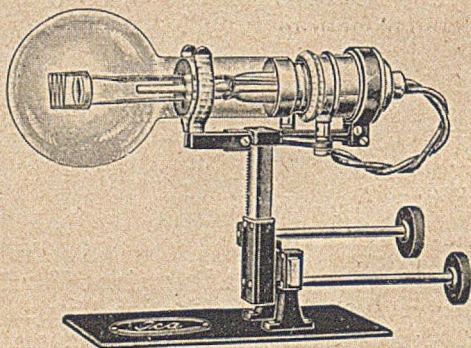


Abb. 11. Halbwattlampe der Ica-Dresden.

weißglühend und ist infolgedessen die Lichtergiebigkeit dieser Lampen bei sparsamstem Stromverbrauch sehr gut. Die Spiraldrähte sind hier eng zusammengebaut, und nähert sich dadurch die Leuchfläche der Punktform, ohne sie natürlich zu erreichen. Die von den Ernemann-Werken Dresden in den Handel gebrachten Halbwattlampen liefern

150—1250 Kerzenstärken. Lampen bis zu 500 Watt können an jede Zimmerleitung angeschlossen werden.

Beim Gebrauch der Halbwattlampen ist zu berücksichtigen, daß die Glühspiralen stets senkrecht stehen müssen. Würden die Fäden wagerecht verlaufen, so würden sie sich während des Glühens allmählich durchbiegen. Schließlich berühren sie sich dann und brennen dadurch

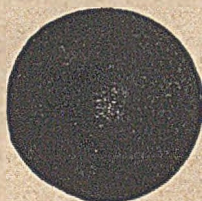


Abb. 12.

Falsche

Brennlage der Halbwattlampe.

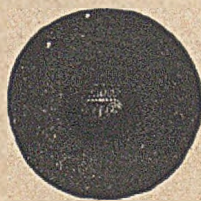


Abb. 13.

Richtige

infolge des jetzt eintretenden Kurzschlusses bzw. zu hoher Strombelastung durch. Bei Lampen von 300 Watt aufwärts sind die Glühspiralen in zwei hintereinander liegenden Ebenen eingebaut. Bei derartigen Lampen ist die Brennlage der Fäden im allgemeinen gleichgültig, doch soll die Stellung beim ersten Gebrauch auch bei späterer Benützung beibehalten werden.

Beim Ankauf einer Halbwattlampe wird man selten die Kerzenstärke höher als 300 Normalkerzen wählen. Diese reicht zu Vergrößerungszwecken mehr als genug aus, selbst wenn man die durch das Einschalten der Mattscheibe entstehenden Lichtverluste in Rechnung zieht.

Nernstlampen.

Diese Lampen sind ausgesprochene Flächenbrenner. Sie besitzen 3 Brennfäden, die erst ca. 5 Minuten nach Einschalten des Stromkreises zum Glühen kommen. Die Nernstlampen stellen sich im Betrieb billiger als Halbwattlampen, da beschädigte einzelne Teile ohne weiteres auswechselbar sind. Infolge der ausgedehnten Leuchtfläche dürfen die Nernstlampen nur da Verwendung finden, wo mit gut korrigierten Objektiven gearbeitet wird. Sie sind an jede Leitung anzuschließen.

Die Lampen enthalten außer dem Gestell zwei wesentliche Elemente: den Brenner und den Vorschaltewiderstand.

Letzterer dient dazu, den Leuchtkörper gegen Spannungsschwankungen zu schützen und die Lichtstärke konstant zu halten. Die Widerstände verbrauchen 20 Volt. Die Brennerspannung muß also 20 Volt niedriger sein, als die Betriebsspannung. Bei Gleichstrom muß unbedingt auf richtige Polung geachtet werden, sonst versagt der Brenner in kürzester Zeit.

Elektrische Bogenlampen.

Durch das Aufkommen der Halbwattlampen haben die elektrischen Bogenlampen für Vergrößerungszwecke ihre Bedeutung verloren. Für Projektionen sind sie nach wie vor noch von einschneidender Bedeutung. Da die vorliegende Abhandlung jedoch vor allem auf Vergrößerungseinrichtungen Rücksicht nehmen soll, so glauben wir keinen Fehler zu begehen, wenn wir die Bogenlampen nicht in die Besprechung einbeziehen.

Die Auswahl der Beleuchtungslinsen.

In der Einleitung zu dem vorliegenden Abschnitt wurde zu beweisen versucht, daß das gestrahlte Kunstlicht infolge des Hinzutritts des Objektivs ohne Anwendung eines besonderen Systems von Beleuchtungslinsen das Negativ nur ungleichmäßig beleuchtet. Zum Zweck einer völlig gleichmäßig beleuchteten Vergrößerung auf dem Auffangsschirm wird es also erforderlich, das Licht derart zu sammeln, daß: 1. die Lichtquelle auf das beste ausgenützt wird, daß 2. das Negativ in seiner ganzen Fläche gleichmäßig durchleuchtet wird, und daß 3. die vom Negativ ausgehenden Strahlen derart zusammengeschnürt werden, daß sie vom Objektiv aufgenommen werden können.

Man schaltet zu diesem Zweck eine Sammellinse zwischen Lichtquelle und Negativ ein. Würde man eine bikonvexe Linse wählen, so würden die Randstrahlen unter sehr spitzem Winkel auftreffen. Dadurch wären die Reflexionsverluste groß und würde dadurch die Beleuchtung ungleichmäßig werden. Gleichzeitig müßte dann das Negativ infolge der Wölbung der Linse verhältnismäßig weit vom Linsenscheitel aufgestellt werden. Dadurch wäre dann zur vollen Beleuchtung des Negativs ein großer Durchmesser der Sammellinse erforderlich. Man schaltet deswegen

in der Regel zwei plankonvexe Linsen, deren Scheitel einander zuzeigen, in den Strahlengang ein, und bringt in möglichster Nähe hinter diesem Linsensystem das Negativ an. Dadurch ergibt sich schematisch folgender Strahlengang:

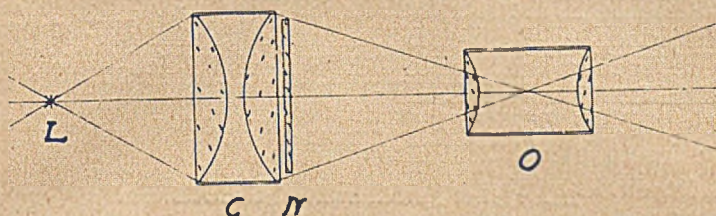


Abb. 14.

L = Lichtquelle. C = Beleuchtungslinsen. N = Negativ. O = Objektiv.

Die vordere, der Lichtquelle zugedrehte Sammellinse richtet, bei zweckentsprechender Aufstellung der Lichtquelle die durch sie dringenden Strahlen der Achse parallel, sobald die Lichtquelle im Brennpunkt steht. Die hintere, nach dem Negativ zu befindliche Sammellinse zieht infolge ihrer entgegengesetzten Stellung diese parallelen Strahlen soweit wieder zusammen, daß sie sich nach Durchleuchtung des Negativs wieder im Objektiv vereinigen.

In Wirklichkeit spielt sich diese Strahlenzusammenziehung nicht in obiger theoretischer Weise ab. Denn erstens spielt hierbei die nicht vorhandene Achromasie der Sammellinsen, zweitens die Strahlenzerstreuung in der Schicht und drittens die Größe der Lichtquelle selbst eine der punktförmigen Zusammenziehung entgegengesetzte Rolle.

Bei der Auswahl der Beleuchtungslinsen muß berücksichtigt werden: die Brennweite der Linsen im Verhältnis zu der des Objektivs, ihr Durchmesser, ihre Farbe und ihre Hitzebeständigkeit. Die genannten Punkte sollen nunmehr besprochen werden.

Brennweite. Arbeitet man auf eine möglichst punktförmige Vereinigung der einzelnen Lichtstrahlen hin, dann muß zwischen der Brennweite f des Objektivs und der Brennweite F der hinteren Beleuchtungslinse das Verhältnis bestehen:

$$F = \frac{n+1}{n} \cdot f \quad \text{oder} \quad f = \frac{F \cdot n}{n+1}$$

Hierin bedeutet n den Vergrößerungsmaßstab. Wird obige Voraussetzung erfüllt, dann herrscht zwischen den einzelnen Linsen paralleler Strahlengang und fällt der Schnittpunkt der Strahlen in die Blende des Objektivs. In der Praxis kann jedoch eine Objektivbrennweite gewählt werden, die, bei gegebener Brennweite der hinteren Beleuchtungslinse, größer ist, als die errechnete, da dann die Fehler der chromatischen und sphärischen Abweichung des Beleuchtungslinsensystems behoben werden.

Ist die Objektivbrennweite f größer als errechnet, so muß zu gleichmäßiger Beleuchtung die Lichtquelle den Beleuchtungslinsen genähert werden, und darf nicht mehr im Brennpunkt der vorderen Linse stehen. Dadurch verlaufen die Strahlen zwischen den Einzellinsen divergent und wird dadurch der Fehler der Farbenabweichung aufgehoben. Gleichzeitig kann dann zur völligen Durchleuchtung einer Platte 9×12 cm eine Beleuchtungslinse mit 15 cm Durchmesser verwendet werden, wenn die Randeinfassung gut geschwärzt ist, und wenn sie dadurch die Randstrahlen absorbiert.

Ist die Objektivbrennweite f kleiner als errechnet, dann muß die Lichtquelle — zur gleichmäßigen Durchleuchtung — in weiterem Abstand als der Brennpunkt liegt, von der vorderen Sammellinse ab aufgestellt werden, wenn die Strahlen im Objektiv gesammelt werden sollen. Dadurch verlaufen die Strahlen zwischen den Einzellinsen konvergent. Dadurch empfangen die Randteile der Hinterlinse dann kein Licht. Um das Bildfeld hell zu machen, muß also der Linsendurchmesser der Beleuchtungslinsen bedeutend größer sein, als die jeweilige Plattendiagonale, oder die Ecken des Negativs werden nicht genügend durchleuchtet.

Je kürzer die Brennweite der Beleuchtungslinse ist, ein um so größerer Lichtkegel wird, namentlich bei punktförmiger Lichtquelle, von der Linse aufgefangen. Das Negativ wird also heller durchleuchtet, als bei längerer Brennweite. Die Nachteile einer zu kurzen Brennweite der Beleuchtungslinsen sind:

1. Je näher die Beleuchtungslinsen an der Lichtquelle stehen, um so stärker erhitzen sie sich, und um so größer ist also die Gefahr des Platzens.

2. Je größer der Lichtkegel seiner Winkelausdehnung nach ist, desto ungleichmäßiger wird die Beleuchtung nach dem Rand zu. Wenn sich dieser Lichtabfall in der Praxis nicht in dem Maße bemerkbar macht, wie es theoretisch sein sollte, so hat dies seinen Grund darin, daß bei den zur Aufnahme bestimmten Objektiven bei großem Bildwinkel die Verhältnisse ähnlich gelagert sind. Dadurch fällt bei kurzer Belichtung das Negativ am Rand stets dünner aus, als in der Mitte. Diese dünneren Randstellen lassen prozentual mehr Licht durch als die dichtere Mitte und wird dadurch der Lichtabfall ausgeglichen.

3. Bei kurzer Brennweite ist die konvexe Seite der Linse stark gekrümmt. Dadurch ist die sphärische Abweichung der parallelen Strahlen verhältnismäßig stark.

Je länger die Brennweite der einzelnen Beleuchtungslinsen ist, um so steiler fallen die Strahlen auf den Rand der ebenen Fläche, und um so gleichmäßiger wird dadurch die Beleuchtung der Bildfläche. Dabei ist jedoch nicht zu übersehen, daß mit dem Anwachsen der Brennweite die allgemeine Helligkeit des Bildes auf dem Vergrößerungsschirm abnimmt.

Außer obigen optischen Verhältnissen hängt die Wahl der Brennweite der Beleuchtungslinsen im Einzelfall noch von der Art der Lichtausbreitung der Lichtquelle ab. Sendet diese ihre Strahlen nach allen Seiten gleichmäßig, so kann das Öffnungsverhältnis der Beleuchtungslinsen beliebig groß sein. Fallen die Lichtstrahlen nur nach einer bestimmten Richtung, so darf die Beleuchtungslinse nur denjenigen Lichtwinkel in sich einschließen, innerhalb dessen die Lichtmenge einigermaßen gleichmäßig ist.

In der Praxis beträgt die Brennweite der vorderen Beleuchtungslinse bei symmetrisch gebautem System zweckmäßig

bei Negativgröße	9×12	10×15	12×16	13×18
	cm	10	15	16,5

In der Regel wählt man die Brennweiten der Einzelinsen gleich. Legt man Wert auf absolut gleichmäßige Bildfeldbeleuchtung, so nimmt man die Brennweite der vorderen, dem Licht zugedrehten Beleuchtungslinse etwas größer als die der hinteren. Ohne Rücksicht auf das Brennweitenverhältnis der einzelnen Linsen bleibt die dem Licht zugedrehte Linse stets für die Gleichmäßigkeit der Bild-

feldbeleuchtung ausschlaggebend. Vom richtigen Brennweitenverhältnis der hinteren Linse und des Objektivs ist die vollständige Ausleuchtung des Negativs bis in die äußersten Ecken abhängig.

Durchmesser der Beleuchtungslinsen. Da die Beleuchtungslinsen nicht achromatisch sind, so dürfen sie infolge ihrer optischen Fehler nicht bis zum Rand ausgenützt werden. Bei voller Randausnützung zeigt sich auf dem Bildschirm ein rotes Farbenband am Rand. Der Durchmesser der Beleuchtungslinsen ist also stets größer zu wählen, als die jeweilige Diagonale des Plattenformats ist.

Negativ	4,5 × 6	6,5 × 9	9 × 12	10 × 15	12 × 16	12 × 16,5
Diagonale	7,5	11	15	18	20	21
Negativ	13 × 18	18 × 24	cm			
Diagonale	22,2	30	cm			

Farbe und Beschaffenheit des Glases. Die schlechteren Beleuchtungslinsen zeigen in der Durchsicht eine ganz schwache Grünfärbung. Die besseren sind aus Jenaer Crown Glas gefertigt. Sie sind vollkommen farblos. Dadurch wirkt das Bild auf dem Vergrößerungsschirm heller. Gleichzeitig wird, namentlich bei großen Abmessungen der Vergrößerung das Einstellen erleichtert. Da jede Schliere und Blase in den Beleuchtungslinsen sich in der Vergrößerung bemerkbar macht, so muß einwandfreie Beschaffenheit der Linsen in dieser Beziehung gefordert werden. Zum mindesten muß die dem Negativ zugekehrte Linse tadellos sein. Großer Wert ist auf dauernde Erhaltung der Hochglanzpolitur der Linsen zu legen. Bei stark hitzender Lichtquelle sind die wärmebeständigen Glassorten zu wählen.

Fassung. Der Fassung der Linsen ist beim Ankauf der Linsen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Diese soll, um die naturgemäß eintretende Erwärmung nicht in vollem Umfang auf die Linsen überzuleiten, mit Luftlöchern versehen sein. Sie darf auf keinen Fall die Linsen fest umschließen. Die Fassung muß inwendig zur Vermeidung von Reflexen vollständig geschwärzt sein. Wünschenswert ist, zu Reinigungszwecken, ein leichtes Einsetzen und Ausbauen der Einzellinsen. Die Bajonettverschlüsse haben sich auch hier bewährt.

Verstellbarkeit der Einzellinsen. Vom theoretischen Standpunkt aus sind die Beleuchtungslinsen bei punktförmiger Lichtquelle nicht imstande, bei festem Linsenabstand und wechselndem Vergrößerungsmaßstab ein gleichmäßig helles Bildfeld zu liefern. Man hat infolgedessen bei einzelnen Konstruktionen die Hinterlinse verschiebbar angeordnet. In den meisten Fällen der Praxis kann man jedoch auf diese Verbesserung verzichten, ohne Nachteile befürchten zu müssen.

Dreiteilige Beleuchtungssysteme. Die dreiteiligen Beleuchtungslinsen gestatten ein starkes Nähern des optischen Systems an die Lichtquelle. Die sich hieraus ergebenden Vor- und Nachteile der kurzen Brennweite wurden bereits oben genannt. Im allgemeinen kann für Vergrößerungszwecke auf die dreiteiligen Linsen verzichtet werden. Bei Projektionen in großem Maßstab sind sie am Platz.

Das Springen der Beleuchtungslinsen. Werden die Beleuchtungslinsen stark überhitzt, so liegt die Gefahr des Springens nahe. Im allgemeinen neigen Linsen aus hellem Glas weniger zum Platzen, als solche aus grünlichem. Man bevorzuge also erstere. Die Gegenmittel gegen ein Platzen sind:

1. Einlage von Asbestpappe zwischen Fassung und Linsenrand.
2. Einschalten von Wärmedämpfungsscheiben zwischen Beleuchtungslinsen und Licht.
3. Gute Luftzirkulation im Gehäuse, die besonders die Linsen dauernd umspült.
4. Langsames Erwärmen der Linsen. Man nähere die Lichtquelle den Linsen nur ganz allmählich.
5. Kein Öffnen der Gehäusetüren während des Arbeitens, da im Betrieb die Erwärmung ihren Höhepunkt erreicht, und jede plötzliche Abkühlung schadet.
6. Langsames Abkühlen nach der Arbeit. Man lasse das Gehäuse möglichst solange geschlossen, bis es sich nur noch mäßig warm anfühlt.

Die Auswahl des Vergrößerungsobjektivs.

Wie beim Ankauf eines Aufnahmeapparates muß man sich auch hier zunächst für den Objektivtypus entscheiden und sind erst dann die Sonderanforderungen be-

treff der optischen Konstanten zu berücksichtigen. Bei dieser Entscheidung muß zunächst noch einmal kurz auf die Beleuchtungslinsen zurückgegriffen werden. Durch die nicht achromatische Korrektur dieser Linsen gelangen verschiedenfarbige und verschieden geneigte Strahlen in das Objektiv. Um diese vorhandenen Fehler nicht noch durch die Optik des Vergrößerungsapparates zu vermehren, ist es erforderlich, daß das jeweilige Objektiv achromatisch korrigiert ist. Nur dann ist es möglich, daß es die auf seine Vorderfläche fallenden verschiedenfarbigen Strahlen zu einem punktförmigen Gebilde vereinigt. Aus den einleitenden Kapiteln über den allgemeinen Einfluß der Lichtführung wissen wir weiter, daß strahlendes und gestreutes Licht verschiedene Anforderungen an die optische Güte des Objektivs stellt. Je stärker die Lichtquelle bei gestrahltem Licht ist, desto geringere Ansprüche muß das Objektiv in Hinsicht auf seine optische Korrektur erfüllen. Dasselbe gilt auch für all diejenigen Fälle, in denen der von den Beleuchtungslinsen herkommende Lichtkegel derart zusammengeschnürt ist, daß er nur die Mitte der Objektivfläche ausfüllt.

Hieraus ergibt sich ohne weiteres: Für wirtschaftliches, auf Höchstleistung gerichtetes Arbeiten scheiden alle nicht achromatisch korrigierten Objektive (Periskope, Bichromate) aus. Entscheidet man sich bei Vergrößerungsapparaten mit wechselndem Vergrößerungsmaßstab trotzdem für die Anwendung dieser Objektive, so muß der Fehler der Farbenabweichung auch bei der Vergrößerung in derselben Weise ausgeglichen werden, wie bei der direkten Aufnahme. Aplanate kommen nur dann in Frage, wenn der Abfall der Schärfe nach dem Rand zu nicht stört. Man wird hier vor allem die langbrennweitigen Systeme bevorzugen, damit man mit geringer Abblendung, die ja, wie im „Praktischen Teil“ zu zeigen ist, nicht einmal bei jeder Lichtquelle bzw. Lichtführung möglich ist, auskommt. Da der ganze Vergrößerungsvorgang an und für sich eine Verflachung der Schärfe mit sich bringt, so wird man, wenn vom pekuniären Standpunkt aus irgend möglich, auf Anastigmaten zurückgreifen. Bei stark hitzenden Lichtquellen verdienen die unverkitteten Anastigmaten den Vorzug vor den verkitteten. Bei letzteren kann der die Einzellinsen zusammenhaltende Kanadabalsam erweichen, und verschiebt sich dann die optische Zentrierung. Gleichzeitig ist darauf

zu achten, daß die Blendenlamellen aus Stahl, und nicht aus Kautschuk bestehen.

Die Auswahl der Brennweite. Die Brennweite des Vergrößerungsobjektivs steht bei direktem Licht, einerlei ob es in gestrahlter oder gestreuter Form zur Anwendung gebracht wird, infolge des beschränkten Öffnungsverhältnisses der Beleuchtungslinsen in engem Zusammenhang mit der Brennweite der hinteren Sammellinse. Die entsprechenden Formeln wurden bereits oben angeführt.

Bei direktem gestrahltem Licht muß die Brennweite des Vergrößerungsobjektivs etwa doppelt so groß sein, als die der hinteren Beleuchtungslinse. Dadurch steht das Objektiv verhältnismäßig weit von der Beleuchtungslinse ab. Dadurch bildet sich ein langgestreckter, schmaler Lichtkegel, der vom Objektiv leichter aufgenommen werden kann, als ein kurzer, breiter.

Arbeitet man mit direktem gestreuten Licht, unter Verwendung von Beleuchtungslinsen, so soll die Brennweite des Objektivs nicht kleiner sein als das 1,5fache der Brennweite der hinteren Beleuchtungslinse. Bewegt sie sich unter dem angegebenen Wert, so tritt bei gestrahltem Licht eine ungünstige Lichtausnützung ein, da dann die Lichtquelle aus dioptrischen Gründen verhältnismäßig weit von der vorderen Beleuchtungslinse weg aufgestellt werden muß. Ist die Brennweite in diesem Fall größer als 2 Brennweiten der hinteren Beleuchtungslinse, so ergeben sich hier ebenfalls leicht ungünstige Lichtverhältnisse.

Arbeitet man mit indirektem gestreuten Licht, so fallen obige Beschränkungen fort. Man wird aber auch hier kurzbrennweitige, sich dem Weitwinkelobjektiv nähernde optische Systeme vermeiden, da der mit diesen Konstruktionen verbundene starke Abfall der Lichtstärke nach dem Rand zu sich auch bei Vergrößerungen in demselben Maße bemerkbar macht, wie bei der direkten Aufnahme.

Innerhalb der angegebenen Grenzen hängt die engere Auswahl der Brennweite des Objektivs im Einzelfall ab: 1. von der Länge des zur Verfügung stehenden Balgauszugs der Kamera, 2. von der Länge des zur Verfügung stehenden Raums und 3. vom Vergrößerungsmaßstab selbst. Die entsprechenden Formeln sind im Abschnitt „Prinzip der Vergrößerung“ angeführt. Im allgemeinen gilt hier: Steht nur ein kurzer Balgauszug zur Verfügung, und soll trotzdem nur geringe Vergrößerung ausgeführt werden, so ist ein

kurzbrennweitiges Objektiv vorzuziehen. Je länger der zur Verfügung stehende Raum ist, um so weniger Bedenken stehen der Verwendung eines langbrennweitigen Objektivs entgegen.

Auswahl der Lichtstärke des Vergrößerungsobjektivs. Bei nahezu punktförmiger Lichtquelle wähle man Objektive mit mittlerer Lichtstärke. Eine relative Öffnung $F/8$ reicht hier völlig aus. Bei zu großer Lichtstärke erhält man hier sonst infolge des Austritts von falschem Nebenlicht aus dem weitgeöffneten Objektiv leicht verschleierte Bilder. Bildet sich Schleier, so muß man den Lichtkegel durch Abblenden in mäßigen Grenzen verkleinern.

Arbeitet man mit gestreutem, direktem oder indirektem Licht, so ist es wünschenswert, daß die Lichtstärke des Objektivs möglichst groß ist, da hier die vorhandene Lichtstärke genau so ausgenützt wird, wie bei der direkten Aufnahme, und da es nur so möglich ist, in der Auswahl des lichtempfindlichen Materials möglichst freizügig zu werden. Je lichtstärker das Objektiv ist, um so weniger schädlich wirkt infolge der kurzen Belichtungszeiten etwaiges zerstreutes Licht im Vergrößerungsraum.

Einfluß des Durchmessers der Objektivlinsen. Der Durchmesser der einzelnen Objektivlinsen muß, um eine gleichmäßige Beleuchtung des Bildfeldes auf dem Vergrößerungsschirm zu erhalten, bei gestrahltem Licht derart groß sein, daß er den ganzen von den Beleuchtungslinsen herkommenden Lichtkegel aufnehmen kann. Außer von der jeweils gewählten Brennweite ist die Form der Zuspitzung dieses Kegels auch noch von der Größe der Lichtquelle selbst bzw. von der Größe, die sie im Objektiv einnimmt, abhängig. Ist die Brennweite der vorderen Sammellinse größer als die der Hinterlinse des Beleuchtungssystems, so ist das Bild der Lichtquelle in der Blendenebene des Objektivs kleiner als die Lichtquelle. Man hat es hier also mit einem sich stark verjüngenden Lichtkegel zu tun, und kann, namentlich bei langer Brennweite des Objektivs die Linsenöffnung verhältnismäßig klein sein. Bei symmetrischen Beleuchtungslinsen und kurzer Objektivbrennweite werden Lichtquelle und Lichtquellenbild etwa gleichgroß. Dementsprechend ist auch der Linsendurchmesser genügend groß zu wählen. Ist der Linsendurchmesser kleiner als das Bild der Licht-

quelle, so geht ein entsprechender Teil des Lichtes verloren oder es ist überhaupt ausgeschlossen, das Bildfeld genügend gleichmäßig zu beleuchten.

Ankauf eines Vergrößerungsapparates mit Beleuchtungslinsen.

Die wichtigsten Teile des Vergrößerungsapparates, das Objektiv und die Beleuchtungslinsen wurden bereits im Vorstehenden besprochen, und dürften die angegebenen Richtlinien ausreichen, Fehler beim Ankauf zu vermeiden, bzw. die Angaben der Kataloge auf ihre Verwendbarkeit und Richtigkeit hin zu prüfen. Nicht alles, was in marktschreiender Reklame anempfohlen wird, bewährt sich in der Praxis. Um dem Anfänger Enttäuschungen zu ersparen, erscheint es deshalb wünschenswert, auf weitere Punkte hinzuweisen.

Allgemeiner Bau. Der ganze Vergrößerungsapparat muß lichtdicht, feuersicher und gut durchlüftet gebaut sein. Nur bestes, hitzebeständiges Material ist zu verwenden. Etwaige Lackierung muß hitzefest sein. Blaublech hat sich bewährt, wenngleich bei ihm die Gefahr des Verbeulens und dadurch Minderung der einzelnen lichtsicheren Abschlüsse vorliegt. Holz darf als Arbeitsmaterial zweckmäßig nur bei der Bilderbühne und beim Objektivträger verwendet sein. Um hier keine Störungen durch die Hitze eintreten zu lassen, sollen diese Teile kreuzweise verleimt sein. Je größer das Gehäuse ist, desto weniger liegt die Gefahr einer übermäßigen Erhitzung der Beleuchtungslinsen vor. Man kaufe lieber ein zu großes, als ein zu kleines Gehäuse, da bei ersterem stets noch die Möglichkeit vorhanden ist, eine stärkere Lichtquelle nachträglich einzubauen und mit Objektiven verschiedener Brennweite zu arbeiten.

Lichtabdichtung. Der ganze Bau muß einschließlich des Schornsteins und der Lüftungsöffnungen gegen Lichtaustritt in den Vergrößerungsraum vollkommen geschützt sein. Geschieht die Lichtabdichtung der hinteren Wand durch einen Samtvorhang, so muß dieser unentflammbar imprägniert sein.

Luftführung. Es ist von grundlegender Wichtigkeit, daß die Einzelkonstruktion eine vollkommene Luftkühlung ermöglicht. Der kühlende Luftstrom muß so geführt sein, daß die vordere Beleuchtungslinse, und möglichst auch der ganze Rohrstutzen mit den Linsen, dauernd von

frischer Luft bespült wird. Dies ist nur dann möglich, wenn 1. direkt unter den Beleuchtungslinsen im Kastenboden ein breiter, licht-, aber nicht luftdicht abschließender Spalt zum Ansaugen der kalten Luft vorhanden ist, wenn 2. sich im Boden noch kleine Luftlöcher befinden, die die Saugkraft des Schlitzes jedoch nicht übertreffen dürfen, und wenn 3. ein hoher Schornstein mit geöffneten, aber lichtdicht abschließenden Klappen vorhanden ist.

Einordnung der Beleuchtungslinsen. Bei sämtlichen heutigen Konstruktionen sind die Beleuchtungslinsen außerhalb des Gehäuses angeordnet. Nur dann sind sie vor zweckloser Erhitzung und dadurch vor der Gefahr des Zerspringens gewahrt. Trotzdem muß aber durch zweckmäßige Luftkühlung das Maß der Erhitzung möglichst beschränkt werden.

Das Beobachtungsfenster für die Lichtquelle darf keine photochemisch wirksamen Strahlen austreten lassen. Es soll möglichst groß sein. Bei elektrischem Bogenlicht und Kalklicht muß die Scheibe zum Augenschutz möglichst dunkel sein.

Der Lampenhalter muß sich auf Führungsschienen, möglichst mit doppeltem Zahntrieb verschieben lassen. Leicht greifbare Schrauben müssen eine Verschiebbarkeit der Lichtquelle in senkrechter Richtung ermöglichen.

Der Negativhalter soll nach Möglichkeit hoch und tief zu verstellen, vor- und rückwärts zu neigen, und um die senkrechte Achse schwenkbar sein. Auf diese Weise läßt sich das Negativ an diejenige Stelle des Strahlenkegels legen, die einen kleinen Durchmesser hat. Dies geschieht dann, wenn man kleine Negative oder Teile eines größeren vergrößern will. Hiedurch lassen sich auch stürzende Linien in der Originalaufnahme bei der Vergrößerung beseitigen, oder doch zum mindesten mildern.

Ein verschiebbares Haltegestell zum Einschalten einer Mattscheibe in den Strahlengang ist unbedingt erforderlich. Der Balgauszug muß hinsichtlich seiner Länge im richtigen Verhältnis zur Brennweite des Objektivs und zum beabsichtigten geringsten Vergrößerungsmaßstab stehen.

Der Objektivträger muß trotz der Verschiebbarkeit des Balgs auch bei Belastung mit einem schweren Objektiv parallel zur Negativfläche ohne Kantung im vertikalen Sinn stehen. Sollen mehrere Objektive verschiedener

Brennweite verwendet werden, so ist es wünschenswert, das Objektivbrett leicht auswechseln zu können. Das praktische Arbeiten wird dadurch erleichtert, wenn der Objektivträger feststehend angeordnet ist, und wenn der jeweils erforderliche Abstand zwischen Objektiv und Negativ durch Verschieben des Balgs mit dem Kameragehäuse nach hinten erreicht wird. Beim Ankauf ist der Apparat auch noch dahin zu überprüfen, daß die Beleuchtungslinsen und das Gehäuse auch bei großen Verschiebungen lichtdicht verbunden sind.

Luftabzug. Der Schornstein muß möglichst hoch sein, damit ein genügend starker Luftzug entsteht. Seine obere Kappe darf nicht tief in Richtung auf das Gehäuse hinab geführt sein, denn sonst wird die nach aufwärts steigende warme Luft gezwungen, sich nach unten einen Ausweg zu verschaffen und wird dadurch die Lüftung ungenügend.

Im folgenden bringen wir die Abbildungen von einzelnen Apparattypen, die sich in der Praxis bewährt haben. Nähere Beschreibung wolle man aus den Katalogen der Firmen erschen.

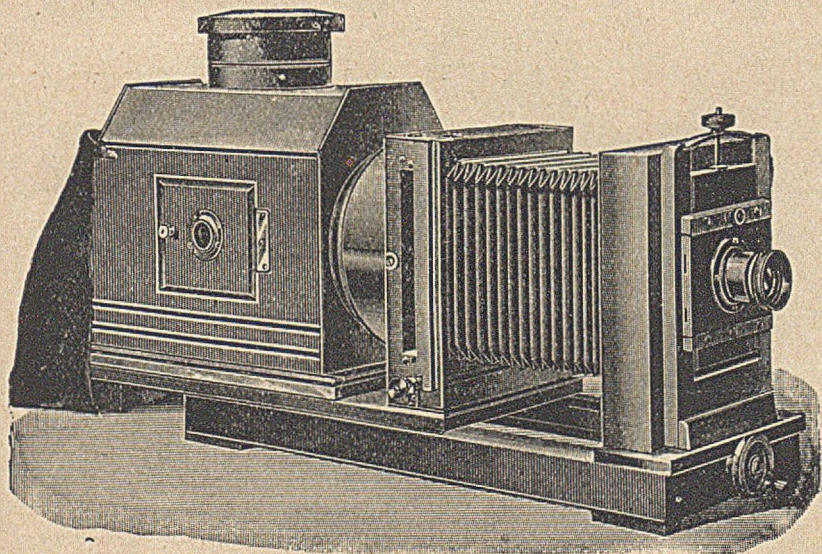


Abb. 15. Nestor-Apparat. Liesegang-Düsseldorf.
(Objektivbrett feststehend, Kasten verschiebbar.)

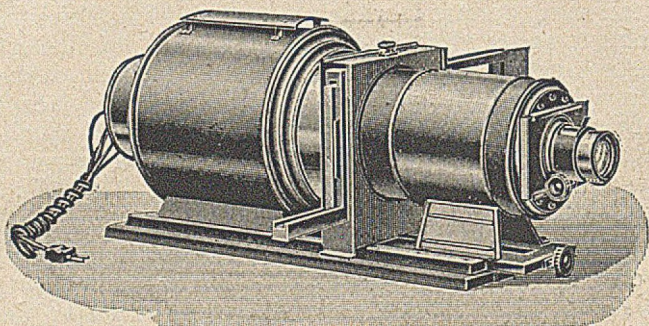


Abb. 16. Hora-Apparat. Liesegang-Düsseldorf.

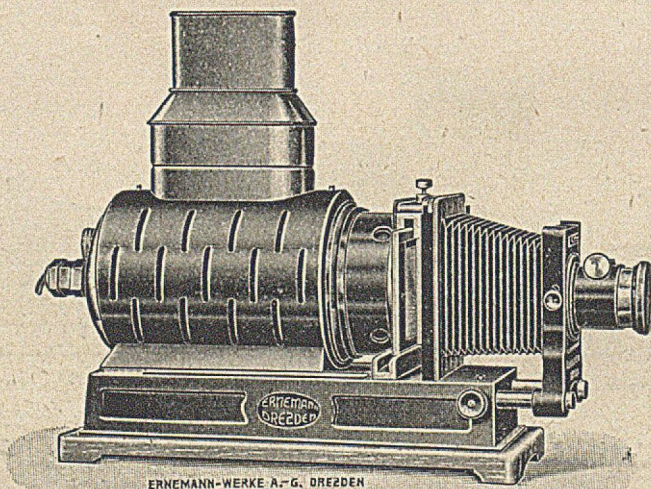


Abb. 17. Halbwatt II von Ernemann-Werke, Dresden.

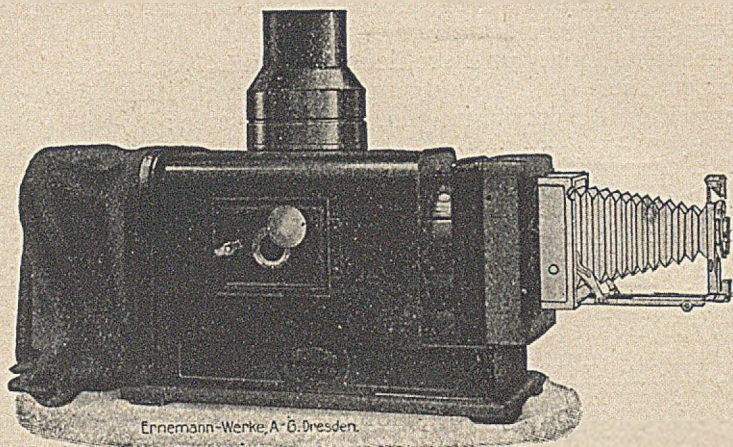


Abb. 18. Hevy XX der Ernemann-Werke. Dresden.

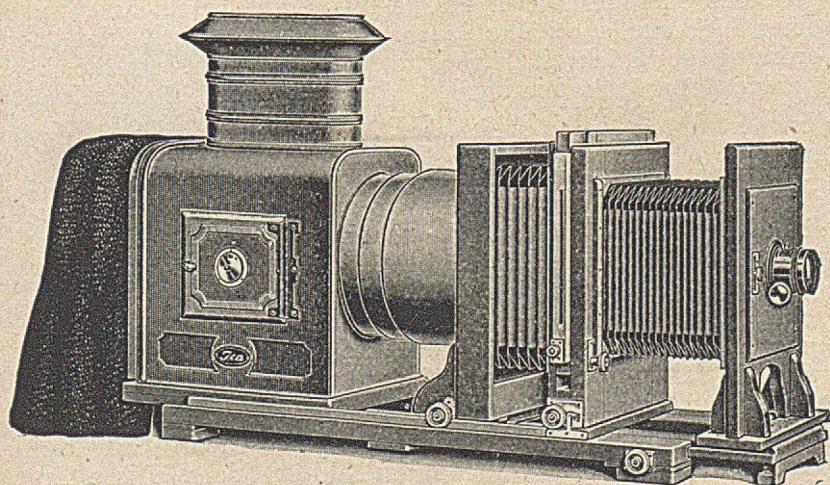


Abb. 19. Furor I der Ica-Dresden.

Kunstlichtvergrößerungsapparate mit gestreutem Licht.

Fast sämtliche Neukonstruktionen auf dem Gebiet der Vergrößerungsapparate bauen sich auf der Verwendung von gestreutem Licht zur Durchleuchtung des Negativs auf. Wir können hier drei Hauptgruppen unterscheiden, und zwar Vergrößerungsvorrichtungen, die ausnutzen:

1. direktes gestreutes Licht: in den Strahlengang der Vergrößerungsapparate mit Beleuchtungslinsen wird hier zur Zerstréuung des direkten gestrahlten Lichtes eine Mattscheibe eingeschaltet;

2. halb direktes gestreutes Licht: hier liegt die Lichtquelle ebenfalls zentral hinter der Mitte des Negativs, die Beleuchtungslinsen fallen fort, und wird die Lichtzerstreuung durch stark brechende Scheiben, oder durch Hintereinanderschaltung von 2 Mattscheiben in Verbindung mit Lichtspiegelung vorgenommen;

3. indirektes gestreutes Licht: hier sind die Lichtquellen seitlich angeordnet und wird das Negativ von den Strahlen einer reflektierenden Fläche durchleuchtet (Beleuchtungskästen).

Das Wesen der gestreuten Beleuchtung besteht somit darin, daß an Stelle des leuchtenden Lichtpunktes in größerer oder geringerer Ausdehnung eine leuchtende, von einer Lichtquelle erhellte leuchtende Fläche tritt. Die Anordnung der Lichtquellen richtet sich danach, ob die jeweilige Rückwand hinter dem Negativ durchscheinend ist oder nicht. Die Kamera, deren Auszug sich nach vorn, also dem Objektiv zu, bewegen muß, wird mit dem Beleuchtungskasten fest oder auch abnehmbar verbunden. Eine derartige Vorrichtung kann man sich, wenn man im Besitz einer geeigneten Kamera ist, mit geringen Kosten selbst herstellen, wie weiter unten beschrieben werden soll.

Bevor die einzelnen Konstruktionsformen kurz beschrieben werden, erscheint es wünschenswert, kurz die generellen Vor- und Nachteile derartiger Konstruktionsprinzipe festzulegen. Die allgemein gültigen Vorteile sind hier:

1. Die Vergrößerungen fallen in jedem Einzelfall weicher aus, als bei direktem gestrahlten Licht. Diese Erscheinung hat ihre Ursache in der Durchsetzung des Negativs mit Strahlen aus allen Richtungen. Die auf das Negativ treffenden Strahlen werden zwar auch bei gestreutem

Licht hin- und her reflektiert, so daß ein Teil der ursprünglichen Strahlen nach dem Objektiv gerichteten Strahlen nicht mehr dorthin gelangt. Diese, von ihrer ur-

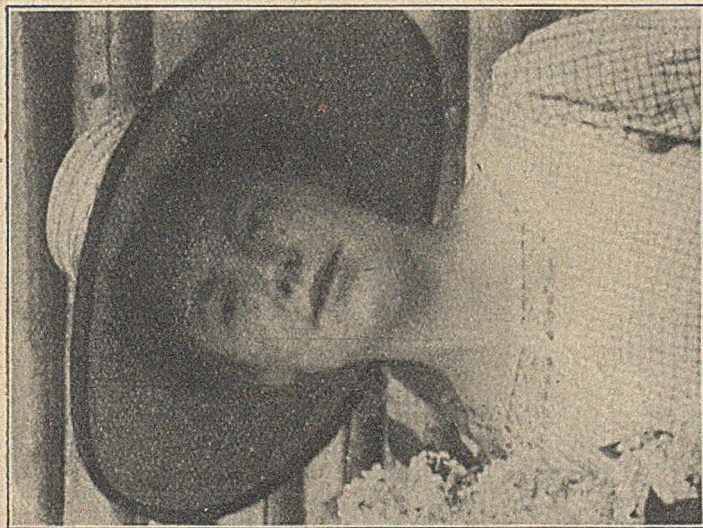


Abb. 20. Gestreutes Licht.

(Vergleichsvergrößerungen der höheren Fachschule für Phototechnik, München. Durch Herrn Direktor Spörl freundlichst gestattet.)



Abb. 21. Gestrahltes Licht.

sprünglichen Richtung abgelenkten Strahlen finden aber einen Ersatz durch solche Strahlen, deren Richtung zunächst gar nicht nach dem Objektiv führte, die aber, wiederum infolge der Reflexion in der Negativschicht, nach dem Objektiv zu abgelenkt wurden. Die Lichtverluste durch Reflexion werden also durch Lichtgewinne aus gleicher Ursache ausgeglichen. Die Schatten des Negativs verlieren also an Deckkraft im Bild und wird dadurch die bei strahlendem Licht unvermeidliche Härte gemildert.

2. Die Anforderungen an die Güte des Objektivs werden geringer: Da das Objektiv hier ohne Schädigung der gleichmäßigen Beleuchtung des Bildfeldes auf dem Vergrößerungsschirm abgeblendet werden darf, so läßt sich ohne weiteres etwa mangelnde Randschärfe verbessern.

3. Man wird von der Dichte des Negativs unabhängiger, und tritt die Forderung bei gestrahltem Licht nur dünne Matrizen verwenden zu können, hier zurück, ohne daß dadurch die Güte der Vergrößerung in technischer Beziehung leidet. Auch normal dichte Negative geben hier im Gegensatz zum gestrahlten Licht noch brauchbare Resultate.

4. Negativretusche ist zulässig: da die Negativschicht von Strahlen aus allen Richtungen durchsetzt wird, kennzeichnen sich Stellen, die in ihrer Struktur von der Plattenstruktur abweichen, nicht in dem starken Maße, wie bei gestrahltem Licht. Die Verhältnisse nähern sich hier denen bei diffusem Tageslicht.

5. Die Vergrößerung kann weiter getrieben werden, als bei gestrahltem Licht. Diese Erscheinung findet ihre Erklärung darin, daß bei gestreutem Licht die Negative im allgemeinen dichter sein müssen, als bei gestrahltem. Dichte Negative sind jedoch in ihrer Struktur gleichmäßiger. Es liegen hier stets Silberanhäufungen, die sich in der Durchsicht überdecken, übereinander und fällt dadurch, selbst bei starker Vergrößerung, das zerrissene Aussehen der Vergrößerung weg.

Die generellen Nachteile des gestreuten Lichtes sind:

1. Gleichstarke Lichtquellen vorausgesetzt, wirkt das Bild auf dem Vergrößerungsschirm stets lichtschwächer, als bei direktem gestrahltem Licht. Dadurch sind längere Belichtungszeiten erforderlich, und kann sich dadurch eine Einschränkung in der Auswahl der Halogensilberpapiere ergeben.

2. Die Vergrößerungen fallen bei gestreutem Licht um eine Kleinigkeit weniger scharf aus, als bei gestrahltem.

3. Die gleichmäßige Beleuchtung der hinter dem Negativ angeordneten reflektierenden Fläche läßt sich mit Wachsen der Negativfläche nur schwer durchführen, wenn nicht sehr starke Lichtquellen zur Verfügung stehen. Es sind bei sachgemäßem Einbau mindestens erforderlich: bei Negativen bis zu 9×12 cm 2 Halbwattlampen von je 40 Watt, bei 13×18 cm 2 Halbwattlampen von je 80 Watt oder 4 zu je 40 Watt, bei 18×24 cm 2 Halbwattlampen zu je 100 Watt oder 4 zu je 60 Watt (Thieme).

4. Durch das gleichzeitige Brennen von mehreren Lampen verteuert sich der Betrieb um einiges.

Anforderungen an die Konstruktion.

Bei kleineren Plattenformaten reicht in der Regel der Einbau von 2 seitlichen Lichtquellen aus. Ohne Rücksicht auf die äußere Konstruktionsform ist zu fordern:

1. Bei seitlicher Lichtanordnung muß das Negativ vollkommen gegen direkte Bestrahlung von der Seite her gesichert sein.

Erhält das Negativ außer dem reflektierten, von der Kastenwand kommenden Licht noch unreflektiertes, direktes Seitenlicht, so tritt auch hier wieder ein ungleichmäßiges Streuen der Negativschicht ein. Die seitlichen Strahlen durchdringen die hellen, nur wenig gedeckten Negativstellen ungehindert, und gehen geradlinig weiter, treffen den Balg und werden von diesem verschluckt. In den dichten Stellen werden die seitlichen Strahlen in der oben beschriebenen Weise zersplittert. Das Objektiv bekommt also, da ein Teil der zersplitterten Strahlen auch auf das Objektiv fällt, von den dichten Stellen mehr Strahlen als dies deren Lichtdurchlässigkeit entspricht. Sie erscheinen dadurch im Bild zu hell. Dadurch wirkt eine derartige Vergrößerung meistens flau.

Die seitliche direkte Bestrahlung hat gleichzeitig noch eine andere störende Wirkung: sie verschlechtert die Wiedergabe feiner Einzelheiten in den Lichtern, was sich gleichfalls durch Zerstreuung des seitlichen Lichtes in der Negativschicht erklären läßt.

Man kann diese seitliche direkte Bestrahlung unter Umständen erfolgreich bei äußerst dichten, harten Nega-

tiven anwenden. Es ist deswegen wünschenswert, daß sich der seitliche Lichtschutz im Bedarfsfall entfernen läßt.

2. Die zweite Hauptanforderung läßt sich dahin zusammenfassen, daß die Abmessungen des Beleuchtungskastens, im Gegensatz zum Gehäuse mit Beleuchtungslinsen möglichst gering sein sollen. Je kleiner der Beleuchtungskasten gehalten ist, desto besser wird die allgemeine Helligkeit ausgenützt.

3. Das Reflexionsvermögen bzw. die Transparenz der leuchtenden Rückwand muß möglichst groß sein, und muß die äußere Form der Wand in Verbindung mit dem sachgemäßen Einbau der Lichtquellen die Negativfläche gleichmäßig zu durchleuchten gestatten.

Mit Magnesias beräucherte Wände weisen die günstigste Reflexion auf. Der Anstrich muß gleichzeitig völlig hitzebeständig sein, und darf auch bei starker Dauererhitzung seine Farbe nicht wesentlich ändern. Die reflektierende Fläche muß derart gekrümmt sein, daß sie in vertikaler und horizontaler Richtung gleichmäßig erleuchtet wird. Etwaige Beleuchtungsfehler müssen sich durch Innenreflexion ausgleichen. Die mathematischen Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Forderung sind im Abschnitt „Selbstbau“ erörtert.

4. Um bei seitlicher Anordnung der Lampen ohne Einschaltung einer Mattscheibe arbeiten zu können, müssen die Lampen so weit nach der Seite gerückt sein, daß bei jedem einzelnen Vergrößerungsmaßstab nicht nur die Glühkörper, sondern auch deren Glasumhüllungen außerhalb des Bildwinkels des Objektivs stehen. Bei grundsätzlichem Mattscheibengebrauch dürfen letztere, auf keinen Fall aber auch erstere in diesen Winkel hineinragen.

5. Bei eingeschalteter Mattscheibe dürfen die Lampen nicht zu nahe an dieser liegen, und diese auch nicht mit direktem Seitenlicht treffen, da sonst die Scheibenränder heller erscheinen, als die Mitte.

6. Die Lichtquellen müssen leicht auswechselbar sein. Die allgemeine Konstruktion der Lichtkammer muß derart gehalten sein, daß Lampen gewöhnlicher Form, nicht etwa nur solche in Röhrenform, sich verwenden lassen.

7. Die das Negativ vor seitlicher Bestrahlung schützenden Lichtkappen dürfen keinen Schatten auf die im Bildwinkel liegende reflektierende Fläche werfen.

hier nur Lampen ganz bestimmter äußerer Form einzubauen sind, deren Beschaffung manchmal auf Schwierigkeiten stoßen kann.

Beim Ankauf eines Kugelvergrößerungsapparates achte man besonders darauf, daß die einzelnen Lampen nicht näher als die Hälfte ihrer gegenseitigen Entfernung dem Mattscheibenrahmen genähert sind. Sonst wird die Mattscheibe in vielen Fällen ungleichmäßig erleuchtet.

2. Der Ica-Vergrößerungsapparat mit Patentspiegel.

Die Lichtquelle ist hier zentral hinter dem Negativ angeordnet. Die Beleuchtungslinsen fallen bei dieser Konstruktion, die, was elegante Lösung der Beleuchtungsfrage anbetrifft, einzigartig dasteht, fort. Die Lichtzerstreuung erfolgt durch zwei hintereinander angeordnete Mattscheiben (mattierte Birne der Glühlampe und eigentliche Mattscheibe). Ein um die Glühlampe gelagerter Siegel, dessen Form sorgfältig berechnet ist, sorgt für genügende Lichtsammlung. Die Spiegelvorrichtung sorgt in Verbindung mit den Zerstreuungsscheiben für gleichmäßige Beleuchtung der Negativfläche bis in die äußersten Ecken. Alles nähere besagen die Kataloge der Firma.

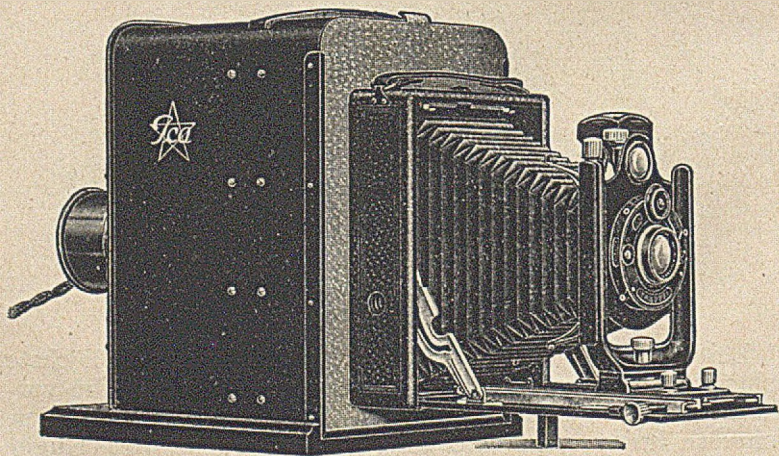


Abb. 23. Ica-Patentspiegelapparat.

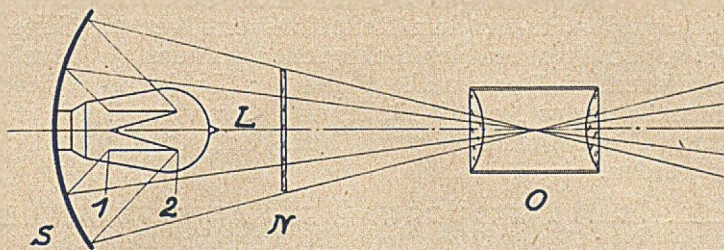


Abb. 24. Strahlengang im Ica-Patentspiegelapparat.

Die Beleuchtungskästen mit seitlichen Lampen.

Die Vorteile dieser Konstruktionsform sind:

1. Die ganze Konstruktion läßt sich mit derartig einfachen Mitteln durchführen, daß Selbstanfertigung in Betracht zu ziehen ist.

2. Durch den Wegfall der Beleuchtungslinsen stellt sich der Preis niedrig.

3. In den meisten Fällen läßt sich die Aufnahmekamera, sofern sie doppelten Auszug hat, ohne weiteres vor den Kasten einschalten, und fällt dadurch die ganze Ausrüstung billig aus.

4. Das ganze Arbeiten wird äußerst einfach: das nicht ganz einfache Ausrichten der Lichtquelle, wie es bei den Apparaten mit Beleuchtungslinsen nicht zu umgehen ist, fällt fort. Der Beleuchtungskasten ist sofort nach Einschalten der Lichtquellen betriebsfertig.

5. Durch Ausschalten einer Lampe bietet sich die Möglichkeit, bestimmte Flächen in harmonischer Lichtabstufung schwächer als andere beleuchten zu können. Dadurch sind wichtige Korrekturmöglichkeiten geschaffen.

Die Nachteile der Beleuchtungskästen sind darin zu suchen, daß in vielen Fällen die erzielte Lichtstärke nur verhältnismäßig schwach ist, und daß sich bei großen Plattenformaten nicht immer eine völlig gleichmäßige Beleuchtung der Negativfläche erzielen läßt.

Die wirksame Lichtkraft der Beleuchtungskästen ist

abhängig: 1. von der photo-chemischen Gesamtlichtstärke der Lichtquellen, 2. von dem Reflexionsvermögen der Seitenwände, 3. vom Abstand der Lichtquellen von der als Leuchfläche dienenden Rückwand, 4. von der Entfernung dieser Rückwand von der Negativfläche, und 5. von der Größe des Kastens. Diese Punkte werden beim Selbstbau näher erörtert werden.

Für die Beurteilung der Konstruktion im Einzelfall gibt Thieme folgende Richtlinien: Die Lampen müssen derart angeordnet sein, daß sie 0,8 mal soweit von der Rückwand abstehen, als die Lampen gegenseitig voneinander entfernt sind. Dann ist die Beleuchtung in waagrechter Richtung gleichmäßig. Um auch in senkrechter Richtung Gleichmäßigkeit zu erzielen, muß die Beleuchtungsfläche derart gekrümmt sein, daß die Verbindungslinie der Lichtquellen die Achse des senkrechten Zylinders ist. Je größer der Krümmungsradius dieses Zylinders ist, desto gleichmäßiger, aber auch desto schwächer wird die Beleuchtung.

Für den Ankauf derartiger Beleuchtungskästen gelten außer den bereits entwickelten allgemeinen Richtlinien noch folgende Punkte: Es sind im Handel Konstruktionen, deren Lampen derart angeordnet sind, daß direkte Lichtstrahlen auf das Negativ fallen. Diese haben, wie oben entwickelt wurde, nur bedingten Wert, und erhält man sehr leicht flauere Vergrößerungen. Entschließt man sich trotz dieser Nachteile hierzu, so ist unter allen Umständen eine Mattscheibe einzuschalten, wodurch dann die Lichtstärke bedeutend (ca. 30%) herabgedrückt wird. Die Entlüftungsanordnung der einzelnen Konstruktionen ist besonders zu überprüfen. Mit Abnahme der Größe des allgemeinen Umfangs wächst die Erwärmung im Innern ganz gewaltig und ergeben sich dadurch neue, technisch jedoch leicht zu überwindende Schwierigkeiten. Bei ungenügender Entlüftung kann die Erwärmung im Innern derart groß werden, daß sie auf die Kamera übergreift und zur Erweichung der Leimung des Balges der Kamera führt.

Senkrecht arbeitende Vergrößerungsapparate.

Die hängenden, zum senkrechten Gebrauch eingerichteten Konstruktionen scheinen, zumal in Verbindung mit

gestreutem Licht die günstigste Lösung der Konstruktionsfrage darzustellen.

Die Sondervorteile derartiger Apparatformen sind:

1. Durch die senkrechte Anordnung benötigt der Apparat kaum Platz.

2. Als Vergrößerungsschirm dient hier ein Tisch oder ein an der Wand befestigtes, herunter klappbar eingebautes Brett, auf welches das Bromsilberpapier einfach gelegt wird. Ein Befestigen mit Reißnägeln, das stets Papierverlust mit sich bringt, fällt hier weg.

3. Das Feststellen des günstigsten Bildausschnittes wird dadurch wesentlich hier erleichtert, daß ein Verschieben des Bromsilberpapiers nach jeder Richtung auf der Tischplatte ohne Zeitverlust möglich ist.

4. Sind die Führungsschienen beim ersten Einbau lotrecht an die Wand geschraubt, und steht die Bildauffangfläche wagrecht, so sind die Forderungen der Parallelität ohne weiteres erfüllt.

5. Es lassen sich leicht Marken für die verschiedenen Vergrößerungsmaßstäbe anbringen, und wird dadurch der ganze Arbeitsgang wesentlich vereinfacht.

6. Die Konstruktionen sind praktisch erschütterungsfrei und ergeben sich selbst bei Bewegungen im Vergrößerungsraum im Gegensatz zu den wagerechten Konstruktionen, stets scharfe Bilder.

Die Nachteile sind darin zu suchen, daß man in den meisten Fällen auf die Verwendung von elektrischem Licht beschränkt ist, und daß die Einstaubgefahr, zumal bei an der Decke hängender Konstruktion, groß ist.

Als Vertreter der stehenden senkrechten Konstruktion ist der Vergrößerungsapparat „Simplex“ von Traut in München anzusprechen, während die hängenden Konstruktionen durch den „Okoli“-Vergrößerungsapparat und durch „Ihaef“ dargestellt werden. Die Kataloge der Firmen geben auch hier die erforderlichen näheren Beschreibungen. „Simplex“ arbeitet mit gestreutem Licht, ebenso „Okoli“. Bei „Ihaef“ tritt an Stelle des gestreuten direkten Lichtes gestreutes indirektes Licht. Sämtliche 3 Konstruktionsformen sind in jeder Hinsicht einwandsfrei, und kommen sowohl

für Liebhaber-, als auch für Fachzwecke in ernstlichen Betracht.

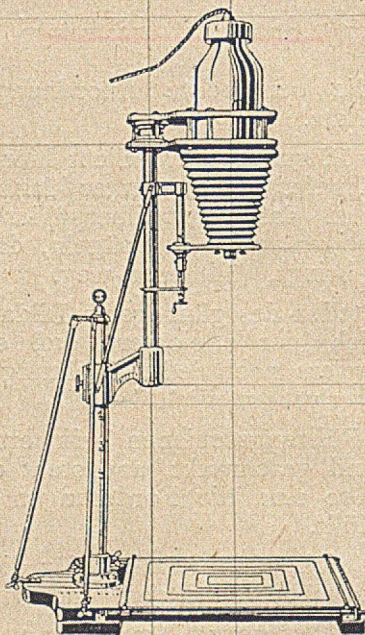


Abb. 25. Moderne Konstruktion.

Die Praxis des Vergrößerns.

Die Ästhetik der Vergrößerung.

Bevor wir zur Ausführung der Vergrößerung schreiten, müssen wir jedes Negativ in ästhetischer Hinsicht auf folgende Punkte hin kritisch betrachten:

1. Ist der ganze Bildaufbau des Originals überhaupt derart, daß er eine gefällig wirkende Vergrößerung zustande kommen läßt?

2. Liegt infolge eines zu großen Bildwinkels des Aufnahme-Objektives, also infolge einer im Verhältnis zur Plattendiagonale kurzen Brennweite, die direkte Notwendigkeit vor, den Bildausschnitt seitlich zu begrenzen?

3. Gewinnt, bei langbrennweitigen Aufnahmeobjektiven, die Bildwirkung dadurch, wenn wir bei der Vergrößerung Randteile des Negativs wegfallen lassen?

4. Wie stark dürfen wir im Einzelfall vergrößern?

5. Welche Schärfe ist in der Vergrößerung anzustreben?

Überprüfen des Bildaufbaus.

Bei der Überprüfung des Bildaufbaus müssen wir den strengsten Maßstab anlegen, wenn wir von der fertigen Vergrößerung nicht enttäuscht sein wollen. Fehler in der Linienführung, in der Verteilung der Licht- und Schattenmassen, die beim kleinen Negativ nicht allzu störend zum Ausdruck kommen, treten im vergrößerten Bild merklich hervor und kann an ihnen die ganze Bildwirkung scheitern. Als obersten Grundsatz müssen wir aufstellen, daß nur eine gefällig wirkende Kleinaufnahme, die allen Anforderungen in ästhetischer Hinsicht voll und ganz entspricht, des Vergrößerns wert ist. Es kommt beim endgültigen Bild nicht auf die äußeren Abmessungen, sondern auf den Wert seines Inhaltes an. Damit soll jedoch in keiner Weise bestritten werden, daß für den einzelnen auch Vergrößerungen, die den allgemeinen ästhetischen Anforderungen geradezu entgegenlaufen, persönlichen Erinnerungswert haben können. Für die große Masse sind derartige Vergrößerungen jedoch völlig bedeutungslos.

Festsetzen des Bildausschnittes.

Wir alle wissen aus einer ganzen Reihe unserer Aufnahmen, daß die Platte räumlich oft mehr enthält, als wir bei der Aufnahme beabsichtigten. Die Gründe hiefür sind: zu kurze Brennweite des Objektivs und dadurch zu großer Bildwinkel, oder Unstimmigkeiten zwischen der Brennweite des Suchers und des Objektivs, oder ungenügendes Überprüfen des Mattscheibenbildes, oder ungünstige, zu große Objektweite.

Ist es uns jedoch bei der Originalaufnahme gelungen, neben dem störenden Beiwerk an den Seiten das Motiv, um dessentwillen wir die Aufnahme machten, in seiner ganzen Ausdehnung zu erfassen, so kann aus einer derartigen Platte durch Vergrößern immer noch ein „Bild“ entstehen: Erforderlich ist nur, daß wir kritisch prüfen. Die mechanischen Hilfsmittel, den günstigsten Bildausschnitt durch Abdeckmasken zu finden, sind bekannt. Um leichter arbeiten zu können, wird man diese Überprüfung im Positivabzug vornehmen. Die an ihm erfolgten Verbesserungen werden dann nachträglich auf das Negativ übertragen.

Bei Bestimmung des Bildausschnittes läuft alles darauf hinaus, aus dem Negativ lediglich den Kern der Aufnahme herauszuschälen. Die Rücksichten, die wir sonst beim Beschneiden einer nicht zu vergrößernden Aufnahme auf immer noch erträgliche Ausmaße des Bildes nehmen müssen, fallen im vorliegenden Fall weg, da uns die Vergrößerungsapparate von den Abmessungen des Originals völlig unabhängig machen.

Bildwinkel der Originalaufnahme und Vergrößerung.

Sobald es sich um das Vergrößern der ganzen Negativfläche handelt, ist die Brennweite des Objektivs, mit welchem die Originalaufnahme gemacht wurde, unter allen Umständen zu berücksichtigen, wenn das fertige Bild hohen ästhetischen Anforderungen entsprechen soll. Arbeiten wir bei der Originalaufnahme mit Objektiven, deren Brennweite kürzer ist, als die Diagonale der Platte, so ist der Bildwinkel zu umfassend. Dadurch leidet häufig die ganze Bildwirkung durch Zerrissenheit und zu große Vielfältigkeit der Objekte. Es hat sich gewissermaßen als Norm herausgebildet, daß zu geschlossener Bildwirkung der Bildwinkel nicht wesentlich von 40° abweichen darf. Diese Größe des Bildwinkels müssen wir also auch in der Vergrößerung anstreben.

Die Reduktion eines zu großen Bildwinkels ist ohne weiteres möglich: Man bestimmt zunächst den Bildwinkel des Aufnahmeobjektivs, sei es an Hand der Kataloge, sei es zeichnerisch.

Ergibt sich, daß der Bildwinkel wesentlich 40° überschreitet, so müssen um zur vollen Bildwirkung zu kommen, Randteile der Seite und Höhe nach wegfallen. Die theoretische Größe dieser Streifen errechnet man folgendermaßen: Man trägt in den Bildwinkel des Aufnahmeobjektivs den gewünschten Bildwinkel von 40° ein, und verlängert die Schenkel der so entstandenen Winkel soweit, daß in den Winkelraum das zu vergrößernde Negativ sich mit seiner Längsseite einpassen läßt. Der Plattenstreifen, der an den beiden Seiten zwischen den Schnittpunkten der Winkelschenkel liegt, muß in der Vergrößerung dann fortfallen. In gleicher Weise verfährt man mit der Schmalseite der Platte.

Maßstab der Vergrößerung.

Außer günstigstem Bildausschnitt müssen wir neben kleinem Bildwinkel von einer Vergrößerung, die bildmäßig wirken soll, auch noch verlangen, daß sie in ihren Anmessungen nicht unserem natürlichen Gefühl widerspricht.

Der Zweck jeder Vergrößerung ist Steigerung der Bildwirkung. Ein gefälliger Ausdruck ist aber nur dann möglich, wenn das endgültige Bild völlig der Natur, wie wir sie zu sehen gewohnt sind, entspricht. Nützen wir die Möglichkeiten, die der Vergrößerungsapparat gibt, bis zu den äußersten Grenzen aus, dann kann leicht der Fall eintreten, daß durch Wahl eines zu großen Vergrößerungsmaßstabes der einzelne Gegenstand im Bild unnatürliche, und dadurch befremdend wirkende Abmessungen annimmt. Selbst bei noch so großem Bildformat darf im vergrößerten Bild ein Gegenstand nie größer erscheinen, als wir ihn unter normalen Verhältnissen zu sehen gewohnt sind. Ein Stilleben mit Rosen, bei dem in der Vergrößerung die einzelnen Blumen zur Größe einer Pfingstrose auseinander gezogen sind, wird nie ein befriedigendes Gefühl in uns auslösen, und mag der ganze Bildaufbau noch so gefällig sein. Die Gesetze der bildenden Kunst gelten eben auch bei der Vergrößerung und dürfen auch hier nicht ungestraft überschritten werden.

Da der Zweck der Vergrößerung vom Einzelfall abhängt, so lassen sich bindende, allgemein gültige äußere Abmessungen nicht geben. Arbeiten wir auf bildmäßige Wirkung hin, so darf das Format 18×24 oder 24×30 cm nur in seltenen Fällen überschritten werden. Trotz aller technischen Verbesserungen hat sich bis jetzt das photographische Bild noch keinen Platz an der Wand im Sinne einer Radierung, von Pastell und Öl ganz zu schweigen, erobern können. Die ganze Wirkung des vergrößerten Bildes mit seiner dünnen Silberschicht zerflattert an der Wand in Nichts. Die äußeren Abmessungen sind also, sobald eine gewisse Mindestgröße erreicht wird, für die bildmäßige Wirkung völlig belanglos, und stören in manchen Fällen große Abmessungen mehr, als sie nützen. Der sich auf den Vergrößerungen teilweise aufbauende Gummidruck hat die unendlichen Schwierigkeiten, dem vergrößerten Bild genügend Leben zu geben, nicht erfolgreich überwinden können. Ob dieser Zustand sich durch den Bromöldruck mit seinen verschiedenen Abarten ändern wird, mag dahin

gestellt bleiben. Es scheint aber, daß auch er das Geschick des Gummidruckes teilt.

Das Maß der Vergrößerung wird also in erster Linie durch ästhetische Erwägungen bestimmt. Auch die Brennweite des Aufnahmeobjektives und der jeweilige Betrachtungsabstand können in diesem Zusammenhang maßgebende Faktoren werden. Hier gilt:

Die Zentralperspektive der optischen Darstellung zwingt dazu, das Bild aus einer Entfernung zu betrachten, die sich mit der Brennweite deckt. Nur dann wirkt das Bild in seinem ganzen Größenaufbau verständlich. Es ist ohne weiteres klar, daß bei kurzer Brennweite der Betrachtungsabstand in der Regel bedeutend größer ist, als die verwendete Brennweite. Vergrößern wir eine derartige Aufnahme, so wird der Betrachtungsabstand gleich dem Produkt aus Brennweite mal Vergrößerungsmaßstab. Da der normale Betrachtungsabstand, d. h. die Schweite des normalen Auges bei kleinen Objekten ca. 25 cm beträgt, so ergibt sich unmittelbar, daß theoretisch folgende Vergrößerungsmaßstäbe anzustreben sind:

Plattengröße	Normale Brennweite	Vergrößerungsmaßstab	Resultierende Brennweite für die Wirkung der Vergrößerung
4,5 × 6 cm	ca. 8 cm	3 mal	24 cm
6 × 9 „	10 „	2,5 „	25 „
9 × 12 „	13 „	2 „	26 „
10 × 15 „	15 „	1,8 „	25 „
12 × 16 „	18 „	0,5 „	27 „
13 × 18 „	22 „	0,3 „	28 „

Technische Beschränkungen im jeweiligen Ausmaß der Vergrößerung sind gegeben: durch die Schärfe bzw. Unschärfe des Originalnegativs, durch sein Format und durch den beabsichtigten Betrachtungsabstand.

Je schärfer das Originalnegativ in seiner ganzen Fläche ist, desto größer kann der Vergrößerungsmaßstab gewählt werden. Passende Apparate vorausgesetzt bestehen theoretisch und praktisch keine Schwierigkeiten, selbst ein kleines Negativ auf die Fläche eines Quadratmeters und noch weiter auseinander zu ziehen. Da wir bei einer jeden Vergrößerung jedoch aus optischen und mechanischen Gründen mit einem Nachlassen der Originalschärfe rechnen müssen, und da sich gleichzeitig die Zwischenräume zwischen den einzelnen Silberkomplexen und diese selbst auseinanderziehen, und da hiedurch das vergrößerte Bild leicht ein

zerrissenes Aussehen erhält, so sind der beliebig starken Vergrößerung kleiner Negative durch die Praxis Grenzen gezogen.

Jedoch kann auch hier der Vergrößerungsmaßstab im Einzelfall um so stärker gewählt werden, aus je weiterer Entfernung das Bild betrachtet werden soll. Beschränkt man sich darauf, nicht stärker als 3fach linear zu vergrößern, z. B. also $4,5 \times 6$ cm auf 13×18 cm, so sind die Vergrößerungen von auf Bromsilberpapier angefertigten Originalbildern gleicher Größe der Gradation nach kaum zu unterscheiden. Legen wir aber dem Vergleich eine zweite, ebenso große Originalaufnahme auf Mattalbuminpapier und eine in denselben Ausmaßen gehaltene Vergrößerung auf Bromsilberpapier zu Grunde, so ergibt sich hinsichtlich der Gradation ohne weiteres die Überlegenheit der großen Originalaufnahme. Ein Sichtbarwerden des einzelnen Silberkorns ist erst bei ca. 60maliger linearer Vergrößerung zu erwarten, tritt also bei keinem der üblichen Vergrößerungsmaßstäbe in Erscheinung.

Die Schärfe der Vergrößerung.

Eine einfache Überlegung zeigt, daß die im Original vorhandene Unschärfe in demselben linearen Maße wächst, wie die Vergrößerung selbst. Da wir nun ohne weiteres in der Lage sind, im Negativ vorhandene Schärfe beim Vergrößern zu verwischen, da wir aber keineswegs ein unscharfes Negativ in der Vergrößerung scharf wiedergeben können, so wurde oben die prinzipielle Forderung aufgestellt, daß das Originalnegativ mit allen Mitteln möglichst scharf zu halten sei.

Bei diesem Punkt ist stets noch zu beachten, daß zwischen Unschärfe im Negativ und Unschärfe der Vergrößerung ein grundsätzlicher Unterschied ist. Wollen wir bei der Originalaufnahme durch Verwaschen der Konturen Weichheit erzielen, so können wir bei großer Tiefenausdehnung des Objektes diese aus optischen Gründen nie über den ganzen Tiefenraum verteilen. Stets grenzen scharfe Zonen an unscharfe. Dagegen ist es uns durch entsprechendes Abblenden und Einstellen bekanntlich ohne weiteres möglich, ein praktisch in allen Zonen gleichmäßig scharfes Bild zu erhalten. Legen wir nun ein derartiges Negativ der Vergrößerung zu Grunde, so ist es hier, da es sich um optische Reproduktion einer ebenen Fläche handelt, durch

unscharfes Einstellen oder durch Einschalten von Beugungsgittern in den Strahlengang, vergl. unten, ohne weiteres möglich, völlig gleichmäßige Unschärfe der ganzen Bildfläche zu erzielen. Diese führt dann, in mäßigen Grenzen gehalten, eine durch keine direkte Aufnahme zu erzielende Weichheit des ganzen Bildes herbei. Sachgemäß angewendet kann dieses bewußte Verwischen der Schärfe eines ursprünglich scharfen Negativs selbst bei kleinem Vergrößerungsmaßstab wesentlich zur Steigerung der Bildwirkung beitragen. Am falschen Platz gebraucht, kann es die ganze Bildwirkung verderben.

Fertigen wir eine Vergrößerung an, so dürfen wir in jedem Einzelfall das entstehende Bromsilberbild nur als Zwischenglied in der Bildentstehung auffassen. Sobald wir das so erhaltene Resultat zu dekorativen Zwecken verwenden wollen, muß eine völlige Umarbeitung der Vergrößerung einsetzen. „Verbessern“ wir die Vergrößerung durch die übliche Retusche, so verlassen wir das photographische Gebiet und entsteht ein lebensunwahres Zwitterding von Zeichnung und Photographie, das keine ernste Existenzberechtigung hat. Gefälligere Wirkungen erzielt man durch Umwandlung des Bromsilberbildes in einen Bromöldruck. Eine weitere, erfolgversprechende Umgehung der Gefahren einer weit getriebenen Vergrößerung ist dadurch möglich, daß wir Diapositive vergrößern und das erhaltene große Negativ dem Gummiprozeß oder noch wirkungsvoller dem Pigmentprozeß zu Grunde legen.

Das praktische Arbeiten mit Tageslichtvergrößerungsapparaten.

Tageslicht und Negativcharakter.

Verwendet man zerstreutes Tageslicht, so kann das Negativ jede Dichte aufweisen, ohne daß Fehlresultate zu erwarten sind, sofern man für Anpassung der Lichtstärke an den Negativcharakter sorgt.

Bei dichten Negativen, wie sie zum Auskopierprozeß Verwendung finden, wird das Licht nicht abgedämpft.

Weiche Negative erfordern abgedämpftes Licht. Die Abdämpfung muß um so stärker sein, je mehr sich der Negativcharakter der Flauheit nähert.

Von flauen Negativen erhält man gegensatzreichere Vergrößerungen, wenn man mehrere Mattscheiben vor das Negativ einschaltet, in zulässigen Grenzen abblendet und ein hartarbeitendes Papier verwendet.

Harte Negative lassen sich nur bei stärkstem Tageslicht vergrößern. Sind die Kontraste übermäßig, und sind die Lichter sehr stark gedeckt, so muß unter Umständen direktes Sonnenlicht zu Hilfe genommen werden. Geht dies nicht an, so ist die Belichtung zu verlängern und nach dem „Serryverfahren“ zu belichten und zu entwickeln.

Der Arbeitsgang beim Arbeiten mit Kastenvergrößerungsapparaten.

Man beklebt zunächst, da hier aus den oben genannten Gründen nur ein Vergrößern der ganzen Negativfläche in Frage kommt, die durchsichtigen Kassettenränder des Negativs lichtundurchlässig mit schwarzem Papier. Unterläßt man dies, so dringt durch den glasklaren Negativrand falsches Licht ein, und verschleiert die Vergrößerung.

Sodann befestigt man, wenn nötig durch eingelegte Rähmchen oder Pappestreifen das Negativ in seinem Halterahmen derart, daß es sich auch bei der zum Belichten erforderlichen schrägen Lage des Apparates nicht verschieben kann. Jede seitliche Verschiebung des Negativs während der Belichtung würde zu Unschärfe führen. Das Negativ wird derart eingelegt, daß die Schichtseite dem Objektiv zugedreht ist. Bei anderer Einordnung erhält man seitenverkehrte Vergrößerungen, bei welchen rechts und links vertauscht ist. Je nach dem beabsichtigten Endprozeß im Positivverfahren wird man also die Lage des Negatives einrichten.

Die besten Resultate erhält man, wenn man das Tageslicht in gestreuter Form anwendet. Je stärker das Licht ist, um so mehr muß der oben genannte Zusammenhang zwischen Negativdichte und Lichtabdämpfung berücksichtigt werden.

Die richtige Haltung des Kastenvergrößerungsapparates beim Belichten ergibt sich aus folgender Überlegung: Das Objektiv des Vergrößerungsapparates hat dieselben optischen Eigenschaften wie ein zu direkten Aufnahmen benutztes Objektiv. Richtet man den Vergrößerungsapparat auf einen gegenüberliegenden Gegenstand oder auf den mit ungleichmäßig hellen Wolken bedeckten Himmel, so werden die in den Bildwinkel fallen-

den Objekte je nach der Einstellung scharf oder unscharf — bei Vergrößerungseinstellung stets unscharf — auf der Bildauffangfläche erscheinen. Behält man diese allgemeine Richtung beim Vergrößern bei und schaltet nur noch das zu vergrößernde Negativ ein, so empfängt das Objektiv und damit auch die lichtempfindliche Fläche zu gleicher Zeit Strahlen vom Negativ und von den dahinter liegenden Gegenständen. Im vergrößerten Bild liegen somit zwei Aufnahmen übereinander: die scharfe des Negativs und die verschwommene der weiter abliegenden Objekte. Dadurch wird eine derartig hergestellte Tageslichtvergrößerung ohne weiteres unbrauchbar.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich somit ohne weiteres, daß der Vergrößerungsapparat stets derart gehalten werden muß, daß dem Apparat gegenüber sich zum mindesten innerhalb des Bildwinkels des Objektivs, nur eine gleichmäßig beleuchtete Fläche befindet (eintöniger Himmel, Reflektor oder ähnliches). Man muß infolgedessen den Apparat s c h r ä g gegen den Himmel gerichtet halten. Hierbei ist, zumal wenn man vom Fenster oder von einem tiefen Stockwerk aus arbeitet, streng darauf zu achten, daß in den Öffnungswinkel des Objektivs weder die Hauswand, noch gegenüber liegende Hausfronten, noch Dachkanten und ähnliches, sondern nur der gleichmäßig helle Himmel hineinragt. Läßt sich keine Lage finden, die diese Anforderungen erfüllt, oder ist der Himmel ungleichmäßig bewölkt, so muß eine Mattscheibe vor das Negativ geschaltet werden. Die Anwendung einer Mattscheibe läßt sich auch dann, wenn der Bildwinkel des Vergrößerungsobjektivs groß ($60-70^\circ$) ist, nur in Ausnahmefällen umgehen. Deshalb wurde auch oben, um einen kleinen Bildwinkel zu erhalten, die Verwendung langbrennweitiger Vergrößerungsobjektive anempfohlen, da ja bekanntlich mit wachsender Brennweite bei gleichbleibendem Negativformat der Bildwinkel abnimmt.

Zweckmäßiger als das meistens angewendete Belichten gegen den Himmel ist es, die gleichmäßige Beleuchtung der Negativfläche dadurch herbeizuführen, daß man das Objektiv gegen einen glatten Bogen, der vom Tages- oder Sonnenlicht hell erleuchtet ist, richtet. Je nach dem Neigungswinkel und jeweiligem Abstand muß dieser Reflektor verschiedene Größe haben.

Für die Anwendung des Reflektors gilt: Die reflektierende Fläche muß mattweiß gestrichen sein, um die Bildung von leuchtenden Lichtpunkten von Anfang an unmöglich zu machen. In der Regel verwendet man weiße Pappe als Reflektor. Sie muß derart groß sein, daß in der besten Stellung, d. h. vom Objektiv aus gesehen am hellsten erleuchtet, auch die äußersten Punkte des Negativs von ihr Licht empfangen können. Nimmt die Pappe eine sehr flache Stellung ein, so bedarf es, selbst für kleine Formate schon großer Flächen, da der Lichtkegel sehr schräg zur Achse geschnitten wird. Die Anwendung eines Spiegels als Lichtreflektor zu Vergrößerungszwecken ist nur bedingt zu empfehlen.

Ein Bewegen des Apparates während der Beleuchtung ist auf die Schärfe unschädlich, sobald Objektiv, Negativ und Bromsilberpapier unverschiebbar fixiert sind.

Abblenden. Erfüllt die optische Ausrüstung des Vergrößerungsapparates die grundlegende Anforderung, das zu vergrößernde Negativ randscharf auszuzeichnen, so ist keine weitere Abblendung, als etwa zur Regulierung der Belichtungszeit erforderlich. Ein Abblenden kann nicht zu umgehen sein, wenn man mit kurzbrennweitigen Objektiven arbeitet, und dem hiebei entstehenden Lichtabfall nach dem Bildrand zu entgegenarbeiten will. Ein zu starkes Abblenden verlängert die Belichtungszeit zwecklos lang. Gleichzeitig fallen bei kleinen Blenden die Vergrößerungen leicht flau aus, da in diesem Fall das falsche Licht bedeutend länger einwirken kann, als bei großen Öffnungen. Arbeitet man mit Periskopen, so ist stets stark abzublenden, wenn man ein gleichmäßig erhelltes Bildfeld erhalten und die optischen Fehler ausschalten will.

Will man, um im Arbeiten freier zu sein, die Kastenvergrößerungsapparate bei Kunstlicht verwenden, so kann, sobald es sich um Negative kleinster Abmessung handelt, eine gleichmäßige Beleuchtung zur Not durch Einschalten einer Mattscheibe zwischen Lichtquelle und Negativ erreicht werden. Bei größeren Negativen wird auch dann hier die Verwendung besonderer Beleuchtungslinsen erforderlich.

Wichtig ist der richtige Einbau des Objektivs. Bei symmetrisch gebauten Objektiven ist es einerlei, ob die Vorder- oder Hinterlinse dem zu vergrößernden Negativ zugewendet ist. Bei unsymmetrischen Objektiven er-

hält man die beste Zeichnung des Objektivs nur dann, wenn bei der Vergrößerung die Hinterlinse dem Negativ zu zeigt.

Arbeiten mit zwei Balgenkameras.

Die oben entwickelten Richtlinien gelten hier sinngemäß. Man hüte sich bei dieser Anordnung, aus Bequemlichkeitsgründen, das zu vergrößernde Negativ auf die Mattscheibe eines Apparates zu legen, da sich dann das Korn der Mattscheibe in der Vergrößerung störend bemerkbar macht. Die Mattscheibe muß, je nach dem Grad des Abblendens, 1—3 cm vom Negativ abliegen.

Das praktische Arbeiten mit Kunstlichtvergrößerungsapparaten mit Beleuchtungslinsen.

Die Anforderungen, die an die Dichte und sonstige Beschaffenheit der Negative in technischer und ästhetischer Hinsicht zu stellen sind, wurden bereits oben behandelt, so daß nunmehr sofort in den praktischen Arbeitsgang eingetreten werden kann.

Der Arbeitsgang bei Vergrößerungsapparaten mit Beleuchtungslinsen zerfällt in folgende Unterabschnitte:

1. Man stellt zunächst ohne Rücksichtnahme auf die gleichmäßige oder ungleichmäßige Beleuchtung des Vergrößerungsschirmes die verlangte Bildgröße ein.

2. Man entfernt nun das Negativ aus seinem Halterahmen.

3. Man verschiebt die Lichtquelle in Richtung der Längsachse des Gehäuses nach oben, unten und nach den Seiten so lange, bis eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung des benötigten Bildfeldes hergestellt ist.

4. Man setzt das Negativ wieder ein.

5. Man stellt nunmehr auf die größtmögliche Schärfe oder den gewünschten Grad der Weichheit der Umrißlinien ein.

6. Man dämpft das weiße Licht durch eine Rot- oder Orangescheibe ab.

7. Man macht zunächst die unbedingt erforderliche Probelichtung, und läßt dieser die Schlußbeleuchtung folgen.

**Das Ermitteln
der Abstände.**

Der zum Erreichen des gewünschten Vergrößerungsmaßstabes erforderliche Abstand einerseits des Negativs, andererseits des Vergrößerungsschirms vom Objektiv kann entweder durch mühsame Versuche, oder durch die oben angeführten Formeln, oder durch Entnahme der beiden Werte aus der folgenden Tafel festgestellt werden. Man ermittelt, auch bei Benutzung der Tafel, die Abstände zunächst ganz grob durch Verschieben des ganzen Apparates.

Tafel der konjugierten Bild- und Gegenstandsweiten nach Steinheil.

Gewünschter Vergrößerungsmaßstab	Abstand des Schirmes vom Objektiv in Brennweiten	Abstand des Negativs vom Objektiv in Brennweiten
1,0	2,0	2,0
1,1	2,10	1,91
1,2	2,20	1,83
1,3	2,30	1,77
1,4	2,40	1,72
1,5	2,50	1,67
1,6	2,60	1,62
1,7	2,70	1,59
1,8	2,80	1,56
1,9	2,90	1,53
2	3,00	1,50
2,1	3,10	1,48
2,2	3,20	1,45
2,3	3,30	1,43
2,4	3,40	1,42
2,5	3,50	1,40
2,6	3,60	1,38
2,7	3,70	1,37
2,8	3,80	1,36
2,90	3,90	1,34
3	4,00	1,33
3,2	4,20	1,31
3,4	4,40	1,29
3,6	4,60	1,28
3,8	4,80	1,26
4	5,00	1,25
4,5	5,50	1,22
5	6,00	1,20

Beispiel: Man will mit einem Objektiv von 22 cm Brennweite ein Bild 4,5 mal vergrößern. Lösung: Neben dem Vergrößerungsmaßstab 4,5 findet man als Abstand des Negativs vom Objektiv den Wert 1,22 und als Abstand des Schirms den Wert 5,5. Mit der Brennweite 22

multipliziert ergibt sich hieraus der tatsächliche Balgauzug mit $1,22 \times 22 = 26,84$ cm und der tatsächliche Schirmabstand mit vom Objektivmittelpunkt mit $5,5 \times 22 = 121$ cm.

Der oben genannte Vergrößerungsmaßstab bezieht sich auf lineare Vergrößerung, also ist z. B. eine Vergrößerung von 9×12 cm auf 18×24 cm eine 2fache Vergrößerung.

Die Möglichkeiten, die Brennweite des Objektives, falls diese nicht auf dem Objektiv selbst angegeben sein sollte, sind in jedem Lehrbuch der Photographie angegeben, und derart bekannt, daß auf ihre Wiedergabe an dieser Stelle verzichtet wird.

Das Einordnen des Negativs.

Das Negativ wird zum Ermitteln der obigen Abstände und zu den folgenden Manipulationen im Negativhalter derart befestigt, daß seine Schichtseite vom Objektiv zugewendet ist. Zur Erleichterung der Bildüberprüfung bringt man das Negativ auf dem Kopf stehend in den Halter. Man achte insbesondere darauf, daß die ganze Negativfläche im Halter genau senkrecht zur optischen Achse des Objektives steht. Meistens sind die Nuten des Bildschiebers zu weit und steht dann das Negativ nach dem Einschieben schräg. Dann wird unter Umständen der eine Bildrand schärfer als der andere. Man fülle also den freien Raum mit Pappe aus. Films werden in gleicher Weise eingesetzt, nachdem man sie zwischen zwei reine, schlieren- und blasenfreie Glasplatten gelegt hat.

Besitzt der Vergrößerungsapparat eine Vorrichtung zum Verschieben des Bildhalters, so ist dieser zwecks voller Ausnützung des austretenden Lichtes soweit von den Beleuchtungslinsen abzurücken, daß der Strahlenkegel gerade noch das Negativ umfaßt, ohne daß farbige Bildränder am Vergrößerungsschirm auftreten. Weist hierbei die Lichtquelle eine Struktur auf, wie es z. B. bei Glühstrümpfen der Fall ist, so muß man darauf achten, daß diese sich nicht durch die Beleuchtungslinsen auf dem Negativ abbildet, da sie sich sonst auch auf dem projizierten Bild störend bemerkbar macht. In diesem Fall muß man auf die gesamte Ausnützung des austretenden Lichtes verzichten und das Negativ wieder näher an die Beleuchtungslinsen heranbringen.

**Das Ausrichten
der Lichtquellen.**

Nach dem Festlegen der allgemeinen Bildgröße und nach der ersten groben Einstellung der Schärfe muß bei gestrahltem, direktem Licht und Lichtzusammenziehung mit Beleuchtungslinsen zum Ausrichten der Lichtquelle, d. h. zur gleichmäßig hellen Beleuchtung des Bildschirmes geschritten werden. Es ist ohne weiteres klar, daß man nicht das Vergrößern damit beginnen darf, daß man zunächst das Bildfeld auf dem Schirm möglichst gleichmäßig erleuchtet, und dann erst den Vergrößerungsmaßstab und das Einstellen der Schärfe vornimmt. Durch das Einstellen verrutscht der zusammengezogene Lichtkegel aus dem Objektiv, und trifft entweder ein zu großer oder ein zu kleiner Lichtkegel das Objektiv und ergeben sich in beiden Fällen die unten beschriebenen Unzuträglichkeiten.

Man entfernt also nach dem allgemeinen Einstellen das Negativ aus dem Halter, um die Beleuchtung des Bildschirmes zu regeln.

Bei direktem gestrahltem Licht kann bei Verwendung von Beleuchtungslinsen eine gleichmäßig helle Beleuchtung des Vergrößerungsschirmes nur eintreten, wenn:

1. Der Mittelpunkt der Beleuchtungslinsen und des Objektives auf einer Geraden mit dem Mittelpunkt der Lichtquelle liegt. Diese Gerade (optische Achse) muß gleichzeitig das Negativ bzw. den Vergrößerungsschirm senkrecht durchstoßen.

2. Wenn zwischen Lichtquelle und Beleuchtungslinsen ein vom Einzelfall abhängiger, ganz bestimmter Abstand sich befindet.

Demgemäß hat das Ausrichten der Lichtquelle sowohl in senkrechter als auch in wagerechter Richtung zu erfolgen.

**Das Ausrichten
der Höhe nach.**

Bei sachgemäßer Konstruktion des Vergrößerungsapparates fallen die optischen Achsen der Beleuchtungslinsen und des Objektives ohne weiteres zusammen, und ist deshalb ein Ausrichten der Höhe nach nur in seltenen Fällen erforderlich. Arbeitet man mit verschiedenen Vergrößerungsobjektiven, so lassen sich durch Wahl entsprechend eingebauter Objektivbretter auch hier die Achsen zwangsläufig zusammenlegen. Liegt der Mittel-

punkt der Lichtquelle nicht auf der Verlängerung der optischen Achse, so macht sich dies auf dem Vergrößerungsschirm durch Ringbildung ohne weiteres bemerkbar, oder fallen die optischen Achsen der Beleuchtungslinsen und des Objektives nicht zusammen.

Zeigt sich auf dem Schirm in dem Lichtkreis des Objektives unten ein blauer Halbmond und oben ein schmaler roter Schein, so steht die Lampe zu tief. Bei zu hoher Stellung ergibt sich die umgekehrte Erscheinung.

Die beschriebenen Farbringe zeigen sich besonders ausgeprägt nur bei punktförmigen oder punktähnlichen Lichtquellen. Arbeitet man mit flächenförmig ausgedehnten Lichtquellen, oder schaltet man eine Mattscheibe ein, so fallen diese Erscheinungen weg. Die farbigen Schattenbildungen rühren davon her, daß von den nicht achromatischen Beleuchtungslinsen einzelne Strahlengattungen zonenweise so geleitet werden, daß Mischungen der einzelnen farbigen Strahlen zu weißem Licht nicht zustande kommen. Bei ausgedehnten Lichtgangsquellen fallen die Strahlen infolge ihres unregelmäßigen nach dem Austritt aus den Beleuchtungslinsen wiederholt übereinander und vereinigen sich auch am Rand des Lichtkegels wieder zu weißem Licht.

**Ausrichten
der Seite nach.**

Steht die Lichtquelle der Höhe nach zwar richtig, ist sie aber seitlich zur optischen Achse verschoben, oder fallen die optischen Achsen der Beleuchtungslinsen und des Objektives der Seite nach nicht zusammen, so zeigt sich auf dem Vergrößerungsschirm rechts ein blauer Halbmond und links ein roter Schein am Rand, wenn die Lichtquelle zu weit rechts steht. Die umgekehrte Erscheinung ergibt sich bei einer Stellung zu weit links.

**Ausrichten in Rich-
tung der Längsachse.**

Im Gegensatz zum einmaligen Zentrieren der Lichtquelle nach Höhe und Seite muß das Ausrichten in Richtung der Längsachse stets von neuem erfolgen, wenn der Vergrößerungsmaßstab sich ändert, oder wenn man ein Objektiv anderer Brennweite verwendet. Vom richtigen Zentrieren in letzterem Sinn hängt ab: die völlig gleichmäßige Beleuchtung des Vergrößerungsschirmes, die völlige Ausnützung der Lichtquelle und damit

zum großen Teil das wirtschaftliche Arbeiten beim Vergrößern.

Wie alle Vorgänge beim Vergrößern, ist auch dieses Ausrichten in optischen Ursachen begründet. Wir haben oben gesehen, daß sich mit jeder Veränderung des Vergrößerungsmaßstabes die Entfernung Objektiv—Negativ verändert, und daß durch das Einschalten der Beleuchtungslinsen in den Strahlengang ein Lichtkegel entsteht, der, die Vorderlinse des Objektivs völlig bedeckend, mit seiner Zuspitzung im optischen Mittelpunkt des Objektivs liegen muß, um die besten Beleuchtungsverhältnisse zu ergeben. Die Zuspitzung dieses Kegels und die Entfernung seines Strahlenschnittpunktes von den Beleuchtungslinsen hängt nun in weitem Maße von der Entfernung der Lichtquelle von der vorderen Beleuchtungslinse und damit von der jeweiligen Zentrierung in Richtung der Längsachse ab.

Liegt der Lichtpunkt L gleich der doppelten Brennweite von der Beleuchtungslinse entfernt, so liegt auch der Vereinigungspunkt B des Lichtkegels in der gleichen Entfernung. Rückt L näher an den Brennpunkt F heran, so entfernt sich B weiter von der Linse. Fällt der Lichtpunkt mit dem Brennpunkt F zusammen, so treten die Strahlen aus der Linse parallel aus. Rückt L zwischen F und die Linse, so werden die Strahlen zerstreut. Rückt L weiter als die doppelte B-Brennweite von der Linse ab, so rückt der Vereinigungspunkt B näher an die Linse heran. Wir haben es also ganz in der Hand, durch Verschieben des Lichtpunktes auch den Vereinigungspunkt zu verlegen, oder, wie man sagt, die Vereinigungsweite der Linse zu ändern. Dadurch sind wir auch in der Lage, durch Verschieben der Lichtquelle in wagerechter Richtung, den Schnittpunkt des Strahlenkegels in jedem Einzelfall in das Objektiv zu legen und damit die günstigsten Lichtverhältnisse zu schaffen.

Je nach der Entfernung der Lichtquelle von der vorderen Beleuchtungslinse können wir also den Strahlengang jeder einzelnen Objektivstellung anpassen. Bezeichnen wir mit L die günstigste Entfernung der Lichtquelle von der Beleuchtungslinse, mit B den Balgauszug (Entfernung Objektiv—Beleuchtungslinse) und mit F die Brennweite des Objektivs, so ergibt sich die allgemeine Formel

$$L = \frac{B \times O.}{B - O.}$$

Diese Entfernung wird jedoch in der Mehrzahl der Fälle nicht errechnet, sondern durch praktische Versuche ermittelt.

Der Abstand zwischen Lampe und Beleuchtungslinse ist um so kleiner, je größer die Brennweite des Objectives ist, oder je stärker die Vergrößerung gehalten wird, und umgekehrt. Hieraus ergibt sich weiter unmittelbar: Arbeitet man mit einem langbrennweitigen Objectiv, und geringer Vergrößerung, so ist der Abstand zwischen Beleuchtungslinse und Lampe groß zu wählen, und muß dementsprechend die Abmessung des Beleuchtungskastens gewählt sein. Umgekehrt ist dieser Abstand klein zu halten, bei kurzbrennweitigen Objectiven und starker Vergrößerung.

**Fehler
beim Ausrichten.**

Das Bildfeld auf dem Vergrößerungsschirm nimmt nach dem Rand zu an Lichtstärke bedeutend ab und erscheint mit rötlich gefärbtem Rand umgeben, wenn:

1. die Entfernung zwischen Lichtquelle und Beleuchtungslinse zu groß ist;

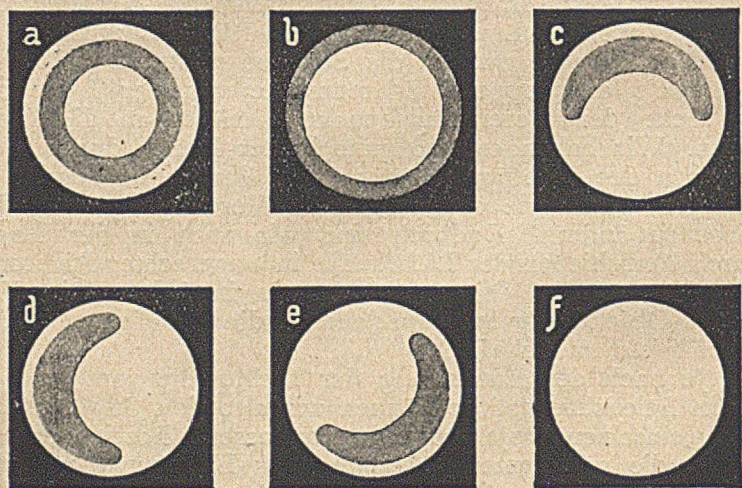


Abb. 29. Schattenbildung auf Vergrößerungsschirm.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| a = zu kleine Entfernung der Lampe. | d = Stellung zu weit links. |
| b = „ große „ „ | e = „ „ „ rechts. |
| c = zu hohe Stellung. | f = einwandsfreie Stellung. |

2. wenn die Beleuchtungslinsen eine übermäßig große sphärische Abweichung aufweisen. In letzterem Fall hilft vielfach das Entfernen der einzelnen Linsen voneinander;

3. wenn der Strahlenkegel kleiner ist als die Objektivlinse (dann nur Randverdunkelung).

Es bilden sich blaue, kreisförmige Schatten im Lichtkreis auf dem Schirm

1. wenn die Entfernung zwischen Lampe und Beleuchtungslinse zu gering ist, und

2. wenn der von den Beleuchtungslinsen kommende Lichtkegel einen größeren Durchmesser hat als die vordere Objektivlinse.

Kennzeichen für richtiges Ausrichten.
--

Die Beleuchtung ist einwandsfrei geregelt, wenn das Bildfeld völlig klar mit scharfem Rand erscheint. Selbst bei noch so genauer Zentrierung macht sich bei punktförmiger Lichtquelle bemerkbar:

1. ein besonders heller Lichtfleck in der Mitte,

2. eine gleichmäßige Abnahme der Helligkeit nach dem Rand zu, und

3. ein schmaler roter Saum der äußersten Randzone der dem Objektiv zugedrehten Beleuchtungslinse stets dann, wenn die Linsenfassung nicht weit in die Linse hineinragt. Letztere Erscheinung ist eine Folge der mangelnden Achromasie der Beleuchtungslinsen.

Zeigt sich in keiner Stellung der Lichtquelle eine scharfe Begrenzung des hellen Feldes, so ist dies ein Beweis dafür, daß das benützte Objektiv eine zu kleine Winkelöffnung hat, und daher nur für kleinere Beleuchtungslinsen und kleinere Bildformate brauchbar ist.

Zeigt sich bei Verwendung einer Bogenlampe bei richtiger Einstellung der Lampe in der Mitte der weißen Kreisfläche ein blendend weißer Punkt, so ist die Stellung der Kohle falsch. Man muß dann versuchen, durch geringere oder stärkere Neigung der Lampe den Fehler zu beseitigen. Gelingt dies nicht, so muß man eine Mattscheibe einschalten. Bei Verwendung elektrischer Glühlampen ist dies immer notwendig, da sich sonst die Glühfäden auf dem Vergrößerungsschirm mit abbilden.

**Das scharfe Einstellen
der Vergrößerung.**

Nach dem Herbeiführen der gleichmäßigen Bildfeldbeleuchtung auf dem Vergrößerungsschirm wird das Negativ wieder in den Halterahmen gebracht und erfolgt nunmehr die Schluß-einstellung.

Man überprüft hierbei gleichzeitig nochmals das vergrößerte Bild. Das Festlegen des Bildausschnittes wird bedeutend dadurch erleichtert, wenn man den Vergrößerungsschirm mit schwarzem Papier belegt, und darauf ein Stück weißes Papier in der gewünschten Größe befestigt.

Erscheint das Bild auf dem Schirm klar und harmonisch, so kann nach erfolgter Scharfeinstellung zum Belichten geschritten werden.

Erscheint das Bild hart, mit übermäßigen Kontrasten, und ohne Zeichnung in den Lichtern, so ist der Versuch zu machen, die Lichtstärke zu vergrößern, vergl. oben. Ist dies nicht möglich, so muß die Belichtung verlängert und dementsprechend vorsichtig entwickelt werden, eventl. unter Zuhilfenahme des Sterryverfahrens, oder der gleichzeitigen Belichtung und Entwicklung.

Erscheint das Bild flau, so ist die Lichtstärke zu vermindern oder abzudämpfen, bis die erforderlichen Kontraste erreicht sind.

Durch den Gebrauch der oben angeführten Tafel von Steinheil ist es unschwer, das Objektiv in die optisch günstigste Lage zu bringen. In der Praxis sind die derart ermittelten Entfernungen nur — sehr brauchbare — Annäherungswerte. Die jeweiligen Abstände rechnen vom optischen Mittelpunkt des Objektivs aus. Dieser ist nur verhältnismäßig schwierig zu bestimmen. Nimmt man ihn in der Blendenebene an, so begeht man dadurch einen geringen Fehler, der bei Festsetzung der Abstände stets noch ein nachträgliches Verschieben des Objektivs zur Folge hat.

Man stellt durch Verschieben des Objektivs scharf ein. Das scharfe Einstellen ist Sache der praktischen Erfahrung. Es wurde schon oben erwähnt, daß die Vergrößerung stets weniger scharf ausfallen muß als das Negativ. Je stärker die Vergrößerung gehalten wird, desto schwieriger ist es, aus den verschiedenen Stufen der Unschärfe die geringste herauszufinden.

Hilfsmittel zur Scharfeinstellung sind gegeben durch die sogenannten Testplatten. Diese sind käuflich im

Handel zu erhalten oder auch auf folgende Weise selbst herzustellen: Man beleuchtet eine Platte in der Dunkelkammer mit einem brennenden Streichholz und entwickelt sie derart stark, daß sie praktisch lichtundurchlässig ist. Sodann ritzt man auf ihrer Schichtseite scharf abgegrenzte Linien ein. Diese Prüfungsplatten setzt man an Stelle des Negativs in den Rahmen ein, stellt auf ihre Marken scharf ein und ersetzt sie dann durch das Negativ.

Ein scharfes Einstellen und richtige Wiedergabe der Proportionen des Negativs ist nur dann möglich, wenn die Negativebene und die des Vergrößerungsschirmes parallel sind und wenn die optische Achse senkrecht auf der Schirmebene steht. Will man öfters vergrößern, so empfiehlt es sich, um ein zeitraubendes Ausrichten zu umgehen, den Vergrößerungsapparat und die Auffangfläche zwangsläufig durch Schienen oder Leistenführung zu verbinden.

Die im Einzelfall zu erreichende größte Schärfe ist abhängig:

1. Vom Maßstab der Vergrößerung: je stärker die Vergrößerung ist, desto unschärfer ist sie aus den oben entwickelten Gründen.

2. Von der absoluten Schärfe des Negatives: je schärfer dieses ist, desto schärfer fällt bei gleichbleibendem Vergrößerungsmaßstab die Vergrößerung aus.

3. Von der Feinheit des Silberniederschlags: Manche Vergrößerungen sind mit unregelmäßig verteilten schwarzen und weißen Pünktchen überzogen. Diese sind nicht etwa Vergrößerungen des Plattenkorns, sondern mehr oder minder haufenförmige Ablagerungen von Silberkörnern in der Schicht. Das einzelne Silberkorn wird erst bei 60facher linearer Vergrößerung sichtbar. An manchen Stellen liegen die Silberteilchen eng beisammen, während andere Schichtteile arm an solchen Anhäufungen sind. Dadurch entstehen aber sehr feine Zwischenräume, die das Licht durchlassen und dabei Beugungserscheinungen hervorrufen. Diese verursachen dann die obigen punktartigen Flecken auf der Vergrößerung, und treten diese um so mehr hervor, je dichter die Platte und je stärker die Vergrößerung ist. Die Entstehung dieser Flecke hängt daher nicht nur vom Grad der Vergrößerung, sondern auch von der Belichtung, von der Art der Plattenemulsion und nicht zuletzt von der Zusammensetzung des Entwicklers ab, denn alle diese Fak-

toren rufen bekanntlich den ungleichen Silberniederschlag hervor.

4. Von der Güte der optischen Korrektur des Vergrößerungsobjektives: ist starke Farbenabweichung vorhanden, oder zeichnet das Objektiv das zu vergrößernde Negativ nicht randscharf aus, so ist es unmöglich, eine in allen Teilen völlig scharfe Vergrößerung zu erhalten.

5. Von der Möglichkeit das Objektiv abzublenden, ohne daß die Helligkeit des Bildfeldes auf dem Vergrößerungsschirm leidet: wie eine einfache Überlegung zeigt, ist es nicht möglich, die absolute Schärfe der Vergrößerung durch Abblenden zu steigern, da es sich hier ja um die Projektion einer ebenen Fläche handelt. Nur hinsichtlich der Ausdehnung des scharfen Bildfeldes, also hinsichtlich der Randschärfe, kann bei mangelhafter optischer Korrektur durch Abblenden eine Verbesserung erzielt werden. Arbeitet man mit Testplatten, so kann man unschwer den Einfluß der Abblendung auf das Zunehmen der Randschärfe auf dem Vergrößerungsschirm erkennen.

Das Verwischen der Schärfe.
--

Je schärfer die Vergrößerung ist, desto härter wirkt sie. Wenn es auf Weichheit des Bildes ankommt, dann darf also nicht die optisch zu erreichende Maximalschärfe angewendet werden, sondern ist auf Unschärfe der ganzen Bildfläche hinarbeiten. Um hier nicht zu unverständlicher Bildwirkung zu kommen, ist es erforderlich, daß das Negativ in seiner ganzen Tiefenausdehnung möglichst gleichmäßig scharf ist. Nur dann wirkt die künstlich erreichte Unschärfe der Vergrößerung verständlich und wirkungsvoll.

Die Mittel zur Erreichung gleichmäßiger Unschärfe des Bildes sind:

1. Man stellt zunächst scharf ein, und beginnt zu belichten. Während der Belichtung bewegt man das Objektiv mit Hilfe der Einstellvorrichtung etwas vor- und rückwärts. Dadurch läßt sich die angestrebte Weichheit der Linien erreichen, sobald man die nicht ganz einfache Technik des Verfahrens beherrscht.

2. Man schaltet in den Strahlengang ein Beugungsgitter ein. Dadurch tritt eine Ablenkung der Lichtstrahlen ein, und fällt dadurch das Bild weicher aus. Gleichzeitig helfen diese Gitter wesentlich die Härte des Negativs zu überwinden

und größte Tonkontraste zu bewältigen. Ob die Netze aus Draht oder aus feinstem Tuch bestehen, ist für ihre Auswirkung nicht einerlei. Am besten verwendet man Netze aus Müllerbeutel Tuch, wie es in den Mühlen zum Aussortieren des Mehles verwendet wird. Derartige Netze zeigen nie die unerwünschten Reflexe der abgenützten Drahtgitter und sind leicht dauerhaft zu schwärzen. Man klebt sie zwischen zwei schmale, etwa einen halben Zentimeter breite Kartonsrahmchen und bestreicht sie mit einem dünnen Gemisch von schwarzer Staubfarbe (Ruß oder Elfenbeinschwarz) und einer Schellacklösung auf beiden Seiten sparsam an. Es darf kein Glanz entstehen. Läßt man diese Netze ungefärbt, so lassen sich die größten Lichtkontraste mildern. Von ausschlaggebender Wirkung ist die jeweilige Maschenweite und die Fadendicke der Netze. Je weitmaschiger das Netz ist, desto geringer ist seine Wirkung und umgekehrt.

Das Beugungsgitter wird auf der Innenseite des Objektivbrettes, also gegen die Beleuchtungslinse hin, befestigt. Auch das Arbeiten mit diesen Netzen erfordert viel Übung und Erfahrung, um die Höchstleistung zu erzielen.

3. Eine weitere Möglichkeit, künstlerische Wirkung zu erzielen, besteht darin, daß man die Gaze in unmittelbarer Nähe des Vergrößerungsschirmes selbst anbringt. Man spannt hiezu ein Stück der Gaze, das etwas größer ist, als die anzufertigende Vergrößerung, in einen Rahmen oder zwischen zwei sauber geputzte Glasplatten. Läßt man die Gaze auf dem Papier selbst aufliegen, dann wird das Bild in eine Unzahl feinsten Pünktchen zerlegt, ähnlich einer Autotypie. Dies ist dann von Vorteil, wenn das Negativ in seinen Kontrasten zu hart ist, um eine weiche Vergrößerung zu liefern. Die tiefsten Schatten erscheinen dann durch das Rasternetz heller und wirkt das Bild dadurch harmonischer. Hält man die Gaze um etwa die Stärke einer Glasplatte vom Papier ab, so zeigt sich die Struktur der Gaze auf der Vergrößerung nicht mehr, wohl aber werden die Linien des Bildes weicher. Je weiter man die Gaze vom Bild abhält, desto größer wird die Zerstreuung. Man hat es so in der Hand, jede beliebige Weichheit zu erzielen. Bei Verwendung der Gaze ist darauf zu achten, daß ihr Abstand von der Bildfläche überall gleich ist. Ist dies nicht der Fall, so ist die Unschärfe an verschiedenen Teilen des Bildes verschieden. Deshalb spannt man die Gaze am besten auf eine Glasplatte auf. Will man keinen

Abstand, so steckt man sie mit Heftzwecken fest. Will man einen kleinen Abstand, so schaltet man eine Glasplatte ein, und befestigt wie oben.

4. An Stelle der vor dem Bild verwendeten, immerhin nicht billigen Gaze kann auch eine Mattscheibe treten. Legt man diese mit ihrer matten Seite auf das Papier, so gibt die selbstleuchtend gewordene Scheibe ein scharfes Bild. Entfernt man die Scheibe ganz wenig, 1—2 mm, durch umgekehrtes Auflegen, so entsteht eine eigentümliche Art der Unschärfe, die vielen Porträtbildern eine ungewöhnliche Lebenswahrheit und Frische gibt. Man spart dadurch gleichzeitig an Retusche. Voraussetzung ist, daß eine geätzte, nicht durch Sandstrahlgebläse mattierte Scheibe verwendet wird.

Das Belichten.

Nachdem das Negativ in der gewünschten Größe der erforderlichen Schärfe in völliger gleichmäßiger Helligkeit und in der richtigen Tonabstufung auf dem Vergrößerungsschirm zur Darstellung gebracht ist, setzt man bei Verwendung von hochempfindlichen Papieren eine rote, sonst eine orangefarbige Filterscheibe auf das Objektiv, um den Arbeitsraum gegen schädliches Licht abzudichten. Hierauf heftet man mit Heftzwecken auf dem Schirm das Papier fest.

Über die Dauer der Belichtung lassen sich hier ebenso wenig, wie beim sonstigen Negativ- und Positivprozeß feststehende Daten geben. Die Belichtungsdauer hängt im Einzelfall ab: von der photochemischen Lichtstärke der jeweiligen Lichtquelle, von der Dichte des Negativs, von der Farbe des Silberniederschlagcs und vom Vergrößerungsmaßstab.

Die relativen Belichtungen und die Zusammenhänge zwischen Belichtungszeit und Vergrößerungsmaßstab zeigt die folgende Tafel von Steinheil und Stolze.

Maßstab der Vergrößerung.	Relative Belichtungszeit für Vergrößerung.
1,0	1,0
1,1	1,1
1,2	1,21
1,3	1,32
1,4	1,44
1,5	1,56
1,6	1,69
1,7	1,82

Maßstab der Vergrößerung. Relative Belichtungszeit für Vergrößerung.

1,8	1,96
1,9	2,10
2	2,25
2,1	2,40
2,2	2,56
2,3	2,72
2,4	2,89
2,5	3,06
2,6	3,24
2,7	3,42
2,8	3,61
2,9	3,80
3	4,00
3,2	4,41
3,4	4,84
3,6	5,29
3,8	5,76
4	6,25
4,5	7,56
5	9,00
5,5	10,56
6	12,25

Beispiel. Ein Bild soll 4,5 mal vergrößert werden. Man hat für die Reproduktion in gleicher Größe, also für die Belichtung des Negatives unter den auf dem Vergrößerungsschirm vorhandenen Verhältnissen, z. B. eine Belichtungszeit = 12 Sekunden gefunden. Man findet in obiger Tafel neben 4,5 · 7,56 als relative Belichtungszeit. Hieraus erhält man durch Multiplikation mit 12 Sekunden ($7,56 \times 12$) die Belichtungszeit 91 Sekunden für die tatsächliche Vergrößerung.

Die Möglichkeiten, die Belichtungsdauer der Vergrößerung im Einzelfall festzustellen, sind:

1. Streifenweise Probebelichtung. Wie beim Arbeiten mit den sonstigen Entwicklungspapieren beim direkten Kontaktdruck macht man die Probebelichtung auf dem Vergrößerungsschirm etwa derart, daß man einen entsprechenden Papierstreifen, der von derselben Emulsion stammen muß, wie das zur Schlußvergrößerung benutzte Papier, Zug auf Zug mit ansteigenden Belichtungszeiten belichtet. Nach dem Entwickeln wird dann bei hellem Licht aus dem gewonnenen Resultat sowohl die günstigste Belichtungszeit, als auch die korrekte Anpassung des Charakters des Entwicklungspapiers an denjenigen des Negatives festgestellt. Letztere Überprüfung, auf welche weiter

unten noch ausführlich zurückgekommen wird, ist ebenso wichtig, wie die erstere der Belichtungsdauer.

Voraussetzung für das richtige Gelingen dieser und der weiter unten folgenden Verfahren ist natürlich die absolute Gleichmäßigkeit der Lichtstärke des Vergrößerungsapparates. Nur dann erhält man bei der definitiven Belichtung der eigentlichen Vergrößerung das gleiche Resultat, wie bei der als am besten erkannten Probelbelichtung.

2. Verwendung eines Aktinometers. Die Ermittlung der Belichtungszeit mittels eines Aktinometers setzt rechnerische Fertigkeit und systematische Schulung voraus. So sicher es ist, daß eine systematische Ausrechnung der Belichtungszeit auf diese Weise möglich ist, so sicher ist auch, daß der Berufsphotograph in der Regel wegen Zeitmangel, der Liebhaberphotograph aus Unkenntnis und Bequemlichkeit sich nicht mit dieser Methode befreundet.

3. Ermitteln auf optischem Wege. Verwendet man den unter dem Namen „Graphoskop“ nach Prof. Fr. Schmidt und Otto Langer in den Handel gebrachten modifizierten Graukeil, so kann man auf einfache Weise durch Aufpressen der Schichtseite des zu vergrößernden Negatives auf ein Blatt rein weißes Papier gute Anhaltspunkte zur Ermittlung der Belichtungszeit erhalten.

4. Belichten des Originalnegatives am Vergrößerungsschirm. Man stellt zunächst den Vergrößerungsapparat für das kleine Negativ ein, nimmt dann das Negativ aus dem Halter, legt es in den Kopierrahmen, bedeckt es mit dem zur Vergrößerung bestimmten Papier und befestigt den Rahmen hart am Vergrößerungsschirm im Lichtbündel des Objectives. Hierauf erfolgt streifenweise Probelbelichtung, wie vom Kontaktdruck her bekannt.

Gegen diese von manchen Seiten vorgeschlagene Belichtungsfeststellung ist einzuwenden: Die als am besten erkannte Belichtungszeit darf nur bei streng diffuser Beleuchtung des Negatives im Vergrößerungsapparat un geändert für die spätere Herstellung der Vergrößerung angewendet werden. Arbeitet man mit Vergrößerungsapparaten mit Beleuchtungslinsen, so müssen, selbst bei Einschaltung einer fein geätzten Mattscheibe in den Strahlengang, Abweichungen von der ermittelten Belichtungszeit eintreten. Man muß hier stets den oben beschriebenen Callier-Effekt und die durch ihn bedingte Abbeugung des Lichtes in den silberreichen Stellen des Negatives berücksichtigen.

Die ursprünglich ermittelte Belichtungszeit ist also, um ein im Einzelfall verschiedenes Maß zu verlängern. Geschieht dies nicht, so fallen die Lichter in der Vergrößerung viel kreibiger und ärmer an Zeichnung aus, als im Kontaktdruck. Eben eine Folge der Lichtbeugung, die nur bei räumlicher Trennung von Negativ und Kopiermaterial bei der Vergrößerung, nicht aber im Kontaktdruck sich äußern kann.

Der Kopierversuch im Lichtkegel des Vergrößerungsapparates mit Beleuchtungslinsen gibt also bei Negativen mit klaren Schatten wohl einen Anhaltspunkt für die richtige Belichtung der Schatten, aber die Lichter, die für die ganze Bildwirkung von der ausschlaggebendsten Bedeutung sind, werden bei der endgültigen Vergrößerung dem Kontaktdruck gegenüber unterbelichtet sein.

Arbeitet man nach diesem eben beschriebenen Verfahren, so muß bei Negativen, die starken Schleier in Lichtern und Schatten zeigen, die Vergrößerung gegenüber dem Kontaktdruck auf dem Vergrößerungsschirm allgemein länger belichtet werden, weil hier die Abbeugung der Strahlen in allen Teilen des Negatives, also sowohl in den Lichtern, als auch in den Schatten, stattfindet. Der Callier-Effekt tritt hier also nur in Form einer allgemeinen Verlängerung der Belichtungszeit, nicht aber als wesentlicher Gradationsänderer auf.

5. Probebelichtung derselben Bildstelle.
Am zweckmäßigsten erscheint es, das Verfahren der Probebelichtung mit wechselnden Belichtungszeiten auf ein und dieselbe, besonders charakteristische Bildstelle anzuwenden. Wenngleich auch das Belichten eines Probestreifens oft wertvolle Dienste leistet, so versagt es ebenso oft aus dem Grunde, weil für die erfolgreiche Anwendung dieser Methode eine über das ganze Bild reichende gleichmäßige Verteilung der Licht- und Schattenpartien Voraussetzung ist. Dies trifft nicht immer zu. So kommt es oft, daß man selbst bei zehnfacher Abstufung für die hohen Lichter und Halbtöne nur eine Stufe der Belichtung übrig behält und dann eben auch vom Glück abhängig gewesen ist, wenn zufällig dieser Bildstreifen richtig belichtet wurde.

Alle vorbeschriebenen Mängel der bis heute üblichen Verfahren werden bei Verwendung des „Belichtungsprüfers für Vergrößerungen“, den die Firma Baumgart-Berlin, Lichtenbergerstraße 4, in den Handel bringt, ausgeschal-

tet. Die kleine Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer runden Scheibe, welche wiederum einen verdeckbaren Ausschnitt besitzt. Unter diese Scheibe wird ein Probestück des zur Verwendung kommenden Bromsilberpapiers auf eine ihr als Achse dienende Nadel gesteckt. Die Scheibe mit Papier wird derart auf dem Vergrößerungsschirm befestigt, daß ein bestimmter Teil des vergrößerten Bildes, der Schatten, Halbtöne und Lichter aufweist, auf den freiliegenden Teil des Bromsilberpapiers fällt. Nach einer ersten, kurzen Belichtung wird das Papier um seine Achse gedreht und zwar um soviel, daß ein neuer, unbelichteter Teil des Papiers im Ausschnitt erscheint. Dieser wird nun längere Zeit belichtet. Es können bei der vorliegenden Konstruktion sechs verschiedene Belichtungen auf einem Probestatt Anwendung finden. Hierauf wird das Blatt in der normalen Entwicklungszeit, die für jedes Papier verschieden und auf der Spezialanweisung angegeben ist, entwickelt. Es erscheinen sechs Drucke mit ansteigender Kraft im Kreise gelagert und gestatten in einwandfreier Weise den Druck, der richtig belichtet wurde, zu erkennen. Die ihm entsprechende Belichtungszeit wird dann für die Vollvergrößerung zugrunde gelegt.

Das praktische Arbeiten mit gestreutem Kunstlicht.

Mattscheibe mit Beleuchtungslinsen.

Als oberster Grundsatz ist aufzustellen: In jedem Vergrößerungsapparat mit Beleuchtungslinsen soll eine Mattscheibe eingeschaltet werden. Nur bei streng punktförmiger Lichtform ist auf den Gebrauch der Mattscheibe zu verzichten. Je größer die leuchtende Fläche der Lichtquelle ist, um so unbedenklicher kann die Mattscheibe eingeschaltet werden.

Die Mattscheibe muß möglichst feinkörnig, also geätzt und nicht durch Sandstrahl geraut sein.

Durch das Einschalten einer Mattscheibe in den Strahlengang vergrößert sich die leuchtende Fläche. Mit ihrer Einschaltung sind folgende Vorteile verbunden:

1. Man erreicht selbst unter ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen eine gleichmäßige Beleuchtung der Negativfläche.

2. Die Vergrößerungen fallen weicher aus, als bei direktem gestrahlten Licht. Die durch die Mattscheibe eintretende Lichtzerstreuung ist bedeutend stärker, als die durch die verschieden dichten Negativstellen bedingte. Die Mattscheibe gleicht also die durch die Negativstreuung eintretende Härte aus. Dadurch wird das Negativ etwa in seiner natürlichen Gradation in der Vergrößerung wiedergegeben.

3. Fehler in den Beleuchtungslinsen oder Retusche und geschabte Stellen im Negativ oder Runzeln der Schicht machen sich — bei Aufstellung der Mattscheibe in der Nähe der Beleuchtungslinsen, nicht aber nahe der Lichtquelle — nicht störend bemerkbar.

4. Man kann beliebig stark abblenden und dadurch auch bei minderwertiger Optik absolute Randschärfe erzielen und die Belichtungszeit nach Belieben regeln.

5. Das ganze Arbeiten vereinfacht sich: Das Ausrichten der Lichtquelle muß nicht mit der peinlichen Genauigkeit vorgenommen werden, wie bei direktem gestrahltem Licht. Ein Wechsel des Vergrößerungsmaßstabes bedingt kein neues Zentrieren.

6. Man wird in der Auswahl der Negative freizügiger. Je nach der Stellung der Mattscheibe lassen sich sogar harte Negative noch ohne Nachteile verwenden.

Die Nachteile des Einschaltens einer Mattscheibe sind:

Selbst bei Aufstellung der Mattscheibe in der Nähe der Lichtquelle wird die leuchtende Fläche derart groß, daß sie in jedem Einzelfall größer ist, als der Objektdurchmesser. Daraus ergeben sich folgende Fehler:

1. Lichtverlust, da das Objektiv jetzt nicht mehr alles ihm von den Beleuchtungslinsen zugeführte Licht aufnehmen kann.

2. Schwächung dieses an sich schon geringeren Lichtes durch die Absorption der Mattscheibe, die sich besonders auf die photochemisch wirksamsten Strahlen erstreckt.

3. Unter Umständen ungünstige Ausnützung der optischen Eigenschaften des Objektivs. Durch die Mattscheibe wird außer der Mitte auch noch der Rand des Objektivs zur Bilderzeugung herangezogen. Da nun bei schlechten Objektiven sich die Randstrahlen kürzer brechen

als die Zentralstrahlen, so müssen derartige Objektive zur Beseitigung dieses Brechungsfehlers abgeblendet werden. Dadurch tritt eine weitere Abnahme der Helligkeit auf dem Bildschirm ein.

4. Ist die Streukraft der Mattscheibe durch entsprechende Aufstellung sehr beträchtlich, so wird die sammelnde Wirkung der Beleuchtungslinsen völlig aufgehoben.

Stellung der Mattscheibe bei Beleuchtungslinsen.

Man kann die Mattscheibe bei Vergrößerungsapparaten mit Beleuchtungslinsen in den Strahlengang derart einordnen, daß die Scheibe entweder zwischen Lichtquelle und Beleuchtungslinse oder zwischen Beleuchtungslinse und Negativ zu stehen kommt.

Mit der Stellung zwischen Lichtquelle und Beleuchtungslinsen ist der Vorteil verbunden, daß man jeden beliebigen Grad der Lichtdämpfung erreichen kann. Stellt man die Mattscheibe in unmittelbarer Nähe der Lichtquelle auf, so wird die Scheibe selbst zur Lichtquelle. Die Beleuchtungslinsen behalten dann ihre sammelnde Wirkung bei. Gleichzeitig wird der Lichtverlust auf ein Minimum reduziert. Dadurch ist diese Stellung vom optischen Standpunkt, wie von dem der Lichtausbeute aus, die günstigste. Die Streuwirkung der Mattscheibe kommt hier nur wenig zur Geltung, und ist vielfach geringer als die Streuungen in der Negativschicht. Ein normales Negativ kann dadurch, wie bei direktem gestrahltem Licht, hart ausfallen, ein flaueres dagegen normal. Mit der Annäherung an die Lichtquelle wächst die Gefahr des Springens der Mattscheibe. Im Einzelfall kann also das Vorschalten von Wärmedämpfungsscheiben vor die Mattscheibe erforderlich werden.

Ordnet man die Mattscheibe derart in den Strahlengang ein, daß sie nahe den Beleuchtungslinsen steht, dann tritt die stärkste Lichtstreuung auf. Die sammelnde Wirkung der Beleuchtungslinsen wird dann in der Regel aufgehoben. Diese sind in diesem Fall also wertlos, und ähneln die Verhältnisse dann denen bei gestreutem direkten Licht mit zentraler Lichtanordnung. Gleichzeitig wird bei dieser Stellung viel Licht abgeschnitten. Je weiter die Matt-

scheibe von der Lichtquelle absteht, je mehr sie sich also den Beleuchtungslinsen nähert, um so diffuser wird das Licht. Nur ein Objektiv mit großem Durchmesser vermag diese breite, lichtschwache neue Lichtquelle aufzunehmen. Alle Strahlen, welche neben das Objektiv fallen, gehen nutzlos verloren. Die Vergrößerungen fallen bei dieser Stellung am weichsten aus. Eine derartige Anordnung kommt somit vor allem bei der Verwendung harter Negative zur Anwendung. Bei zu großer Annäherung an die Beleuchtungslinsen kann der Bildrand auf dem Vergrößerungsschirm merklich dunkler sein, als die Bildmitte. Gleichzeitig ist es nicht ausgeschlossen, daß sich das Korn der Mattscheibe selbst störend bemerkbar in der Vergrößerung macht.

Bei Anordnung der Mattscheibe zwischen Beleuchtungslinsen und Negativ besteht die Gefahr, daß jeder kleine Fehler der Scheibe sich mit abbildet. Auch kann das Korn der Scheibe hier störend in Erscheinung treten. Man verwendet hier zweckmäßig Opalscheiben in unmittelbarem Kontakt mit dem Negativ. Die Gradation wird bei dieser Stellung weicher, jedoch steigert sich der Lichtverlust bedeutend. Will man hier Mattscheiben verwenden, so muß die Scheibe zum mindesten 1 cm vom Negativ entfernt stehen.

Ersatz der Beleuchtungslinsen durch Mattscheiben.

Es ist möglich, bei zentraler Anordnung der Lichtquelle hinter der Mitte des Negatives durch Einschalten einer Reihe von Mattscheiben die Beleuchtungslinsen in Wegfall kommen zu lassen und trotz des direkten Lichtes die gleichmäßige Beleuchtung einer nicht zu großen Negativfläche zu erreichen. Vergl. hierzu den oben angeführten Vergrößerungsapparat der Ica. Die vollkommenste Streuung erreicht man bei Anordnung von zwei Mattscheiben: die eine ziemlich nahe der Lichtquelle, die andere in der Nähe des Negatives. Um keine allzu große Lichtschwächung eintreten zu lassen, kann ein Überziehen der einzelnen Scheiben mit Zaponlack erwogen werden. Der jeweils günstigste Abstand ist durch Versuche festzustellen. Im allgemeinen ist bei Negativgröße 9×12 cm ein Abstand der Scheibe von ca. 5 cm bei den üblichen Lichtquellen erforderlich. Je mehr sich die Lichtquelle der Punktform nähert, um so weiter muß der Abstand werden.

**Gebrauch der Mattscheibe
bei gestreutem Licht.**

Die auf reflektiertem Licht sich aufbauenden Vergrößerungsapparate scheinen auf den ersten Blick keiner Mattscheibe zu bedürfen. Die praktische Erfahrung zeigt jedoch, daß die Mattscheibeneinschaltung sich trotz des bedeutenden Lichtverlustes auch hier in all den Fällen nicht umgehen läßt, in denen seitliche Lampen das Negativ direkt bestrahlen, oder in denen die Glashüllen der Lampen in den Öffnungswinkel des Objektivs hineinragen. Läßt man hier die Mattscheiben weg, so sind die Vergrößerungen selbst nach normalen Negativen äußerst weich und zeigen vor allem nicht die erforderlichen Feinheiten in den Lichtern. Durch Einschalten einer, unter Umständen mit Zaponlack behandelten Mattscheibe verbessern sich bei diesen Konstruktionen die Resultate ganz bedeutend. Gleichzeitig fängt die Mattscheibe die Wärmestrahlen zum großen Teil auf, und gestattet dadurch auch die unbedenkliche Verwendung von Films.

Das Arbeiten mit reflektiertem Licht.

Im Prinzip schließt sich das Arbeiten mit Vergrößerungsapparaten mit reflektiertem (indirektem, gestreutem) Licht an das oben beschriebene Arbeitsverfahren bei direktem gestrahltem Licht völlig an, so daß es genügt, auf die einschlägigen Kapitel zu verweisen. Naturgemäß fällt hier das Ausrichten der Lichtquelle fort.

Im einzelnen gilt hier:

Vergrößerungsmaßstab. Sobald man mit der vor den Beleuchtungskasten vorgeschalteten Aufnahmekamera arbeitet, ist der Vergrößerungsmaßstab ausschließlich von der jeweiligen Auszugslänge des Balgs abhängig. Nur dann, wenn die Kamera einen doppelten Auszug hat, ist sie zu Vergrößerungszwecken einwandsfrei zu verwenden, da nur dann die erforderlichen geringen Vergrößerungen ausgeführt werden können. Ihre Begründung findet diese Tatsache durch die oben angeführte Tafel der Auszugslängen.

Abblenden: Neu kommt hier die Möglichkeit, das Objektiv in jedem gewünschten Grad abblenden zu können, hinzu. Will man bei der Vergrößerung das Objektiv abgeblendet verwenden, so muß dies zweckmäßig schon bei

den Vorbereitungen geschehen. Kurz vor dem Belichten ausgeführt, können sich unliebsame Störungen einstellen.

Man wird hier, selbst bei randscharf zeichnenden Objektiven, zur Verlängerung der Belichtungszeit stets dann abblenden, wenn man durch Masken einzelne Bildteile zurückhalten will. Die Gradation des Bildes wird durch Abblenden nicht merklich beeinflusst. Ein mäßiges Abblenden empfiehlt sich stets dann, wenn eine vollkommene Parallelität zwischen Vergrößerungsapparat und Bildschirm sich nicht in genügender Weise herbeiführen läßt.

Belichten: Beim Festsetzen der Belichtungszeit müssen die durch etwaiges Vorschalten einer Mattscheibe eintretenden Lichtverluste berücksichtigt werden.

Allgemeiner Arbeitsgang: Man stellt die gewünschte Schärfe her, überprüft die Wirkung des Bildes auf dem Vergrößerungsschirm, schaltet unter Umständen bei zu großer Weichheit eine Mattscheibe ein, und läßt auf die Probelbelichtung die Vollbelichtung folgen.

Da die Beleuchtungskästen sich in vielen Fällen, schon ihrer geringen Ausmaße wegen stärker erhitzen, als die Apparate mit Beleuchtungslinsen, so schalte man nur zum eigentlichen Arbeiten die Lampen ein, und Sorge in jeder angängigen Weise für Kühlung. Die Gefahr, daß schlecht geleimte Balgen sich von den Befestigungsstellen durch die Hitzewirkung, zumal bei lange dauernden Vergrößerungen loslösen, ist hier in jedem Einzelfall vorhanden.

Vergrößert man nicht völlig trockene Platten oder Films, die zum Herbeiführen von genügender Geschmeidigkeit in einem Glyzerinbad behandelt wurden, so stelle man nach einem anderen Negativ die erforderliche Schärfe der Vergrößerung her, und beschleunige das Arbeiten auf das äußerste, um die Negative nicht durch den Wärmeeinfluß zu beschädigen.

Die Auswahl des Papiers.

**Bromsilber- und
Chlorbromsilberpapiere.**

Bekanntlich stehen als Kunstlichtpapiere nur die Bromsilber- und Chlorbromsilberpapiere (Gaslichtpapiere) zur Verfügung. Im allgemeinen greift man zu Vergrößerungen nur auf erstere zurück. Die Ursache dieser Erscheinung ist aus den vorhergehenden Erklärungen ohne weiteres

einzu sehen: bei jeder Art von Vergrößerungen liegt die Möglichkeit vor, daß der Bildcharakter härter ausfällt als das Negativ. Da nun die Bromsilberpapiere stets weicher arbeiten als die sogenannten „Gaslichtpapiere“, und da sie somit den Fehlern der Vergrößerung gewissermaßen entgegenarbeiten, so verdienen sie den Vorzug.

Selbst die reinen Bromsilberpapiere sind kein ideales Arbeitsmaterial. Ihr Hauptvorteil besteht darin, daß sie sich leicht tonen lassen, und daß dadurch dem Bild der kalte schwarz-weiße Ton genommen wird. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Belichtungszeit bei ihrer Verwendung bedeutend kürzer ist, als bei Verwendung von Chlorbromsilberpapieren. Da es aber bei der Verwendung weniger auf schnellstes Arbeiten, als auf Herstellen künstlerisch wertvoller Bilder ankommt, so hat diese hohe Lichtempfindlichkeit der Bromsilberpapiere nur beschränkte praktische Bedeutung.

Die Nachteile der Bromsilberpapiere sind: In jedem Einzelfall ist ihre Gradation bedeutend kürzer als die der Auskopierpapiere. Dadurch ergeben sich, wenn der Negativcharakter nicht völlig den Sonderanforderungen der jeweiligen Emulsion entspricht, oder umgekehrt, häufig bei Vergrößerungen Bilder mit übertriebenen Gegensätzen. Weiche Gradation unter Wahrung kräftiger Tiefen ist mit Bromsilberpapieren nur schwer zu erzielen. Je größer die Lichtempfindlichkeit der Bromsilberpapiere ist, desto kleiner ist ihr Belichtungsspielraum und desto schwerer ist also das Treffen der richtigen Belichtungszeit.

Im Gegensatz hierzu geben die im allgemeinen weniger empfindlichen Gaslichtpapiere — der Unterschied in der Empfindlichkeit zwischen Bromsilberpapieren und hochempfindlichen Chlorbromsilberpapieren tritt in neuester Zeit immer mehr zurück — sattere Schwärzen, größere Kraft, mehr Feinheiten in den Halbtönen und, bereits ohne Tonung, in manchen Fällen wärmere Töne als die Bromsilberpapiere. Entsprechend der geringeren Allgemeinempfindlichkeit steigt der Belichtungsspielraum.

<p>Die Auswahl der Härtestufe des Papiers.</p>
--

Die Fabriken bringen jedes Kunstlichtpapier in verschiedenen Härtestufen (hart, normal oder weich arbeitend) in den Handel. Streng genommen ändert sich sowohl die Härtestufe als

auch die Allgemeinempfindlichkeit jeder einzelnen Emulsion in bestimmten Grenzen. Jede einzelne Packung ist also, um gleichmäßige Resultate zu erzielen, auf ihre Emulsionsnummer hin zu überprüfen.

Bei der Auswahl der Härtestufe des Papiers muß man berücksichtigen: die Dichte und allgemeine Gradation des Negatives, die photochemische Helligkeit des Lichtes und seiner Führung, und in gewisser Hinsicht auch den jeweiligen Vergrößerungsmaßstab, bezw. den mit Zunahme der Vergrößerung auf dem Schirm entstehenden allgemeinen Lichtabfall.

Betrachten wir diese einzelnen Punkte näher, so ergibt sich:

Gut durchgearbeitete Negative, deren Dichte die Lichtführung berücksichtigt, verlangen zur Erzielung der besten Resultate in der Regel ein hochempfindliches, weich bis normal arbeitendes Papier. Bei derartigen Negativen kann unter Umständen auf eines der höchstempfindlichen Chlorbromsilberpapiere zurückgegriffen werden. Zu der genannten Klasse gehören alle Gaslichtpapiere, deren Empfindlichkeit derart hoch ist, daß die Verarbeitung der ungeschützten Papiere nur bei dunkelorangeфарbigem Licht erfolgen darf. Papiere dieser Art sind u. a.: Satrap-Fogas, Telos, Eka, Velotyp, Palabrom, Blitzpapier, Bergmann-Normal, Gapa, Rekord-Spezial, Rano, Rapid-Palos, Asug.

Harte Negative verlangen ein äußerst weich arbeitendes, hochempfindliches Bromsilberpapier. Sämtliche Gaslichtpapiere scheiden hier aus.

Weiche bis flaue Negative verlangen ein weniger empfindliches, und dadurch härter arbeitendes Bromsilberpapier, unter Umständen auch ein Gaslichtpapier.

Wie beim direkten Kopierverfahren im Kontaktdruck muß man somit auch bei den Vergrößerungsarbeiten Papiere verschiedener Härtestufen und verschiedener Oberflächenbeschaffenheit zur Hand haben, wenn man mit den beschränkten Kopiermitteln Höchstleistung erzielen will. Wer nicht in alle Feinheiten des Kontaktdruckes mit Entwicklungspapieren völlig eingearbeitet ist, wird bei seinen Vergrößerungsarbeiten mehr Mißerfolge als erfreuliche Resultate zu verzeichnen haben.

**Das Belichten der
Entwicklungspapiere.**

Der enge Belichtungsspielraum der sämtlichen für die Vergrößerung in Frage kommenden Brom- und Chlorbromsilberpapiere zwingt im Verein mit den hohen Gesteungskosten der Papiere zum wohlüberlegten Handhaben der Belichtung.

Die Hilfsmittel zur Erleichterung des Treffens der richtigen Belichtungszeit wurden bereit oben erörtert.

In jedem Einzelfall muß die Belichtung nicht auf die Lichter, sondern lediglich auf die Halbtöne eingestellt werden. Die Empfindlichkeit des Papiers ist unter Berücksichtigung der oben genannten Leitsätze im Einzelfall so zu wählen, daß bei richtiger Belichtung der Halbtöne auch die Einzelheiten in den Lichtern richtig herauskommen. „Richtig“ ist die Belichtungszeit nur dann gewesen, wenn gleichzeitig die normale Entwicklungsdauer, die auf jedem Papierpaket angegeben ist, innegehalten werden kann. In der Regel beträgt letztere ca. 2 Minuten. Vielfach wird der Fehler gemacht, daß man die Feinheiten in den Lichtern durch längeres Belichten erreichen will. Dann werden in der Regel die Schatten zu dunkel. Ein besseres Resultat erhält man, wenn man sie durch verhältnismäßig kurzes Belichten und geringe Verlängerung der Entwicklungsdauer erzielt. Das sich an das Belichten anschließende Entwickeln gibt Aufschluß, ob die Auswahl des Papiers und die Belichtungsdauer richtig getroffen wurden.

**Kennzeichen für
falsche Belichtung.**

Bei Auswahl der richtigen Gradation des Papierses sind bei Überbelichtung die Schatten lehmig und grünlich, die Lichter grau belegt und das Bild mehr oder weniger monoton.

Bei Auswahl der richtigen Gradation des Papierses sind bei Überbelichtung die Schatten lehmig und grünlich, die Lichter grau belegt und das Bild mehr oder weniger monoton.

Bei Unterbelichtung ist das Bild durchweg zu hell, die Lichter sind ohne Durchzeichnung, die Schatten blaugrau und kalt. Wird bei Unterbelichtung zu lange entwickelt, so tritt häufig Gelbfärbung der Schicht und ausgesprochene Härte ein.

**Kennzeichen für falsche
Auswahl der Gradation.**

Zeigt die Entwicklung des Probestreifens, daß die Belichtung der Dauer der Entwicklung nach zwar richtig ist, daß aber die Tonabstufung der Helligkeitswerte den Negativcharakter nicht in der gewünschten Weise wiedergibt, und ist keine Änderung der Lichtstärke und der Lichtführung möglich, dann ist eine andere Papiergradation zu wählen, und hiefür die Belichtungszeit von neuem zu bestimmen.

Sind beim Entwickeln die Schatten kräftig genug, die Lichter jedoch ohne Zeichnung, so ist dies — bei zutreffender Belichtungs- und Entwicklungsdauer — ein Zeichen dafür, daß Lichtführung, Lichtstärke und Papiergradation und Negativcharakter nicht zueinander passen. Es ist dann ein weicher arbeitendes Papier oder ein zarter arbeitender Entwickler zu benützen oder mit einer wirksameren Lichtquelle zu belichten. Auf jeden Fall soll ein sattes Schwarz, das keinerlei Zeichnungen in den Übergangstönen verschluckt hat, zum Ausgangspunkt für weitere Maßnahmen benützt werden.

Zeigen die Schatten, in der Durchsicht betrachtet, Einzelheiten, die in der Aufsicht nicht mehr erkennbar sind, so war zu lange belichtet worden, auch dann, wenn die Lichter noch gar keine Übergänge zeigen. Die Papiersorte arbeitet dann zu hart und ist dadurch ungeeignet zur Erzielung eines schwarzen Tones mit allen Abstufungen des Negatives.

Die Entwickler.

Voraussetzung zur Erzielung des im Einzelfall günstigsten Resultates ist, daß die Entwicklersubstanz derart gewählt wird, daß sie durch härteres oder in der Mehrzahl der Fälle durch weicheres Arbeiten den Charakter der Emulsion der an sich schon den Charakter des Negativs, dessen Dichte und die Sondereigenschaften der Lichtführung berücksichtigt, zur harmonischen Bildwirkung ergänzt.

Als besonders geeignet zum Entwickeln von Vergrößerungen ist der sehr weich arbeitende reine Metol-entwickler zu bezeichnen.

Lösung I: Wasser 1000 ccm + Metol 15 g + Natriumsulfit krist. 120 g + Bromkali 1 g.

Lösung II: Wasser 1000 ccm + Pottasche 50 g.

Man mischt gleiche Teile I + II.

Arbeitet man mit Gaslichtpapieren, so greift man zweckmäßig auf den Brenzkatechinentwickler zurück, wenn man warmbraune Töne erzielen will. Die Normalzusammensetzung ist:

Wasser 1000 ccm + Brenzkatechin 2 bis 5 g + Pottasche 25 g.

Es darf bei diesem Entwickler kein Unterbrechungs- und kein saures Fixierbad angewendet werden, da diese die entstandenen, dunkel gefärbten Oxydationsprodukte klären würden.

Um bei Rodinal wärmere Töne zu erzielen, setzt man an:

Ammoniumkarbonat 6 g + Wasser 60 ccm + Ammoniumbromid 6 g.

Von dieser Lösung fügt man zum Erzielen von Schwarzbraun 6 ccm zu 3,5 ccm Rodinal und 150—180 ccm Wasser. Man belichtet etwa 4—6fach.

Weiter kommen bei fast sämtlichen Chlorbromsilberpapieren zur primären Entwicklung in braunen Tönen in Frage: der reine Hydrochinon-Borax-Entwickler, Hydrochinon-Eikonogen, Glyzin, Edinol, Orthol, Adurol und Eisenoxalat. Die erforderlichen Rezepte gibt jedes Lehrbuch an.

Das Entwickeln.

In der Regel erhält man die besten Resultate nur dann, wenn man bei Bromsilberpapieren mit gebrauchtem, aber natürlich nicht zu altem Entwickler arbeitet. Mischt man halb gebrauchten und halb frischen Entwickler, so fallen die Tiefen saftiger aus. Chlorbromsilberpapiere zeigen ihre guten Eigenschaften nur dann, wenn frischer Entwickler verwendet wurde. Bei keinem Entwicklungspapier darf der Entwickler in der Normalstärke zur Plattenentwicklung verwendet werden. Die Abstufungen der einzelnen Töne in den Bildschatten gelingen bei Verwendung genügend verdünnter Lösungen stets besser, als bei starken. Falls irgend möglich halte man sich an die von der Fabrik gegebenen Rezepturen, die auf Grund sorgfältiger Vergleichsversuche besonders auf die Spezialeigenschaften der Emulsion abgestimmt sind.

Je größer das Format der Vergrößerung ist, desto schwerer ist es, ein gleichmäßiges Überspülen der ganzen Bildfläche vom ersten Augenblick an zu erreichen. Um die mit ungleichmäßigem Überfließen stets verbundenen

Streifenbildung auf dem Bild zu verhindern, empfiehlt es sich grundsätzlich, ein Wasserbad auch bei kleinen Bildformaten einzuschalten. Bei grobnarbigen Papieren ist das Vorbad unerlässlich. Denn hier ist die Emulsion in den tieferen Stellen meist reichlicher vorhanden, als in den hohen. Würde eine derartige Schicht ohne Vorweichung in den Entwickler gebracht, so würde sich die Narbung durch dunkle Unterbrechungen störend bemerkbar machen.

Die Unterbrechungsbäder nach dem vollen Ausentwickeln und die Fixierbäder bzw. die Rezepturen hiefür sind derart bekannt, daß sie hier füglich übergangen werden können.

Beeinflussung des Bildcharakters.

Auf den ersten Blick scheint das Vergrößerungsverfahren, einerlei ob mit gestrahltem oder gestreutem Licht gearbeitet wird, ebenso zwangsläufig vor sich zu gehen, wie der Kontaktdruck, und scheinen wichtige, bei diesem ausschlaggebende Faktoren beim Vergrößern sogar fortzufallen. Und trotzdem lassen sich weitgehende Verschiebungen des Bildcharakters auch hier mit den einfachsten Mitteln erreichen. Je nach der Beschaffenheit des zu vergrößernden Negatives muß der Arbeitsgang im Einzelfall ander geleitet werden.

Änderungsmöglichkeiten beim normalen Negativ,

Entspricht das Negativ hinsichtlich seiner Dichte den von der jeweiligen Art der Lichtführung gestellten Sonderanforderungen, so haben auf den Bildcharakter Einfluß:

1. Die Stärke der Lichtdämpfung: wird das Licht durch Einschalten von Mattscheiben mehr und mehr gedämpft, so fällt, ohne Rücksicht auf die Art der allgemeinen Lichtführung, das vergrößerte Bild weicher aus, als ohne diese Hilfsmittel.

2. Die Gradation des Kopiermaterials: je größer die Lichtempfindlichkeit des jeweils zum Vergrößern verwendeten Papierses ist, desto weicher fällt die Vergrößerung aus.

3. Die Oberflächenbeschaffenheit des Papiers: je glatter die Oberfläche des Papierfilzes ist, desto schärfer wirkt die Vergrößerung.

4. Die Farbe des Papierfilzes: je gelblicher der Papierfilz gefärbt ist, um so weicher wirkt das Bild, und desto leichter kommt beim Tönen und unter Umständen schon beim Entwickeln ein nach braun hin gebrochener Ton zustande.

5. Die Tönungsmöglichkeiten: die kalten Bromsilbertöne wirken in der Regel nicht befriedigend. Man wird in der Mehrzahl der Fälle entweder durch zweckmäßig geleitete Belichtung und Entwicklung von Anfang an einen schwarzbraunen Bildton anstreben, oder den bei normaler Belichtung und Entwicklung erhaltenen schwarzen kalten Bildton durch Nachbehandlung in einem Schwefeltonungsbad oder in einem Uranbad oder mittels eines der käuflichen Tönungsbäder nach Braun hin überführen. Die einzelnen Tönungsmöglichkeiten sind derart bekannt, daß auf Angabe einzelner Rezepte verzichtet werden darf.

6. Gleichzeitiges Belichten und Entwickeln. Den tiefgehendsten Einfluß auf den Bildcharakter erzielt man, wenn man dieselben Verhältnisse herbeiführt, wie sie sich beim Arbeiten mit Auskopierpapieren automatisch einstellen. Es ist eine nicht zu bestreitende Tatsache, daß ein Negativ auf jedem Auskopierpapier stets weicher druckt, als auf einem noch so weich arbeitenden Brom- oder Chlorbromsilberpapier. Der Grund ist leicht einzusehen. Beim Auskopierpapier bildet sich durch den Einfluß des Lichtes in der entsprechend abgestimmten Emulsionsschicht das dunkel gefärbte Silbersubchlorid. Diese Verfärbung der weißen Schicht tritt am ausgesprochensten in den am meisten lichtdurchlässigen Schatten ein, und baut sich auf dieser Umbildung des Halogensilbers die ganze Bildentstehung auf. Diese dunklen, zunächst nur an der Oberfläche liegenden Schichten hindern die Lichtstrahlen weiter in die Tiefe zu dringen. Sie wirken also gewissermaßen als Schutzschicht gegen eine zu starke Belichtung der Schatten. Diese bleiben also von einem gewissen Zeitpunkt und von einer gewissen Stärke der Schutzschicht ab in nahezu konstanter Deckung stehen. Jede Verlängerung der Belichtungszeit kommt also vor allem den Lichtern und den in ihrer Nähe liegenden Halbtönen zugute. Die unmittelbare Folge ist, daß durch diese Silbersubchlorid-Schutzschicht der Härte des Bildes entgegengearbeitet wird.

Drucken wir nun dasselbe Negativ im Kopierrahmen unter Zuhilfenahme von Entwicklungspapier, so ruft das

Licht keine sichtbare Veränderung der Schicht hervor. Es bildet sich also keine, den Lichteinfluß dämpfende Schutzschicht, und wirken auch die chemischen Vorgänge in der Schicht nicht in dämpfendem Sinn. Die Schatten erhalten also in vielen Fällen eine bis auf den Papierfilz durchdringende Belichtung. Dadurch wirken sie übermäßig gedeckt, verwachsen und das so entstandene Bild neigt schon im Kontaktdruck zur Härte.

Das Vergrößern bietet nun, da die Bromsilberschicht ja räumlich vom Negativ getrennt ist, die Möglichkeit, ähnliche Verhältnisse zu schaffen, wie bei den Auskopierpapieren. Erforderlich ist hiezu lediglich, daß man die Belichtung der Vergrößerung in einzelne Unterabschnitte zerlegt, und durch Auftragen von Entwickler die in den einzelnen Belichtungsabschnitten hervorgebrachten chemischen Veränderungen der Schicht sofort zur Darstellung bringt. Auf diese Weise bildet sich ähnlich wie bei den Auskopierpapieren eine lichtempfindliche Schutzschicht in den Schatten und Halbtönen und werden diese in gleicher Weise wie beim Auskopierprozeß vor Überbelichtung und dadurch vor zu tiefgehender Schwärzung bewahrt. Die verlängerte Belichtungszeit kommt also auch hier vor allem den Lichtern zugute. Dadurch läßt sich gleichzeitig die Gradation um einige Stufen verlängern, und arbeitet man vor allem der Härte der Vergrößerung weitestens entgegen.

Diese Verbindung von Belichten und Entwickeln spielt sich in der Praxis etwa folgendermaßen ab: Nach Festlegen des Bildausschnittes, Ausrichten und Scharfeinstellen befestigt man auf dem Vergrößerungsschirm ein Stück wasserundurchlässigen Stoff, um ein Verschmutzen des Bildschirmes zu vermeiden. Sodann badet man vor dem Belichten das Bromsilberpapier in einem normal angesetzten Entwickler, dem man Glycerin zugibt. Letzterer Zusatz bezweckt die Entwicklerflüssigkeit dickflüssiger zu machen und so einem zu schnellen Abfließen entgegen zu wirken. Sobald das Papier sich völlig mit Flüssigkeit gesättigt hat, spannt man es auf den Schirm fest auf, um ein eventuelles späteres Verrutschen zu vermeiden.

Man gibt nun eine der großen Lichtdurchlässigkeit der Schatten entsprechende Belichtung. Bei der Bemessung der jeweiligen Belichtungsdauer ist die verringerte Lichtempfindlichkeit der nassen Schicht zu berücksichtigen. Hierauf schaltet man vor das Objektiv den lichtsicheren

Filter und wartet mit den weiteren Belichtungen so lange, bis sich durch den in der Schicht enthaltenen Entwickler die Schatten einigermaßen gedeckt haben. Man erkennt dieses Einsetzen der lokalen Entwicklung am einwandsfreiesten nur dann, wenn man zwischen Objektiv und Vergrößerungsschirm eine Mattscheibe, die das optische Bild abschneidet, einschaltet. Die sich bildende Schutzschicht trägt im Verein mit der Bromabspaltung an den belichteten Stellen wesentlich dazu bei, daß die Schatten im Verlauf der weiteren Belichtungen nur noch verhältnismäßig beeinflußt werden.

Ist die erste Belichtung zu lang, so verwachsen auch bei diesem Verfahren im weiteren Verlauf die Einzelheiten. Ist sie wesentlich zu kurz, so entsteht ein flaves Bild, da selbst die nachträglichen Belichtungen nicht genügend Tiefenwirkung in den überlagerten Stellen ausüben. Nach Durchführung der einzelnen Teilentwicklung empfiehlt es sich, die Papierfläche mit Entwicklerlösung von neuem zu überstreichen, um die Bromabspaltungen sich nicht ansammeln zu lassen, da diese sonst unter den stark gedeckten Stellen leicht zu hellen Säumen Veranlassung geben können. Nachdem die Schatten die genügende Deckung angenommen haben, folgt eine weitere, auf die Halbtöne abgestimmte Belichtung. Nachdem diese in der Entwicklungspause zum Vorschein gekommen ist, wird die Schicht erneut mit Entwickler überfahren. Die einzelnen Pinselstriche werden zweckmäßig von unten nach oben geführt. Hiedurch wird dem Entstehen von Schlieren durch ablaufende Entwicklertröpfen und der Bildung der hellen Säume unter den belichteten Partien entgegengearbeitet. Auf gute Durchmischung des Entwicklers mit dem Glyzerin ist besonders zu achten. Es folgt nun eine weitere auf die Einzelheiten in den Lichtern abgestimmte Belichtung. Je häufiger die Belichtung unterbrochen wird, desto weicher wird die Vergrößerung.

Eine weitere Arbeitsmöglichkeit besteht darin, daß man das Papier vor dem Aufspannen in reinem Wasser einweicht, dann auf die Schatten belichtet, nunmehr die Schicht mit einem kein Glyzerin enthaltenden Entwickler überfährt usw. Schießen die Schatten hervor, so unterbricht man die Belichtung und setzt sie erst dann fort, wenn die dunkelsten Teile nicht mehr an Deckung zunehmen. Kommen die Schatten nach der ersten Belichtung zu lang-

sam, so ist das Entwickeln zu unterbrechen und neu zu belichten.

Der oben beschriebene Arbeitsgang läßt eine tiefgehende Beeinflussung des Bildcharakters der Vergrößerung mit den einfachsten Mitteln zu. Das Verfahren bietet technisch, vor allem dann, wenn mit hängenden Vergrößerungsapparaten, also mit horizontal liegenden Papieren gearbeitet wird, keine wesentlichen Schwierigkeiten. Einige praktische Erfahrung ist selbstverständlich erforderlich. Einzelne Papiersorten nehmen den glyzerinhaltigen Entwickler nur schwer an. Aber die Auswahl in gleichwertigen Papieren ist derart groß, daß unschwer eine leichter zu behandelnde Papiersorte gefunden werden kann. Selbstverständlich steht bei obigem Arbeitsverfahren nichts im Wege, nach Belichtung der Lichter an Stelle der automatischen Schlußentwicklung zur Schalenentwicklung überzugehen.

**Zurückhalten
der Schatten.**

Will man das oben beschriebene gleichzeitige Belichten und Entwickeln nicht durchführen, und müssen die Schatten zugunsten der Lichter zurückgehalten werden, so kann man folgendermaßen vorgehen: Man verlängert nach Möglichkeit die Belichtungszeit durch Abblenden, um nicht zu unbequem kurzen Belichtungsdauern zu kommen. Vor Beginn des Belichtens führt man in den Strahlengang einen schattenwerfenden Körper ein, dessen äußere Form sich den zurückzuhaltenden Negativstellen möglichst anpassen muß. Dieser Deckkarton wird dauernd ein wenig hin und her bewegt, um keine scharfen Umrißlinien entstehen zu lassen. Soll eine Stelle sehr stark zurückgehalten werden, so läßt man diese Strahlenabdämpfer etwa die Hälfte der ganzen Belichtungsdauer eingeschaltet, sonst etwa ein Drittel oder ein Viertel.

**Vergrößern
flauer Negative.**

Bei sehr weichen Negativen werden die Lichter in der Vergrößerung oft nicht rein wiedergegeben. Abhilfe ist hier möglich:

1. Durch Wahl eines hart arbeitenden Papierses. Unter Umständen ist auf Chlorbromsilberpapiere zurückzugreifen.
2. Durch Abdämpfen des Lichtes.

3. Durch entsprechende härtere Entwicklung. Als Entwicklersubstanz kann Hydrochinon, oder in leichteren Fällen Amidol in folgender Zusammensetzung in Frage kommen:

Wasser 300 ccm + Amidol 5 g + Natriumsulfit 35 g.

**Vergrößern
harter Negative.**

Die Möglichkeiten harte, im allgemeinen zum Vergrößern wenig geeignete Negative trotzdem ohne wesentlichen Schaden verwenden zu können, sind durch folgende Sonderverfahren gegeben:

1. Blaufärben des Negatives.

Färbt man das Negativ blau, so werden sämtliche Stellen merklich lichtdurchlässiger. Dadurch wird in gewissem Grad der Härte der Vergrößerung entgegen gearbeitet. Zum Blaufärben kann jede fleckenlos arbeitende Methode verwendet werden. Auf alle Fälle ist das Blaufärben allen anderen chemischen Eingriffen vorzuziehen. Greift man auf die Negativabschwächer zurück, so ist stets die Gefahr vorhanden, daß bei Verwendung des Ammonium- oder Kaliumsulfates die Silberschicht notleidet oder völlig unbrauchbar wird. Bei der Blaufärbung umgeht man diese Punkte.

2. Behandeln mit Mattlack.

Einer Behandlung der ganzen Negativfläche mit Mattlack stehen praktisch keine Bedenken entgegen. Die Mattlackschicht wirkt als eine Art Mattscheibe und zerstreut das Licht. Lokale Behandlungen mit Mattlack dürfen nur bei gestreutem Licht Anwendung finden. Bei gestrahltem Licht treten derartige Stellen störend in Erscheinung.

3 Gleichzeitiges Entwickeln und Belichten.

Man erzielt mit diesem Verfahren einen guten Ausgleich zwischen Licht- und Schattenkontrasten, sobald man den Arbeitsgang genügend beherrscht.

4. Arbeiten mit Diapositiv.

Hinterlegt man das Negativ mit einem schwachen Diapositiv, dann sind die glasigen Schatten etwas besser gedeckt als im Original, die Lichter bleiben jedoch unverändert. Man kann dadurch einen gewissen, allerdings etwas umständlichen Ausweg schaffen.

5. Verwendung des nicht fixierten Negatives.

Fixiert man das (Duplikat)negativ nicht aus, d. h. ergibt sich bereits bei der Entwicklung ein ausgesprochen

hartes Negativ, und weiß man von Anfang an, daß dieses zum Vergrößern bestimmt ist, so erhält man durch Verwendung des Negatives in nicht fixiertem Zustand sehr weiche Bilder.

6. Verfahren von Sterry.

Man stellt zunächst die Belichtungszeit nur für die Wiedergabe der Einzelheiten in den Lichtern fest, und belichtet ohne Rücksicht auf die Schatten. Vor dem Entwickeln legt man die Vergrößerung eine Weile in eine dünne Kaliumbichromatlösung. Hierin verwandelt sich das Bromsilber oberflächlich in Silberchromat. Bei der nun folgenden Entwicklung kommen dadurch die Einzelheiten in den Schatten bei voller Wahrung der Details in den Lichtern besser zum Ausdruck. Vor dem Entwickeln in beliebiger Lösung wird kurz abgespült.

Das Endergebnis hängt wesentlich von der Badedauer und Konzentration der Lösung ab. Außerdem scheinen weniger empfindliche Papiere trotz ihres härteren Arbeitens für den Ausgleich besser geeignet zu sein, als hochempfindliche. Es ist daher in schwierigen Fällen durch Zerschneiden eines auf die Lichter hin belichteten Probestreifens festzustellen, ob eine Badedauer von 1, 2 oder 3 Minuten die gegebene ist. Unter Umständen ist auch der Gehalt an Bichromat zu steigern. In vielen Fällen werden die Schatten reichlich grau, wenn man einen merklichen Einfluß des Bades erreichen will. Dadurch sehen sie trotz aller Details leicht kraftlos und tot aus und machen ein nachträgliches Überarbeiten der Bildfläche durch Retusche erforderlich.

**Wolken, Tönen eines
weißen Hintergrundes.**

Sind die Wolken schon im Negativ vorhanden, kommen sie jedoch infolge zu dichter Entwicklung der Platte nicht zum Ausdruck, so kann man sie entweder durch das nicht ganz einfache lokale Abschwächen des Himmels oder durch kombiniertes Belichten und Entwickeln oder — bei gestreutem Licht — durch Abdecken des Vordergrundes mit Mattlack bzw. durch Einschalten einer Maske bei der Belichtung in Erscheinung treten lassen.

Sind keine Wolken im Negativ vorhanden, so stehen folgende Arbeitsmöglichkeiten zur Verfügung:

1. Nachbehandlung des noch nicht entwickelten Bildes.

Man legt auf den Vergrößerungsschirm ein Stück lichtundurchlässiges Papier, zeichnet die Grenzlinie zwischen Landschaft und Himmel ein und schneidet entsprechend aus. Sodann belichtet man auf die Landschaft hin. Hierauf bedeckt man die Landschaft mit der Maske, ersetzt das Landschaftsnegativ durch ein Wolkennegativ und belichtet nochmals. Dieser Belichtung folgt dann erst das Entwickeln.

2. Nachbehandlung des entwickelten, noch nicht fixierten Bildes.

Man belichtet in der bekannten Weise und entwickelt die Vergrößerung. Hierauf legt man das Bild zum Unterbrechen der Entwicklung in ein schwaches Essigbad. Man wässert dann 5 Minuten lang und trocknet mit Fließpapier oberflächlich ab. Sodann heftet man das Bild am Schirm fest, ersetzt das Original durch ein Wolkennegativ und ruft den Himmel durch Überstreichen mit Entwickler hervor.

3. Nachbehandlung in gestreutem Licht.

Man behandelt das entwickelte, aber noch nicht fixierte Bild bei schwachem aktinischen Licht mit einem Entwickler-Glyzerin-Gemisch. Man badet hiezu, wie bei Verfahren 2, die Vergrößerung zunächst im Eisessigbad, wässert kurz, trocknet oberflächlich ab und bringt das Bild in zerstreutes Kunstlicht. Durch den Lichteinfluß verändern sich die bisher noch nicht vom Licht beeinflussten Bildstellen. Es kann nun durch Behandeln der Schicht mit einem in die Lösung getauchten Pinsel unschwer eine beliebige geformte und beliebige der Tonabstufung nach gehaltene Schwärzung erzielt werden. Das Verfahren erfordert große Übung. Am leichtesten ist es noch, in rein weiße Flächen ein wolkenähnliches Gebilde einzuzichnen, den Himmel oder einen toten Hintergrund zu tönen.

Entfernen einzelner Bildteile.

Will man störende Einzelheiten durch weiße Flächen ersetzen, so deckt man diejenigen Bildteile, die erhalten bleiben sollen, unter genauer Innehaltung der Umrißlinien mit Kautschuklösung ab. Hierauf behandelt man die zu entfernenden Teile mit Farmerischem Abschwächer oder Kaliumpermanganatlösung. Die Schutzschicht entfernt man vom trockenen Bild mit Benzol.

**Beseitigen
stürzender Linien.**

Durch nicht senkrechte Stellung der Mattscheibe bei der Originalaufnahme entstandene stürzende Linien lassen sich bei der Vergrößerung dadurch völlig oder doch bis zu einem gewissen Grad beseitigen, daß man entweder das Negativ in seinem Halterahmen oder den Vergrößerungsschirm neigt. Die Beobachtung des Bildes auf dem Vergrößerungsschirm gibt den zweckmäßigsten Neigungswinkel an. Um bei Neigung des Schirmes gleichmäßige Schärfe zu erhalten, muß das Objektiv abgeblendet werden.

**Abschwächen zu dunkler
Vergrößerungen.**

Bei den teuren Papierpreisen kommt es darauf an, mit nur langsam und völlig gleichmäßig wirkenden Lösungen zu arbeiten. Zu empfehlen ist:

Wasser 200 ccm + Kaliumferrioxalat 10 g + Sulfid krist. 8 g + Oxalsäure 3 g + Fixiernatron 50 g.

Bei der Zugabe des Natriumsulfites entsteht tiefrotes Eisenoxyd. Durch die Oxalsäure wird die Lösung hellgrün. Obiger Abschwächer nähert sich in seiner Wirkung dem ebenfalls zu verwendenden Abschwächer der Agfa.

Auch folgender Abschwächer ist unbedenklich zu verwenden:

Wasser 100 ccm + 1 % ige Kaliumpermanganatlösung 5—8 ccm + Schwefelsäure 3 Tr.

**Abschwächen nach
Schwefeltonung.**

Ist das Bild nach einer Schwefeltonung zu dunkel ausgefallen, so ist folgendes Arbeitsverfahren möglich: Man schwächt in der oben genannten Kaliumpermanganatlösung ab, und unterbricht deren Wirkung durch ein nachfolgendes 10 % iges Fixiernatronbad. Will man teilweise abschwächen, so behandelt man zunächst nur diejenigen Teile, die der stärksten Korrektur bedürfen. Erst dürfen dann die nur einer leichteren Klärung bedürftigen Teile mit dem in die Lösung getauchten Pinsel überfahren werden. Es ist verkehrt, wenn man etwa nur der Reihe nach die einzelnen Bildstellen behandelt, ohne sich um die Dichte des Silberniederschlags in ihnen zu kümmern und ohne die Wirkung des Abschwächers bei verschieden langer Einwirkung in Betracht zu ziehen.

**Klären der
Weißen.**

Bedürfen die Lichter einer Klärung, so behandelt man die ganze Bildfläche kurze Zeit in einer ganz schwachprozentigen Lösung von Farmerschem Abschwächer, und unterbricht dieses Bad, noch ehe eine deutliche Klärung erfolgt ist. Diese stellt sich automatisch beim Auswässern ein, ohne daß eine Beschädigung der Gradation des Bildes zu erwarten ist.

**Entfärben von
gelben Drucken.**

Um einen bei zu langer Entwicklung entstandenen Gelbschleier zu entfernen, badet man die Vergrößerung 1 bis 2 Stunden in folgender Lösung:

Lösung I: Wasser 100 ccm + Kaliumoxalat 30 g.

Lösung II: Wasser 100 ccm + Essigsäure 10 ccm.

Zum Gebrauch mischt man 2 Teile I mit 1 Teil II.

**Schwaches Verstärken
flauer Vergrößerungen.**

Man badet das fertige Bild zuerst einige Minuten in einer 2 % igen Formalinlösung, dann einige Minuten in Spiritus und trocknet dann unter dem Einfluß von Wärme. Das Bild erscheint dann bedeutend kräftiger, ohne natürlich den Verstärkungsgrad der chemischen Verfahren zu erreichen.

**Verbessern flauer
Schwärzen.**

Um die Kraft der Schatten zu heben, badet man das fertige Bild in:

Wasser 100 ccm + Zitronensäure 10 g + Zucker 10 g.

Oder: Wasser 100 ccm + Gelatine 9 g + Alaun 9 g.

Man löst die Gelatine zunächst in 50 ccm Wasser im Wasserbad auf und filtriert. Ebenso wird der Alaun gelöst, filtriert und hierauf werden beide Lösungen gemischt.

Oder man wachst mit Cerat oder mit einer Mischung von 6,5 g Mastix in Terpentin, die man mit 60 g geschmolzenem Wachs mischt. Bei etwaiger Streifenbildung hält man das Bild für einen Augenblick über eine Flamme.

Herstellen vergrößerter Negative.

Soll die Vergrößerung in jeder Weise alle an die Qualität zu stellenden Anforderungen erfüllen, so muß neben dem Inhalt auch das Bildmaterial hohen Ansprüchen

gerecht werden. Man wird in diesen Fällen entweder auf den Bromöldruck oder auf den Pigment- oder Gummidruck zurückgreifen. Zu ersterem Verfahren genügt als Grundlage eine sachgemäß behandelte Bromsilbervergrößerung. Die direkten Edeldruckprozesse verlangen hingegen die Verwendung eines vergrößerten Negatives.

Der Weg, ein vergrößertes Negativ zu erhalten, ist bekannt: man fertigt zunächst ein Diapositiv in der Größe des Originalnegatives an und vergrößert dieses. Folgende Fingerzeige mögen das Arbeiten erleichtern.

Diapositive können bekanntlich hergestellt werden mittels abziehbaren Zelloidinpapiers, mittels Auskopierzelluloidfolien, mittels des Pigmentdruckes, mittels der Pinatype, mittels der Umkehrverfahren und mittels direkten Kopierens auf eine Bromsilber- oder eine sogenannte Diapositivplatte. Für Vergrößerungszwecke eignet sich nur das Pigmentverfahren und in engeren Grenzen auch das direkte Kopierverfahren auf Halogensilberplatten. Auf alle Fälle gibt das Pigmentverfahren die besten Ergebnisse, speziell für Vergrößerungszwecke, sobald man das Bild in genügend kaltem, mit keinem Alkali durchsetztem Wasser entwickelt. Die Möglichkeit, den Bichromatgehalt des Sensibilisierungsbades in weiten Grenzen zu variieren, bietet einen derartigen gleitenden Gradationswechsel des entstehenden Glasdiapositives, daß sich keine Halogensilberplatte mit den derart erzielten Resultaten vergleichen kann. Gleichzeitig ist das Pigmentverfahren, zumal bei den heutigen Plattenpreisen, das billigste. Anleitungen finden sich in jedem Lehrbuch und in den Spezialabhandlungen.

Arbeitet man mit Glasplatten, so sind die sogenannten Diapositivplatten für Glasbilder zu Vergrößerungszwecken nicht anzuempfehlen. Sämtliche Chlorsilber- oder Chlorbromsilberplatten ergeben beim Vergrößern keine guten Resultate, da sie in den ungedeckten Stellen zu glasig ausfallen. Dadurch treten im vergrößerten Negativ dann Überstrahlungserscheinungen auf, und wirkt dieses monoton. Will man nicht auf das Pigmentverfahren zurückgreifen, so verwendet man am zweckmäßigsten nicht zu empfindliche Bromsilbergelatineplatten zur Herstellung des Diapositives.

Das Diapositiv wird nun entweder auf Negativpapier oder auf eine Glasplatte vergrößert. Das Arbeiten mit Negativpapieren unterscheidet sich nicht wesentlich von dem mit Bromsilberpapieren. Will man mit vergrößerten

Glasplatten arbeiten, so verwendet man als Vergrößerungsmaterial zweckmäßig dickschichtige, wenig empfindliche Bromsilberplatten. Kühn empfiehlt in seiner „Technik der Lichtbildnerei“ — die nebenbei bemerkt das wertvollste Buch der letzten Jahrzehnte ist — die Verwendung von Röntgenplatten. Die zweckmäßigste Belichtungszeit ermittelt man auch bei Verwendung von Platten durch Belichtung von Probestreifen. Es empfiehlt sich nicht, die Platten lang zu belichten und sie dann lang und langsam zu entwickeln. Derartig mühsam hervorgeholte Negative zeigen niemals eine frische, klar abgestufte Tonreihe.

Dem Könner ist es ein leichtes, das Diapositiv und das vergrößerte Negativ derart zu beeinflussen, daß er im Bedarfsfall ein vom Original völlig abweichendes vergrößertes Negativ mit zielbewußt geänderter Gradation erhält. Der Anfänger muß sich zufrieden geben, wenn er bei diesem nicht ganz einfachen Doppelverfahren eine Matrix erzielt, die ohne weitere, schwierige Zurichtungen den Sonderanforderungen des geplanten Kopiermaterials entspricht.

Fehler beim Vergrößern.

- | | |
|--|---|
| <p>1. Die fertige Vergrößerung ist flau.</p> | <p>Ursache: Zu starkes Licht, namentlich bei Verwendung von Tageslichtvergrößerungsapparaten. Abhilfe: Abblenden und Vorschalten einer Mattscheibe in 2 cm Abstand vor das Negativ. Ursache bei Kunstlicht entweder wie oben oder zu hochempfindliches Papier oder zu kurzes Belichten oder zu kurzes Entwickeln. Oder (in beiden Fällen): verstaubte oder beschlagene Optik.</p> |
| <p>2. Das Negativ erscheint zu flau.</p> | <p>Man arbeite nach Seite 112</p> |
| <p>3. Die Vergrößerung wirkt zu hart.</p> | <p>Ursache bei Apparaten mit Beleuchtungslinsen: bei Verwendung eines normal ge-</p> |

deckten Negatives wurde keine Mattscheibe eingeschaltet. Sonstige Ursachen: zu hart arbeitendes Gaslichtpapier anstatt Bromsilberpapier, oder zu hart arbeiten der und zu stark angesetzter Entwickler. Abhilfe: Man wende ein Tonungsverfahen an. Vorsicht mit chemischer Abschwächung!

4. Das Negativ wirkt zu hart. Man arbeite nach Seite 112
5. Der Bildschirm zeigt ungleichmäßige Beleuchtung. Ungenau es Ausrichten der Lichtquelle bei gestrahltem Licht. Beschlagenes oder verstaubtes Objektiv bei gestreutem Licht.
6. Die fertige Vergrößerung zeigt in der Bildmitte stärkere Deckung in Kreisform als am Rand. Lichtfleck infolge schiefer Kohlenstellung bei Bogenlicht.
7. Der Bildrand ist in den 4 Ecken heller als die Mitte. Lichtabfall nach dem Rand zu, hervorgerufen durch ungenaues Ausrichten der Lichtquelle oder Verwendung zu kurzbrennweitiger Objektive ohne starkes Abblenden.
8. Das Bild ist in den Ecken nicht belichtet. Die Sammellinsen sind im Durchmesser für das Negativ zu klein.
9. Trotz scharfen Originals ist die Vergrößerung völlig verschwommen und zeigt doppelte Umrißlinien. Erschütterungen während der Belichtung.
10. Das Bild ist seitenverkehrt. Das Negativ wurde mit der Lichtquelle zugekehrter Schichtseite im Halter befestigt.

11. Die Vergrößerung ist mit weißen Pünktchen übersät. Niederschlag von kohlensaurem Kalk in der Schicht, hervorgerufen durch kalkhaltiges Waschwasser. Abhilfe: Baden der Platte in ca. 3 % iger Salzsäurelösung, bis Schicht völlig frei von schwarzen Pünktchen, gründliches Nachwässern.
12. Das Bild zeigt schmutzige gelbe Flecke. Ungenügendes Untertauchen beim Fixieren.

Der selbstgebaute Vergrößerungsapparat.

Tageslichtvergrößerungsapparat.

Als Werkmaterial kommt entweder starke Pappe oder Holz, dessen Seitenwände derart stark sein müssen, daß sie lichtundurchlässig sind, in Frage. Jedes Werkmaterial wird innen mit schwarzem, mattem Papier ausgeklebt und außen mit schwarzem Spirituslack bestrichen.

Bei dem rechteckigen Kasten, welcher das Negativ trägt, ist die Breite und Länge durch die entsprechenden Abmessungen des Negatives gegeben. Die Höhe berechnet sich nach der Formel:

$$h = f \left(1 + \frac{1}{n} \right)$$

Hierin bedeutet f die Brennweite des zur Vergrößerung bestimmten Objectives und n die gewünschte, als am zweckmäßigsten erachtete Vergrößerungszahl. Die Brennweite rechnet ohne merklichen Fehler bei den zu derartigen Konstruktionen meistens verwendeten einfachen Objectiven von der Blendenebene aus. Das absolute Maß der Brennweite entnimmt man besser nicht aus den Katalogen, sondern ermittelt es auf eine der bekannten Weisen. Die Vergrößerungszahl n beträgt zweckmäßig zahlenmäßig 2, 3 oder höchstens 4.

Im Kastengehäuse befestigt man oben innen Leisten, welche das Negativ tragen. Das Negativ wird gegen seitliches Verschieben während des Belichtens durch irgend eine Klemmvorrichtung oder durch einen zweiten, schmalen

Holzrahmen, der durch in den Ecken abgebrachte Sperrstifte festgehalten wird, verankert.

Auf der Trennungswand wird das Objektiv derart angebracht, daß sein Mittelpunkt im Schnittpunkt der Diagonalen des oberen und unteren Kastens auf der Mittelpunktssenkrechten des Negatives liegt. Der Kasten I ist mit der Trennungswand II, die gleichzeitig die obere Kastenwand von III ist, lichtdicht fest verbunden.

Es beträgt beim Kasten, welcher das Bromsilberpapier trägt, die Breite und Länge das n -fache der entsprechenden Abmessungen des Negatives. Die Höhe H berechnet sich nach:

$$H = f (n + 1).$$

Der Kastenboden greift mit seinen Seitenwänden enganschließend über den unteren Kastenrand. Er wird an den Randwänden mit Samt ausgekleidet, um einen zuverlässigen lichtdichten Abschluß zu erzielen. Zu seiner Befestigung am Kasten III dienen Haken und Ösen. Das lichtempfindliche Papier wird mittels einer durch Sperrfedern festgehaltenen Glasplatte eben auf den Kastenboden geklemmt.

Oben skizzierte Form des Vergrößerungsapparates läßt sich leichter selbst herstellen, als eine konisch zugespitzte Konstruktionsform, wenngleich auch letztere etwas eleganter aussieht. Auf Wiedergabe von technischen Einzelheiten wurde mit Absicht verzichtet. Wer etwas „basteln“ kann, bedarf dieser Anleitungen nicht, wer sich noch nicht mit derartigen Selbstherstellungen dagegen beschäftigt hat, arbeitet durch etwaige langatmige Ausführungen trotzdem wahrscheinlich mit Mißerfolg.

Der selbstgebaute Vergrößerungsapparat mit Beleuchtungslinsen.

Die allgemeinen Anforderungen an einen Apparat mit Beleuchtungslinsen wurden oben entwickelt. Im Anschluß an die dortigen Ausführungen ergibt sich ohne weiteres, falls man sich eine hängende Konstruktionsform selbst bauen will, etwa die folgende Konstruktionsform: Vgl. Skizze auf Seite 120 nach Angaben in British Journal of Photography 1922.

Lichtquelle: Als Lampe verwendet man, falls irgend angängig, eine Halbwattlampe. Dem Einbau eines

Reflektors in Form einer Glasglocke stehen keine Bedenken entgegen. Die Lichtquelle ist derart anzuordnen, daß ihre Mittellinie mit der optischen Achse (geometrischem Mittelpunkt) der Beleuchtungslinsen zusammenfällt. Die den Strom zuführenden Drähte werden in einem Gasrohr zur Lampe geführt, um deren zentrischen Einbau unter allen Umständen sicherzustellen.

Lampengehäuse: Das Lampengehäuse besteht aus Holz oder aus Eisenblech. Seine Höhe ist derart zu berechnen, daß neben dem erforderlichen Raum zur Unterbringung der Beleuchtungslinsen und der Lichtquelle auch noch genügend Raum zur vertikalen Verschiebung der Lichtquelle selbst vorhanden ist. Die erforderlichen Grundformeln zur Berechnung der jeweils nötigen Verkalverschiebung sind oben genannt.

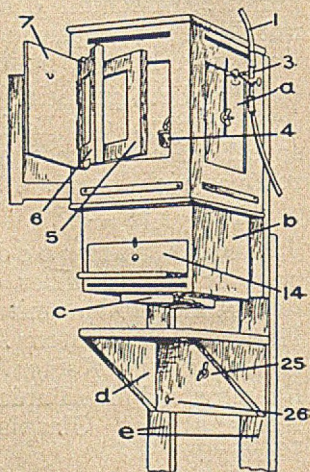


Abb. 30.

Senkrecht angeordneter Vergrößerungsapparat mit Beleuchtungslinsen.

Abb. 30. a) Lampengehäuse aus Holz mit Asbesteinlagen oder aus Eisenblech, b) abnehmbares Gehäuse für Beleuchtungslinsen und Negativträger, c) Rahmen zum Einschieben der Balgkamera, d) Auflagegestell für die Vergrößerung, e) Ständer zur Befestigung des Gehäuses, zugleich Gleitbahn für den Vergrößerungsschirm (d).

1. Zuführungsschlauch der Gasleitung bzw. elektrisches Kabel,
3. Festklemmbare Montage der Beleuchtung, Lichtquelle selbst vertikal verschiebbar,
4. Lichtquelle,
5. Rahmen mit Gelbscheibe, aufklappbar,
6. Rahmen mit Rotscheibe, aufklappbar,
7. Weißer Reflektor zur Beleuchtung des Entwicklungstisches,
14. Schublade mit Kondensor,
25. Flügelschraube zum Festklemmen des Vergrößerungsschirmes auf der Gleitbahn,
26. Sicherung gegen seitliches Verschieben des Vergrößerungsschirmes.

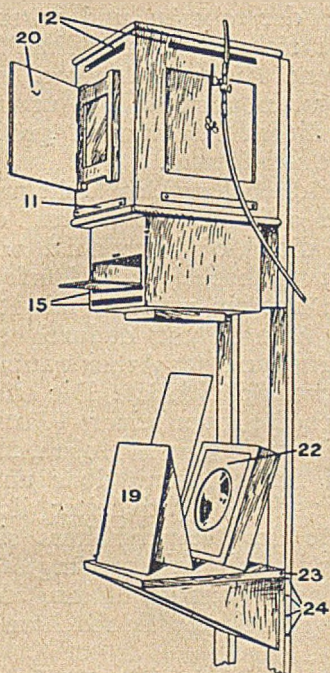


Abb. 31.

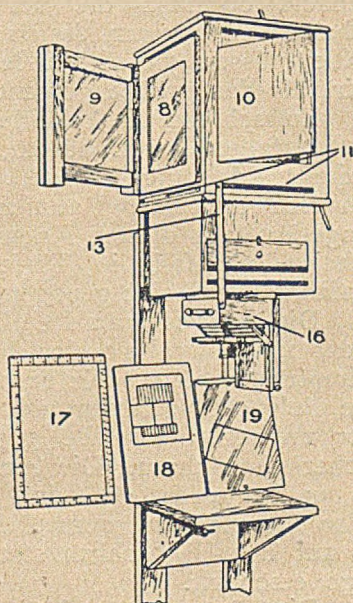


Abb. 32.

- Abb. 31. 11, 12. Lichtsichere Ventilationsschlitze,
 15. Negativ- bzw. Beleuchtungslinse-Träger,
 19. Papierhalter mit Glasdeckel zum Festlegen von kleinen Papier-
 probestreifen,
 20. Haken als Uhrträger,
 22. Rahmen mit Beleuchtungslinse,
 23. Markierungspunkt für Vergrößerungsmaßstab,
 24. Korrespondierende Punkte für diesen.

- Abb. 32. 8, Rahmen mit Gellscheibe,
 9. Rahmen mit Rotscheibe,
 10. Weißer Reflektor,
 11. Ventilationsschlitz, lichtsicher, zugleich Schlitz zum Einführen
 einer Mattscheibe oder Kùhlscheibe,
 13. Abdichtung des Ventilationsschlitzes,
 16. Kamera,
 17. Karton mit Zentimeterrand zum Bestimmen der AusmaÙe der
 Vergrößerung,
 18. Negativträger,
 19. Papierhalter.

Die Breite und Länge der oberen und unteren Kastenwand des Lampengehäuses richtet sich im Einzelfall danach, ob man die vorhandene Aufnahmekamera vorschalten oder einen festen Balg einbauen will. Auf alle Fälle müssen die Ausmaße in diesen Richtungen größer sein, als das größte geplante Negativformat.

Luftschnitz, die keinerlei schädliches weißes Licht nach außen fallen lassen dürfen, sind auf alle vier Seiten der Seitenwände eingeschnitten. In die Vorderwand wird ein sich öffnender Rahmen mit Gelscheibe in Türform eingefügt. An diesem Rahmen hängt ein weiterer mit Rot-scheibe, ebenfalls in Türform. Man erhält dadurch auf einfache Weise eine genügende Erhellung des Arbeitsraumes.

Die Seitenwand enthält zwei Schubladen. Die obere dient zur Aufnahme der Mattscheibe oder einer Wärme-dämpfungsscheibe. Die untere nimmt in einem Holzrahmen die Beleuchtungslinsen auf. Ein Schlitz unmittelbar unter der unteren Schublade gestattet, den Negativhalter licht-sicher einzuführen. Die Ausmaße des Negativhalters sind so zu bemessen, daß das Negativ mit seiner Längsseite oder Schmalseite derart eingelagert werden kann, daß es auf dem Bildschirm stets in günstigster Beobachtungslage erscheint.

Die Länge des Balgs errechnet sich im Einzelfall nach den oben angeführten Formeln.

Alles nähere besagen die beigegebenen Figuren.

Vergrößerungsvorrichtung für gestreutes Licht.

Die Vergrößerungsvorrichtung besteht aus dem eigentlichen Beleuchtungskasten und der an diesen angeschobenen Aufnahmekamera mit doppeltem Bodenauszug. Der Kasten enthält zu beiden Seiten des Negativausschnittes die Beleuchtungskörper. Die äußeren Abmessungen und Formen des Kastens sind derart gehalten, daß günstigste Lichtaus-nützung sichergestellt ist. Die Konstruktion berücksichtigt in einzelnen Teilen die von Herrn Thieme in den Jahrgängen 1916 und 1917 in der „Photographischen Rundschau“ entwickelten allgemeinen Richtlinien und baut diese zum fertigen Apparat aus.

Aus den oben gemachten Ausführungen wissen wir, daß die durch den Beleuchtungskasten zu erzielende Helligkeit um so größer ist, je kleiner die äußeren Kasten-abmessungen sind. Damit sind also schon allgemeine Richt-

linien gegeben, die wir praktisch dahin ausnützen müssen, daß wir die Lampen möglichst nahe an die Negativöffnung heranbringen. Nur bei dieser Anordnung ist die räumliche Ausdehnung gering. Ferner wissen wir, daß die Glasumhüllungen der Lampen nicht in den Bildwinkel hineinragen dürfen und daß Vorrichtungen geschaffen werden müssen, die eine direkte Bestrahlung der Negativfläche mit seitlichem direkten Licht unmöglich machen. Ferner ist ohne weiteres einzusehen, daß die Größe dieses toten Winkels, in welchem die Beleuchtungskörper untergebracht werden müssen, von der Länge des Balgauszuges abhängt, die ihrerseits wieder von dem jeweiligen Vergrößerungsmaßstab bestimmt wird. Kann man sich nicht von Anfang an über den jeweils erforderlichen Vergrößerungsmaßstab klar werden, und will man für alle Fälle gerüstet sein, so nimmt man den Balgauszug mit der einfachen Brennweite des Objektivs oder mit der Brennweite $f + 10\% = 1,1f$ an. Letztere Länge entspricht einer 10fach linearen Vergrößerung und ergibt den größten Bildwinkel.

Boden: Zur zeichnerischen Bestimmung der seitlichen Annäherungsgrenze der Lampenumhüllung an die zur Aufnahme des Negatives bzw. der Wärmedämpfungsscheibe bestimmte Bodenöffnung errichtet man in der Mitte der Schmalseite des Negativs die Mittelsenkrechte, trägt auf ihr die Höhe $1,1f$ ab und verbindet den Endpunkt mit den Randpunkten der Bodenöffnung. In die Verlängerung der so entstandenen Linien darf die Glasumhüllung der Lampen nicht hineinragen. Die Notwendigkeit, seitliche Lichtdämpfungen zum Schutz der Negativfläche gegen seitliche Bestrahlung in direkter Form einzubauen, macht eine geringe seitliche Verschiebung der Lampen von dieser Stellung hin nach außen erforderlich.

In Rücksicht auf die Befestigung der Kamera muß die Bodenfläche größere Ausmessungen erhalten, als das Negativ einnimmt. Dadurch ergibt sich im Querschnitt der Längsseite des Kastens ein unzuweckmäßig großer Rauminhalt. Man kann diesen verkleinern, indem man parallel mit dem Negativausschnitt schräge, nach der oberen Kastenseite hin geneigte Zwischenwände aufführt.

Es ist selbstverständlich, daß sich bei jeder Konstruktion der Schnittpunkt der Diagonalen des Negatives mit der Diagonalen des Kastenbodens decken muß.

Lüftungsöffnungen: Um eine übermäßige Erhitzung des Beleuchtungskastens und des Negatives, vor allem beim Arbeiten mit Films zu vermeiden, werden luftdurchlässige, aber völlig lichtdicht abschließende Öffnungen unterhalb der Lampen im Kastenboden und im Deckel angebracht.

Seitliche Lichtdämpfung. Da jede direkte seitliche Bestrahlung der Negativfläche aus den oben entwickelten Gründen Flauheit der Vergrößerung bedingt, so werden Mattscheiben, deren Höhe durch die Lage des Brennpunktes der Lampen bedingt ist, zwischen Negativöffnung und Lampenumhüllung parallel mit der längeren Negativseite eingebaut. Diese ruhen auf dem Kastenboden und werden durch Führungsschlitze in den Kastenwänden festgehalten. Man ordnet sie herausnehmbar an, um im Bedarfsfall bei sehr harten Negativen Seitenlicht zur Verfügung zu haben.

Mattscheiben- und Negativhalter. Die zu vergrößernde Platte wird von einem in die Seitenwand einzuschiebenden Rahmen, der nach dem Vergrößerungsraum zu lichtdicht abschließt, getragen. Oberhalb dieses Rahmens befindet sich ein zweiter Rahmen, der in normalen Fällen zur Aufnahme einer Wärmedämpfungsscheibe, in Sonderfällen zu der einer Mattscheibe dient. Der Verbreiterung der Winkelschenkel des Öffnungswinkels entsprechend muß diese Scheibe größere Abmessungen haben als das Negativ.

Material. In Rücksicht auf die starke Erwärmung des Kastens baut man das Gehäuse am zweckmäßigsten aus Eisenblech. Zum mindesten muß der Deckel, der abnehmbar anzubringen ist, aus diesem Material bestehen.

Innenanstrich. Holzteile werden mit Zinkweiß, das mit roher Milch angerührt wird, bestrichen. Eisenbleche, die möglichst geraut sein sollen, bestreicht man zunächst mit Ölfarbe und legt hierüber einen Anstrich aus einer Mischung von Magnesia mit Zaponlack. Auch ein Beräuchern des kalten Eisenbleches mit Magnesiumband kommt in Frage. Auf alle Fälle muß der jeweilige Anstrich äußerst gut reflektieren und vollkommen matt sein.

Höhe des Kastens. Hier gilt: Je näher die reflektierende, das Negativ durchleuchtende Rückwand an die Lampen herangerückt wird, desto größer ist die absolute Helligkeit. Desto ungleichmäßiger erfolgt aber gleich-

zeitig die Durchleuchtung des Negatives. Umgekehrt gilt: Je weiter die Rückwand absteht, desto gleichmäßiger wird die Negativfläche beleuchtet, jedoch nimmt die Helligkeit der Durchleuchtung mit zunehmender Kastenhöhe ab. Will man die Negativfläche bei ebener Form der Rückwand möglichst gleichmäßig beleuchten, so nimmt man die Kastenhöhe 0,8 mal so groß, als die jeweilige Entfernung der Mitten der Lampen beträgt.

Kastendeckel. Die gleichmäßigste Beleuchtung in horizontaler und vertikaler Richtung wird erzielt, wenn man dem Kastendeckel keine ebene, sondern eine gewölbte Form gibt. Man schlägt hierzu um den Beleuchtungsmittelpunkt einen Kreis mit dem Radius 0,8 malige Entfernung der Lampenmittelpunkte. Dadurch ergibt sich gleichzeitig die Breite des Kastens durch die Schnittpunkte des Kreisbogens mit den Schenkeln des Bildwinkels der größten Plattenseite.

Der fertige Beleuchtungskasten hat somit folgende schematische Gestalt:

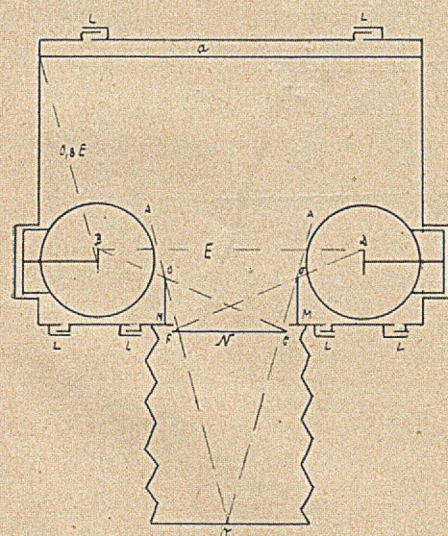


Abb. 34.

Abb. 34.

Senkrechter Längsquerschnitt durch den Kasten,

L = Lüftungsöffnung,

a = abnehmbarer Kastendeckel von gewölbter Form,

E = Abstand der Mittelpunkte der Leuchtflächen,

B, D = Leuchtende Flächen der Lampen,

O = Objektivmittelpunkt,

O A = Konstruktionslinie, welche von der Glashülle der Lampe nicht geschnitten werden darf,

N = Negativ,

ON = OM = seitliche Lichtschutzbretter gegen direkte Bestrahlung des Negatives,

BOG = DOF = Konstruktionslinie zur Bestimmung der Höhe von ON bzw. OM.

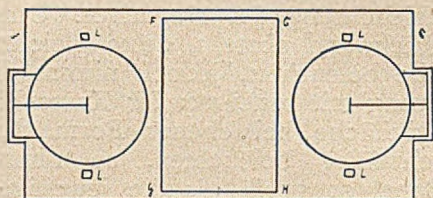


Abb. 35. Wagerechter Querschnitt durch den Kasten,
L. = Lüftungsöffnungen, C F G H = Ausschnitt im Kastenboden für Negativ

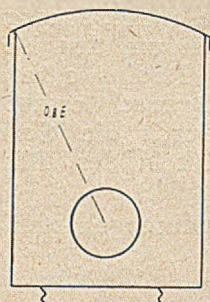


Abb. 36. Seitenansicht,
0,8 E = Krümmungsradius des Kastendeckels, E = Abstand der
Mittelpunkte der Leuchtflächen.



Lehrbücher.

- Ratgeber im Photographieren.** Leichtfaßliches Lehrbuch für Liebhaber-photographen. Von L. David, General a. D. 241. — 255. Auflage. 765. Tausend. Mit 102 Textabbildungen, 31 Tafeln und einer Belichtungstabelle. Taschengröße. Kartonierte 2,40, gebunden 2,70.
- Photographisches Praktikum.** Lehrbuch der Photographie. Von L. David. General a. D. 7./8. Auflage. Mit 388 Abbildungen, 16 Kunstdrucktafeln und 1 Dreifarbendruck. 16,—, gebunden 19,—.
- Achtung, lern richtig photographieren.** Anleitung zum Photographieren. Von Dr. G. Hauberrißer †. 23.—27. neu bearbeitete Auflage. Mit 123 Abbildungen und 8 Tafeln. 1,60.
- Knippen keine Kunst.** Von Ey Emo. Mit 19 Abbildungen. —,40.
- Photographieren mit der Leica.** Kleinfilmpographie und -Projektion. Von C. Emmermann. 3. u. 4. Aufl. Mit vielen Abb. 3,80, geb. 4,50.
- Wie erlangt man brillante Negative und schöne Abdrucke?** Von Dr. G. Hauberrißer. 21.—25. Auflage. Mit 29 Abbildungen und 18 Kunstbeilagen. 1,80.
- Lehrbuch der praktischen Photographie.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe und Professor O. Mente. 4. Auflage. Mit 139 Abbildungen. 8,—, gebunden 10,20.
- Zur photographischen Technik.** Von H. Kühn. 6,80.

Ausführliches Handbuch der Photographie.

Herausgegeben von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder.

- Die Photographie bei künstlichem Licht,** Spektrumphotographie, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes. 3. Auflage. Mit 409 Abb. und 10 Tafeln. 26,—, gebunden 30,—.
- Die Grundlagen der photographischen Negativverfahren.** Von Dr. Lüppo-Cramer. 3. Auflage. Mit 126 Abb. 38,—, gebunden 41,—.
- Die Photographie mit dem Kollodiumverfahren.** 3. Auflage. Mit 126 Abbildungen. 17,20, gebunden 19,20.
- Die Daguerreotypie und die Anfänge der Negativphotographie auf Papier und Glas.** Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder u. Kustos E. Kuchinka. 3. Auflage. Mit 43 Abbildungen. 4,70, gebunden 6,20.
- Die theoretischen und praktischen Grundlagen der Autotypie.** Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder u. Dr. A. Hay. 3. Aufl. 6,30, geb. 7,80.
- Fabrikation der photographischen Platten, Filme und Papiere.** Von Dr.-Ing. F. Wentzel. Mit zahlreichen Abb. 46,—, gebunden 48,50.
- Verarbeitung der photographischen Platten, Filme und Papiere.** Neu bearb. von Hofr. Prof. Dr. J. M. Eder und Dr. Lüppo-Cramer. 6. Auflage. Mit 65 Abbildungen. 30,—, gebunden 32,—.
- Die Sensitometrie, photographische Photometrie und Spektrographie.** Mit 200 Abbildungen im Text und 10 Volltafeln. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 6. Auflage. 42,—, gebunden 44,50.
- Die photographischen Kopierverfahren mit Silbersalzen (Positivprozeß).** Von Dr.-Ing. F. Wentzel. 3. Auflage. Mit 58 Abbildungen und 4 Tafeln. 21,—, gebunden 23,50.
- Das Pigmentverfahren, Öl-, Bromöl- u. Gummidruck u. verwandte photogr. Kopierverfahren.** 4. Auflage. Mit 58 Abb. 27,—, gebunden 29,50.
- Heliogravüre und Rotationsdruck.** 3. Auflage. Mit 136 Abbildungen. 17,—, gebunden 19,50.

Ausführliches Handbuch der Photographie (Fortsetzung).

Die Lichtpausverfahren, die Platinotypie und verschiedene Kopierverfahren ohne Silbersalze. 3. Auflage. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder und Dr. A. Trumm. 15,50, gebunden 17,50.

Optik und Sensitometrie.

Vorträge über photographische Optik. Von Dozent H. Schmidt. 3.—4. Aufl. Mit 81 Abbild. und 2 Tafeln. 2,50, gebunden 3,20.
Der Gebrauch der Blende in der Photographie. Von Oberst H. Freiherr von Cles. 2. Auflage von Dr. R. Richter. Mit 37 Abbild. 1,80.
Ein neues Graukeil-Photometer. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. Mit 2 Abbildungen und 2 Tafeln. 1,30.
Mess- und Prüfungsmethoden in der photographischen Praxis. Von Dr. R. Defregger. 4,70, gebunden 5,80.

Chemie und Photochemie.

Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik. Herausgegeben von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 12.—13. Auflage. 6,50, gebunden 7,50.
Vorträge über Chemie und Chemikalienkunde für Photographierende. Von H. Schmidt. 3.—4. Auflage. Mit einem Anhang über lateinische Bezeichnungen. 2,50, gebunden 3,20.
Photographische Chemie und Chemikalienkunde mit Berücksichtigung der Bedürfnisse der graphischen Druckgewerbe. Von Reg.-Rat Professor E. Valenta. 2. Auflage.
I. Teil: **Anorganische Chemie.** 8,—, gebunden 10,20.
II. Teil: **Organische Chemie.** 9,50, gebunden 11,70.
Photochemie. Von Dr. J. Plotnikow. Mit 15 Abbildungen. 6,—.
Reifung von Bromsilbergelatine mit Ammoniak und Ammonkarbonat. Von Dr.-Ing. O. Papesch. 2,30.
Herstellung photographischer Lösungen und Behandlung photographischer Chemikalien. Von J. I. Crabtree und G. E. Matthews. Übersetzt u. bearb. von C. Emmermann. Mit 7 Abb. 4,50, geb. 5,80.

Negativverfahren.

Vorträge über die photographischen Verfahren. Von H. Schmidt. 3. Auflage. Mit 8 Abbildungen. 2,20, gebunden 2,80.
Die Entwicklung der photographischen Bromsilber-Gelatineplatte bei zweifelhaft richtiger Exposition. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 5. Auflage. Mit 1 Tafel. 1,40, gebunden 2,—.
Die Standentwicklung und ihre Abarten für den Amateur- und Fachphotographen. Von Dozent H. Schmidt. 3.—4. Auflage. Mit 29 Abbildungen. 1,50, gebunden 2,10.
Wie erlangt man brillante Negative und schöne Drucke. Von Dr. G. Hauberrißer. Mit 29 Abbildungen und 18 Kunstbeilagen. 1,80.
Die Mißerfolge in der Photographie. I. Teil: **Negativverfahren.** Von H. Müller. 6.—7. Aufl. Mit 4 Abb. und 8 Tafeln. 2,40, geb. 3,—.
Wirtschaftliches Arbeiten im Negativ- und Positivprozeß. Wiederherstellen von Entwicklern, Fixier- und Tonbädern unter Ausfällung der Edelmetalle. Von H. Zaepernick. 2,20.
Die orthochromatische Photographie. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. Mit 16 Abbildungen und 10 Tafeln. 3,50, gebunden 4,20.
Der Aufbau des photographischen Bildes. Von Prof. Dr. E. Goldberg. Mit 55 Abbildungen. 2. Auflage. 5,50, gebunden 7,—.
Die Fehler im nassen Kollodiumverfahren, deren Ursache und Abhilfe. Von Fachlehrer R. Rothmaier. 0,50.

Positivverfahren nebst Diapositivverfahren und Vergrößern.

- Vorträge über die photographischen Verfahren. Von H. Schmidt.
2. Auflage. Mit 4 Tafeln. 2,20, gebunden 2,80.
- Die Mißerfolge in der Photographie. II. Teil: Positivverfahren. Von
H. Müller. 5.—6. Auflage. 2,40, gebunden 3,—.
- Wirtschaftliches Arbeiten im Negativ- und Positivprozeß. Wieder-
herstellen von Entwicklern, Fixier- und Tonbädern unter Aus-
fällung der Edelmetalle. Von Schriftleiter H. Zaepernick. 2,20.
- Das Arbeiten mit Gaslicht- und Bromsilberpapieren einschließlich des
Postkartendrucks, sowie einer kurzen Anleitung zur Herstellung
vergrößerter Bilder. Von Chemiker P. Hanneke. 3. Auflage.
Mit 35 Abbildungen und Tafeln. 3,80, geb. 4,80.
- Auskopierpapiere ohne Metalltonung. Von Prof. Dr. E. Stenger.
3,40, gebunden 4,90.
- Die Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren. Von Oberreg.-Rat
Dr. E. Sedlacek. 2. Auflage. 2,80, gebunden 3,50.
- Das Kopieren bei elektrischem Licht. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl.
2. Auflage. Mit 22 Abbildungen und 1 Tafel. 1,50.
- Neuzeitliche photographische Kopierverfahren. Ozobromprozeß, Brom-
silberpigmentpapier, Pigmentgravüre, Öldruck, Bromöldruck,
Katatype, Druckschriften-Kopierverfahren. Von Dr. E. Stenger.
3. Auflage. 2,60, gebunden 3,30.
- Das Pigmentverfahren, der Gummi-, Öl- und Bromöldruck und ver-
wandte photographische Kopierverfahren mit Chromsalzen. Von
Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 4. Aufl. Mit 46 Abb. 27,—, geb. 29,50.
- Der Pigmentdruck. Von H. Zaepernick. 2,—.
- Das Bromöldruckverfahren und der Bromölumdruck. Von Dr. E.
Mayer. 10.—11. Auflage. 3,80, gebunden 4,90.
- Die Selbstbereitung von Bromöldruckfarben. Von E. Guttman.
3. Auflage. —,90.
- Der Umdruck im Bromöldruckverfahren (Handpressendruck). Von
E. Guttman. 3. Auflage. 1,40.
- Anleitung und Herstellung von Bromölumdrucken nach der Abreibe-
methode. Von H. Minuth. Mit 12 Abbildungen. 0,60.
- Der Gummidruck und seine Anwendung in der künstlerischen Photo-
graphie. Von A. Meyer. Mit 4 Abbildungen und 4 Tafeln. 1,40.
- Die Diapositivverfahren. Praktische Anleitung zur Herstellung von
Fenster-, Stereoskop- und Projektionsbildern usw. Von G. Mer-
cator. 4. Auflage. 2,—, gebunden 3,—.
- Handbuch des Vergrößerns auf Papieren und Platten. Von Prof. Dr.
F. Stolze. Neu bearbeitet von P. Thieme. 4. Auflage.
I. Teil. 5,—, gebunden 5,70.
II. Teil. Im Druck.
- Die Praxis des Vergrößerns. Von H. Zaepernick. Mit 36 Abbil-
dungen. 3,20, gebunden 4,30.

Retusche und Kolorieren.

- Die photographische Retusche mit besonderer Berücksichtigung der
modernen chemischen, mechanischen und optischen Hilfsmittel.
Nebst einer Anleitung zum Kolorieren von Photographien. Von
G. Mercator. 8. Auflage. 2,20.
- Anleitung zum Kolorieren photographischer Bilder jeder Art mittels
Aquarell-, Lasur-, Oel-, Pastell- und anderen Farben. Von G. Mer-
cator. 4. Auflage.

Apparate nebst Zubehör und Aufnahmetechnik.

- Das Arbeiten mit kleinen Kameras** nebst praktischer Anleitung zu der Entwicklung der kleinen Negative, sowie der Herstellung von Kopien und Bildvergrößerungen. Von Chemiker P. Hanneke. 6.—7. Auflage. Mit 67 Abbildungen. 2,20, gebunden 3,30.
- Die Spiegelreflexkamera.** Von A. Mayer, neu bearbeitet von P. Hanneke. 3. Auflage. Mit 52 Abbildungen. 2,20, gebunden 3,30.
- Die Stereoskopie.** Das Wesentliche über die Grundlagen, die Herstellung und die Anwendung des Raumbildes. Von Dr. J. Rheden. 3. Auflage. Mit 31 Abbildungen. 2,—, gebunden 3,40.
- Die Panoramenapparate.** Von Prof. Dr. F. Stolze. Mit 33 Abb. 2,—.
- Die Lichtfilter** mit besonderer Berücksichtigung der Lichtfilter für photographische Zwecke. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 3. Auflage. Mit 18 Abbildungen u. 6 Tafeln. 4,90, gebunden 6,10.
- Die richtige Belichtung.** Von Dr. J. Rheden. 3. Aufl. Im Druck.
- Die Hilfsmittel zur Bestimmung der Belichtungsdauer.** Von Dr. J. Rheden. Mit 28 Abbildungen. 4,50, gebunden 5,80.
- Die Belichtungsmesser der photographischen Praxis.** Von Dr. R. H. Blochmann. 2. Auflage. Mit 6 Abbildungen. 1,80.
- Einführung in die Elektrizitätslehre** für Photographen und Filmschüler. Von E. Koch. Mit 51 Abbildungen. 3,80, gebunden 5,40.

Photographieren bei künstlichem Licht.

- Das Photographieren mit Blitzlicht.** Von H. Schmidt. 3. Auflage. Mit 60 Abbildungen und 8 Tafeln. 4,—, gebunden 5,20.
- Die Photographie bei künstlichem Licht,** Spektrumphotographie, Aktinometrie und die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes. Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Auflage. Mit 409 Abbildungen und 10 Tafeln. 26,—, gebunden 30,—.

Farbenphotographie.

- Die Theorie und Praxis der Farbenphotographie mit Autochrom- und anderen Rasterfarbenplatten.** Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 5. Auflage. Mit 8 Abbildungen. 2,—, gebunden 2,60.
- Die Photographie in natürlichen Farben** mit besonderer Berücksichtigung des Lippmannschen Verfahrens, sowie jener Methoden, welche bei einmaliger Belichtung ein Bild in Farben liefern. Von Prof. E. Valenta. 3. Auflage. Mit 32 Abbildungen und 6 Tafeln. Etwa 8,50, gebunden etwa 9,80.
- Die Dreifarbenphotographie** mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 4. Aufl. Mit 35 Abb. und 4 Tafeln. 4,50, gebunden 5,20.

Kalender und Jahrbücher.

- Das Photo-Jahr 1931.** Herausgeber: Dr. Walther Heering. Ein Ganzleinenband in Taschenformat, auf bestem Kunstdruckpapier, reich illustriert. Geb. etwa 2,60.
- Jahrbuch für Photographie und Reproduktionsverfahren.** Von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. Berichte über die alljährlichen Fortschritte der Wissenschaft und Praxis auf jenen Gebieten.
- Jahrgang 1921—1927. 30. Band. 3 Teile. Mit 424 Abbildungen. Jeder Teil 19,—, gebunden 21,—.
- Jahrgang 1915—1920. Mit 155 Abb. 13,—, gebunden 14,20.
- Frühere Jahrgänge je Band 7,20.

Künstlerische Photographie.

Künstlerische Landschaftsphotographie. Zwölf Kapitel zur Ästhetik photographischer Freilichtaufnahmen. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe. Neu bearbeitet von Prof. O. Mente. 6.—7. Auflage. Mit 115 Textabbildungen und Reproduktionen nach Schöpfungen hervorragender Lichtbildner. In geschmackvoller und sorgfältigster Ausstattung. 9,—, gebunden 10,80.

Bildmäßige Photographie. Von Kunstmaler F. Matthies-Masuren. 4. Auflage. Mit 24 ganzseitigen Tafelbildern in feinstem Buchdruckausführung auf Chamoiskunstdruckpapier nach Landschafts- und Portratarbeiten der bekanntesten Lichtbildner des In- und Auslandes. 4,80, gebunden 6,—.

Angewandte Photographie.

Hochgebirgs- und Winterphotographie. Praktische Ratschläge für Ausrüstung und Arbeitsweise. Von Dr. Kuhfahl. 6. u. 7. Auflage. Mit 32 Bildtafeln. 3,90, gebunden 5,70.

Heimatphotographie. Die Photographie im Dienste von Heimatschutz und Heimatforschung. Von Dr. Kuhfahl. Mit 12 Abbildungen. 1,80.

Pflanzenphotographie. Von B. Haldy. Mit 9 Abbildungen. 1,80.

Tierphotographie. Von E. Lutz. Mit 8 Abbildungen. 1,80.

Architekturphotographie. Von B. Haldy. Mit 8 Tafeln. 1,80.

Kunstgewerbliche Photographie. Von B. Haldy. Mit 14 Abbild. 1,80.

Die Aktphotographie. Von L. Herrlich und Dr. W. Warstat. Mit 9 Abbildungen. 1,80.

Sportphotographie. Von M. Schirner. Mit 22 Abbildungen. 1,80.

Die Hemphotographie. Von A. Ranft. 3.—4. Aufl. 2,50, gebunden 3,20.

Der Porträt- und Gruppenphotograph beim Setzen und Belichten. Von E. Kempke. 6. Auflage. 2,—.

Bild und Film im Dienste der Technik. Von Ingenieur A. Lassally.

I. Teil: **Betriebsphotographie.** Mit 39 Abbild. 3,50, gebunden 4,20.

II. Teil: **Betriebskinematographie.** 2. Auflage. Mit 50 Abbild. Im Druck.

Lehrbuch der Röntgenographie. Von H. Traut und Oberarzt Dr. H. Engelken. Mit 103 Abbildungen. 4,—, gebunden 4,70.

Die Photoplastik. Herstellung photographischer Skulpturen und ähnliche Verfahren. Von E. Kuchinka. Mit 23 Abbildungen. 3,80.

Die Wiederherstellung alter photographischer Bilder und Reproduktion derselben im ursprünglichen und in neuzeitlichen Verfahren. Von Dr. E. Stenger. 2,—.

Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. In gemeinverständlicher Darstellung. Von Prof. Dr. E. Goldberg. 2. Auflage. Mit 49 Abbildungen und 2 farbigen Tafeln. 3,50, gebunden 4,60.

Handbuch für die Kalkulation im Photographengewerbe mit Anleitung für eine zweckentsprechende Buchführung. Bearbeitet von J. Lüpke und F. Gellert. 2,—.

Die Photographie im Dienste der Presse. Von P. Knoll. Mit 26 Abbildungen. 2,50, geb. 3,90.

Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen. Von Dr. F. Eichberg. Mit 21 Abbildungen. 1,60.

Die Palimpsestphotographie (Photographie radiierter Schriften) in ihren wissenschaftlichen Grundlagen und praktischen Anwendungen. Von P. R. Kögel, O.S.B. Mit 42 Abbildungen. 3,—.

Kinematographie.

Handbuch der praktischen Kinematographie. Herausgegeben von
F. P. Liesegang und G. Seeber.

Band I: **Die Geschichte des Films.**

Band II: **Die Herstellung des Films.**

1. Teil: Rohfilmfabrikation. 2. Teil: Filmaufnahme. 3. Teil: Entwickeln und Kopieren.

Band III: **Die Vorführung des Films.**

1. Teil: Die kinematographische Projektion. Von Dir. Dr. H. Joachim.
7. Auflage. Mit 334 Abbildungen. 10,80, gebunden 12,80.

Band IV: **Sondergebiete des Films.**

1. Teil: Wissenschaftliche Kinematographie.

Hilfsbuch für den Kameramann. Mit 65 Abbildungen. 1,50.

Der gezeichnete Film. Von E. Lutz. Übersetzt und erheblich ergänzt
von Dr. K. Wolter. Mit 165 Abbildungen. 12,—, gebunden 13,80.

Kurbie. Ein Lehrbuch des Filmsports. Von C. Emmermann, G. Seeber
und Dr. K. Wolter. Herausgegeben von A. Kraszna-Krausz.
Mit 97 Abbildungen. 6,60, gebunden 7,80.

Die Bücher des Lichtspielvorführers.

1. Mein Vorführungsraum. Von R. Dahlgreen. Mit 21 Abb. 1,—.

2. Das Kofferkino. Von R. Dahlgreen. Mit 17 Abbildungen. 1,—.

Der sichtbare Mensch. Eine Filmdramaturgie. Von Bela Balazs.

3,50, gebunden 4 80.

Der Geist des Films. Von Béla Balázs.

8,—, gebunden 9,80.

Reproduktionstechnik und Graphik.

Lexikon der graphischen Techniken. Von Prof. K. Albert. 13,60, geb. 15,80.

Der Halbtönenprozeß. Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen. Von
Prof. Dr. G. Aarland. Mit 78 Abbild. und 5 Tafeln. 3,—.

Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse samt allen Neben-
arbeiten. Von Professor A. Albert. 2. Auflage. Mit 71 Abbil-
dungen und 8 Tafeln. 5,50.

Das Aluminium in seiner Verwendung für den Flachdruck. (Die Al-
graphie.) Von Professor A. Albert. 1,60.

**Die Reflektographie für Reproduktion ohne photographische Kamera
und der anastatische Druck.** Von Reg.-Rat A. Albert. 0,50.

Lehrbuch der Reproduktionstechnik. Von C. Blecher.

Band I: Einleitung und Theoretischer Teil. Mit 190 Abbildungen
und 9 zum Teil farbigen Beilagen. 9,20, gebunden 10,30.

Die Verwendung des Zinks für den lithographischen Druck nach dem
Verfahren von Dr. Strecker. Von C. Blecher. 1,40.

Lehrbuch der Chemigraphie. 2. Auflage von „Die Autotypie und der
Dreifarbendruck“. Von Professor K. H. Broum. Mit 78 Abbil-
dungen und 8 Tafeln. 7,80, gebunden 9,40.

Die Grundlagen der Reproduktionstechnik. Von Prof. Dr. E. Goldberg.
2. Auflage. Mit 48 Abb. und 2 farbigen Tafeln. 3,50, gebunden 4,60.

Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik.
Herausgegeben von Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 12.— 13. Auflage.

6,50, gebunden 7,50.

Heliogravüre und Rotationsdruck, ferner Photogalvanographie, Photo-
glyptie, Asphaltverfahren und photographische Atzkunst. Von
Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder. 3. Aufl. Mit 136 Abb. 17,—, geb. 19,50.

- Die modernen Lichtpausverfahren.** Von Professor H. Spörl. Mit 118 Abbildungen 5. Auflage. 4,80, gebunden 5,90.
- Handbuch der Lithographie.** Nach dem gegenwärtigen Stande dieser Technik. Von Reg.-Rat G. Fritz. Mit 243 Abbildungen und 23 Tafeln, davon 11 in Farbendruck. 35,—, gebunden 39,50.
- Die Chromolithographie** mit besonderer Berücksichtigung der modernen, auf photographischer Grundlage beruhenden Verfahren und der Technik des Aluminiumdruckes. Von Oberfaktor F. Hesse. 2. Auflage. Mit 131 Abbildungen und 20 Tafeln. 14,—, geb. 17,80.
- Die Schriftlithographie.** Eine theoretisch-praktische Anleitung zur Erlernung der Schrift. Mit Vorlageblättern sämtlicher in der lithographischen Technik zur Anwendung kommenden Schriftcharaktere unter besonderer Berücksichtigung der modernen Kunstrichtung. Von Oberfaktor F. Hesse. Mit 150 Abb. und 30 Tafeln. 15,—.
- Die Dreifarbenphotographie** mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und ähnlicher Verfahren. Von Dr. A. Freiherrn von Hübl. 4. Auflage. Mit 40 Abb. und 4 Tafeln. 4,50, geb. 5,20.
- Die Farbe als wissenschaftliches und künstlerisches Problem.** Die Grundlagen der Farbenlehre für Künstler und Kunstgewerbler. Von Prof. Dr. L. Richtera. Mit 57 Abb. 3,40, gebunden 4,20.
- Der Offsetdruck.** Von K. Gnoth, Offsetinstrukteur. Mit zahlreichen ein- und mehrfarbigen Illustrationen. Gebunden 4,50.
- Hand- und Maschinenschriftsatz.** Von Dr. R. A. Winkler. 6,40.
- Die Herstellung von Büchern, Illustrationen, Akzidenzen usw.** Von A. W. Unger, Professor an der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. 3. Auflage. Mit 231 Abbildungen, 10 Beilagen und 87 Tafeln. 16,—, Halbleinenbd. 18,70, Ganzleinenbd. 19,20.
- Die Rohstoffe der graphischen Druckgewerbe.** Von Professor Dr. E. Valenta.
- Band I: **Das Papier**, seine Herstellung, Eigenschaften, Verwendung in den graphischen Drucktechniken, Prüfung usw. 2. Auflage. Mit 120 Abbildungen. 8,60, gebunden 9,60.
- Band II: **Fette, Harze, Firnisse, Ruß, schwarze Druckfarben** und verschiedene andere in den graphischen Druckgewerben verwendete Materialien (lithographische Tinten, Tusche, Kreiden, Walzenmassen, Feuchtwasser, Drucktinkturen, Lacke, Umdruck-, Deck- und Stempelfarben usw.). 2. Auflage. Mit 90 Abbildungen. 15,20, gebunden 17,—.
- Band III: **Die bunten Druckfarben.** Mit 48 Abbildungen. Im Druck.
- Die Photoglyptie oder der Woodbury-Druck.** Nach dem Französischen übersetzt. Von L. Vidal. Mit 24 Abbildungen. 4,50.
- Die manuellen graphischen Techniken.** Zeichnung, Lithographie, Holzschnitt, Kupferstich und Radierung, sowie die verwandten graphischen Verfahren des Hoch-, Flach- und Tiefdruckes. Von W. Ziegler.
- Band I: **Die Schwarz-Weiß-Kunst.** 4. Auflage. Mit 125 Abbildungen. 9,80, gebunden 10,80.
- Band II: **Die manuelle Farbengraphik.** 2. Auflage. Mit 10 Abbildungen und Tafeln. 5,50, gebunden 6,50.

Das Atelier des Photographen

Zeitschrift für Bildnisphotographie

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

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

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

Photographische Chronik

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

Schriftleiter: C. Emmermann, Halle (Saale).

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

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

Filmtechnik — Filmkunst

Schriftleitung: A. Kraszna-Krausz, Berlin.

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

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

Film für Alle

Monatsschrift für Amateurkinematographie

Schriftleitung: A. Kraszna-Krausz, Berlin.

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

4. Jahrgang. Erscheint monatlich einmal.

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

Photographische Rundschau

Halbmonatsschrift für Freunde der Photographie

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

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

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

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

