

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

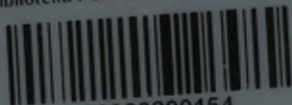
L. inw.

5005



2 1/2 1/2 192

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299154

*Nun Herausgeber von Jahrbuch
überw. 10/3. 92.*

Das
photographische Aufnehmen

zu wissenschaftlichen Zwecken,

insbesondere

das Messbild-Verfahren

von

Dr. A. Meydenbauer

Geheimer Baurath,

Vorsteher der Messbild-Anstalt des Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts-
und Medizinal-Angelegenheiten.

Erster Band:

Die photographischen Grundlagen und das Messbild-
Verfahren mit kleinen Instrumenten.



Nr. 615.

Berlin 1892.

Unte's Verlags-Anstalt.

XX
654



II 5005

Akc. Nr. 4098 / 50

Seiner Excellenz dem Herrn Staatsminister

D. Dr. von Gossler

in ehrerbietigster Dankbarkeit

gewidmet vom

Verfasser.

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

Handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.



Vorwort.

Die an den Verfasser von vielen Seiten ergangenen Anfragen nach einer ausschliesslich die praktische Seite behandelnden Anleitung der Messbildkunst waren Veranlassung zur Bearbeitung dieses Handbuches.

Unter diesen Anfragen bezog sich bei weitem die grössere Anzahl auf kleine Handapparate, um die Vortheile des Messbild-Verfahrens auf Studien-Reisen oder bei ähnlichen Veranlassungen sich anzueignen. Verfasser hielt es für angezeigt, diesem Bedürfniss zuerst entgegenzukommen und hat daher zunächst die aus der praktischen Photographie zur Erzeugung eines brauchbaren Messbildes nothwendigen Vorbedingungen behandelt und mit einer kurzen Darlegung der Theorie und des Messbild-Zeichnens zu einem ersten Band zusammengestellt. In einem Anhang ist ein kleines Messbildinstrument und sein Gebrauch beschrieben.

Die grösseren Instrumente, deren Interessentenkreis erfahrungsmässig sehr viel kleiner ist, werden in einem bald folgenden Band beschrieben, dem auch historische Angaben über den Entwicklungsgang des Messbild-Verfahrens angeschlossen werden sollen.

Berlin, im November 1891.

A. Meydenbauer.

Alphabetisches Sachregister.

- A**bgreifen der Bildabstände 147.
Abnahme der Bildkraft nach den Rändern 18.
Absaugen von Magnesiumrauch 124.
Absperren des Tageslichtes 82.
Abstände von Bild und Gegenstand 7.
Abweichung der optischen Axe 144.
Abziehbare Schicht, Vorzug derselben 90.
Aermelsack 72.
Alaunbad 104.
Anschluss zwischen zwei Bildern 152.
Anschütz 22.
Atmosphärische Einflüsse auf Bildschärfe 37.
Aufbewahrung der Platten 105.
Auflager der Platte 143.
Auflagermarke 137. 143.
Auftragen der Aufrisse, Querschnitte 170.
Aufrisse, Auftragen ders. 170.
Aufziehen der Kopien 110.
Augenblicksverschluss 27.
Augpunkt 8.
Ausdehnung der Papier-Kopien 109.
Auslösung des Objektiv-Verschlusses 27.
Ausmittlung der Brennweite 43.
Ausnutzung des Bildwinkels 51.
- B**algen 70.
Beleuchtung zur Vergrößerung 121.
Belichten 92.
Belichtungsdauer 21.
Bestimmung der Brennweite 38.
Betrachten der Bilder 55.
Bildfeld 10. 31.
- Bildkreis 10.
Bildkreis brauchbarer 46.
Bildpunkt 1.
Bildschärfe 11. 30.
Bildwinkel 11. 31. 33. 46. 51.
Bildwinkel, Ausnutzung dess. 51.
Blendenöffnung 13.
Brennweite 3. 37.
Brennweite, konstante 35.
Brennweite, Wirkung ders. 55.
Brennweite, Feststellung ders. 44.
Bomsilberpapier 111. 114.
Busch E. 33.
- C**amera, Material ders. 56.
Camera, Abmessungen ders. 58.
Cassette 70.
Chlorsilberpapier 109.
Condensatoren im Vergrößerungs-Apparat 122.
- D**auer der Belichtung 12. 21.
Distanzmessung 161. 181.
Dörge ns, Professor 38. 144.
Doppelcassette 71.
Drehung des Messbild-Instruments
Dunkelkasten, tragbar 84. 106. [154].
Dunkelzimmer 82.
Dunkelzimmer, Beleuchtung dess. 83.
- E**ikonogen-Entwickler 98. 128.
Einrichten des Messbildes 149.
Einschubblende 14.
Einstellung ohne matte Scheibe 36.
Einstellung bei kleiner Blende 34.
Eisenentwickler bei Kopien 97.

- Eisenentwickler bei Vergrößerungen 128.
 Eiweisskopirverfahren 113.
 Elektrisches Licht bei Vergrößerung 120.
 Entstehen der Messbilder 131.
 Entwickeln 96.
 Entwicklung, Positiv-Verfahren auf Bromsilberpapier 112.
 Erklärungen, optische 1.
 Excentrizität des Messbild-Instrumentes 155.
- F**adenstativ 79.
 Färbung des Glases 16.
 Fallen der geologischen Schichten
 Fallverschluss 24. [177.
 Falschzeichnen der Objektive 48.
 Fernmessung 161. 181.
 Fertigzeichnen 176.
 Feststeller des Stativs 81.
 Feststellung der Brennweite 44.
 Films 73. 90.
 Fixage, Fortlassen ders. 103.
 Fläche der Bildpunkte 9.
 Flimmern der Luft 36.
 Focusdifferenz 44.
 Folge der Arbeiten bei Messbild-Aufträgen 157.
 Fortlassen der Fixage 103.
 Freifallverschluss 24.
 Freihandstative 77.
- G**elbes Glas 89.
 Gelbscheibe 83.
 Gelbschleier 97. 113.
 Genauigkeit der Einstellung 43.
 Geometrische Messbild-Aufnahme
 Geräte, kleine 81. [166.
 Geschnittene Schärfe 31.
 Geschwindigkeit bei Augenblicks-Verschlüssen 28.
 Grundformel 3. 4.
 Grundrissaustragen aus einem
 Bilde 157.
- H**altbarkeit der empfindlichen
 Platten 88.
- Haltbarkeit der fertigen Platten 104.
 Hebung des Objektivs 50. 54.
 Hervorrufen 96.
 Hilfsmittel bei unzureichenden
 Messungen 167.
 Hinterguss der Platte 74. 90.
 Höhengleichung 156.
 Höhenmessung 156.
 Horizont 136. 173.
 Horizontalkurven 176. 178.
 Hydrochinon bei Vergrößerungen
 Hydrochinon-Entwickler 98. [128.
- J**esse O 140.
 Ikonometer 66.
 Jordan, Professor 144.
 Ipe, See 181.
 Irisblende 15.
- K**alklicht bei Vergrößerung 120.
 Kersten, Dr. 181.
 Konstante Brennweite 35.
 Kopien, Aufziehen ders. 110.
 Kopien, Ausdehnung ders. 109.
 Kopien, Herstellung ders. 106.
 Kurbelverschluss 26.
 Kurze Belichtung 95.
- L**auge-Belichtung 95.
 Langsame Entwicklung 100.
 Laussedat 183.
 Lichtfilter 89.
 Lichtfleck 17.
 Lichtkraft 11. 12. 31.
 Lichtmenge 1.
 Lichtpunkt 1.
 Linsendicke 15.
 Lupe 7.
- M**aassstab der Zeichnung 151. 161.
 Magnesiumlicht bei Vergrößerungen
 Magnesiumrauch 123. [120.
 Mattscheibe 44. 65.
 Medjid ed Djuma, Aufnahme ders.
 Messbild-Camera 136. [169.
 Messbild, Zweck dess. 131.
 Mischungsangaben 197.
 Mittelblende 11. 32.
 Momentbelichtung 28.

Nachhilfe bei Vergrößerungen 127.
Objektive, Eigenschaften ders. 8.
Objektive, Falschzeichnung ders. 48.
Objektive für Messbildinstrumente
Objektiv, Hebung dess. 50. [141.
Objektivsysteme, Eigenschaftend. 8.
Objektiv-Verschlüsse 22. [31.
Optische Erklärungen 1.
Orientiren nach Himmelsrichtungen
[176.
Pantoskop 33.
Photographieton 197.
Platinprozess 108.
Plattengröße 58.
Platten, lichtempfindliche 87.
Plattenschutz 74.
Probe-Aufnahmen für Objektive 141.
Pyrogallus-Entwickler 97.
Querschnitte, Auftragen ders. 170.
Rauchabführung bei Magnesium-
lampen 124.
Reisen, Behandlung der Platten
auf dens. 101.
Retouche bei Vergrößerungen 128.
Richtpunkte 149. 161.
Rollcassette 73.
Schärfe, geschnittene 31.
Schärfeverlust bei Vergrößerungen
Schalen für Entwicklung 83. [126.
Schatten, Benutzung dess. für
Orientirungen 177.
Scheibe, matte 65.
Scheibenblende 14.
Schiefstellung der Camera 48.
Spiegelglas 91.
Spiegelung im Objektiv 16.
Standentwicklung 99.
Standlinie 132.
Stative 74.
Stativfeststeller 81.
Stecker am Objektiv-Verschluss 27.
Sternblende 20.
Stirn'sche Camera 59.

Stockstativ 78.
Stolze, Dr. 20. 39. 109. 169.
Streichen der Schichten 177.
Sucher 66.
Tageslicht, Absperrn dess. 82.
Theodolit, photographischer 140.
Tiefe der Schärfe 35.
Uferlinien, Aufnahme ders. 181.
Umriss von fernen Bergen 178.
Unschärfe bei grösseren und klei-
neren Instrumenten 62.
Vergrößerung 30. 61. 116.
Vergrößerung mit elektrischem
Licht 120.
Vergrößerungs-Apparat 122.
Vergrößerungscamera mit fester
Einstellung 118.
Verlust an Schärfe bei Ver-
größerung 126.
Verschiebung der Bildebene 4.
Verschiebung des Objektivs 50. 54.
Verschlüsse am Objektiv 22.
Verschwindungspunkt 49. 160.
Vertikalwinkel 138.
Verzerrung der Bildverhältnisse 53.
Vorschieber 18.
Vorwärtsabschneiden 163.
Vorzüge der Vergrößerung 123. 129.
Wahl der Cameragröße 58.
Waschen der Platten 86.
Wechselvorrichtung für Platten 70. 72.
Werkzeuge beim Auftragen 171.
Winkel, Horizontal-, Vertikal- 138.
Wirkung der benutzten Brenn-
weite auf das Sehen 55.
Wirkung des Lichtes auf die
Platten 29.
Zerstreutes Licht 17.
Zerstreuungskreis 9. 34.
Zulage 150.
Zurichten des Messbildes 145.
Zusammenhang der Arbeiten beim
Messbild-Auftragen 151.

Erster Theil.

Die photographischen Grundlagen des Messbild-Verfahrens.

1. Einleitung und optische Erklärungen.

Das objektive Bild eines vor einer Convexlinse liegenden Gegenstandes kommt in folgender Weise zustande: Die von einem Oberflächenpunkt des leuchtenden oder beleuchteten Gegenstandes, dem Lichtpunkte, ausgehenden Strahlen, welche auf die Oberfläche der Linse treffen, werden von der Glasmasse nach bekannten optischen Gesetzen so gebrochen, dass sie hinter der Linse sich wieder in einem Punkte, dem Bildpunkte, vereinigen. Dieser liegt auf der angenommenen geraden Linie, welche vom Lichtpunkte durch den optischen Mittelpunkt gezogen wird.

Streng betrachtet ist die Annahme der geraden Linie zwischen Bildpunkt und Lichtpunkt nicht zulässig. Die Linie erleidet innerhalb jeder Linse oder jedes Objektivs eine Verschiebung nach dem von Gauss aufgefundenen Gesetze der Hauptpunkte. Dieselbe ist aber unwesentlich im Verhältniss zu den im Messbildverfahren sonst in Betracht kommenden Grössen und kann darum hier ausser Betracht bleiben.

Da die Strahlen vom Lichtpunkte in einem Kegel ausgehen, dessen Basis die Fläche der Linse ist, und im Bildpunkte sich wieder in einem Kegel vereinigen, dessen Basis auch die Linsenfläche ist, so unterscheiden sich Lichtpunkt und Bildpunkt eigentlich nur durch die Lichtmengen, die sie auszustrahlen vermögen. Während der Lichtpunkt auch nach allen Richtungen, die nicht durch die Körperoberflächen selbst abgeschnitten werden, Lichtstrahlen aussendet, thut es der Bildpunkt nur in dem Maasse, als ihm Lichtstrahlen durch die Linse zufallen. Die ausgestrahlten Lichtmengen verhalten sich daher zu einander, eine ebene lichtaussendende Körperoberfläche vorausgesetzt, wie die

Halbkugelfläche mit dem Radius des Abstandes der Linse vom Lichtpunkt zu der Linsenfläche. Man kann sich auf diese Weise eine Vorstellung machen von dem geringen Bruchtheil an Licht, der bei dem photographischen Vorgang in Betracht kommt. Beispielsweise wird bei Portrait-Aufnahmen von dem Licht, welches vom Gesicht ausgeht, wenn der Abstand des Objectives

5 m, sein Durchmesser 0,1 m beträgt, nur $\frac{\pi \cdot 5^2}{\frac{1}{2} \pi \cdot 1000^2} = \frac{1}{20000}$

aufgefangen. Bei Architektur-Aufnahmen betrage der Abstand 100 m, der Objectiv-Durchmesser ebenfalls 0,1 m, so wird nur $\frac{1}{8000000}$ aufgefangen. Da nun die empfindliche Platte hinter dem Objectiv nur von diesem aufgefangenen Licht erregt wird, so kann man sich auch eine Vorstellung davon machen, mit welcher ungeheuren Unterschieden von Licht man zu thun hat, und wie nöthig es ist, einen klaren Einblick zu gewinnen in die Verhältnisse, in denen die Platte in der Camera zu der im Tageslicht wirksamen Lichtmasse steht. Und doch ist die Camera nur eine unendlich grobe Nachbildung unseres Auges, das noch für sehr viel geringere Lichteindrücke empfindlich ist.

Im Gegensatz hierzu muss man sich vergegenwärtigen, welche ungeheure Menge von Energie durch die Schwingungen des hypothetischen Lichtäthers von der Sonne im Raum verbreitet werden muss, um noch in so kleinen Bruchtheilen eine Arbeit von sichtbarer Spur zu verrichten.

Die Art und Weise, wie ein nur durch sich kreuzende Lichtstrahlen entstehender Bildpunkt sichtbar wird, kann man sich dadurch erklären, dass diese Strahlen nichts sind, als die von dem ursprünglichen Lichtpunkt ausgehenden Strahlen; sie zeigen also auch dieselben Abstufungen in Farbe und Lichtkraft wie diese, nur sehr viel schwächer und sind auch kegelförmig von einem Punkt ausgehend geordnet. Daher kann man sie durch eine Sammellinse auch betrachten, wie beim Fernrohr geschieht. Von einer durchscheinenden matten Scheibe oder einer weissen undurchsichtigen Fläche werden sie aber aus dem Kegelmantel heraus nach allen Seiten zerstreut und gelangen so auch ohne Sammellinse, wie die ursprünglichen Lichtstrahlen, in unser Auge. Dass hierbei wieder ein grosser Lichtverlust stattfindet, ist selbstverständlich und man geräth in immer grössere Bewunderung über die Empfindlichkeit der Platte, die

wir in der Netzhaut unseres Auges mit uns herumtragen, die so abgeschwächten Eindrücken unter dem schwarzen Tuch von der matten Scheibe her noch zugänglich ist. Die Empfindlichkeit der Leimplatten ist bei weitem nicht so gross. Dafür aber summirt sich die Wirkung bei diesen mit der längeren Dauer der Belichtung, während das Auge beim Wahrnehmen schwacher Lichteindrücke bald eine Grenze findet. So kommt es, dass bei astronomischen Aufnahmen Sterne schon in kleinen Instrumenten zum Abdruck gebracht werden, die nur in den mächtigsten Fernrohren sichtbar sind.

Die Beziehung nun, welche zwischen den Abständen a und b (Fig. 1), des Lichtpunktes und des Bildpunktes von der Linse stattfindet, wird bekanntlich ausgedrückt durch die Grundformel:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \text{ woraus}$$

$$f = \frac{a b}{a + b}, a = \frac{b f}{b - f}$$

$$\text{und } b = \frac{a f}{a - f}, \text{ worin}$$

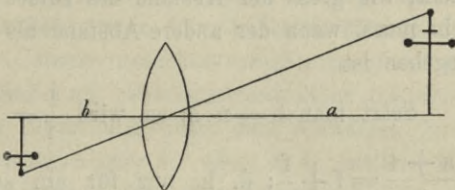


Fig. 1.

f für jede Linse eine von den Krümmungsradien und den Brechungskoeffizienten des Glases abhängige bestimmte Grösse, die Brennweite ist. Da nun unter obiger Voraussetzung, dass die Strahlen geradlinig vom Lichtpunkt durch den optischen Mittelpunkt der Linse nach dem Bildpunkt gehen, die Beziehungen zwischen a , b und f durch Scheiteldreiecke ausgedrückt werden können, so geben die Abstände a und b auch das Maass für die Verhältnisse der lichtgebenden Flächen und der aufgefängenen Flächen, d. i. des Originals und des Bildes. Diese Beziehungen werden zweckmässig in folgende Sätze gekleidet:

1. Von Gegenständen aus unendlicher Ferne kommende Strahlen werden in einem Punkt im Abstand f , von der Linse vereinigt. Denn für $a = \infty$ wird $b = f$,

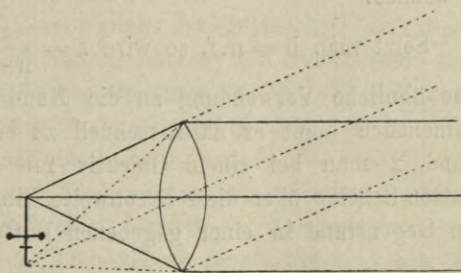


Fig. 2.

d. i. die Brennweite der Linse (Fig. 2). Umgekehrt treten, da Bildpunkt und Lichtpunkt nach obiger Erklärung vertauscht werden können, die Strahlen eines im Abstände $a = f$ befindlichen Lichtpunktes parallel aus, beleuchten also eine Fläche von der Grösse der Linse gleichmässig, so lange man von dem Verlust beim schiefen Auftreffen der Strahlen auf die Vorderfläche und beim Durchgange durch die Glasmasse der Linse absehen kann. Dieser Satz kommt bei den Beleuchtungslinsen (Kondensationslinsen) in Vergrösserungs-Apparaten zur Anwendung.

Die in der Grundformel gegebenen Beziehungen zwischen f , a und b vereinfachen sich im Gebrauch, wenn man den einen Abstand als Vielfaches des andern oder der Brennweite setzt, also $b = na$, oder $= nf$. Bei weitem am häufigsten wird gesucht, wie gross der Abstand des Bildes oder des Gegenstandes sein muss, wenn der andere Abstand als Vielfaches des ersteren gegeben ist.

Setzt man $b = n \cdot a$, so wird $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{n \cdot a}$, woraus $a = f \frac{n+1}{n} = f + \frac{f}{n}$; d. h. nur für ein sehr grosses n bleibt f nahezu gleich a . Setzt man beispielsweise $n = 100$, so geht der Ausdruck $\frac{n+1}{n}$ über in $\frac{101}{100}$, welcher Faktor bei Objektiven mit grosser Brennweite einen merklichen Einfluss übt. Ist $f = 50$ cm, so rückt das Bild in die Entfernung $\frac{50 \cdot 101}{100} = 50,50$, das heisst 0,5 cm weiter als f , also immerhin schon sehr stark in's Auge fallend. Noch bei $f = 15$ cm, wird die Differenz $= 0,15$ cm, ist also noch viel zu gross, um vernachlässigt werden zu können.

Setzt man $b = n \cdot f$, so wird $a = \frac{nf}{n-1}$, welcher Ausdruck eine ähnliche Verwendung an die Hand giebt wie der obige. Namentlich dient er dazu, schnell zu ermitteln, welchen Abstand x man bei einem Objektiv mit der Brennweite f der matten Scheibe über diese Brennweite hinaus geben muss, wenn ein Gegenstand in einer gegebenen Entfernung $n \cdot f$ scharf eingestellt sein soll. Man hat dann $x = a - f = \frac{n \cdot f}{n-1} - f = \frac{f}{n-1}$.

Der Ausdruck, der anzeigt, um welche Entfernung man über f hinaus vom Objektiv ab rücken muss für $b = n \cdot f$, unterscheidet sich von dem obigen $\frac{f}{n}$, der angiebt, um welche Entfernung man von f vom Objektiv abrücken muss für $b = n \cdot a$, nur durch die Nenner, deren Unterschied für ein grosses n unberücksichtigt bleiben kann. Erst bei $n = 300$ wird die Abweichung von der wirklichen Brennweite praktisch gleichgültig. Das heisst mit anderen Worten: Erst bei einem Verhältniss der Brennweite zur Entfernung zwischen Objektiv und Gegenstand von 1 zu mindestens 300 darf man den Abstand der Platte gleich der Brennweite machen.

Beide Ausdrücke sind geeignet, schnell im Kopf auszurechnen, um wieviel die matte Scheibe gegen die Einstellung auf Unendlich gerückt werden muss, wenn der Abstand des Gegenstandes gegeben ist. Da der letztere unter dem dreihundertfachen der Brennweite mit einiger Uebung geschätzt werden kann, es auf einen kleinen Missgriff dabei nur bei sehr grosser Nähe ankommt, so kann man die ganze Einstellung unter dem schwarzen Tuch sparen. Ob ein Gegenstand 8 oder 12 oder 20 m entfernt ist, wird man bald schätzen lernen. Hat man nun ein Objektiv mit Brennweite $f = 20$ cm, so wird für jene Entfernungen $b = 8$ und 12 und 20 m, $n = \frac{b}{f} = 40$ und 60 und 100 und der zu gebende Ab-

stand der matten Scheibe von der Marke für Unendlich $= \frac{20}{40}$

$\frac{20}{60}$ und $\frac{20}{100} = 0,5, 0,333$ und $0,2$ cm. Rückt der Gegen-

stand noch näher, so genügt die Ermittlung der Entfernung durch Schrittmaass, die für die Einstellung der matten Scheibe vollständig ausreichender Ersatz ist.

Wir werden bei Besprechung der Bildschärfe auf diesen Gegenstand noch einmal zurückkommen und nachweisen, dass hier eine sehr wesentliche Beeinflussung der Theorie zu Gunsten der Praxis durch die Blenden herbeigeführt wird.

2. Für das Verhältniss $a = 2f$ wird $a = b = 2f$. In Worten: Gegenstand und Bild werden im Abstand $2f$ gleich gross (Fig. 3). Der Satz wird benutzt zu Brennweitenbestimmungen: man schiebt das Objektiv so lange hin und her, bis

Gegenstand und Bild gleich gross erscheinen, dann misst man deren Abstand und theilt ihn durch 4. Das Verfahren ist nur für sehr rohe

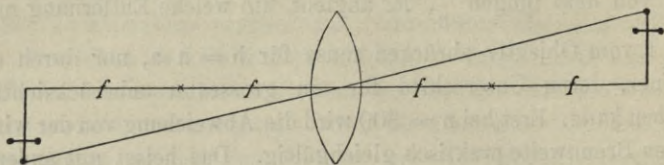


Fig. 3.

Brennweitenbestimmungen anwendbar, da es praktisch sehr mühsam und wegen Vernachlässigung des Abstandes der Hauptpunkte auch sehr ungenau ist. Bei Besprechung der eigentlichen Messbild-Instrumente wird die Brennweitenbestimmung näher dargelegt werden.

3. Zwischen den vorgenannten beiden Stellungen nach Fig. 1 und 2 können Bild- oder Lichtpunkt, die man stets mit einander vertauschen kann, alle möglichen Stellungeneinnehmen. Denkt man sich bei feststehendem Objektiv den Lichtpunkt nach rechts oder links auf der optischen Achse bewegt, so bewegt sich der Bildpunkt in gleichem Sinne. Die Geschwindigkeiten sind aber sehr verschieden, und entspricht der Annäherung des einen an den Brennpunkt die Entfernung des anderen in die Unendlichkeit.

Von Wichtigkeit ist noch die Betrachtung folgender beiden Fälle:

Der Lichtpunkt liegt im Abstände zwischen f und $2f$ (Fig. 4). Der Bildpunkt rückt weiter ab als $2f$, d. h. das Bild

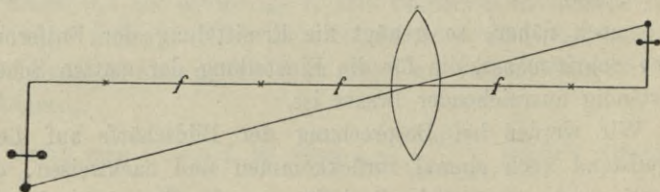


Fig. 4.

erscheint grösser als der Gegenstand oder, beide vertauscht, kleiner als derselbe. Der Satz findet Anwendung bei Vergrösserungen oder Verkleinerungen von Negativen und Zeichnungen. Da jedoch hier der dem Objektiv eigenthümliche Abstand der Hauptpunkte auch nicht verschwindend gegen die Abstände von Bild- und Lichtpunkt ist, so ist es nicht angängig,

die obige Grundformel etwa zur Berechnung einer an der Camera anzubringenden Skala zu benutzen.

Fällt der Lichtpunkt innerhalb des Abstandes f , so ist der Bildpunkt imaginär geworden, d. h. es kommt gar kein objektives Bild mehr zustande. Die vom Gegenstande ausgehenden Strahlen erscheinen nach dem Durchgang durch das Objektiv nur weniger auseinandergehend. Es ist, als wenn sie von einem weiter ab von der Linse liegenden Gegenstand herkämen, wodurch ein auf der anderen Seite der Linse befindliches Auge den Eindruck bekommt, als käme das Bild nicht von a , sondern von a_1 und rühre von einem grösseren Gegenstand her, d. h. die Linse wirkt als Vergrößerungsglas. (Fig. 5.)

Zur Veranschaulichung, sowie zum praktischen Gebrauch folgt nachstehend eine Tabelle für die Abstände von Bild und Gegenstand bei einer Brennweite 10 ohne jede Maassangabe, so dass man für ein beliebiges Objektiv durch Multiplikation der für die Abstände gegebenen Zahlen mit der Brennweite und Division durch 10 die bezüglichen Abstände auch ohne Gebrauch der Formeln finden kann. Die Abstände a und b sind dabei in demselben Maass gegeben wie die Brennweite des Objektivs, also meist in Centimetern.

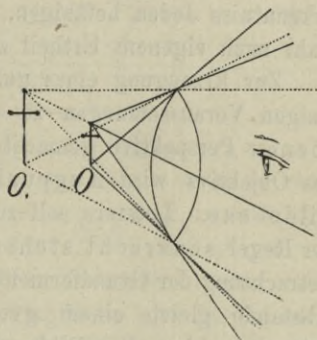


Fig. 5.

a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
10	∞	20	20,00	60	12,00	160	10,66	500	10,20
11	110,00	25	16,66	70	11,00	180	10,59	800	10,12
12	100,00	30	15,00	80	11,43	200	10,53	1000	10,11
13	43,33	35	14,00	90	11,25	250	10,41	2000	10,05
14	35,00	40	13,33	100	11,11	300	10,34	3000	10,034
15	30	45	12,85	120	10,91	350	10,30	4000	10,025
18	27,50	50	12,50	140	10,76	400	10,26	5000	10,020

Hiernach erhält man für ein Objektiv von 17 cm Brennweite von einem 140 cm entfernten Gegenstand eine Einstellung von $\frac{1}{10} \cdot 17 \cdot 10,76 = 18,30$ (mit dem Rechenschieber zu berechnen.)

Für 32,5 cm Brennweite in 2000 cm Entfernung eine Einstellung von $\frac{1}{10} \cdot 32,5 \cdot 10,05 = 32,66$ cm.

2. Eigenschaften und Verwendung der Objektive.

Die in dem vorigen Abschnitte gemachten Voraussetzungen: Geradliniger Durchgang der durch den optischen Mittelpunkt gehenden Strahlen, Vereinigung der vom Lichtpunkt ausgehenden Strahlen in einem nach der Grundformel bestimmten Bildpunkt treffen in Wirklichkeit nur in bedingter Weise zu. Es findet gewissermaassen stets an die theoretischen Voraussetzungen nur eine grössere oder geringere Annäherung statt, deren Ermittlung Sache der speziellen Optik ist und deren Ergebnisse in letzter Zeit ungeahnte Fortschritte aufweisen. Es sollen nun hier diejenigen Erfordernisse erörtert werden, die an ein gutes, zu Messbildern geeignetes Objektiv gestellt werden müssen, und deren Erkenntniss Jeden befähigen, zu bestimmten Zwecken eine Auswahl nach eigenem Urtheil zu treffen.

Zur Erzeugung eines guten Bildes sind vom Objektiv diejenigen Voraussetzungen zu erfüllen, die bei der Theorie der ebenen Perspektive gemacht werden. Der optische Mittelpunkt des Objektivs wird Augpunkt, die empfindliche Platte wird Bildebene. Letztere soll zur optischen Axe des Objektivs in der Regel senkrecht stehen. Nun zeigt aber schon die nähere Betrachtung der Grundformel S. 3, dass nur für Gegenstände im Abstände gleich einem grossen Vielfachen der Brennweite näherungsweise die Bildpunkte gleichen Abstand von dem Objektiv haben und darum in eine Fläche fallen. Alle Bildpunkte näher gelegener Gegenstände fallen dahinter, stellen ein räumliches Gebilde dar, welches mit starker Verzerrung, gewissermaassen einseitig zusammengeschoben, das wirkliche Raumgebilde spiegelt. Da die Gegenstände in allen möglichen Abständen vom Objektiv gruppirt sind, können die Bildpunkte auch nicht denselben Abstand von der Linse haben und nicht in einer Fläche liegen, noch weniger in einer Ebene. Die Differenzen werden, wie die Tabelle S. 7 zeigt, sehr merklich, sobald die Abstände nur ein geringes Vielfache der Brennweite betragen.

Wie oben erwähnt, ist der Bildpunkt als Spitze eines Lichtkegels zu betrachten, dessen Basis in der Linsenöffnung, oder vielmehr in der diese einschränkenden Blendenöffnung liegt. Ein scharfes Bild kann aber nur zustande kommen, wenn der den Bildpunkt erzeugende Kegel genau an seiner Spitze von der

Bildebene geschnitten wird. Liegen die Bildpunkte nicht in einer Ebene, sondern in einer irgendwie gekrümmten Fläche, so werden die Bilder nur in der Nähe der Berührungs- oder Durchschnittsstelle scharf. Die Bildpunkte selbst liegen auch für sehr entfernte Gegenstände eigentlich niemals genau in einer Ebene, die, mit der empfindlichen Schicht der photographischen Platte zusammenfallend, dieser die einzelnen Lichtpunkte in grosser Schärfe übermittelt. Sie liegen stets in einer gekrümmten Fläche (Fig. 6 in *acb* im Durchschnitt gezeichnet), deren Annäherung an die Ebene möglichst angestrebt und von den einzelnen Systemen mehr oder weniger erreicht ist. Bei den älteren Systemen bildete sie meist eine nach dem Objektiv hohle Fläche, die von der Bildebene in einem kleinen mittleren

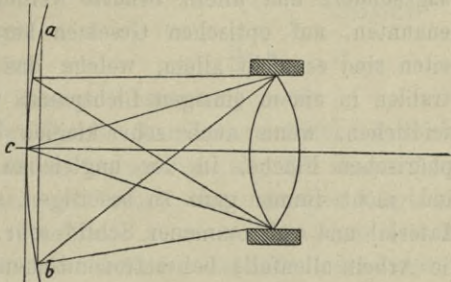


Fig. 6.

Kreise bei *c* berührt, oder bei geringem Abstände in einer nach aussen schnell schmäler werdenden Ringfläche vom Durchmesser ab geschnitten wurde. Mit den Kugelobjektiven und Aplanaten wurden bedeutend grössere Annäherungen an die Ebene erzielt, mit dem Pantoskop bis jetzt bei weitem am meisten.

Die Bildschärfe hängt aber nicht blos ab von der Form der Bildebene, sondern von der Bedingung, dass alle von einem Lichtpunkt aus durch die Blendenöffnung gehenden Strahlen sich auch wieder in einem einzigen Punkte vereinigen. Denn wenn die Strahlen keinen gemeinschaftlichen Durchschneidungspunkt haben, kann man den Strahlenkegel schneiden, wo man will, man erhält nur einen Zerstreungskreis, nie einen scharfen Bildpunkt. In Fig. 7 sind die Durchmesser der Zerstreungskreise für 3 Schnitte stärker gezeichnet. Der mittlere

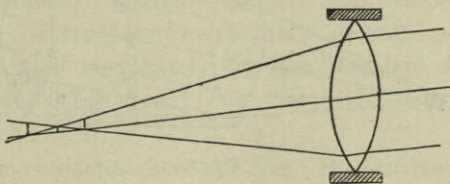


Fig. 7.

ist am kleinsten, bezeichnet also die Stelle, an welcher die Platte das schärfste Bild geben würde.

Die Ursachen, warum streng genommen die Vereinigung niemals in einem Punkte stattfindet, sind bekannt; die chromatische und sphärische Aberration werden immer nur annähernd beseitigt und ihre nähere Betrachtung gehört nicht hierher. Am vollkommensten wird die Schärfe erzielt für die in der Nähe der optischen Axe durchgehenden Strahlen, die durch die Einschaltung der Blendenöffnung in der Mitte der Objektive ausgesondert und allein benutzt werden. Aber auch die vorgenannten, auf optischen Gesetzen beruhenden Unregelmässigkeiten sind es nicht allein, welche das Vereinigen sämtlicher Strahlen in einem einzigen Lichtpunkt verhindern. Die unvermeidlichen, wenn auch sehr kleinen Ungenauigkeiten in der sphärischen Fläche, in der ungleichen Dichtigkeit des Glases sind nicht immer ganz zu beseitigen. Bekanntlich ist gutes Material und vollkommener Schliff sehr theuer. Bezahlt wird die Arbeit allenfalls bei astronomischen Gläsern, die sehr viel theurer zu sein pflegen, als photographische Objektive gleichen Durchmessers. Die vom Objektiv gezeichnete Fläche wird durch die Platte in einem Kreis, dem Bildkreis, geschnitten, in dem ein mehr oder minder grosses Feld brauchbar scharf gezeichnet ist, das Bildfeld.

Es ist zweckmässig, den Begriff des brauchbaren Bildfeldes schon jetzt näher zu betrachten.

Es ist ohne weiteres klar, dass der den Bildpunkt zeichnende Strahlenkegel um so lichtstärker ist, als das Verhältniss der Basis, d. i. der Linsenöffnung zu der Brennweite ein grosses ist.

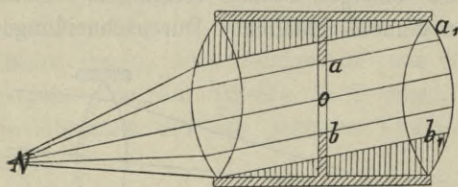


Fig. 8.

Hat man Fig. 8 ein lang gebautes Objektiv, wie die Portraitobjektive nach Petzval, so sieht man sofort, dass nicht alle auf die Vorderlinse fallenden Strahlen

a_1 b_1 den Bildkreis erreichen, sondern schon im Objektiv durch die Fassung abgesehnt werden. Nur die nahe parallel der Axe einfallenden Strahlen erreichen unaufgehalten die Hinterlinse

und tragen zur Erleuchtung des Bildkreises bei, der von der Mitte nach aussen allmählig an Helligkeit abnimmt.

Bei kurz gebauten Instrumenten (Fig. 9), wie Aplanaten ist der Einfluss der Fassung weniger merklich, aber immer noch störend. Man hatte früher

Objektivsysteme, bei denen die Hinterlinse kleiner war als die Vorderlinse; aber wirkliche Abhilfe schaffte

blös die Mittelblende. Diese ist ein so wichtiger

Theil jedes Objektivsystems, dass sie eines näheren Eingehens bedarf.

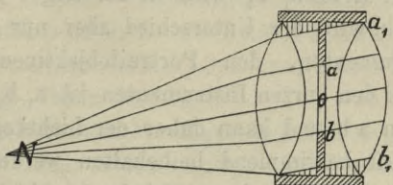


Fig. 9.

Zunächst ist aus den Figuren 8 und 9 ersichtlich, dass eine Mittelblende, die wesentlich kleiner ist als die Linsendurchmesser, alle Randstrahlen abschneidet, die mit allen möglichen Fehlern behaftet sind. Man kann geradezu nach dem Verhältniss, als dies stattfindet, die Objektive eintheilen und zwar in lichtstarke und lichtschwache Objektive, in Weitwinkel- und Kleinwinkel-Instrumente. Dazu müssen die Begriffe Lichtkraft und Bildwinkel erläutert werden.

Im Allgemeinen ist die Lichtkraft eines Objektivs bedingt durch das Verhältniss des Basis-Durchmessers des Strahlenkegels zu seiner Höhe. Die Basis ist die Oeffnung der Linse, die Höhe wird durch den Abstand der Platte von dem Objektiv dargestellt. Da nun aber die Randstrahlen aller Systeme mit Abweichungen von den ursprünglichen Voraussetzungen behaftet sind, so schneidet man durch Einsetzen einer durchlocherten, undurchsichtigen Wand in der Nähe des optischen Mittelpunktes alle Strahlen ab, welche das Innere des Objektivs in allzu grossem Abstand von diesem Mittelpunkt passiren würden. Dadurch nun, dass man die Oeffnung in dieser Wand, Mittelblende genannt, grösser oder kleiner macht, gewinnt man ein Mittel, die Beschaffenheit des Bildes entweder nach der Lichtkraft oder der Bildschärfe hin nach Wunsch zu ändern.

Hieraus geht ohne weiteres hervor, dass an demselben Objektiv durch Veränderung der Blende immer nur die eine Eigenschaft auf Kosten der anderen verbessert werden kann. Streng genommen ist der für die Lichtkraft bestimmende Licht-

kegel nicht durch die Blendenöffnung als solche gegeben, sondern durch den kreisförmigen Ausschnitt, den dieser Lichtkegel über die Blendenöffnung hinaus verlängert, auf der Vorderlinse unter Berücksichtigung der Strahlenbrechung ausschneidet. (Fig. 8 und 9.) Der Kreis $a_1 b_1$ wird in der Regel grösser sein als ab . Merkwürdig wird der Unterschied aber nur bei sehr lang gebauten Instrumenten, den Portraiturektiven und manchen Aplanaten. Bei den kurzen Instrumenten ist $a_1 b_1$ nur sehr wenig verschieden von ab und kann daher der Lichtkegel abN als für die Lichtkraft bestimmend beibehalten werden. Die Inhalte der Lichtkegel von zwei verschiedenen Objektiven derselben Brennweite oder desselben Objektivs mit verschiedenen Blenden verhalten sich aber wie die Quadrate der Durchmesser der Blenden. Ferner verhalten sich bei gleichen Blendenöffnungen die auf die Bildebene pro Flächeneinheit fallenden Lichtmengen umgekehrt wie die Quadrate der Brennweiten nach dem allgemeinen Gesetz aller Fernwirkungen. Für zwei Objektive mit verschiedenen Blendendurchmessern d und d_1 und verschiedenen Brennweiten f und f_1 verhalten sich daher die Lichtstärke wie $\frac{d^2}{f^2} : \frac{d_1^2}{f_1^2}$ und der Ausdruck $\frac{d^2}{f^2}$ ist das Maass der Lichtstärke für jedes Objektiv, das zum Vergleich herangezogen werden soll.

Es ist nun viel darüber gestritten worden, in welcher Weise dieser Ausdruck für die Dauer der Belichtung nutzbar gemacht werden soll. Verfasser hält den ganzen Streit für müßig. Die Belichtungsdauer zur Erzielung einer durchgearbeiteten Platte ist keineswegs proportional dem Ausdruck $\frac{d^2}{f^2}$. Die Wirkung der Belichtung auf die Platte ist eine im ersten Moment schnell

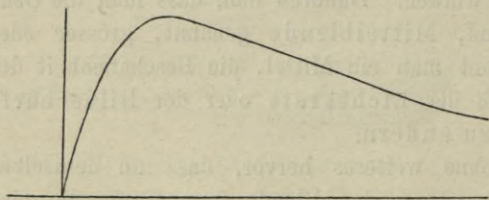


Fig. 10.

ansteigende, nachher langsam nachlassende, etwa wie nebenstehende Kurve zeigt (Fig. 10), in der die Abscissen die Zeit, die Ordinaten die Kraft der Licht-

wirkung darstellen. Ihr Verlauf ändert sich für jede Plattensorte mit dem Entwickler und für jede Entwicklung mit der Plattensorte. Die Versuche, durch ein besonderes Zahlensystem die Blendenummer mit der Belichtungsdauer in Verbindung zu bringen, haben sich daher nirgends eingebürgert. Wenn man die im Photograph. Wochenblatt 1886 S. 261 und 262 mitgetheilten verwickelten Zahlenreihen solcher Systeme übersieht, wird man kaum versucht sein, ihnen zu folgen.

Praktisch kommt man mit sehr viel weniger und einfacheren Zahlen aus. Wenn man an einem Objektiv diejenigen Blenden, welche gewöhnlich benutzt werden, einfach durch den Bruch angiebt, dessen Zähler 1, dessen Nenner angiebt, wie oft der Blendendurchmesser in der Brennweite enthalten ist, so ist man ebenso von absoluten Zahlen frei. Sagt man von einem Objektiv, es arbeitet mit $\frac{1}{8}$ Oeffnung Momentbild aus, so weiss man ganz genau, dass die Blendenöffnung $\frac{1}{8}$ der Brennweite ist. Will man es mit einem andern Objektiv mit $\frac{1}{10}$ Oeffnung vergleichen auch in Bezug auf andere Eigenschaften: Bildschärfe, Bildwinkel etc., so hat man vorläufig für die Lichtkraft die Zahlen der Nenner zu vertauschen und in's Quadrat zu erheben: Die Lichtkräfte verhalten sich wie 100:64 oder 25:16, oder nahezu 3:2. Man kann danach beurtheilen, ob ein Verlust an Lichtkraft zur Verbesserung einer andern Eigenschaft zulässig ist oder nicht. Die auszudrückenden Verhältnisse sind gar nicht so mannigfaltig, als man nach der grossen Zahl der den Objektiven oft beigegebenen Blenden glauben sollte. Die hellsten Portraitobjektive arbeiten mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$, die gebräuchlichen Objektive zu Momentaufnahmen mit $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$, bei sehr gutem Licht mit $\frac{1}{15}$, Landschaften und Architekturen mit $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$. Beginnend mit $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{1}{12}$ genügt die gewöhnliche Zahlenreihe im Nenner, von da bis 21 schon mit 3, dann mit 10 abstufend. Ueber $\frac{1}{60}$ hinaus sind Angaben überhaupt nicht mehr erforderlich, so dass man die kleinen erforderlichen Quadraterhebungen leicht durch Kopfrechnen erledigen kann.

Verfasser hält drei Blendenöffnungen für den praktischen Gebrauch für vollständig ausreichend, nämlich:

1. Volle Oeffnung des Objektivs für Augenblicksaufnahmen, und dazu ist eine eigentliche Blende nicht erforderlich, wenn der Blendenschlitz durch zwei Bleche gebildet ist, die gerade

die erforderliche Oeffnung freigeben und seitliches Licht von innen nicht auf die Fassung fallen lassen.

2. Eine Blende mit $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ für Augenblicksaufnahmen bei hellstem Licht und Dauer-Aufnahmen bei schlechtem Licht; endlich

3. Eine Blende mit $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$ Oeffnung zur vollen Ausnutzung des Objektivs in Bezug auf Bildschärfe und Bildwinkel mit längerer Belichtung.

So gross die Abstufungen auch erscheinen mögen, so sicher ist ihre Zweckmässigkeit durch die Erfahrung begründet; denn als zweiter wichtiger Faktor, der völlig in der Hand des Aufnehmers liegt, spielt die Belichtungsdauer noch mit. Das ist jedenfalls bequemer und sicherer, als sich in die Fesseln einer verwickelten Blendenöffnungsreihe schlagen zu lassen. Ueber deren Auswahl nach Formeln und langathmigen Vorschriften geht der beste Augenblick der Belichtung vorüber und besten Falles dauert die Aufnahme, die in belebter Umgebung stets so viel als möglich abzukürzen getrachtet wird, einige Augenblicke länger, die bei dem Suchen und Blendenwechseln verloren gehen. Die Erfahrung und das eigene Urtheil stärken sich an der Hand weniger Blenden schneller und gründlicher, als wenn deren eine ganze Anzahl in Gebrauch genommen werden. Uebrigens zeigt die Beobachtung, dass gewandte Aufnehmer auch nur wenige Blenden führen, die übrigen aber — verloren haben. Missgriffe in der Belichtungsdauer sind bei einiger Uebung nie so bedeutend, dass sie nicht durch geeigneten Entwickler verbessert werden können. Man muss die Zusammensetzung desselben leicht und schnell ändern können und darf sich nicht zum Sklaven eines einzelnen Rezeptes machen lassen.

Die gewöhnliche Form der Mittelblende ist die Einschubblende. Sie besteht aus einem Streifen Messingblech mit einem runden Loch, das beim Einschieben in die Fassung genau centrisch steht. Bis in neuere Zeit war diese Einrichtung, die bei grosser Anzahl der Einschubblenden an Schwerfälligkeit nichts zu wünschen übrig liess, im Gebrauch. Besser schon war das Aufreihen der Blenden an einem Ring, damit wenigstens keine verloren ging. Eine wesentliche Verbesserung brachte die Scheibenblende.

Sie besteht aus einer runden Metallscheibe, die in ihrer Mitte an einem excentrisch gelegenen Punkte der Fassung so drehbar an-

gebracht ist, dass die verschiedenen darin angebrachten Oeffnungen centrisch zu stehen kommen; sie wird durch eine in Rasten einspringende Feder festgehalten und es kann durch einfaches Drehen an dem ausserhalb der Fassung liegenden Rand, die wirksame Oeffnung gewechselt werden. Die Scheibenblende ist durchaus zweckmässig im Gebrauch und hat nur den einen Nachtheil, dass sie den Körper des Objektivs zu stark schwächt in Folge des starken Ausschnittes. Ausserdem muss der Körper unnöthig gross gemacht werden, nämlich so gross, dass neben den grossen Blenden-Oeffnungen noch innerhalb des Objektivs Raum bleibt für Anbringen des Drehpunktes der Blendenscheibe. Bei den älteren Weitwinkel-Objektiven machte sich diese Nöthigung nicht sehr bemerklich, wohl aber bei den neueren, wo die Fassung häufig mehr als den doppelten Durchmesser der Linsen haben muss, damit man den Vortheil der Scheibenblende geniesst.

Die Irisblende, aus einzelnen, durch Drehung eines Ringes sich um eine Oeffnung mehr oder minder schliessenden Ringstücken bestehend, ist unstreitig die vollkommenste und bequemste Blendenanordnung, nur eine sehr künstliche und leicht verletzbare und darum auf Reisen nicht recht verlässlich; auch spielt der hohe Preis eine Rolle.

Die obenerwähnte Möglichkeit der Einschränkung der Blendenzahl auf drei hat den Verfasser dazu geführt, bei kleinen Messbild-Instrumenten die erforderlichen drei Oeffnungen in einem einzigen schmalen Blechstreifen anzubringen. Derselbe ist so bemessen, dass in der äussersten Stellung nach unten das Objektiv geschlossen ist, nach oben die grösste Blende centrisch steht. Für die noch übrigen beiden Oeffnungen sind seitlich Rasten mit einschlagender Feder angebracht. Mit dieser Einrichtung genügt ein leichter Fingerdruck, die gewünschte Blendenöffnung einzusetzen; es kann kein Stück verloren gehen und der Vortheil eines zweiten, bequemen und sicher wirkenden Objektivschlusses ist sehr wesentlich. Bei grösseren Objektiv-Oeffnungen als 15 mm hört die Einrichtung auf, handlich zu sein, wenigstens für Reise-Instrumente und ist allenfalls noch im Atelier verwendbar, wo das Wechseln der Blenden beim Einstellen und Belichten damit in Fortfall kommt.

Ausser dem Linsen- resp. Blendendurchmesser hat noch Einfluss auf die Lichtkraft die Linsendicke. Die Lichtstrahlen

breiten sich im Glase sehr viel langsamer aus, als in der Luft, aus welcher Thatsache bekanntlich die Brechung durch die Wellentheorie erklärt wird. Da nun die Glasmassen nie vollkommen durchsichtig sind, auch manche Fehler des Glases, Schlieren, ungleiche Spannungen etc. in dickeren Massen leichter und zahlreicher vorkommen, so entsteht bei dem Durchgange der Strahlen durch das Glas immer ein Lichtverlust, der der Glasdicke annähernd proportional ist.

Dass die Stärke der Glaslinsen einen Einfluss auf die Lichtkraft hat, ist den verschiedenen Systemen anzumerken. Das Pantoskop besitzt verhältnissmässig schwache Gläser bei sehr starker Wölbung derselben und giebt mit Blenden von $\frac{f}{60}$ noch Bilder, die mit anderen Systemen bei gleicher Belichtungsdauer kaum zu erzielen sind.

Bei den heutigen Fortschritten der Technik ist die Färbung des Glases wohl mit sehr seltenen Ausnahmen nicht mehr Ursache von wirklich schädlichem Lichtverlust, und man kann annehmen, dass die meisten Fabrikanten die erforderliche Sorgfalt walten lassen und nicht unnöthige Lichtverluste durch schlechte Glassorten in die Objektive hineinbringen.

Sehr viel schlimmer ist die Spiegelung der Strahlen an den verschiedenen Glasflächen. Bei jedem Uebergang von Glas in Luft und umgekehrt wird ein Theil des Lichtes zurückgeworfen, ist also für den Zweck verloren und wirkt direkt schädlich, wenn es durch nochmalige Spiegelung zurückkommt. Es wirkt dann gewöhnlich als zerstreutes Licht, so als wenn die Camera noch neben dem Objektiv Oeffnungen hätte. Zuweilen tritt aber auch der Fall ein, dass dies gespiegelte Licht durch seinen Hin- und Hergang zwischen regelmässig kugelförmig geschliffenen Flächen ein wirkliches, wenn auch verzerrtes Bild zustande bringt, das bei längeren Belichtungen das direkte Bild mit einem zweiten Nebenbilde überlegt und immer lästig und schädlich ist. Namentlich das Pantoskop ist mit diesem Uebelstande, der früher einmal „Geist (ghost),“ jetzt einfach „Lichtfleck“ genannt wird, behaftet. Diese Nebenbilder sind ihrer Entstehung nach sehr viel schwächer, als das Hauptbild, liegen auch nicht in dessen Ebene, sondern meist davor und sind darum beim Auffallen auf die empfindlichen Platten gänzlich unkennt-

lich, in der Regel zu einem kreisförmigen Fleck umgewandelt. Bei schwach und dabei gleichmässig beleuchteten Bildern wird er überhaupt nicht so kräftig, dass er einen Eindruck hinterlässt. Ist aber nur eine sehr helle Partie im sonst dunklen Bilde, das darum längere Belichtung erfordert, so kommt auch der Lichtfleck zum Vorschein; das schwache Spiegelbild der einen Partie macht sich auf dem übrigen schwach beleuchteten Bildfeld bemerklich. Sind zwei helle Partien im Bilde, so giebt es auch zwei Lichtflecke, die den gemeinschaftlichen Theil mit einer stärkeren Decke überlegen. Ist endlich das ganze Gesichtsfeld sehr hell, so wirkt das ganze Spiegelbild auf die Mitte der Platte konzentriert und macht sich dort als breiter, verschwommener Lichtkreis mitten im Bilde trotz kurzer Belichtung bemerklich. Ist nur ein stark leuchtender Punkt im Bilde, eine sehr helle Wolke, oder gar die Sonne selbst, so kommt ein Lichtfleck zu Stande, der wie eine scharf beschnittene Decke von elliptischer Form das Bild überlegt.

Ein Mittel gegen den Lichtfleck giebt es nicht nach vorstehender Erklärung bei einem einmal damit behafteten System, ohne dessen sonstige Eigenschaften wesentlich zu verändern. Solche Objektivsysteme sind mit Recht für die meisten Zwecke verlassen. Das sonst so bewährte Pantoskop kann durch grösseren gegenseitigen Abstand der Linsen etwas von dem Uebel befreit werden, aber nur auf Kosten seines ausserordentlichen Bildwinkels. Statt dessen greift man besser zu andern Systemen, die den Mangel nicht haben und dabei gewöhnlich grössere Lichtkraft besitzen.

Zu dem in der Camera überaus schädlichen zerstreuten Licht tragen am meisten die von ausserhalb des eigentlichen Bildfeldes kommenden, daher sehr schief zur optischen Axe einfallenden Strahlen bei, welche, nachdem sie einmal auf die vordere Linsenfläche gefallen sind, nach allen Richtungen im Glase zerstreut, gebrochen und gespiegelt werden und dadurch ihren Weg durch die engste Blende in die Camera finden. Es liegt daher nahe, durch eine Schutz-Vorrichtung vor dem Objektiv alle Strahlen, die nicht vom aufzunehmenden Gegenstande selbst ausgehen, von dem Auftreffen auf die Linsen abzuhalten, also etwas ähnliches herbeizuführen, wie die bei allen Fernrohren gebräuchlichen rohrförmigen Verlängerungen der Objektiv-

fassung. In der That wendeten Praktiker schon längst, auch bei Portrait-Aufnahmen, immer mit schwarzem Sammt ausgekleidete Pappröhren an, die lediglich eine Verlängerung der ohnehin bei photographischen Objektiven vorgebauten Objektivfassungen darstellten. Da solche Verlängerungen bei Weitwinkelinstrumenten sehr schwerfällig ausfallen würden, hat Verfasser schon seit Jahren eine Schutzvorrichtung vor dem Objektiv angebracht, die nebenbei noch einen anderen später beschriebenen Zweck erfüllt, hier aber besonders wirksam ist. Es ist ein Schieber, der so dicht als möglich vor der Linse in Führungen gleitet und eine Oeffnung von solcher Form besitzt, dass nur die Strahlen das Objektiv treffen können, die durch die Blende hindurch auch die Platte treffen, also im benutzten Gesichtsfeld liegen. Da nun bei vertikal verschieblichen Objektiven nur ein Theil des

brauchbaren Gesichtsfeldes benutzt wird, der bald oben, bald in der Mitte, bald unten heraus geschnitten wird, so muss die Oeffnung an die betreffende Stelle gerückt werden können und in einem Schieber angebracht sein. Zum Unterschied von anderen wird er Vorschieber genannt. Die Einrichtung geht aus Fig. 11 hervor. Die Wirksamkeit gegen zerstreutes Licht ist ganz ausserordentlich, namentlich wenn das Objektiv gegen den hellen Himmel gerichtet ist, von dem nur ein Theil auf dem Bilde Platz finden soll. Die mit richtigem Gebrauch des Vorschiebers gefertigten Bilder haben den Vorzug ganz auffälliger

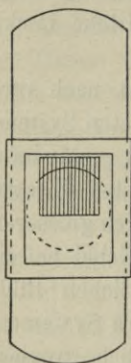


Fig. 11.

Klarheit. Selbst der Lichtfleck erscheint gemildert, wenn nicht gerade stark leuchtende Flächen mitten im Bilde sind.

Nicht zu verwechseln mit dem Lichtfleck ist die Abnahme der Lichtkraft nach den Rändern des Feldes hin, die eine natürliche Folge des schiefen Durchganges des Lichtkegels durch die Röhre der Objektivfassung und, wenn diese durch eine Mittelblende ausgeschaltet wird, durch die kreisförmige Blendenöffnung ist, auch wenn gar keine Linsen vorhanden wären. Dass der durch die Objektivfassung nach den Rändern des Bildfeldes hin verursachte Lichtverlust, wenn eine Mittelblende nicht vorhanden ist, ziemlich bedeutend wird, zeigen die Figuren 8 und 9. Bei den langgebauten Portraitobjektiven ist das Bildfeld nur

innerhalb eines Kreises, der wenig grösser ist, als die Objektivöffnung gleichmässig hell. Bei den kurzgebauten Objektiven ist das Verhältniss etwas günstiger. Weniger merklich ist die Lichtabnahme bei Mittelblenden, die die Objektivöffnung wesentlich einschränken.

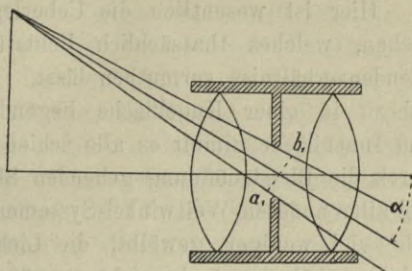


Fig. 12.

Der senkrechte Querschnitt *a b* des Strahlenbündels nimmt nach Fig. 12 mit dem Cosinus des Winkels α ab. Bezeichnet man die Lichtkraft in der Richtung der optischen Achse mit *b*, so nimmt mit dem Einfallswinkel α die Lichtkraft ab nach folgender Tabelle:

Winkel.		Lichtverlust.		
α	$\cos \alpha$	gegen $\alpha = 0^\circ$	in Bruchf.	
0	1,000	—	—	
10	0,985	0,015	=	$\frac{1}{66}$
15	0,966	0,034	=	$\frac{1}{30}$
20	0,940	0,060	=	$\frac{1}{16}$
25	0,906	0,094	=	$\frac{1}{11}$
30	0,866	0,134	=	$\frac{1}{8}$
35	0,819	0,181	=	$\frac{1}{6,5}$
40	0,766	0,233	=	$\frac{1}{4,2}$
45	0,707	0,293	=	$\frac{1}{3,4}$
50	0,641	0,359	=	$\frac{1}{2,6}$

Bei Objektiven mit kleinem Bildwinkel von 30° ($\alpha = 15^\circ$) ist der Lichtverlust noch nicht bedeutend, ca. $\frac{1}{30}$, wächst aber schnell, beträgt bei 60° ($\alpha = 30^\circ$) schon ca. $\frac{1}{8}$ und bei den grössten Weitwinkeln von 90° mehr als $\frac{1}{3}$. Es tritt aber ein weiterer Verlust hinzu, der von der Spiegelung an der vorderen Glasfläche herrührt. Dass dieser Lichtverlust nicht gering ist, geht schon daraus hervor, dass eben das zurückgeworfene Licht das geschliffene Glas unserm Auge sichtbar macht. Dieser Lichtverlust unterliegt dem gewöhnlichen Gesetz der Spiegelung und nimmt zu mit dem Winkel, den der einfallende Strahl mit der auf der Glasoberfläche stehenden Senkrechten bildet. Die Krümmung in der Aussenfläche trägt daher zur Verminderung

dieses Lichtverlustes bei. Stark nach aussen gewölbte Objektive besitzen in dieser Beziehung einen Vortheil, der ihrer Lichtkraft zu gute kommt.

Hier ist wesentlich die Ueberlegenheit des Pantoskops zu suchen, welches thatsächlich lichtstärker erscheint, als sein Blendenverhältniss vermuthen lässt. Mit der ausserordentlichen, nahezu in einer Kugelfläche liegenden Wölbung der Aussen- und Innenfläche nimmt es alle schief einfallenden und zugleich durch die Blendenöffnung gehenden Strahlen fast senkrecht auf. Bei allen anderen Weitwinkel-Systemen erscheint die Vorderfläche sehr viel weniger gewölbt, die Lichtkraft bei gleicher Blende daher verhältnissmässig nicht so günstig. Der Unterschied ist aber nicht bedeutend genug, um den Vorzug des Freiseins vom Lichtfleck dagegen zurücktreten zu lassen.

Bei der meist geringen Ausdehnung des Bildfeldes in den früheren gewöhnlichen Instrumenten hat sich das Bedürfniss nicht geltend gemacht, gegen die Abschwächung der Lichtkraft nach dem Rande des Bildfeldes Mittel ausfindig zu machen. Als die Weitwinkel-Instrumente aufkamen, war es dieser ihnen anhaftende Mangel, der den Gebrauch der Instrumente anfänglich stark beeinträchtigte. Als Mittel wandte man eine dunkle Scheibe, ein Buch oder dergl. an, die man nach einiger Dauer der meist nothwendigen längeren Belichtung mitten vor dem Objektiv in Bewegung hielt, um die Randstrahlen länger einwirken zu lassen. Das Mittel ist in Ermangelung eines besseren durchaus angebracht und stets wirksam. Erst die Messbildaufnahmen, bei denen Winkelspannungen bis zu 110° ausgenutzt werden, machte ein mit vorausbestimmbarer Wirkung arbeitendes Hilfsmittel nothwendig und wurde von Dr. Stolze in der Sternblende gefunden; sie besteht aus einer sternförmigen Scheibe, die centriscb dicht vor das Objektiv nach Verlauf der für die Mitte des Bildes erforderlichen Belichtungszeit gebracht wurde. Sie wird im zweiten Theil dieses Handbuches näher beschrieben werden. Es gehört diese Einrichtung übrigens schon zu den Verfeinerungen, die nur bei sehr hochgesteigerten Ansprüchen an die Vollendung der Bilder gebraucht werden. In gewöhnlichen Fällen kommt die unzureichende Belichtung der Randstellen nur in den oberen oder unteren Partien des Bildes vor und da hilft man sich einfacher durch zweckmässige Ver-

wendung des Vorschiebers. Durch geeignete Stellung schliesst man die Mitte des Bildfeldes nach genügender Belichtung ab und belichtet nach Bedürfniss den oberen oder unteren Rand noch doppelt oder dreifach so lange und erzielt eine gleichmässig belichtete Platte, wo die gewöhnlichen Vorkehrungen versagen. So erhält man mitunter bei sehr ungleicher Beleuchtung des Bildfeldes, die dem Auge nicht auffällig ist, im Bilde aber sehr störend wirkt, auch in sehr schwierigen Fällen eine brauchbare Aufnahme. Die Messbild-Aufnahmen von Architekturen im Horizont mit 70° ausgenutzten Bildwinkel würde ohne Vorschieber häufig zu kläglichen Resultaten geführt haben. So umständlich sein Gebrauch dem Anfänger scheinen mag, so sicher wird sich der Praktiker damit befreunden.

3. Belichtungsdauer.

An die Erörterung der Lichtkraft schliesst sich naturgemäss die Vorkehrung zum Oeffnen und Schliessen des Objektivs überhaupt.

Die Handhabung des Objektiv-Deckels ist Jedermann bekannt. Der aus Pappe mit Sammeteinklebe hergestellte leichte Deckel ist aber schon längst überwundener Standpunkt. Im Innern der Camera geräuschlos und unsichtbar wirkende Klappen haben den von aussen aufgesetzten Deckel, auf dessen Handhabung in den Augen des grossen Publikums die ganze Thätigkeit des Photographen beschränkt schien, auch im Portrait-Atelier schon verdrängt. Mit der Augenblicksphotographie ist eine Masse von geistreich erdachten Verschlüssen aufgetreten, die richtig zu beurtheilen dem Anfänger nicht leicht wird.

Seitdem Objektive hergestellt sind, die bei voller Oeffnung noch Augenblicksbilder und bei starker Ablendung richtig und scharf gezeichnete Bilder von grosser Winkel-Ausdehnung geben, wäre es nicht zu rechtfertigen, den zu wissenschaftlichen Zwecken bestimmten Apparaten nicht auch die Augenblicks-Aufnahmen zugänglich zu machen. Ist dadurch doch die Möglichkeit geschaffen, mit einem einzigen Objektiv für alle Aufnahmen gerüstet zu sein, wozu früher zwei auch drei Objektive nothwendig waren, wenn man die Vergrösserungsfähigkeit der mit kleiner Blende erzielten scharfen Negative hinzunimmt. Eine Erörterung der bei Augenblicks-Verschlüssen geltenden Prinzipien ist daher

hier nothwendig. Sie theilen sich naturgemäss ein nach dem Orte, an dem sie im System der Camera angebracht sind: 1) vor der Platte, 2) hinter, 3) in und 4) vor dem Objektiv.

1) Der Verschluss unmittelbar vor der Platte ist der natürlichste und einfachste. Dass er auch der schnellste ist, hat Dr. Stolze in seinen Vorträgen im Photograph. Verein zu Berlin wiederholt nachgewiesen; praktisch ausgeführt und zwar mit verdientem Erfolge hat ihn aber Anschütz. In der Anordnung des Letzteren besteht er aus einem Stück lichtdichten Stoffes, das auf Rollen vor der Platte gleitet und dabei durch einen Schlitz von veränderlicher Breite jeden Punkt der Platte auf eine bestimmt zu bemessende Zeit dem vollen Lichte des Objectives aussetzt und zwar, je nach der Breite des Schlitzes, auf veränderliche Dauer. Die Bewegung geschieht durch eine gespannte Gummischnur oder Stahlfeder. Viele Beobachtungen, wie die bekannten Zerlegungen von Thier- und Menschen-Bewegungen, so dass sie nach dem Prinzip der „Wunderscheibe“ wieder zu zusammenhängenden Bewegungen aneinandergereiht werden können, sind wesentlich durch den Anschütz'schen Augenblickverschluss möglich geworden. Seine höchste Leistung ist unbestritten die Abbildung einer mit 400 m Geschwindigkeit abgeschossenen Granate im Fluge über eine mit Metermaass versehene Bahn in dem unglaublich kurzen Zeitraum von $\frac{1}{16}$ Milliontel Sekunde! Ein anderes Prinzip, nach dem eine Anzahl auf dem Rande einer drehbaren senkrechten Scheibe angeordneten Cameras vor einem schmalen Schlitz vorbeigleitet, ist nur für Reihenaufnahmen brauchbar und gehört daher nicht in die diesem Handbuch gestellten Grenzen.

2) Die Verschlüsse hinter dem Objektiv sind die gewöhnlichsten, bei Portraitphotographie auch allein brauchbaren. Sie bestehen aus Klappen oder Schiebern, die von der Seite her den Abschluss bewirken. Die Auslösung wird meist durch Luftdruck mit Gummibirne bewirkt. Verfasser hat sie ebenfalls angewendet wegen seiner geschützten Stellung in der Camera.

3) Der Verschluss innerhalb des Objectivs in Verbindung mit oder doch sehr nahe der Blende hat den prinzipiellen Vortheil, dass er die kleinste mechanische Bewegung erfordert, da er hier die Stelle des engsten Durchganges für die einfallenden Strahlenkegel schneidet. Trotzdem sind hierher gehörige Kon-

struktionen nur selten ausgeführt, unter Anderm in vorzüglicher Anordnung in der amerikanischen Kodack-Camera. Verfasser hat nach sehr langwierigen und kostspieligen Versuchen davon abgesehen, ihn zu verwenden. Der Grund ist die Beschwerung und Vergrößerung der Objektivfassung, die zur Ermöglichung der nothwendigen Bewegungen in vertikalem Sinne ohnehin sehr schwer mit der nöthigen Genauigkeit ausführbar ist.

4) Ausserhalb und vor dem Objektiv angebrachte Verschlüsse haben gegenüber den drei vorgenannten den Vorzug, dass ihr Spiel von aussen beobachtet werden kann. Sie fallen aber meist sehr schwerfällig aus und belasten das Instrument an einer sehr ungünstigen Stelle. Sie finden sich trotzdem in sehr zahlreichen Ausführungen.

In der Art, wie der Abschluss des durch die Blende kommenden Strahlenkegels erfolgt, unterscheidet sich die erste Anordnung scharf von den übrigen. Die erste schneidet ihn an der Spitze und darum plötzlich und in der Wirkung scharf begrenzt, aber schnell vorübergehend für jeden einzelnen Punkt im Bildfelde. Die andern schneiden den Strahlenkegel allmählig an seiner Basis, nur in einem kurzen Bruchtheil des Vorüberganges, die ganze Blendenöffnung ganz freilassend; in der übrigen Zeit decken sie dieselbe nur theilweise und verursachen darum mehr eine ab- und zunehmende Verdunkelung des Bildfeldes bis zum völligen Abschluss. Die Belichtung des einzelnen Punktes ist darum, gleiche Zeiten des Vorüberganges vorausgesetzt, bei dem ersteren eine soviel Mal längere, als bei dem Schieberschlitz die Breite des letzteren in dem ganzen Weg enthalten ist. Nehmen wir eine Platte von 120 mm Höhe mit einem Schieberschlitz von 5 mm Breite, so ist die Belichtung bei letzterem $\frac{120}{5} = 24$ mal schneller als bei ersterem, aber mindestens eben so wirksam, da in diesem kurzen Zeitraum die volle Objektiv-Oeffnung auf ihn wirkte. Aber auch die anderen Systeme haben ihre Vortheile. Der Weg, den der Schieber an oder in dem Objektiv zurückzulegen hat, ist nicht so gross, als der, den der Schlitzschieber vor der ganzen Platte zurücklegen muss. Da nun auch die Breite des Schiebers an oder im Objektiv sehr viel kleiner sein kann, als der Schlitzschieber vor der Platte, so erhält die ganze Vorrichtung eine 16- bis 25fach kleinere Fläche und kann darum

dauerhafter und kräftiger gebaut werden. Dies ist der Grund, warum sich die Erfindung mehr mit der Bewegung des einfachen Schiebers in Verbindung mit dem Objektiv nach den drei letztgenannten Stellungen beschäftigt hat.

In der Regel ist es ein Schieber, der mit verschiedenartig gestalteten Oeffnungen versehen, beim Vorübergehen den Strahlenkegel öffnet, einen kurzen Augenblick freigiebt und dann wieder schliesst. Die Art, wie eine kreisförmige Oeffnung auf kurze Zeit freigelegt und geschlossen werden kann, ist zweifach, nämlich durch Vorübergleiten eines mit einer Oeffnung versehenen Schiebers, oder durch Zurück- und Wiedervorschieben eines gerade die Objektiv-Oeffnung deckenden Verschlusses. Das Anbringen von zwei Schiebern der ersten Art, die gegen einander sich bewegend, erst die Mitte öffnen und zuletzt auch schliessen, hat nur zur Folge, dass der Vorgang bei derselben Art der Bewegung in der Hälfte der Zeit stattfindet unter Abkürzung der ungünstigsten Periode des Vorüberganges des einfachen Schiebers, die zuletzt nur einen schmalen Seitentheil der Blendenöffnung freilässt. Die einfachen Schieberverschlüsse der Art empfehlen sich aber durch grosse Einfachheit und sehr sichern Gang. Ein dünnes Blech bedarf nur einer geraden Seitenführung und eines Antriebes und der Verschluss ist fertig. Als Antrieb werden häufig Federn benutzt, wie ihn der kleine Stirn'sche Apparat, schon für 25 Mk. käuflich, in sehr vollendeter Form zeigt.

Auch der mit Recht sehr beliebte Fallverschluss gehört hierher, bei dem die Schwerkraft noch durch Gummizüge verstärkt, den Antrieb erzeugt.

Einen Mangel haben diese Verschlüsse gemeinsam: sie bedürfen einer Länge mindestens gleich dem Fünffachen des Objektivdurchmessers, sind darum sehr schwerfällig und im Anfang der Bewegung leicht schädlichen Erschütterungen ausgesetzt. Der oben S. 18 beschriebene Vorschieber ist sehr leicht als Freifall-Verschluss auszubilden. Der Schieber muss mit sanfter Reibung in seiner Führung gehen und der Ausschnitt so gross sein, dass der Strahlenkegel durch die Mittelblende nach allen Seiten unbehindert eintreten kann. Ueber und unter dem Ausschnitt muss der Schieber noch Fläche zum Abschluss des Objektivs haben. Unten am Rande ist ein fester Faden

befestigt, der an seinem unteren Ende ein kleines Gewicht trägt. Zum Gebrauch stellt man den Schieber in seine obere Lage, wie gezeichnet, und hält das Gewicht mit der Hand darunter. Für die Belichtung lässt man das Gewicht frei fallen, welches beim vollen Ausstrecken des Fadens den Schieber mit dem Ausschnitt an dem Objektiv vorbeiführt und die Belichtung bewirkt. Der Verschluss hat neben dem Vortheil seiner grossen Einfachheit noch den der Bestimmbarkeit der Belichtungsdauer in bequemer Weise nach den Gesetzen des freien Falles. Rechnet man den Schieberausschnitt 5 cm gross, so dauert die Belichtung, abgesehen von dem (nicht erheblichen) Reibungswiderstand:

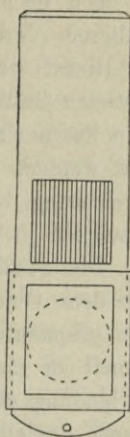


Fig. 13.

bei 0,2 m Fallhöhe	0,025 Sekunden	($\frac{1}{40}$),
„ 0,3 „ „	0,020 „	($\frac{1}{50}$),
„ 0,4 „ „	0,018 „	($\frac{1}{60}$),
„ 0,5 „ „	0,016 „	($\frac{1}{65}$),
„ 0,7 „ „	0,013 „	($\frac{1}{75}$),
„ 1,0 „ „	0,011 „	($\frac{1}{90}$),
„ 1,5 „ „	0,009 „	($\frac{1}{110}$).

Man sieht hieraus, dass die Schnelligkeit der Belichtung eine sehr grosse nicht werden kann und dass die Vorrichtung sich nur durch Einfachheit empfiehlt. Einer Steigerung über $\frac{1}{100}$ Sekunde hinaus ist sie wegen der üblichen Stativhöhe nicht fähig bei obiger Oeffnung. Bei kleinen Oeffnungen sinkt aber die Belichtungsdauer im Verhältniss und beträgt bei 2 cm

$$\text{Oeffnung und 1 m Fallhöhe nur noch } \frac{0,011 \cdot 2}{5} = 0,0044 = \frac{1}{230}$$

Sekunde. Sie ist auch nur bei genau senkrechter Stellung der Führung zu gebrauchen (also besonders bei Messbildinstrumenten), da sonst der Fall des Schiebers erheblich durch Reibung verlangsamt wird. Dafür verursacht er von allen anderen Augenblicks-Verschlüssen die geringste Erschütterung, sowohl beim Auslösen als beim Niedergange. Beim Aufschlagen des Gewichtes ist der Schieber geschlossen und die Erschütterung unschädlich. Die kleinen Messbild-Instrumente des Verfassers sind in Anbetracht dieser Vortheile sämmtlich mit Freifallverschluss versehen,

der auch noch in Gang gesetzt werden kann, wenn alle dem Verlieren, Verbiegen, Klemmen, Federn etc. ausgesetzten Theile den Dienst versagen. Aus einem Stückchen Blech oder Carton lässt sich die Vorblende zurecht schneiden und die Fallvorrichtung kann durch einen Faden mit einem angebundenen Steinchen ersetzt werden. Ausserdem hat man den Vortheil, dass die ganze Vorrichtung beim Gebrauch für Zeitaufnahmen ganz zu entfernen ist.

Die zweite Art der Augenblicksverschlüsse in Verbindung mit dem Objektiv sind die Kurbelverschlüsse. Durch eine gespannte (Fig. 14) Spiralfeder A wird eine Kurbel K sehr schnell in einem Vollkreise K K herumbewegt und damit in Verbindung eine kreisförmige Blechscheibe B, die in dem tiefsten Stande des Objektivs schliesst, aufgezogen und wieder zurückbewegt, ähnlich wie der Kolben einer Dampfmaschine. Die Vorrichtung bedarf nur etwas mehr Länge als den doppelten Objektivdurchmesser, sie kann vor, hinter und inmitten des Objektivs angebracht werden. Damit ist auch ihr Vorzug erschöpft. Von allen Verschlüssen belichtet er am ungleichmässigsten, da die eine Seite während der Umdrehung ganz geöffnet bleibt, die andere nur für den Augenblick der vollen Belichtung.

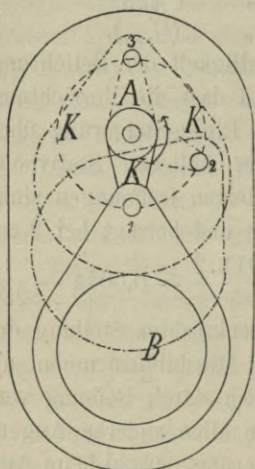


Fig. 14.

Dieser Umstand wird nur in einem Falle zum Vortheil, nämlich bei Aufnahme von Landschaften, in denen der Horizont fast frei — und eine kürzere Belichtung des Himmels wünschenswerth ist. In allen anderen Fällen ist die Art der Belichtung ganz unbrauchbar. Da ausserdem eine Erschütterung des ganzen Objektivs durch die excentrisch arbeitende Bewegung der Scheibe während der Belichtung fast unausbleiblich, der Apparat auch ziemlich schwer ausfällt, wie künstlich Auslösung und Bewegung auch ausgedacht sein mögen, so wird man besser thun, sich nach anderen bewährten Apparaten umzusehen.

Zu den Augenblicksverschlüssen gehört noch eine

mechanische Vorkehrung, die ebenso wichtig ist, als der Verschluss selbst, nämlich die Auslösung. Gerade die Freihand-Camera muss im Augenblick der Belichtung möglichst unerschüttert bleiben, soll in der kurzen, aber immerhin messbaren Zeit der Belichtung die optische Axe keinen kleinen Bogen beschreiben, der unfehlbar Unschärfe erzeugt. Eine gespannte starke Feder auszulösen erfordert Ueberwindung einer gewissen Reibung, und da die Hand nach Vollendung dieser Arbeit in der Bewegung unwillkürlich weiter fährt, so theilt sich die Bewegung der Camera mit, und diese beschreibt den erwähnten kurzen Bogen. Alle mit der Hand direkt ausgelösten Apparate leiden an diesem Fehler mehr oder weniger, wenn die Camera nicht sehr fest aufgestellt ist. Ganz zu beseitigen ist der Uebelstand überhaupt nicht, sondern nur sehr zu vermindern. Zweckmässig ist eine Art „Stecker“, wie er an den Scheibenbüchsen vorhanden ist, bei denen bekanntlich der Uebelstand genau in gleicher Weise zu überwinden bleibt.

Ganz beseitigt wird der Uebelstand durch die Auslösung mit Luftdruck. Die Gummibirne überträgt den Druck der Hand durch ein biegsames Gummiröhrchen nach einem Cylinder, der die Auslösung ohne jeden Stoss herbeiführt, da sich in dem Cylinder Druck und Gegendruck gegenseitig aufheben. Wo irgend angängig, soll man daher Anwendung von dieser Vorrichtung machen und lieber Ersatzstücke mitführen, wenn die wandelbare Gummibirne und das Gummirohr dem Einfluss von Luft und Licht erlegen sind.

Dass jeder Verschlussapparat auch für Dauerbelichtung eingerichtet sein muss, ist wohl selbstverständlich.

Es wird nothwendig sein, auf den Begriff der Augenblicks-Belichtung etwas einzugehen. Wie lang ist ein Augenblick? So verschieden, wie die Schnelligkeit der Bewegung der aufzunehmenden Gegenstände! Man verlangt Umrisse mit nicht auffälliger Verschwommenheit und erreicht solche nur durch die kürzeste Belichtung, die mit gut abgestimmten Material an Platten und Hervorrufung noch ein Bild giebt.

Ueber die mindestens zulässige Dauer der Belichtung kann man sich auf folgenden zwei Wegen Rechenschaft ablegen. Einmal durch die Winkelgeschwindigkeit, in welcher der Gegenstand am Objektiv vorbeigeht und die mit der Brennweite als

Radius in Bogenlänge dargestellt wird. Rechnet man die zulässige Unschärfe für Vergrößerung auf 0,1 mm und nimmt man einen Apparat von 20 cm Brennweite, den mit 2 m pro Sekunde bewegten Gegenstand in 10 m Abstand an, so legt das Bild auf der Platte in einer Sekunde $\frac{200 \cdot 20}{1000} = 4$ cm zurück, also 0,01 cm in $\frac{1}{400}$ Sekunde. Da nun die Geschwindigkeit von 2 m ungefähr der eines trabenden Pferdes gleichkommt, so braucht man zu dessen scharfer Aufnahme schon eines sehr schnell wirkenden Apparates. Die Beine des Pferdes bewegen sich mit der doppelten absoluten Geschwindigkeit, indem das eine Vorder- resp. Hinterbein bei jedem Schritt feststeht, das andere also sich doppelt so schnell bewegen muss. Daher sieht man auf den Bildern so häufig Pferde mit nur zwei scharfgezeichneten Beinen. Ebenso ist es mit den Wagenspeichen, die nach dem Boden zu scharf erscheinen, nach oben zu vollständig verschwommen. Ist das Pferd doppelt so weit entfernt, oder aber hat der Apparat nur 10 cm Brennweite, so erscheinen die Bilder doppelt so scharf. Ein Fussgänger hat ungefähr die halbe Geschwindigkeit und hiernach kann man sich zur Aufnahme die nothwendige Geschwindigkeit durch Vergleich ableiten.

Eine andere einfachere Methode für die Beurtheilung der Belichtungsdauer kann man sich ausrechnen, wenn man für besonders wichtige Umriss die zulässige Verschwommenheit im Verhältniss zur Breite der Umriss berechnet. Der Körper eines Menschen hat, von der Seite und senkrecht zur Richtung der Bewegung gesehen, etwa 30 cm Breite, die eine Unschärfe von 3 cm sehr wohl vertragen kann. Bewegt sich die Figur nun mit 1 m Geschwindigkeit, so ist eine Belichtungsdauer von $\frac{1}{30}$ Sekunde noch angebracht. Die Beine haben aber nur etwa 15 cm Durchmesser und eine Unschärfe von 3 cm würde schon bedenklich sein. Daher muss die Belichtung auf $\frac{1}{50} - \frac{1}{60}$ Sekunde abgekürzt werden. Eine Wagenspeiche hat nur etwa 5 cm Breite und, wie oben angenommen, 4 m Geschwindigkeit. Soll das Bild noch scharf erscheinen, so wird die Breite der Speiche höchstens eine Unschärfe von $\frac{1}{5}$ ihrer Breite = 1 cm vertragen, d. h. die Belichtung darf nicht mehr als $\frac{1}{400}$ Sekunde dauern, was genau mit obigem Ergebniss übereinstimmt.

Vom praktischen Standpunkt ist die genaue Ermittlung der Dauer so kurzer Belichtungen werthlos, wenn sie nicht selbst

gerade Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung ist. Die Aufnahme selbst ist der beste Zeitmesser. Es fragt sich überhaupt, ob eine Verlangsamung der schnellstmöglichen Belichtung angebracht ist, und ob es nicht besser ist, die mit einer Regulirung verbundene Complicirung des Mechanismus fortzulassen. In der Regel wird die Verlangsamung durch eine gebremste Scheibe bewirkt, beruht also auf Reibung, deren Effekt ein sehr veränderlicher sein kann, ohne dass eine andere Prüfung dafür gegeben ist, als wieder die Aufnahme selbst. Die auf manchem Apparat angebrachten Zahlen für Bruchtheile von Sekunden sind daher vielleicht einmal richtig gewesen, nach längerem Gebrauch aber sind sie es bestimmt nicht mehr.

Die Seite 12 angeführte Wirkung des Lichtes spielt hier eine sehr wichtige Rolle, die näher ausgeführt zu werden ver-

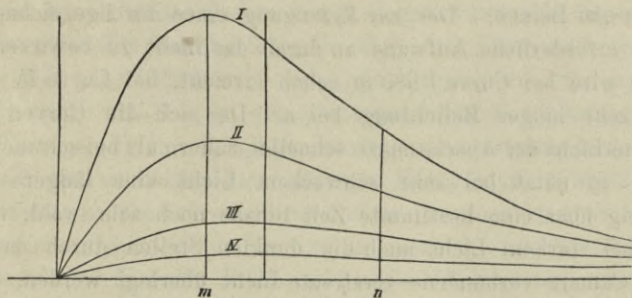


Fig. 15.

diert. Bedeuten in Fig. 15*) die Abscissen die Zeiten der Belichtung, die Ordinaten die Lichtwirkung, so stellt Curve I die Wirkung einer starken Lichtquelle auf die Platte dar, II, III und IV die von allmählich schwächer werdenden Lichtquellen; die eingeschlossenen Flächen können als die Arbeit angesehen werden, welche von den Lichtquellen verrichtet wird und von der ein bestimmter Theil erforderlich ist, um auf der Platte ein durchgezeichnetes Licht zu erzeugen. Ist nun die Dauer einer Belichtung zuerst m Sekunden, dann n Sekunden, so ist deutlich, dass dem Mehraufwand von Zeit bei Curve I ein ganz überflüssiger Zuwachs an Arbeit (daher Verschlechterung) entspricht, bei Curve IV dagegen die erforderliche Arbeit durch sehr verlängerte Belichtung erreicht wird, d. h. mit anderen Worten:

*) Bei sehr starkem Licht gestalten sich die Kurven noch anders, wie a. a. O. ausgeführt wird.

bei lichtschwachen Instrumenten ist eine verlängerte Belichtung von verhältnissmässig besserer Wirkung, als bei lichtstarken. Dadurch wird auch erklärt, warum so unbegreiflich kurze Belichtungen in lichtstarken Instrumenten noch ein Bild erzeugen, das in lichtschwachen Instrumenten auch bei einer im Verhältniss zur Blendenöffnung verlängerten Belichtung sehr schlecht wird. Wenn daher ein Objectiv nur lichtstark genug ist, so nehme man einen Verschluss, der bei gutem Licht und kürzester Belichtung ein brauchbares Bild erzeugt und behalte diesen einen Verschluss bei. Was weiter nöthig ist, suche man lieber durch gute Abstimmung zwischen Platte und Hervorrufung zu erreichen. Ein „langsamer Augenblickverschluss“ ist ein Widerspruch in sich, und nichts ist unangenehmer auf einem Bilde, als Figuren mit verschwundenen Armen und Beinen. Der zur Erzeugung eines durchgezeichneten Bildes erforderliche Aufwand an durch das Licht zu bewirkender Arbeit wird bei Curve I bei m schon erreicht, bei Curve IV erst nach sehr langer Belichtung bei n . Da sich die Curven bei starkem Licht der Abscissenaxe schneller nähern als bei schwachem Licht, so nützt bei sehr schwachem Licht eine längere Belichtung über eine bestimmte Zeit hinaus noch sehr wohl, während bei starkem Licht auch die dunklen Stellen durch das in jeder Camera vorhandene zerstreute Licht überlegt werden, d. h. das Bild wird überlichtet und verschleiert.

4. Bildschärfe.

Nächst der Lichtkraft ist die Bildschärfe, wie schon Seite 11 erwähnt, das Ziel aller derjenigen Einrichtungen, die das durch genügende Lichteinwirkung erzeugte Bild nun auch brauchbar machen sollen.

Ueber den Begriff der Bildschärfe ist ein mathematisch unangreifbarer Satz nicht aufzustellen. Betrachtet man das beste photographische Bild mit starker Vergrösserung, so verschwimmt der Umriss in eine mehr oder minder breite Fläche und man kann nicht bestimmt sagen, wo die zu einem Gegenstand gehörige Fläche aufhört, die des anderen anfängt.

Wenn auch für das blosse Auge der Umriss scharf erscheint, so tritt die Verschwommenheit doch auch für dieses in der photographischen Vergrösserung auf, die nach dem heutigen hochentwickelten Stande der ganzen Reihe der zur

praktischen Photographie gehörigen Hilfsmittel endlich die ihr gebührende Stellung einzunehmen im Begriff ist. Dieses Ziel im Auge, sind wir jetzt gezwungen, die Anforderungen an die Bildschärfe sehr viel höher zu stellen, als es bisher in der Photographie geschehen ist. Die Beurtheilung der Schärfe unterliegt nun nicht denselben Gesetzen, nach denen die Sichtbarkeit überhaupt betrachtet zu werden pflegt. In dem durch Photographie hergestellten Bilde der Natur giebt es nur Uebergänge in Schatten und Licht und die zulässige Breite dieses Ueberganges ist es, welche den Begriff der Bildschärfe darstellt. Für das direkte Sehen kann dieser Streifen erfahrungsmässig auf 0,1 mm Breite bemessen werden d. i. bei 30 cm Sehweite annähernd 2 Bogenminuten, während die Grenze der Sichtbarkeit für günstig beleuchtete Gegenstände auf 1 Bogenminute gesetzt wird. Diese Grenze von 2 Bogenminuten ist aber einer bedeutenden Erweiterung fähig, je nach dem Maassstab, in dem das Bild angefertigt ist. In Architekturbildern können nahe Details sehr viel breiter verschwommene Ränder haben, als in der Tiefe des Bildes dieselben Details. Jene Grenze wird daher nur als ein mittleres Maass für die Beobachtung festgehalten. Soll nun ein Bild bei dreifacher Linear-Vergrösserung noch eine erträgliche Schärfe behalten, so müssen wir den Streifen der Unschärfe im Negativ schon sehr einschränken und zwar mit Rücksicht auf die durch Vergrösserung wieder hineingetragenen Unvollkommenheiten auf die Hälfte, also 0,05 mm und nennen diese Schärfe, die unter der gewöhnlichen Lupe noch nicht auffällig verschwindet, die **geschnittene Schärfe**.

Mit diesem Begriff allein ist nun nicht viel anzufangen, namentlich für Aufnahmen auf Reisen, wo man möglichst viel auf einem Bilde haben will. Die Bildschärfe muss auch auf ein möglichst grosses Bildfeld vertheilt sein, d. h. das Objektiv muss einen möglichst grossen Bildwinkel umfassen. Wenn man weiss, welchen Bildwinkel mit geschnittener Schärfe ein System von Objektiven umfasst, so ist das Bildfeld mit Hilfe der Brennweite leicht zu berechnen und die Angabe des Bildwinkels charakterisirt in Verbindung mit der Lichtstärke (S. 12) allein das System. Alle übrigen Angaben sind überflüssig. Allenfalls kann man noch den brauchbaren Bildwinkel berücksichtigen, der zwar nicht mehr

geschnittene Schärfe einschliesst, aber noch ohne grossen Nachtheil mit benutzt werden kann da, die Anforderungen an die Bildschärfe nach den Rändern des Bildes zu nicht so hoch gestellt zu werden pflegen. Man würde auch manchen recht guten Objektivsystemen mit einer ausschliesslichen Einhaltung der geschnittenen Schärfe eine Unbilligkeit zufügen, wenn der Unterschied zwischen dem brauchbaren und dem geschnittenen Bildwinkel sehr gross ist, und das Objektiv mit ersterem eine ungewöhnliche Leistungsfähigkeit besitzt, die sonst nicht erreicht wird. *)

Das Mittel nun, Bildschärfe und Bildwinkel zu steigern, ist bei allen Objektivsystemen schon von Anfang an Verkleinerung der Mittelblende. Es werden dadurch die Strahlen, welche allzu weit von der optischen Axe durch das Objektiv gehen und die eigentlichen Träger der Unregelmässigkeiten sind, abgeschnitten. Nach den Ausführungen S. 11 bedeutet aber Einschränkung des Lichtkegels einen Verlust an Lichtkraft und man sieht, dass die Steigerung in Bildschärfe und Bildwinkel eine Minderung der Lichtkraft unwiederbringlich nach sich zieht, und dass Steigerung der Bildschärfe und der Lichtkraft sich gegenseitig ausschliesst. Noch bis vor wenigen Jahren schien es, als wenn Objektive für Augenblicksaufnahmen mit grossem Bildwinkel ein frommer Wunsch bleiben sollten, als die Bereitung von Jenenser Glas mit grösserem Spielraum in Brechung und Zerstreuung auch hier Wandel schaffte. Die bis dahin lichtstärksten Weitwinkel-Instrumente wurden schnell überholt und es entstehen eine Menge Fabriken, die wirklich Ausgezeichnetes leisten. Nach dem heutigen Standpunkte sind Objektive mit $\frac{f}{10}$ Lichtkraft und 35 Grad Bildwinkel in mehreren Systemen zu bekommen. Durch Einschränkung der Lichtkraft auf $\frac{f}{50}$ bis $\frac{f}{80}$ steigt der Bildwinkel desselben Objektivs auf 60 Grad. Auf Grund dieser Thatsache ist es möglich, Messbildinstrumente, die bei grösster Blende auch Augenblicksbilder geben, für den Gebrauch auf Reisen einzuführen. Die bisherigen, für Messbild-

*) Verfasser ist mit einer Prüfung von Objektivsystemen nach Lichtkraft und Bildschärfe in der angegebenen Richtung hin beschäftigt und wird die Resultate seiner Zeit veröffentlichen.

Aufnahmen brauchbaren Systeme sind zu lichtschwach, um auf Reisen allen vorkommenden Aufgaben entsprechen zu können.

Der Bildwinkel aller Systeme, die mit Lichtkraft über $\frac{f}{10}$ arbeiten, ist ein sehr kleiner. Es rührt dies hauptsächlich daher, dass die Bildfläche, wie S. 9 ausgeführt, in einer gekrümmten Fläche liegt, die von der Ebene mehr oder weniger erheblich abweicht. Die Portrait-Objektive mit $\frac{f}{4}$ bis $\frac{f}{6}$ Lichtkraft haben nur 12 bis 15 Grad Bildwinkel, durch Ausprobiren der günstigsten Stellung der Bildfläche zu der Bildebene bis höchstens 25 Grad, aber nur unter völliger Aufgabe der geschnittenen Schärfe. Die Aplanate mit $\frac{f}{10}$ bis $\frac{f}{20}$ Lichtstärke gingen schon bis über 30 Grad, während die ausschliesslich auf Vergrösserung des Bildwinkels gerichteten Bemühungen im Kugelobjektiv bald 90° erreichten unter Einschränkung der Lichtkraft auf $\frac{f}{60}$. Im Jahre 1865 trat Emil Busch mit einem verbesserten Kugelobjektiv auf, dem Pantoskop, das bis heute in geschnittener Schärfe bis 116° nicht übertroffen wird, leider aber mit dem grossen Mangel des Lichtfleckes behaftet ist. Die Bedingung für das Zustandekommen der geschnittenen Bildschärfe ist das Zusammenfallen der Bildfläche mit der Bildebene. Da die Bildfläche mit der Bildebene in der Regel nur in einem oder mehreren Ringen zusammenfällt, im Uebrigen bald vor, bald hinter ihr liegt, so werden die Strahlenkegel auch nicht an ihrer schmalsten Stelle

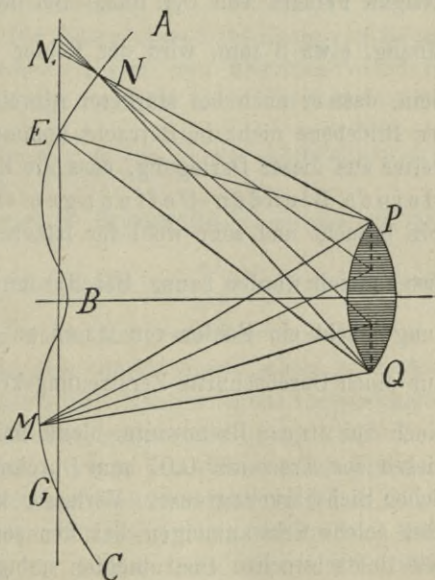


Fig. 16.

geschnitten, sondern in Kreisen grösseren oder kleineren Durchmessers, den genannten Zerstreuungskreisen. Es kann dort keingeschnitten scharfes Bild entstehen, sondern nur jene vorerwähnte Verschwommenheit der Umrisse. Ist ABC in Fig. 16 die irgendwie gestaltete Erzeugungslinie der gekrümmten Bildfläche, die in EBG von der Bildebene geschnitten wird, so wird in einem Punkte N der Kegel in seiner Verlängerung über die Spitze hinaus, in M vor der Spitze und in E, B und G genau in der Spitze geschnitten. Nur in letzteren Stellen, die sich in einem Ringe bei E und G, oder in einer kreisförmigen Fläche bei B bei genauer Prüfung ausfindig machen lassen, ist die Schärfe geschnitten, in den anderen verschwommen. Aber je besser das System, je geringer ist die Abweichung der Erzeugungslinie ABC von der geraden EG und damit der Durchmesser der Zerstreuungskreise, wie ein Beispiel klarmachen wird. Man denke sich statt der Linse PQ eine Blende von 5 mm und setze $f: 200$ mm und die fragliche Abweichung NN (schon ziemlich gross) 1 mm, so ist der Durchmesser des Zerstreuungskreises resp. der Ellypse $\frac{5}{200} = 0,025$ mm, also nur ein Viertel des zulässigen Fehlers von 0,1 mm. Bei noch geringerer Blendenöffnung, etwa 3 mm, wird der Fehler $\frac{3}{200} = 0,015$ mm, so klein, dass er auch bei stärkerer Abweichung der Bildfläche von der Bildebene nicht in Betracht kommt. Man sieht aber auch weiter aus dieser Darlegung, dass die Einstellung bei sehr kleinen Blenden-Oeffnungen eine so peinliche nicht zu sein braucht und sehr wohl für nähere und fernere Gegenstände ausgemittelt werden kann. Bei 200 mm Brennweite und $\frac{f}{60}$ Oeffnung macht ein Fehler von 2 mm an der richtigen Einstellung nur einen Durchschnitts-Zerstreuungskreis von $\frac{2}{60} = 0,033$ mm. Noch bei 40 cm Brennweite bleibt bei den genannten Verhältnissen der Kreis mit 0,07 mm Durchmesser unter der gewöhnlichen Sichtbarkeitsgrenze. Verfasser hat es praktisch erfahren, dass solche Schwankungen bei den sorgfältigsten Einstellungen mit lichtschwachen Instrumenten unbemerkt vorgekommen sind und erst hinterher ermittelt wurden.

Diese Möglichkeit der Abweichung der Bildebene von der eigentlich richtigen Einstellung ist auch der alleinige Grund der jetzt bei allen besseren Aufnahmen vorhandenen Tiefe der Schärfe. Obgleich nach der Grundformel thatsächlich die Bilder verschieden entfernter, aber innerhalb des dreihundertfachen Abstandes der Brennweite befindlicher Gegenstände nicht in eine Ebene fallen können, erscheinen doch bei den unter $\frac{f}{10}$ arbeitenden Objektiven nur bei sehr nahe gelegenen Gegenständen verschwommene Umrisse. Bei kurzen Brennweiten und grosser Blendenöffnung, wie sie den alten Portraitobjektiven eigen waren, erhielt man deutlich schon bei den in einem Angesicht vorkommenden Abständen Unterschiede der Schärfe, die man durch eine mittlere Einstellung auszugleichen suchte. Seit Einführung empfindlicherer Platten ist es auch damit besser geworden und man erhält durch Mittelblenden, also durch Einschränkung der Lichtkraft auch hier die gewünschte Tiefe der Schärfe. Dieselbe wird mit kleinen Blenden unter $\frac{f}{50}$ schon ganz ausserordentlich. Verfasser hat in Erkenntniss dieses Umstandes schon seit 1867 bei Messbild-Instrumenten die konstante Brennweite einführen können. Die Bilder eines Pantoskops von 24 cm Brennweite sind mit Blende = 4 mm vom Abstände von 4 m geschnitten scharf. Er beträgt nämlich nach der Seite 4 entwickelten Formel für $n = \frac{400}{24} = \text{rot. } 17$ die Abweichung des Bildabstandes von der äquivalen Brennweite $\frac{24}{17} = 1,4$ cm und der Durchmesser des Zerstreuungskreises $\frac{14}{60} = 0,23$ mm, was zwar die zulässige Grenze nach den gemachten Annahmen um ein Weniges überschreitet, aber durch einen schon berührten Umstand wieder ausgeglichen wird. Nahe gelegene Gegenstände, namentlich wenn sie unmittelbar gegen eine grosse Tiefe hervortreten, erscheinen derartig gross in den Flächen, dass sie eine grössere Unschärfe der Umrisse vertragen können. Das Verhältniss des verschwommenen Umrissstreifens zu der von ihm umschriebenen Fläche muss nur so klein sein, dass es nicht auffällt.

Endlich kommt noch ein Umstand zu Hilfe, der den Zerstreuungskreisen nicht die Bedeutung zuweist, die nach ihrem Durchmesser zu erwarten wäre. Ihre Fläche zeigt die Zerstreuung nicht gleichmässig, sondern von den Rändern ab etwas verschwommen in die schärferen Umrisse übergehend, wie nach ihrer Entstehung aus dem nicht genau in der Spitze geschnittenen Strahlenkegel auch nicht anders zu erwarten ist. Für das Auge verschwindet die Undeutlichkeit nach dem Rande zu und jenes findet unwillkürlich die richtige Mitte heraus. Wäre diese auf psychologische Ursachen zurückzuführende Erscheinung nicht, so würden manche Bilder geradezu unerträglich sein.

Gegenüber diesen Thatsachen muss man die Geduld bewundern, mit der auch praktische Photographen immer noch die Einstellung unter dem schwarzen Tuch auf der matten Scheibe vornehmen, selbst in Fällen, wo es erstens sehr lästig, zweitens auch nicht nöthig ist. Wenn man sich die Einstellung auf Unendlich ein für allemal auf dem Laufbrett markirt hätte, würde man finden, dass bei den meisten Aufnahmen diese Einstellung immer und immer wiederkehrt. Die Ermittlung der Entfernung nach Schritten ist für nähere Objekte vollkommen genau genug für die nothwendige Zurückstellung der Platte gegen die Marke auf Unendlich, und die Tiefe der Schärfe überlasse man der einzusetzenden Blende. Gebraucht man dann noch einen der im Handel zu habenden, besser aber selbstgebauten Ikonometer, so kann man sich das Einstellen in glühender Sonnenhitze in schwieriger Stellung unter dem schwarzen Tuch sparen, wie nun zehn Jahre Praxis in Messbild-Aufnahmen genugsam bewiesen haben.

Die Bildschärfe wird zuletzt noch durch einen Umstand beeinflusst, der gänzlich ausserhalb des Bereiches der von dem Aufnehmer beherrschten instrumentalen Einrichtungen liegt und gerade bei Fernbildern eine grössere Rolle spielt, als man zu glauben geneigt ist. Es ist dies das bekannte Flimmern der von der Sonne erwärmten Luftschichten. Den Astronomen und Geometern ist dieses Flimmern, mitunter förmliches Wallen der Umrisse, nur zu bekannt und hindert geradezu feinere Beobachtungen. Alle Punkte der in der Ferne sichtbaren Gegenstände beschreiben unregelmässige Schwingungen um eine Gleichgewichtslage, die wahre Richtung, in der sie bei ruhiger Luft zu liegen scheinen, denn die atmosphärische Strahlenbrechung bleibt hier

ausser Acht. Dem Aufnehmer kommt es so vor, als ob manche Platte nicht die Schärfe zeigte, die der völlig unverändert gebliebene Apparat sonst gegeben hat, und denkt vielleicht an eine inzwischen vorgekommene Beschädigung. Die Ursache ist aber thatsächlich die genannte, wie es auch nicht anders sein kann. Das photographische Objectiv ist in dieser Beziehung nichts anderes, wie ein Fernrohrobjectiv, nur dass es während der Belichtung, sei diese auch nur ein geringer Bruchtheil einer Sekunde, die Schwingungen getreulich aufschreibt, d. h. unscharfe Umriss giebt. Dagegen kommen Aufnahmen vor, deren geschnittene Schärfe gegen andere mit derselben Aufmerksamkeit hergestellte ganz auffällig ist. Namentlich an späten Nachmittagen tritt diese Erscheinung auf, zu der Stunde, in der erhitzte Flächen sich soweit abgekühlt haben, dass eine Wärmeabgabe an die ebenfalls stark erwärmten Luftschichten nicht mehr stattfindet und die Ursache der Wallungen aufgehört hat zu wirken, ganz so, wie es bei Beobachtungen mit dem Fernrohr auch der Fall ist. Bei Terrain-Aufnahmen dürfte dieser Umstand wohl zu beachten sein, wenn Zeit und Umstände es erlauben. Jedenfalls schreibe man eine auffällige Verschwommenheit ferner Umriss nicht ohne Weiteres den Apparaten zu, wenn diese vorher sich als zuverlässig erwiesen haben.

Abgesehen von diesem, auf atmosphärischen Verhältnissen beruhenden Umstande ist die Bildschärfe dasjenige Erforderniss, dem das Objectiv zu wissenschaftlichen Zwecken in erster Linie genügen muss, dem sich alle sonstigen Eigenschaften, als da sind: Lichtkraft, Bildwinkel der Objective, sogar Handlichkeit und Festigkeit der Camera und des Stativs unterordnen müssen. Erst wenn die Bildschärfe so weit hergestellt ist, dass eine Verbesserung durch Blenden oder Verschieben der Bildfläche nicht mehr möglich ist, gelangt man zu einer genaueren Festlegung der Brennweite.

5. Brennweite.

Sie ist der senkrechte Abstand der auf grösste Schärfe eingestellten Bildfläche von dem zugehörigen Hauptpunkt des Objectivs, nicht dem optischen Mittelpunkt. Dieser wäre bei symmetrischen Objectiven leicht in der Mitte zwischen den Aussenflächen zu finden. Die Lage der Hauptpunkte muss aber

für jedes Objektiv, wenn der Fabrikant sie nicht genau mittheilt, erst durch Versuch ermittelt werden, eine Arbeit, die nicht Jedermanns Sache ist.

Für die gleichzeitige Ermittlung von Neigung, Horizont und Vertikale neben der Brennweite auf Grund einzelner für jedes Bild mit Winkelinstrument gemachter Visuren hat Prof. Jordan eine ausgezeichnete Anleitung gegeben. Vergl. Zeitschrift für Vermessungswesen 1876.

Zur praktischen Anwendung dieser Anleitung müsste jeder Aufnahme eine genaue Winkelmessung vorangehen und damit der Hauptvorthiel des Messbildverfahrens aufgegeben werden. Die vorausgehende Justirung und Sicherung der Unveränderlichkeit der Apparate wird aber stets die Grundlage des Messbildverfahrens bleiben und dazu gehört in erster Linie Bestimmung der äquivalenten Brennweite des auf grösste Schärfe eingestellten Instruments.

Eine Art der Bestimmung der Brennweite ist von Professor Dörgens in den photographischen Mittheilungen Nr. 138 S. 34 (1886) gegeben, die sehr genau, aber auch sehr umständlich ist. Sie beruht auf Vergleich der Abstände von Pfählen, die in bekannten Entfernungen in einer geraden Linie abgesteckt sind, mit den Bildern in einer Camera, deren Axe senkrecht zu der Linie gerichtet ist. Die Rechnung zeigt das auffällige Resultat, dass nur für das Pantoskop die Brennweite in dem praktisch benutzten Bildwinkel annähernd konstant bleibt, dass sie bei den damals vorliegenden Objektivsystemen Landschafts-Aplanat Steinhil Nr. 5 und Voigtländer Euryscop Nr. 1 im grösseren Abstand von der optischen Axe zunimmt. Hiernach würden die Orte der Ausgangspunkte für die Strahlen keinen einzelnen Punkt bilden, sondern in einer Kegelfläche liegen, deren Erzeugungslinie eine Art Brennlinie ist. Die Kegelfläche hat für das Pantoskop von 172,26 cm durchschnittliche Brennweite und $49^{\circ} 20'$ Winkelspannung nur eine Höhe von 0,14 mm, ist also sehr klein und praktisch ohne Einfluss. Bei den anderen Objektiven ist sie grösser, nämlich 0,43 und 0,86 mm und bestätigt die Richtigkeit der vom Verfasser vor 25 Jahren empfohlenen ausschliesslichen Benutzung des Pantoskops zu Messbild-Aufnahmen. Untersuchungen dieser Art sind ganz ausser-

ordentlich schwierig und mühsam, und darum muss das Verdienst von Professor Dörgens um so höher angeschlagen werden. Die Schwierigkeit der Messungen wird erhöht durch die oben nachgewiesene Unmerklichkeit der Zerstreuungskreise bei geringer Abweichung der vom Objektiv gezeichneten Bildfläche von der durch den Apparat gegebenen Bildebene. War diese Abweichung auch nur 0,2 mm, so musste die von Dörgens aufgestellte Formel auf eine veränderliche Focusweite führen. Die Sache ist praktisch gleichgiltig, denn für das Bild ist es einerlei, ob die Verzeichnung einer veränderten Brennweite oder einer Abweichung der Bildfläche von der Bildebene entspringt.

Nicht ganz so umständliche Methoden für Bestimmung der Brennweite giebt es mancherlei.

Der Vergleich eines Stabes von genau bekannter Länge mit seinem in der Camera erzeugten Bilde unter Zuziehung des genau gemessenen Abstandes von Bildebene und Stab giebt nur brauchbare Resultate, wenn der von den Strahlen nach den Stabenden eingeschlossene Winkel nicht zu klein ist. Man thut daher besser, man stellt den Stab sehr nahe auf, so dass sein Bild nahezu über die ganze Bildebene reicht, wiederholt die Messungen mit verschiedenen Abständen mehrmals und rechnet dann die mittlere Brennweite nach der Grundformel zurück. Viel Gutes ist von der Methode nicht zu erwarten.

Eine andere ist bereits auf S. 6 erwähnt und steht mit der vorigen auf gleicher Stufe.

Aus der Grundformel ergibt sich noch eine dritte Methode, die den Vorzug hat, der stets misslichen Bestimmung des Abstandes des Objectes von der matten Scheibe zu entbehren. Man stellt auf Unendlich ein und markirt die Stellung der matten Scheibe an irgend einem Punkte der Fassung derselben. Dann stellt man einen beliebigen Gegenstand vor das Objektiv und verschiebt matte Scheibe und Gegenstand so lange, bis Bild und Gegenstand gleich gross sind und markirt auch diesen Punkt an der Fassung der matten Scheibe. Der Unterschied beider Stellungen ist die Brennweite.

In den „Photogr. Nachrichten“ 1890 S. 165—166 giebt Stolze in einer sehr verständlichen Anleitung zur Prüfung von Objectiven eine Ermittlung der Brennweite an, die wenig Zurichtung verlangt und nur mit dem Uebelstande behaftet

ist, dass man dabei vom Kleinen in's Grosse rechnet. Da sie auch keine Messung zwischen Maassstab und Bild nothwendig macht und der stets am meisten gefürchteten Verschiebung von matter Scheibe und Gegenstand durch zwei bequem ausführbare Messungen auf einer Platte und dem Laufbrett aus dem Wege geht, so möge sie hier nach obiger Quelle folgen:

„Man stelle zunächst genau auf einen sehr entfernten Gegenstand, also, wie man es zu nennen pflegt auf Unendlich ein, und markire diese Einstellung auf dem Laufbrett. Dann richte man die Camera so auf einen recht nahen senkrechten Gegenstand von bekannter oder leicht messbarer Grösse — am besten einen Maassstab — dass sein Bild auf die Mitte der Visirscheibe fällt, stelle scharf ein, markire wieder die Einstellung auf dem Laufbrett, und mache in dieser Stellung eine Aufnahme, auf der man die Grösse des Bildes des photographirten Gegenstandes misst, und so feststellt, wie vielmal dasselbe kleiner ist, als der letztere. Indem man dann den Unterschied zwischen beiden Einstellungen mit dieser Zahl multiplicirt, erhält man die Brennweite. Ist f = Brennweite, a = Abstand des Bildes des Maassstabes, b = Abstand des Maassstabes vom Hauptpunkt des Objectivs, n = Zahl, die angiebt, wie viel mal Maassstab grösser ist als Bild, und e endlich = Unterschied beider Einstellungen, so hat man

$$f = \frac{a b}{a + b}; \text{ ferner } a = \frac{b}{n}; \text{ also } f = \frac{b}{n + 1};$$

es ist aber auch $a - f = e$, also $\frac{b}{n} - f = e$, und $b = (e + f)n$.

Setzt man diesen Werth in den oben für f gewonnenen ein, so erhält man

$$f = n e$$

Einige Beispiele werden die Sache erläutern, wobei immer angenommen werden soll, dass ein Meterstab photographirt wird:

1. Beispiel: 100 mm des Meterstabes nehmen auf der Aufnahme eine Länge von 73 mm ein, und der Unterschied beider Einstellungen auf dem Laufbrett betrage 19 cm. Dann erhält man für die Brennweite

$$f = 19 \cdot \frac{100}{73} \text{ cm} = 26,03 \text{ cm.}$$

2. Beispiel: 100 mm des Maassstabes nehmen auf der Auf-

nahme eine Länge von 21 mm ein, und der Unterschied beider Einstellungen auf dem Laufbrett betrage 5,5 cm. Dann erhält man für die Brennweite

$$f = 5,5 \cdot \frac{100}{21} \text{ cm} = 26,14 \text{ cm.}$$

3. Beispiel: 100 mm des Massstabes nehmen auf der Aufnahme eine Länge von 10,2 mm ein, und der Unterschied beider Einstellungen auf dem Laufbrett betrage 2,7 cm. Dann erhält man für die Brennweite

$$f = 2,7 \cdot \frac{100}{10,2} \text{ cm} = 26,47 \text{ cm.}$$

In allen drei Fällen war die wirkliche Brennweite 26 cm gewesen. Wie man sieht, genügt die auf diese Weise erzielte Genauigkeit im zweiten Falle noch recht gut, da sie $\frac{1}{260}$ beträgt; im dritten Beispiel ist schon eine Differenz von fast $\frac{1}{52}$ vorhanden, während Beispiel 1 selbst hochgespannten Ansprüchen genügt. Man muss daher den Massstab so gross — annähernd bis zur natürlichen Grösse — photographiren, als es der Auszug eben gestattet. Aber auch schon Apparate, die nur $\frac{1}{4}$ mehr Auszug haben, als für unendliche Entfernung nöthig ist, geben vollkommen ausreichende Resultate.“

Man sieht an den drei gegebenen Beispielen deutlich, wie mit dem Grössenverhältniss zwischen Bild und Gegenstand die Genauigkeit abnimmt und kann davon einen Rückschluss auf die Genauigkeit aller Methoden machen, die nach dieser Richtung aus der Grundformel abgeleitet sind.

Andere Methoden werden im zweiten Bande Erwähnung finden; die angegebenen genügen an dieser Stelle.

Man könnte mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Brennweitenbestimmung wohl verlangen, und die Zeit ist hoffentlich nicht mehr fern, dass jedem besseren Objektiv die wahre äquivalente Brennweite, d. h. der Abstand der matten Scheibe von dem bildzeichnenden Hauptpunkt mit Beziehung auf einen bestimmten Punkt am Objektiv selbst bis auf 0,1 mm richtig beigelegt wird.

Eine für Objektive mit grossem Bildwinkel recht brauchbare Methode ist der Vergleich mit einer bekannten Winkelmessung. Mit einem Theodoliten werden von einem freien Aussichtspunkt die Horizontalwinkel nach gut sichtbaren entfernten Richtpunkten

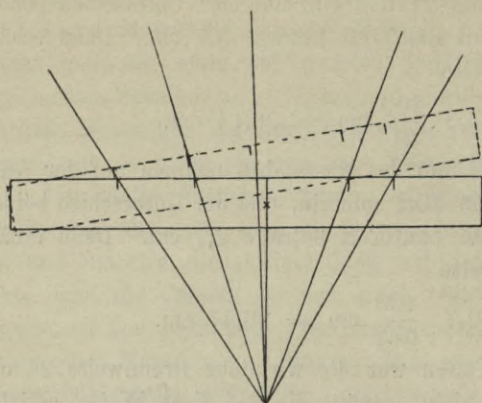


Fig. 17.

genommen und mit einem Transporteur auf glattem Papier (Fig. 17.) mit scharfen Linien, als Strahlennetz aufgetragen. Von demselben Standpunkte wird eine Aufnahme mit dem zu untersuchenden Objektiv gemacht, und die Horizontalab-

stände der auf dem Bilde befindlichen Richtpunkte voneinander auf eine scharf geschnittene, gerade Kante eines Papierstreifens durch Bleistiftmarken übertragen. Dazu ist allerdings erforderlich, dass der Horizont oder die Hauptvertikale im Bilde wenigstens der Richtung nach bekannt sind. Wie diese Linien entstehen, wird später auseinander gesetzt werden. Hier wird ihr Vorhandensein vorausgesetzt. Der Papierstreifen wird nun, nach Art der bekannten praktischen Lösung der Pothenot'schen Aufgabe mit Pauspapier, auf das Strahlennetz gelegt und so lange verschoben, bis die Marken mit den entsprechenden Strahlen genau stimmen. Wenn nur die äussersten Strahlen einen Winkel von ca. 60° einschliessen, so ist eine Genauigkeit von 0,2 mm sehr wohl zu erzielen.

Die Methode hat einen Vortheil, der sie für Messinstrumente sehr werthvoll macht. Ueberträgt man die Marke des vertikalen Mittelfadens mit von der Platte und zieht vom Mittelpunkte des Strahlennetzes eine Senkrechte auf die von der Papierkante bestimmte Richtung, so muss diese Senkrechte die Mittelmarke treffen, wenn das Instrument richtig justirt sein soll.

Eine letzte und gute Resultate gebende Methode ist nur bei Instrumenten möglich, die mit Horizontal-Theilkreisen versehen sind, deren Beschreibung nicht in die in diesem Buch gesteckten Grenzen gehört. Sie beruht auf einer Aufnahme des ganzen Horizontes in einem geschlossenen Polygon (mit Pantoskop ein Sechseck) und genauer Ausmittelung der Ueberschneidung

der Bilder an den Ecken des Poligons. Sie ist die einzige Methode, die keine ausserhalb liegenden Messungen von Winkeln oder Latten und keine besonderen Apparate erforderlich macht. Bei kleinen Messbildinstrumenten, auch wenn sie mit Theilkreis und Feinstellung versehen sind, ist sie nicht genau genug durchzuführen, da gerade die benutzten Randstrahlen bei den hier gebrauchten Weitwinkel-Instrumenten die von Dörgens aufgedeckten Ungenauigkeiten in immerhin merklichem Umfange aufweisen und die gewöhnlich nur kleinen Brennweiten ungünstig beeinflussen.

Die Genauigkeit der Einstellung, die den meisten vorgenannten Brennweitenbestimmungen zu Grunde liegt, wird selbstverständlich sehr beeinträchtigt durch die oben S. 35 erwähnte Tiefe der Schärfe, die einen Spielraum bis 3 mm in der nach direktem Sehen gemachten Einstellung zulässt. Es ist daher eigentlich selbstverständlich, dass man diese Tiefe der Schärfe beim Einstellen möglichst herabzudrücken sucht; doch muss vor der äussersten Anwendung des gebotenen Mittels, der möglichst grossen Oeffnung des Objektivs, gewarnt werden. Die meisten Objektive zeichnen in der Mitte ein scharfes Bild, das nach den Rändern zu, je nach Gestalt der gekrümmten Bildfläche verschwommen wird, und mit Verengung der Blende sich mehr der Ebene nähert. Will man nun ein möglichst grosses Bildfeld benutzen und stellt man auf die Mitte mit voller Oeffnung ein, so kann möglicherweise damit nicht das grösste gleichmässig gezeichnete Bildfeld getroffen sein. Man benutze daher zur Brennweitenermittlung diejenige Blende, die noch lichtstark genug ist, ein gut sichtbares Bild zu zeichnen, suche sich dazu lieber einen sehr hell beleuchteten Gegenstand aus, prüfe das Bild auch nach dem Rande zu im Vergleich zur Mitte und bemerke die Stellung der grössten gleichmässigen Bildschärfe in irgend einer Weise. Dann mache man mit kleinster Blende die Aufnahme und ferner mit geringen Differenzen etwa $\frac{1}{2}$ oder 1 mm vor und hinter der nach Augenprobe gemachten Einstellung noch zwei Aufnahmen und vergleiche die Bilder unter der Lupe. Erst nach dieser Probe kann man sicher sein, das Objektiv auf seine grösste Leistungsfähigkeit eingestellt zu haben und kann nun mit der so ermittelten Brennweite weiter verfahren, wie die optischen Gesetze vorschreiben.

Die Bestimmung der Brennweite ist nach Vorstehendem durchaus keine einfache Arbeit und könnte, wie oben bemerkt, füglich den Besitzern besserer Objektive durch den Fabrikanten abgenommen werden. Hat man sich einmal aber der Mühe selbst unterzogen, so muss man auch für dauernde Feststellung sorgen. Die einfache Angabe der Brennweite in einer bestimmten Maasszahl genügt dazu keineswegs, denn der Hauptpunkt, von dem ab sie gerechnet werden soll, liegt irgendwo in der an sich unzugänglichen optischen Axe. Man setze daher ausser der Angabe der wirklichen äquivalenten Brennweite den von irgendeinem festen Objektivpunkte ab gemessenen Abstand der Bildebene (meistens nimmt man den am weitesten vortretenden Punkt in der Mitte der Hinterlinse oder den äussersten Rand der Fassung), beides in deutlichen Zahlen auf das Objektiv. Ohne diese beiden mindestens bis auf 0,1 mm gehenden Angaben ist ein Messbildinstrument überhaupt nicht zu brauchen.

Aber auch bei gewöhnlichen Instrumenten würde die sachgemässe Benutzung der Marke für Einstellung auf Unendlich und die Kenntniss der Rechnung für verschiedene Einstellungen manche sehr lästige und persönlich anstrengende Arbeit ersparen. Wir meinen das Einstellen auf der matten Scheibe unter dem schwarzen Tuch. Im Portraitfach ist diese Mühe wegen Beurtheilung von Stellung und Beleuchtung nicht zu vermeiden, wegen sonstiger Erleichterung in geschlossenem Raum mit behaglicher Temperatur, wenig unbequemer Stellung auch gerade nicht anstrengend. Die Portraitphotographen, die in der ersten Zeit der photographischen Kunst für deren Fortschritt allein maassgebend waren, haben es ja auch dahin gebracht, dass die sogenannte Focusdifferenz in der optischen und chemischen Einstellung beseitigt wurde.

Es gab eine Zeit, da hielt man diese Focus-Differenz für ein gutes Objektiv unentbehrlich und ein älterer Verfertiger von Objektiven, Voigtländer, hat erst 1865 davon abgestanden. Im Portraitatelier findet die scharfe Einstellung erst nach Befriedigung der Anforderungen an Stellung und Beleuchtung statt. Unter dem schwarzen Tuch würde das Suchen nach feinen Marken um so weniger angebracht sein, als die scharfe Einstellung nebenher sich ganz bequem macht. Seitdem aber kleine

Objektive mit fester Brennweite überall in Gebrauch sind, seitdem schon vor 25 Jahren für das Messbild-Verfahren die feste Brennweite als allein richtige Grundlage erkannt ist, hat die Beseitigung der Focusdifferenz jeden praktischen Werth für diese Art Instrumente verloren und würde gern in den Kauf gegeben werden, wenn durch dieses Opfer die Lichtkraft oder der brauchbare Bildwinkel gesteigert werden könnte. Die scharfe Einstellung muss ja ohnehin durch Vergleiche mehrerer Aufnahmen mit geringem Unterschiede des Abstandes vom Objektiv empirisch ermittelt und dann dauernd festgestellt werden und nachher käme die Focusdifferenz in der festgestellten Brennweite nicht wieder zum Vorschein.

Noch muss auf einen Unterschied hingewiesen werden, der zwischen Instrumenten für Aufnahmen mit langer Belichtung und festem Stativ für Messbild-Aufnahmen und für eigentliche Freihandbilder mit möglichst kurzer Belichtung und leichten Stativen oder gar aus freier Hand nothwendig eingehalten werden muss. Die zu Messbildaufnahmen benutzten Instrumente arbeiten mit Blendendurchmesser von $\frac{f}{40}$ bis $\frac{f}{70}$. Es ist oben schon nachgewiesen, dass bei solchen spitzen Bildkegeln es ganz gleichgültig ist, ob man ihn 1 oder 2 mm vor oder hinter der mathematisch gedachten Spitze durch die Bildebene schneidet. Der Zerstreuungskreis wird höchstens $\frac{2}{40}$ oder 0,05 mm also verschwindend und daher konnte feste Brennweite eingeführt werden. Sehr viel anders stellt sich die Sache, wenn selbst bei kleinen, aber mit $\frac{f}{10}$ bis $\frac{f}{15}$ Blendenöffnung arbeitenden Instrumenten die Bilder nur 2 mm hinter einander fallen; dass dies aber in der That der Fall ist, zeigt die S. 7 abgedruckte Tabelle, worin auch Abstände der Objekte aufgenommen sind, die beim Messbildverfahren wohl nicht vorkommen, bei wissenschaftlichen Arbeiten aber sehr häufig. Der Apparat würde sehr unvollkommen sein, wenn er nicht auch von Gegenständen im Abstand von 3 m ein scharfes Bild zu erzeugen erlaubte. Für ein solches Instrument von 10—15 cm Brennweite ist der Unterschied der Einstellung des Bildes auf einen 3 m entfernten Gegenstand von da auf Unendlich = 0,33 resp. 0,75 cm. Mit $\frac{f}{10}$ Blendenöffnung

= 10 mm wird der Zerstreungskreis also 0,3 resp. 0,75 mm und viel zu gross, um vernachlässigt werden zu können. Denn der Werth der kleinen Instrumente beruht in der Vergrösserungsfähigkeit ihrer Bilder und wenn die Originalbilder schon solche Zerstreungskreise aufweisen, so können auch die Vergrösserungen nur verschwommene Umrisse zeigen, deren Erörterung bereits S. 30 stattgefunden hat. Durch diese Betrachtung gelangt man zu der Forderung, dass gerade bei dem kleinen, zu Freihandbildern benutzten Instrumenten, mit 10—15 cm Brennweite die Einstellung eine feste nicht sein darf, wie bei den grössten Messbild-Instrumenten, sondern eine Verlängerung über die kürzeste Brennweite möglich machen muss. Die Verlängerung bewegt sich allerdings in so engen Grenzen, dass sie sehr wohl durch einen Schraubengang der Objektivfassung hergestellt werden kann, mit dem das Objektiv in dem Ring der Camera befestigt ist. Giebt man diesem Schraubengang genau 1 mm Höhe, so weiss man, dass mit einem vollen Umgang heraus, die festgesetzte Brennweite um 1 mm verlängert ist, mit 2 Umgängen um 2 mm u. s. w. Grössere Abstufungen sind, wie aus obiger Darstellung hervorgeht, nicht erforderlich und darum fortzulassen. Das Hinzutreten dieser Eigenschaft der Objektivbefestigung ist eine so bedeutende Erschwerniss im Bau der kleinen Instrumente, dass man sich nur unter den höchst gespannten Anforderungen dazu verstehen wird. Nur sehr geübte Hände werden damit fertig werden und weniger geübte werden besser thun, darauf zu verzichten, zumal durch Einziehen einer kleinen Blende, allerdings unter Aufgabe der kurzen Belichtung, ein Mittel zur Hand ist, den nachtheiligen Einfluss der festen Brennweite auf ein unschädliches Mass einzuschränken.

6. Bildwinkel.

Nach Feststellung der Brennweite des Objektivs erübrigt noch, den brauchbaren Bildwinkel kennen zu lernen. Eine Aufnahme auf einer Platte, die so gross ist, dass sie die äussersten Spuren des vom Objektiv beleuchteten Feldes noch aufnimmt, zeigt zunächst den rohen Bildkreis, in dem der noch brauchbare und der geschnittene scharfe Bildkreis gemessen werden kann. Der rohe Bildkreis ist zumeist zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit gänzlich nebensächlich, obgleich man ihn

in Preisverzeichnissen häufig angeführt findet. Der brauchbare Bildkreis ist allein entscheidend und giebt mit der Brennweite den brauchbaren Bildwinkel β ; wenn R der Radius des genannten Kreises, ist nach Fig. 18 $\text{tg } \frac{\beta}{2} = \frac{R}{f}$, ebenso der geschnittene scharfe Bildwinkel

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{r}{f},$$

wenn r der Radius des zugehörigen Kreises ist. Je kleiner die Differenz zwischen dem brauchbaren und rohen Bildkreis einerseits und dem geschnittenen scharfen Bildkreis ist, desto besser ist unter sonst gleichen Verhältnissen das Objektiv.

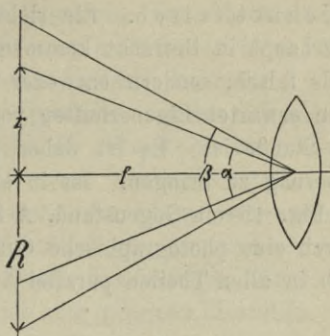


Fig. 18

Objektive, die eine dem blossen Auge merkbliche Krümmung der geraden Linien, die in einigem Abstände vom Mittelpunkte das Bildfeld durchschneiden, zeigen, sind für Messbild- und auch wohl für wissenschaftliche Zwecke überhaupt unbrauchbar. Es würde zwar verhältnissmässig nicht schwer sein, durch Auflegen eines Korrektivdiagramms auf durchsichtigem Papier oder Glas die Richtigstellung der falschgezeichneten Punkte durchzuführen. Verfasser hat bereits vor dem Jahre 1865 diese Beseitigung des damals noch allen Objektiven von einiger Winkelausdehnung ausnahmslos anhaftenden Fehlers ins Auge gefasst, wurde aber dieser Mühe durch das Pantoskop enthoben, welches Verzeichnungen nur in

den von Professor Dörgens festgestellten Grenzen giebt, die praktisch bedeutungslos sind. Die neuen Instrumente mit

$\frac{f}{10}$ Oeffnung

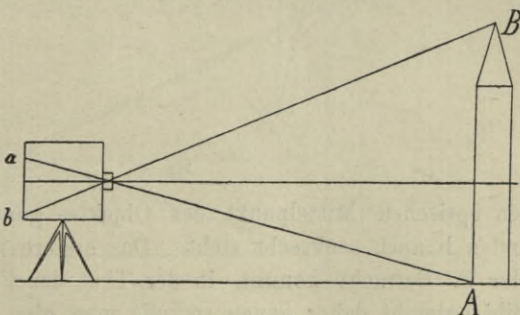


Fig. 19.

gehen bis 60° Bildwinkel, der für Reiseaufnahmen ausreichend ist, und damit wird allen Anforderungen genügt, die in Vorstehendem erörtert und begründet sind.

Man hört oft selbst von solchen, denen die optischen Gesetze nicht ganz fremd sind, den Ausdruck: das Objektiv zeichnet falsch. Ein richtig behandeltes Objektiv der hier überhaupt in Betracht kommenden Beschaffenheit zeichnet niemals falsch, sondern entweder ist die Behandlung falsch, oder man erwartet Eigenschaften vom Bilde, die es zu leisten nicht im Stande ist. Es ist daher angebracht, hier einiges in Erinnerung zu bringen. Ist in etwas übertriebenen Verhältnissen in Fig. 19 ein Gegenstand, $A B$ mit senkrechten Hauptumrissen durch eine photographische Camera in $a b$ abgebildet, so wird $a b$ in allen Theilen parallel $A B$ sein, wenn die Strahlen durch

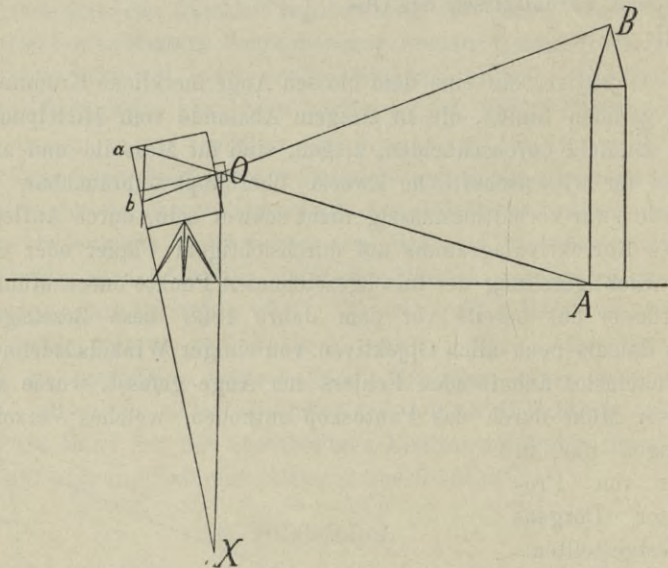


Fig. 20.

den optischen Mittelpunkt des Objectes geradlinig durchgehen und $a b$ auch senkrecht steht. Das erstere ist nun, soweit es hier in Betracht kommt, in der That der Fall. Das optische Bild entsteht daher genau so, wie man eine ebene Perspektive entstanden sich vorstellt, und alle Gesetze hier gelten auch dort. Hat die Camera bei der Aufnahme schief nach oben ge-

richtet gestanden (Fig. 20), so müssen sich im Bilde alle Senkrechten in dem Punkte X schneiden, indem eine Senkrechte durch O die Bildebene trifft, wie überhaupt alle parallelen Linien im Bilde sich dort schneiden, wo eine Parallele durch den optischen Mittelpunkt des Objektivs die Bildebene trifft nach einem bekannten Satz der ebenen Perspektive. Das scheinbare Zusammenstürzen von Thürmen und Häusern nach oben ist daher Folge der Zuwiderhandlung gegen unabänderliche Lehrsätze, nicht Eigenschaft des photographischen Apparates, der den Gegenstand A B in $a_1 b_1$ nach allen Regeln der Projektion hinzeichnet. Sollen also Senkrechte im Bilde auch senkrecht erscheinen, so muss für eine senkrechte Stellung der Platte während der Aufnahme durch mechanische Hilfsmittel gesorgt werden. Das Einstellen hinter dem schwarzen Tuch, bis heutigen Tages von vielen Fachphotographen geübt, ist zum genauen Einstellen unbedingt unzureichend. Eine an der Camera angebrachte und nach einfachem Verfahren richtig befestigte Libelle, die nur wenig Groschen kostet, ist ungleich einfacher. Für Messbildaufnahmen muss die Einstellung selbstverständlich mit aller Sorgfalt geschehen und einer besonderen Justirung unterliegen.

Eine Veranlassung, die unwillkürlich die Schiefstellung der Camera herbeiführt, ist die unzureichende Winkelausdehnung des Objektivs.

Schiefstellung der Camera verursacht unvermeidlich Zusammenfallen der Vertikalen nach oben, Horizontalstellung lässt den oberen Theil von A B ausserhalb des Bildes fallen, wie

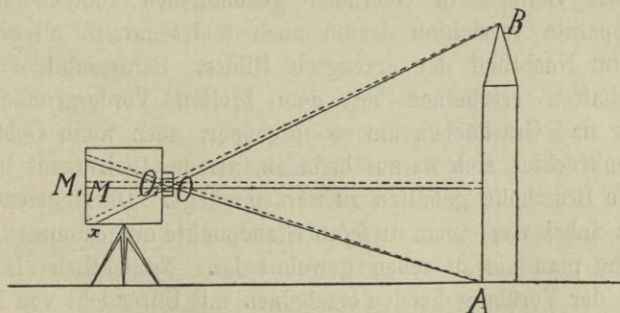


Fig. 21.

Fig. 21 mit der optischen Axe O M bei x zeigt. Früher suchte man dem Uebel durch eine Vorrichtung zu begegnen, die gerade

nicht zur Einfachheit der Camera beitrug. Man richtete letztere mit ihrer Axe nach oben und verstellte die matte Scheibe und Kassette so, dass sie nach Fig. 22 wieder in senkrechte Stellung kam. Hier war das Mittel schlimmer

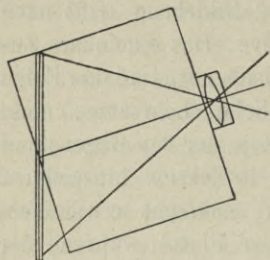


Fig. 22.

als das Uebel; denn nun kam nur ein schmaler horizontaler Streifen in der Mitte der Platte in den Focus, eine Hälfte war zu nah, die andere zu weit, und man musste sehr kleine Blenden anwenden, um ein erträgliches Bild zu erhalten. Die ganze Vorrichtung hatte jedoch sehr geringen praktischen Werth, da die Maassangabe fehlte. Erst mit der Einführung der Weitwinkelobjektive war

gründliche Abhilfe möglich und zwar einfach durch Heben des Objektivs, in Fig. 21 von OM nach $O_1 M_1$, allerdings nur mit genau paralleler Bahn zur Bildebene. Das auf diese Weise erzeugte Bild kommt der üblichen Darstellung darin näher, dass der Horizont nicht in der Mitte des Bildes liegt, sondern etwas tiefer. Die Bilder sehen natürlicher aus, womit schon eine Art der den photographischen Bildern anhaftenden vermeintlichen Verzeichnung gehoben ist. Die Verschiebung des Objektivs in der Camera ist bereits zu einer gewöhnlichen Einrichtung geworden, namentlich bei Reiseinstrumenten, verlangt aber bei Messbild-Instrumenten eine grössere Sorgfalt und Feinheit der Ausführung, als mit der Einfachheit verträglich ist. Die jetzt vielfach in Gebrauch gekommenen kompendieusen Handapparate verzichten darum auch meist darauf, allerdings sehr zum Nachtheil der erzeugten Bilder. Strassenbilder und Landschaften erscheinen mit dem breiten Vordergrund an Pflaster und Grasflächen um so unschöner, auch wenn Gebäude mit Senkrechten sich darauf befinden, als das Instrument höchstens in Brusthöhe gehalten zu werden pflegt. Die Gegenstände werden dabei von einem tieferen Standpunkte aufgenommen, als von dem man sie zu sehen gewohnt ist. Namentlich die Gesichter der Vorübergehenden erscheinen mit Untersicht von Nase und Kinn bei aller Deutlichkeit nicht gerade angenehm. Dieser Umstand wird trotz aller Verbesserungen, die in der Hand oder sonstwie verborgen gehaltenen Instrumente immer auf der Stufe

einer Spielerei halten. Nothbehelfe können vorkommen und machen den tiefen Standpunkt des Instrumentes entschuldbar, wo nämlich die Aufnahme unbemerkt vom Aufgenommenen selbst bleiben soll, also z. B. auf der Strasse. Für fernere Gegenstände, namentlich Architekturen, macht die Erhebung des Objektivs über dem Fussboden um ein Meter nicht viel aus; nur wird die zu Gebote stehende Bildfläche durch den, die volle Hälfte des Bildes einnehmenden Vordergrund wenig vortheilhaft ausgenutzt, wenn das Objektiv eine grössere Winkelspannung als das Bildfeld der Camera auszunutzen erlaubt.

Ein Bildwinkel von 60° reicht nach Fig. 23 mit der über dem Horizont liegenden Hälfte von $\alpha = 30^\circ$ zur Spitze eines Gebäudes in etwas mehr als dem Anderthalbfachen dieser Höhe.

Aus $\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{h}{f} = 0,577$ folgt $h = 0,577 f$ als Bestimmung

von h im Verhältniss zu f . Ebenso folgt $f = \frac{h}{0,577} = 1,73 h$

als Bestimmung von f im Verhältniss zu h . Da man nun die Spitze des Gebäudes, wenn irgend möglich, nach der Mitte nimmt, so bleibt man mit der Spitze noch etwas unter der gewöhnlichen Annahme der freien Perspektive, dass der Abstand mindestens gleich der anderthalbfachen Höhe sein muss. Daraufhin ergibt

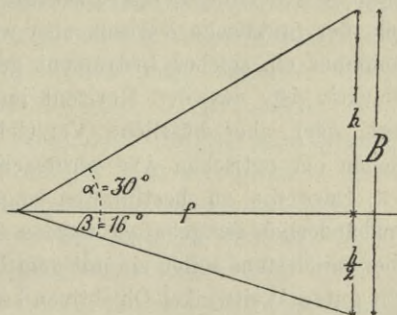


Fig. 23.

sich die ganze Höhe B des Bildes durch folgende Erwägung: Eine angemessene Lage des Horizontes in einem Bilde, dessen Hauptgegenstand über dem Horizont liegt, ist im ersten Drittel der ganzen Bildhöhe (B in Fig. 23). Ist nun wie oben h mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit des Objektivs bestimmt werden, so wird man die ganze Bildhöhe

$B = \frac{3}{2} h$ setzen können. Daraus ergibt sich

$$B = (0,577 + 0,288) f = 0,865 f.$$

Nach unten wird nun allerdings der Bildwinkel des Ob-

ektivs nicht voll ausgenutzt werden. $\sphericalangle \beta$ ergibt sich aus

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{2 \cdot 1,73} = \frac{1}{3,46} = 0,24 \text{ mit } 16^\circ \text{ und es bleiben } 30 - 16$$

= 14 Grad übrig, welche die mögliche Verschiebung des Objektivs aus der Mitte der Bildhöhe vorstellen. In einem Bruchtheil von B ausgedrückt, kann die Vertikalverschiebung D daher $\frac{B}{6}$ betragen oder in Bruchtheilen von f ausgedrückt

$$D = \frac{0,865}{6} f = 0,144 f. \text{ Wir haben daher die zweckmässigsten}$$

Verhältnisse zwischen Brennweite f und Bildhöhe B für ein Objektiv von 60° Bildwinkel in geschnittener Schärfe $B = 0,865 f$ und die zulässige Verschiebung über und unter den Horizont $D = 0,144 f$. Um sich diese Maasse in einem Beispiel zu vergegenwärtigen, nehme man ein Objektiv von 10 cm Brennweite, von der man leicht auf andere Grössen schliessen kann. Die Bildhöhe ist dann 8,6 cm. Die Verschiebung nach oben und unten je 1,5 cm. Letztere scheint allerdings nicht sehr erheblich, der praktische Versuch aber wird zeigen, um wie viel vollkommener ein solches Instrument gegen ein anderes mit festem Objektiv ist, das den Horizont immer in die Mitte des Bildes legt, oder aber hässliche Verzeichnungen durch Neigen oder Heben der optischen Axe verursacht.

Dass die so bestimmten angemessenen Verhältnisse nun unabänderlich festgehalten werden sollen, wird nicht behauptet; aber mindestens sollen sie mit dem Instrument zu erreichen sein. Mit guten Weitwinkel-Objektiven kann man unbedenklich darüber hinausgehen. Bei Architekturen reicht die Erhebung bis 30° über den Horizont in der Regel nicht aus. Hier wird man schon Objektiv bis zu 70° Bildwinkel ($\operatorname{tg} 35^\circ = 0,7$) anwenden müssen, um den Bauwerken näher rücken zu können und die kleinen Formen grösser im Bilde zu erhalten. Der Bildwinkel wird thatsächlich von Weitwinkel-Objektiven mit Blendenöffnungen von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{40} f$ geleistet und es ist nicht zweifelhaft, dass noch mehr erreicht werden wird. Ein gutes Pantoskop giebt 90° in der Vertikalen gemessen, das sind 100° in der Diagonalen des Quatrats gemessen. Es wäre nicht gerechtfertigt, bei Aufnahme auf kostspieligen Reisen, wo jede Aufnahme ein Opfer an Zeit und Material ist, eine solche Winkelspannung nicht

auszunutzen. Schön sind die mit voller Ausnutzung des Pantoskops erhaltenen Bilder keineswegs. Es gilt dies besonders von der Breitenausdehnung, die perspektivisch sehr unschön wirkt und die Gegenstände unnatürlich auseinander zerrt. Ein Gegenstand, der 10° im Bildfelde unmittelbar neben der optischen Axe spannt, misst 0,176 der Brennweite, zwischen $30-40^{\circ}$ von derselben entfernt liegend aber 0,26 derselben.

Ein drastisches Beispiel, dass die Verzerrung auch in der Höhenrichtung zu ganz widerlichen Verhältnissen führt, zeigt jede Aufnahme einer stehenden Figur, deren Kopf nur wenig über dem Horizont der horizontal gerichteten Camera steht, deren Beine also weit in die untere Hälfte des Bildes reichen. Die Beine erscheinen, namentlich vom Knie ab, ganz unverhältnissmässig verlängert und wachsen ins Ungeheuerliche, wenn die nach vorn gerichteten Füsse sich in der Aufsicht von oben darstellen und nun als Fortsetzung der Unterschenkel erscheinen.

Diese Verhältnisse sind allen, die sich einmal mit Perspektivzeichnen beschäftigt haben, bekannt, und es ist eine feste Regel, die Zeichnung nicht bis zu solchen Winkelabständen von der optischen Axe auszudehnen. Unser Auge begegnet diesem Verzeichnen durch Drehen der Augenaxe in horizontaler Ebene und, wenn das nicht reicht, des ganzen Kopfes unwillkürlich. Sie ist auch thatsächlich auf unserer Netzhaut nicht in einem solchen Umfang vorhanden, da das Auge nahezu als Kugel gebaut ist und daher nahezu eine kugelförmige Bildebene bildet, bei der der optische Mittelpunkt der Linse dem Centrum wenigstens genähert ist. Die Camera zeichnet die Vergrösserung aber genau, wie die Theorie der ebenen Perspektive lehrt, und darauf sind die oben gemeinten Verzeichnungen der Objektive meistens zurückzuführen. Sie bestehen also lediglich in einer übergrossen Ausnutzung des von dem Objektiv gebotenen Bildwinkels und sind demnach einfach Folgen eines Missbrauchs desselben.

In der Höhenrichtung fällt die äusserste Ausnutzung des Bildwinkels bei Bildern lebloser Gegenstände viel weniger auf und es hat damit eine eigene Bewandniss. Während wir die übermässige Breitenverzerrung für den Anblick durch eine Drehung des Augapfels oder des Kopfes, oder im Bilde durch eine Folge mehrerer aneinander gereihten Aufnahmen mit der Camera

korrigiren können, nützt eine Drehung der optischen Axe beider nach oben zur Herbeiführung besserer Verhältnisse garnichts. Man erhält beispielsweise von einem, mit einem Umgang und einer stark abgesetzten Spitze versehenen Thurm Fig. 24 von a aus keinen besseren Einblick in den Umgang oder eine grössere Annäherung an die richtigen Verhältnisse der Spitze, mag man

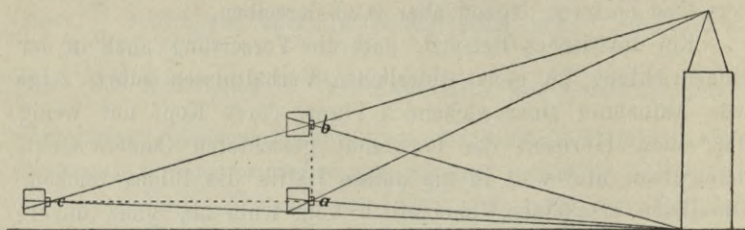


Fig. 24.

die Camera horizontal oder aufwärts richten, im Gegentheil nur eine weitere Verzerrung neben dem unvermeidlichen Stürzen der Senkrechten. Hier hilft, wenn der Abstand beibehalten werden muss, nur eine Erhebung des Standpunktes von a nach b, die aber nicht immer von Vortheil ist, wenn es sich um ein gefälliges Bild handelt.

Besser wirkt ein in gewöhnlicher Augenhöhe, also tief im Bilde liegender Horizont, und ein weiter nach c ab gerückter Standpunkt, wenn auch entweder Vergrößerung des mit kleiner Brennweite erzielten Bildes oder Verwendung eines Objectives grösserer Brennweite nothwendig wird. Der Thurm zeigt sich dann wenigstens annähernd in richtigen geometrischen Verhältnissen, namentlich wenn noch Objectiv-Verschiebung nach oben hinzutritt. Aus diesem Grunde hat sich das Auge an die Verzerrung der Verhältnisse in senkrechter Richtung gewöhnt, wenigstens bei Architekturen mit starker Höhenentwicklung. Lebende Wesen wird man unter gleichen Verhältnissen abscheulich verzeichnet finden. Hiernach ist also die äusserste Ausnutzung der Objective in der Höhenrichtung unter Umständen durchaus gerechtfertigt. Diese Ausnutzung wird mit bedingt durch das Format der Platte, bei dem gewöhnlich die eine oder die andere Abmessung überwiegt. Da nun beide Formate wechseln können, so muss eine Camera für Freihand-Aufnahmen auch hoch und quer gestellt werden können. Bei wissenschaft-

lichen, insbesondere Architektur-Aufnahmen, kommt es weniger auf gefälliges Ansehen, als äusserste Ausnutzung der gegebenen Bildfläche an, die aber nur möglich ist, wenn die Bildfläche sich um die optische Axe gleichmässig ausdehnt, d. h. quadratisch ist.

Es bleibt aber noch zu erörtern, welchen Einfluss die Anwendung einer kleineren oder grösseren Brennweite auf das Empfinden beim Betrachten der Bilder ausübt, ein Punkt, dem man bisher wenig Beachtung schenkte. Betrachtet man ein Bild, Fig. 25) das mit 10 cm Brennweite aufgenommen ist, aus der gewöhnlichen Sehweite, die rund zu 30 cm angenommen werden kann, so hat man keineswegs den Eindruck des direkt an Ort und Stelle gesehenen Bildes, sondern den einer starken

Verkleinerung. Der ursprüngliche Bildwinkel, den die Camera ausgenutzt hat, zu 60° etwa angenommen, geht

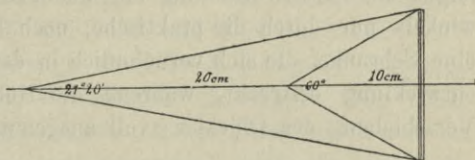


Fig. 25

über in $21^\circ 20'$. Da nun der Bildwinkel für unser Auge den Maassstab für die Grösse eines Gegenstandes abgibt, so erscheint deshalb das Bild im Verhältniss der Bildwinkel uns kleiner, in diesem Falle von 60° zu $21^\circ 20'$ oder nahezu wie 3 : 1. Fast alle gegenwärtig im Handel vorkommenden Bilder sind so beschaffen, und das Publikum ist daran so gewöhnt, dass es die seinen Urtheil zugemuthete Anstrengung nicht einmal merkt. Die Bequemlichkeit, welche die Weitwinkel-Instrumente bieten zur Abbildung breiter Flächen von nahen Standpunkten hat zu einem wahren Missbrauch geführt. Man stellt mit kleinen, winzigen Instrumenten Bildflächen dar; die früher ganz unzugänglich waren. Innenräume speziell fasst man mit der Gegenwand und noch grossen Stücken der Seitenwände, während die alten Objektive nur einen kleinen Theil der Gegenwand zeichneten. Für Platten von 18 : 24 cm brauchte man Objektive von 40 cm Brennweite und darüber, jetzt reicht ein Pantoskop von 15 cm oder ein Appanat von 24 cm Brennweite. Sogar die kleinen Bildchen der gewöhnlichen Detektiv-Cameras mit 4—5 cm Brennweite werden ertragen und — schön gefunden. Bilder mit Brennweite über 25 cm werden seit Einführung der Weitwinkel-

Objektive zu Freihandbildern kaum noch benutzt und die ruhigen Linien auf den Bildern der früheren einfachen Landschaftslinsen sind ganz verschwunden. Das Publikum hat sich schon so an die breit und hochausgreifenden Verhältnisse gewöhnt, dass die alten Regeln der Perspektivlehre längst hinfällig geworden sind. Man sollte aber unterscheiden zwischen den Bildern, die als Zierde von Albums oder an der Wand dienen und Bildern, die zu Lehr- oder wissenschaftlichen Zwecken nützen sollen. Für erstere verlässt man die ewigen Gesetze der Kunst nicht ungestraft, für letztere ist jedes Mittel gerade ausreichend, welches eine aufs höchste getriebene Technik noch bietet. Die Instrumente, deren Gebrauch hier beschrieben werden soll, verfolgen die letztere Richtung und findet die Ausnutzung des Bildwinkels nur durch die praktische, noch handliche Plattengrösse eine Schranke, die sich vornehmlich in der Richtung der Breitenentwicklung erstreckt, während die Höhenrichtung durch die Verschiebung des Objektivs voll ausgenutzt wird.

7. Die Camera.

Nachdem alle Anforderungen an den wichtigsten Theil des photographischen Instruments, das Objektiv und seine Nebentheile erörtert sind, kommen diejenigen Hilfsmittel zu Sprache, welche das erzeugte Bild aufzunehmen und sichtbar zu machen bestimmt sind.

Zuerst die Camera selbst. Die allgemeine Form der Camera ist seit ihrer Erfindung kaum einer Veränderung unterworfen gewesen. Verfasser besitzt eine im Jahre 1860 gekaufte Camera, die mit unwesentlichen Aenderungen noch heute ebenso am Markt ist. Ausführungen in Metall waren selten und blieben vereinzelt. Die ersten Cameras zu Messbildzwecken aus Blech in Obeliskform liess Verfasser 1869 bauen. Die kleinen Cameras für Freihandaufnahmen sind fast niemals in Blech ausgeführt, obgleich man doch annehmen sollte, dass nur Metall den Anforderungen an Festigkeit und Unveränderlichkeit vollkommen entspreche. Verfasser war bis vor kurzem auch dieser Ansicht und hat entsprechende Versuche gemacht. Aber die Camera an sich hat eine Eigenthümlichkeit, die eine steife Stellung der Wände zu einander hinfällig macht. Sie bleibt immer ein vierseitiges Prisma, dessen eine Grundfläche

zur Aufnahme der Platte offen bleiben muss. Den vier Seitenwänden fehlt mindestens auf einer Seite die Versteifung, und einer windschiefen Verbiegung widerstehen die einfach umgebogenen Blechkanten nicht ausreichend. Selbst Metallblech von 1 mm Stärke wird durch Fall oder Stoss leicht verbeult und dadurch ist der genaue Gang der bewegten Theile am Verschluss und der Objektivverschiebung stark gefährdet. Endlich hat die praktische Ausführung die Gewichtsverminderung als irrthümlich erkennen lassen. Blech von $\frac{1}{2}$ mm Dicke, für ganz kleine Instrumente eben stark genug, wiegt in Stahl 39 gr, in Messing 43 gr das Quadratdecimeter, hartes Holz 4 mm stark 40 gr. Nun ist aber ein so kleines Kästchen aus 4 mm starken Holzwänden bei geringerem Gewicht sehr viel widerstandsfähiger und steifer als in Blech und sehr viel leichter zu bearbeiten. In den geringen Abmessungen und durch geeignete Ueberzüge geschützt, ist es gegen Witterungseinflüsse auch sehr wenig empfindlich. Einem unglücklichen starken Stoss widersteht das eine Material so wenig, wie das andere: das eine wird verbogen, das andere zerbrochen, beides für den Besitzer von gleichen Folgen. Aus diesen Gründen hat Verfasser sich entschlossen, den Körper der Camera aus hartem Holz und nur die bewegten mechanischen Theile in Metall arbeiten zu lassen. Die Verwendung von Aluminiumblech ist zwar in Bezug auf Kosten wohl schon möglich geworden; es mangelt aber noch an Erfahrung über die Verbindung der zusammengesetzten Theile, da sich Aluminium nicht löthen lässt.*)

Es ist anzunehmen, dass anderweitig ähnliche Erfahrungen gemacht sind und so wird es vorläufig bei dem Holze als Material für kleine Cameras sein Bewenden behalten. Nur für die grossen Messbild-Apparate hat Verfasser ganz von der kastenförmigen Anordnung abgesehen, da diese überhaupt nicht, weder in Holz noch in Metall, die nöthige Sicherheit gegen Veränderungen bietet; ein Gestell von Stahlstangen, das durch einen lichtdichten Beutel zu einer Camera ergänzt wird, hat allen Anforderungen entsprochen und wird im letzten Theil dieses Handbuches beschrieben werden.

*) Ob das ganz in letzter Zeit eingeführte Loth für Aluminium sich bewährt, muss erst die Erfahrung lehren.

Die Grösse der für Freihand-Aufnahmen passenden Instrumente wird durch die Möglichkeit der nachfolgenden Vergrösserung neuerdings in günstigster Weise beeinflusst. Plattenformat und Brennweite stehen nach den Ausführungen S. 52 in gegenseitiger, schwer zu ändernder Beziehung. Nun ist durch die im Handel mit Trockenplatten eingeführten Maasse die Grundlage für die Camera-Grösse gegeben, an der ebenfalls schwer zu ändern ist. Man kann demnach dabei nicht von der Brennweite ausgehen, sondern muss diese nach der Plattengrösse wählen, wobei als zweiter Faktor der Bildwinkel des Objektivsystems, oben zu 60° angenommen, in Rechnung zu stellen ist. Bei den meisten Aufnahmen, insbesondere von Architektur, wünscht man den grösseren Bildtheil über dem Horizont zu haben und hat daher nach S. 51, wo die Bildhöhe $h = 0,865 f$ gesetzt wurde $f = \frac{h}{0,865} = 1,15 h$, und die zulässige Verschiebung $= 0,19 h$ rot $\frac{1}{5} h$.

Mit Hilfe dieser Ermittlungen kann man nun auf Grund der gegebenen Plattenformate diejenigen Grössen der Camera feststellen, die noch zu Freihandbildern mit nachfolgender Vergrösserung praktisch sind. Maassgebend für die Auswahl ist die Bestimmung, ob ein Instrument möglichst wenig auffällig in der Handhabung sein, oder aber diejenigen Abmessungen haben soll, die noch ein gutes vergrösserungsfähiges Bild geben, aber mit möglichst wenig Gewicht und Raumanspruch im Reisegepäck. Erstere haben oft die Form von Reisetaschen, Packeten, Büchern, Opernguckern. Wir sehen von derartigen Spielereien ab und halten nur fest, dass für beide Anforderungen mit einer Grösse nicht wohl auszukommen ist. Wenn man unter den zahlreichen am Markt befindlichen Plattengrössen diejenigen ausscheidet, welche am wenigsten gekauft werden, es bleibt so zunächst das Format 6 zu 8 cm, entstanden durch Dreitheilung von einem sehr stark gebrauchten Format 18 : 24 cm. Die dreifache Vergrösserung ist weiter unten als die angemessenste nachgewiesen und lässt das kleine Format als dasjenige erkennen, das für bessere Zwecke die zulässige Grenze nach unten vorstellt. Die zugehörige Brennweite ist nach obigem $1,15 \cdot 8 = 9,2$ cm und die zulässige Verschiebung 1,36 cm, womit die Abmessungen des Apparates bestimmt sind. Diese sind der Art, dass der

Apparat noch in der hohlen Hand, allenfalls maskirt durch ein Taschentuch oder einen Handschuh verborgen gehalten und alsbald in die Rocktasche versenkt werden kann. Mit dem später beschriebenen Stockstativ verbunden, gestattet er noch Aufnahmen, die in Winkelmaass ausgedrückt eine Genauigkeit von 10 Minuten haben und in der Art und Sicherheit ihrer Gewinnung jeden unter ähnlichen Verhältnissen gemachten Versuch mit den früher bekannten Messinstrumenten weit hinter sich lassen, wenn man den Gedanken an „Messungen“ unter so erschwerenden Umständen überhaupt gehabt hat. Der Apparat in dieser Grösse ist zu empfehlen für denjenigen, der wohl mit der praktischen Photographie durchaus vertraut, durch anderweitige gesellschaftliche Verpflichtungen und Inanspruchnahmen, sowie durch die nähere Umgebung verhindert ist, den Aufnahmen eine Sorgfalt angedeihen zu lassen, die zu einigermassen ansehnlichen Bildern erforderlich ist, wo aber das schlechteste Bild immer noch mehr ist, als der schriftliche Bericht oder eine mangelhafte Handskizze, beides aus der Erinnerung. Das Bedürfniss nach solchen Apparaten ist unstreitig vorhanden. Zunächst verfiel man unter dem Einfluss der Anpreisung einer ganz übertriebenen Vergrösserung auf viel zu kleine Apparate. Es möge an den runden Stirn'schen Apparat erinnert werden, der unter den Rock geknüpft, sein Objektiv durch ein Knopfloch spielen liess. Es wurden recht nette Sächelchen damit gemacht, aber selten etwas Ordentliches, und zu Vergrösserungen kam es noch seltener. Ein Bilddurchmesser von 4,5 cm und eine Brennweite von 6 cm hat eben zu wenig Zeichnung, die nur unter glücklichen Umständen bei nahen Gegenständen verständlich ist, über 25—30 m hinaus bestimmt nicht mehr. Ausserdem waren 6 Bilder auf einer Platte, die man zwar in gewöhnlichen Suppentellern in jedem Gasthof entwickeln, fixiren und waschen konnte, die aber unmöglich für 6 verschiedene Beleuchtungen gleichmässig ausbelichtet sein konnten. Kam das eine Bild gut, so kamen die 5 anderen schlecht. Das Auseinanderschneiden von Glas ist aber auf der Reise eine sehr missliche Sache. So kam es, dass der Apparat, anfangs selbst von Sachverständigen vielfach gepriesen, kaum noch in ernster Anwendung ist. Man ist denn auch schon längst zu einem Apparat mit Platten von 6:8 cm übergegangen und ist damit dem Bedürfniss im richtigen Punkte

entgegengekommen. Verfasser kann nur Jedem rathen, seine ersten Versuche in praktischer Photographie mit einem Apparat dieser Grösse zu machen, damit der Ausgaben für Platten, Chemikalien und Papiere in der ersten Zeit der unvermeidlichen Missgriffe nicht gar so viele werden. Erst wenn man im Stande ist, die Unzulänglichkeit dieser einfachen Apparate für bessere Arbeiten selbst zu beurtheilen, also wenn man damit so gute Resultate erzielt, dass sie nicht besser ausfallen können, sehe man sich nach anderen Apparaten um. Ein solcher für Messbild-Aufnahmen der einfachsten Art ist am Schluss dieses Theiles beschrieben und seine Leistungsfähigkeit näher dargelegt.

Nächst den vorerwähnten Apparaten mit Platte 6 : 8 cm hat der bei weitem grösste Theil der Amateur-Photographen die Platte 9 : 12 cm angenommen und damit diejenigen Objektive verbunden, die ihnen gerade von den Fabrikanten empfohlen wurden, in der Regel wegen des unverschieblichen Objectives mit zu kleinem Bildwinkel. Da aber eine Menge von Objektivsystemen diesem geringen Bildwinkel entsprechen, so trifft man neben der grossen Anzahl von Camera-Zusammenstellungen ebenso vielerlei Objektive und auch entsprechende Preise. Nach der mitgetheilten Formel ergibt sich die zweckmässige Brennweite mit $1,15 \cdot 12 = 13,8$ cm die Objektivverschiebung mit $0,144 \cdot 12 = 1,73$. Wenn die Maasse nicht genau in einem Objektiv-System vorrätbig sind, so nehme man die Nummer mit der nächstgrösseren Brennweite, also 14 oder 15 cm, nicht die kleinere.

Ein besonderes System als bestes zu bezeichnen, ist augenblicklich nicht gerechtfertigt. In den letzten Jahren sind eine solche Menge neuer Systeme erschienen, bis zum Druck dieses Buches können immer neue und bessere erscheinen, dass man sich im gegebenen Falle lieber den rohen Bildkreis vorlegen und die Brennweite nennen lässt und dann nach den mitgetheilten Regeln selbst urtheilt. Es ist wohl kein Zufall, dass gerade Objektive dieser Grösse am preiswürdigsten geliefert werden. Der vermehrte Absatz hat die Fabrikanten in den Stand gesetzt, hier die meisten Erfahrungen zu sammeln und durch verbesserte Einrichtungen billigen Preis bei guter Ausführung zu stellen.

Die in der Praxis eingeführte nächst grössere Platte misst 12 : 16 cm resp. 16 : 20. Instrumente mit Messbild-Eigenschaft

dazu sind allerdings wohl ausführbar, aber damit beginnt schon eine nachtheilige Eigenschaft aller, in Form eines festen, hinten und vorne offenen Prismas gebauten Cameras bemerklich zu werden. Die Eckenverbindungen können nur bei verhältnissmässig grosser Wandstärke in Holz hinreichend steif gemacht werden, um Erhaltung der genauen Form sicher zu stellen. Sobald aber die Auflagermarken nur im geringsten ihre gegenseitig festgelegte Stellung verlassen haben durch Uebereckverschiebung des Kastens, hat das Instrument seine Messbildeigenschaft verloren und ist wie jedes andere Instrument. Man kann zwar die eingetretene Abweichung durch mancherlei Hilfsmittel nachträglich ermitteln und in Rechnung stellen, der Vortheil des Messbildverfahrens ist aber grösstentheils vereitelt.

Auch die anderen, zur Aufnahme nöthigen Materialien, Platten, Schalen, Transportkisten u. s. w. nehmen Abmessungen und Gewichte an, die sich nicht mehr von einer einzelnen Person auf Reisen bequem hantiren lassen. Die erreichbare Genauigkeit ist zwar entsprechend grösser und macht das Verfahren zu immer höheren Aufgaben geschickt. Die Beschreibung und der Gebrauch dieser Instrumente gehört aber nicht mehr in den, diesem Theil des Handbuches vorgeschriebenen Rahmen.

Wenn wir im Vorstehenden die Frage nach der zweckmässigsten Grösse der Camera für wissenschaftliche und kunstgeschichtliche Aufnahmen in Freihandbildern mit Hinweisung auf die Plattengrössen von 6:8 resp. 9:12 cm beantwortet haben, so geschah dies lediglich aus praktischen Gründen und unter Hinweis auf die nachfolgende Vergrösserung bei Herstellung der Kopien. Es wird zweckmässig sein, nachdem die bei Betrachtung von Vergrösserungen stattfindenden optischen Vorgänge S. 30 dargelegt sind, auch die technischen Vorgänge kurz vorzuführen. In erster Linie muss vor übertriebenen Hoffnungen gewarnt werden. Niemals wird ein Bild durch Vergrösserung dieselbe Schärfe erhalten, die ein mit entsprechend grösseren Instrumente direkt aufgenommenes Bild zeigt, wenn dieses letzte Instrument überhaupt auf gleicher Höhe technischer Vollendung steht, wie das kleinere. Es scheint, als wenn Objektive durchschnittlich guter Beschaffenheit eine gleichmässige Bildschärfe geben, ohne Rücksicht auf die Brennweite. Natürlich sind erhebliche Unterschiede in den Erzeugnissen der

einzelnen Fabrikanten. Daher kommt es, dass die Vergrößerung sehr ungleichartige Bilder zum Vorschein bringt, sobald man die Objektive derselben Brennweite aber aus verschiedenen Werkstätten und mit scheinbar gleich scharfen Originalbildern vergleicht und dass die Vergrößerung die anhaftende Undeutlichkeit der Umrisse, sei sie im Original auch noch so unscheinbar, sehr deutlich in die Augen rückt. Die Ursache, dass die Unschärfe bei kleinen und grossen Instrumenten im grossen Durchschnitt dieselbe lineare Ausdehnung hat, ist wohl darin zu suchen, dass die Vollendung des Schliffs in der Fabrikationsweise zu doch verhältnissmässig billigem Preis eine frühere Grenze findet als beispielsweise bei astronomischen Linsen gleicher Oeffnung. Die etwas auffallende Thatsache ist aber nach sorgfältiger Beobachtung nicht zu leugnen. Bei guter Auswahl unter den Objektiven verschiedener Fabrikanten ist man wohl im Stande, diese Unschärfe der Vergrößerung in solchen Grenzen zu halten, dass sie erträglich wird, selbst wenn in der Original-Aufnahme dieser Vorzug nicht so sehr in die Augen fallen sollte. Diese Vergrößerungsfähigkeit ist daher der beste Prüfstein für die Güte der Objektive, denen dann aber ein entsprechender Preis zugestanden werden muss. Sehr viel trägt auch die Beschaffenheit der benutzten Platten bei. Die hochempfindlichen Platten, die gerade zu Augenblicks-Aufnahmen mit Freihand-Instrumenten viel benutzt werden, zeigen oft schon dem blossen Auge merkliches Korn, welches an sich durch Vergrößerung auch dem weniger scharfen Auge sichtbar wird. Betrachtet man ein solches Bild unter 20—30 facher Vergrößerung im Mikroskop, so sieht man überhaupt keine Zeichnung mehr, sondern nur noch mehr oder minder dunkle unregelmässige Flecke, das sind die in der Gelatine vertheilten geschwärzten Silberpartikelchen. Man denke sich auf rauhem Steinpflaster mit grobem, breiten Pinsel eine Zeichnung ausgeführt, so wird man auch nichts erkennen, wenn man nur ein Quadratmeter grosses Stück davon betrachtet. Dass unter solchen Umständen auf grober Unterlage kein vergrößerungsfähiges Bild entstehen kann, liegt auf der Hand. Erste Bedingung für brauchbare Aufnahmen zu Vergrößerungen ist daher eine Platte, deren Emulsion unter starker Lupenvergrößerung noch nicht grobes Korn erkennen lässt. Erst dann kann man weiter auf die Güte der Instrumente schliessen.

Wenn es auch keinem Zweifel unterworfen ist, dass man mit Rücksicht auf die S. 31 dargelegte zulässige Unschärfe der Umrissse und das Korn der Platte in reichlich ausgestatteten Instituten mit der Vergrösserung bis 8 und 10 fach gehen kann, so wird man für kunst- und wissenschaftliche Zwecke bei Vergrösserungen von Freihand-Aufnahmen sich doch zweckmässig auf höchstens dreifache beschränken. Die mit Rücksicht auf möglichste Transportfähigkeit, Erleichterung der Handhabung, Vereinfachung der Prozesse u. s. w. hergestellten Originalbilder können sich so wie so nicht messen mit den unter günstigen Bedingungen erzielten, und ihre Mängel werden bei stärkeren Vergrösserungen immer auffälliger. Man lasse sich nicht bestechen durch Anpreisungen: die Bilder ertragen jede Vergrösserung. Wirklich angefertigt werden Vergrösserungen bis jetzt sehr wenig, und wenn ausnahmsweise eine Platte besser gerathen ist, so sieht man diese eine bis zum Ueberdruss vorgeführt, bei jeder Gelegenheit in Ausstellungen und in Preisverzeichnissen abgedruckt. Bei drei- höchstens vierfacher Vergrösserung kann man bei richtiger Wahl der Mittel allenfalls Bilder erzielen, die gewöhnlichen Anforderungen genügen und dem Nichtkenner als Originalbilder erscheinen. Die von Sternwarten und ähnlichen Instituten angefertigten stärksten Vergrösserungen zeigen in der Regel starkes Korn und stark verschwommene Umrissse, die aber selbstverständlich unberührt gelassen werden, um den wissenschaftlichen Werth nicht herabzudrücken.

Die vom Verfasser zu Demonstrations- und Vortragszwecken in Universitäten und Kunstschulen angefertigten grossen Architekturbilder folgen der aufgestellten Regel durchaus. Die Originale sind 40 cm \square gross und werden auf 90 und 120 cm grösste Bildseite vergrössert. Es hat sich hierbei gezeigt, dass der Begriff der Bildschärfe je nach der Grösse der abgebildeten Gegenstände ein sehr wechselnder ist. Auf demselben Bilde erscheinen nahe Gegenstände scharf, sehr entfernte unscharf. Nicht als ob ein wesentlicher Unterschied schon im Original bestanden hätte. Bei genauer Betrachtung sieht man, dass die Umrissse bei den beiden Gegenständen durchaus gleichmässig beschaffen sind. Aber bei der durch die Vergrösserung hineingetragenen Verbreiterung der unbestimmten Uebergänge, die überall in gleicher Breite vorhanden sind, wo eine Fläche sich

von einer anderen durch eine Lichtabstufung absetzt, macht diese Breite bei den weit abliegenden und in der Grösse entsprechend abnehmenden Gegenständen einen sehr viel grösseren Theil aus, als bei den näher liegenden. Eine dünne entfernte Stange kann durch die unbestimmten Ränder zum Verschwinden gebracht werden, während dieselbe Stange in der Nähe noch deutlich Licht- und Schattenseite erkennen lässt, trotz der auch hier in durchaus gleicher Breite auftretenden unbestimmten Ränder.

Durch diese und ähnliche Betrachtungen kommt man zu dem Schluss, dass man nur zu den kleinsten Instrumenten greifen soll, wenn man auf leichte Transportfähigkeit, Schnelligkeit und Unabhängigkeit der Aufnahme das grösste Gewicht zu legen gezwungen ist. Man verlange dann aber auch nicht Leistungen, die nur von grösseren Instrumenten zu erfüllen sind. Die bei grossen und kleinen astronomischen Instrumenten gemachten Erfahrungen treffen hier im unverändertem Umfange wieder zu und werden auch in Zukunft nur sehr geringen Wandel erfahren.

Aehnlich wie bei Auswahl von Objektiven zwischen Lichtkraft und brauchbarem Bildwinkel, die beide mit der Blende ab- resp. zunehmen, zu vermitteln ist, hat man bei Bestimmung der Cameragrösse sich nach Bildschärfe und Bequemlichkeit von Transport und der Behandlung zu richten, die beide mit der Brennweite zu- resp. abnehmen. Bei Bevorzugung der einen Eigenschaft geräth man in Vernachlässigung der anderen, gleich nothwendigen und darum ist die Beantwortung der Frage: Welches ist nun die für bestimmte Zwecke die vortheilhafteste Instrumentgrösse? eine so eingehende gewesen.

Sobald man die Bedingung fallen lässt, dass der Apparat den Aufnehmer nicht in seinen sonstigen Arbeiten behindern soll, sondern im Gegentheil der Aufnehmer seinem Apparat zu Liebe sich jeder persönlichen Mühewaltung unterzieht, nur um schöne Bilder zu erzielen, so bieten sich eine solche Menge von Systemen, die alle nach gehöriger Einarbeitung und mit Nichtansehen der Mittel prachtvolle Bilder geben, und nur das eine Gemeinschaftliche haben, dass sie sehr viel Geld kosten, nicht nur zu Anfang, sondern so lange man damit arbeitet.

Die Verwendung mehrerer Objektive an derselben Camera ist ein der praktischen Photographie aus dem Portrait-Atelier her abhängende Gewohnheit, die für Freihand-Aufnahmen nicht

beibehalten werden kann. So angenehm und nützlich die neuen sogenannten Objektiv-Sätze mit Systemen von 15 bis 80 cm Brennweite im Atelier sind, so wenig haben sich die Hoffnungen auf deren Verwendung zu Freihandbildern und für lediglich des Vergnügens halber reisende Liebhaber erfüllt. Beweglicher Auszug und Festhaltung der Grundlagen zur Messung aus dem photographischen Bilde sind zwei unvereinbare Eigenschaften der Camera.

Aber auch für Instrumente ohne Messbild-Eigenschaft ist die Benutzung von mehreren Objektiven lästig. Für manche Liebhaber der Photographie, die grosse Opfer nicht scheuen, ist die Bereithaltung einer grösseren Anzahl von Objektiven anfänglich eine Quelle grossen Vergnügens; hier Portrait dort Thierstück, dann wieder Landschaft, dann Kirche, Aeusseres und Inneres, überall bietet der Objektivsatz das geeignete Glas für ein schönes Bild. Aber bald zeigt sich eine gewisse Vorliebe für diese oder jene Linsenzusammenstellung, bald werden nur noch deren zwei, ein lichtstarker Weitwinkel mit kurzer und ein Landschafter mit langer Brennweite in Gebrauch genommen und dann fragt es sich schon, ob zwei einfache leichte und doch feste Cameras nicht bequemer wären, als der wandelbare wackliche Kasten mit zolldickem Holzrahmen und den unglücklichen Cassetten etc. Mit der Herstellung der kleinen lichtstarken Weitwinkel-Objektive hat zu Freihand-Aufnahmen die Stunde geschlagen für die ehrwürdige ausziehbare Balgcamera, so unersetzlich sie im Atelier auch bleiben mag.

Die nähere Betrachtung der einzelnen Bestandtheile der Apparate wird das deutlich machen.

Die matte Scheibe zum Einstellen ist S. 44 schon berührt. Es ist nachgewiesen, dass, so unentbehrlich sie dem Portrait-Photographen ist und bleiben wird, sie nicht nur bei allen Freihandaufnahmen, sondern auch bei allen Aufnahmen im Freien überflüssig ist. Hier ist man stets ohne direkten Einfluss auf Stellung und Beleuchtung des aufzunehmenden Gegenstandes, hat sich vielmehr in Allem und Jedem nach diesem zu richten, muss Zeit der Aufnahme und Standpunkt so lange ändern, bis Stellung und Beleuchtung die richtige zu sein scheint. Und gerade in Beurtheilung der gegebenen Verhältnisse zeigt sich das Können. Dazu ist das Suchen unter dem

schwarzen Tuch das denkbar unbequemste Mittel. Jedes, auch der einfachste Sucher (Ikonometer) zeigt schnell und bequem genau so viel und mehr als die matte Scheibe, in der man doch Alles auf dem Kopf stehend sieht.

Die einfachsten und an Freihand-Apparaten am häufigsten angebrachten Ikonometer bestehen aus einer kleinen Camera obscura Fig 26. In der Vorderwand A B des Instruments ist eine kleine Sammellinse o eingesetzt, die das von dem vor-

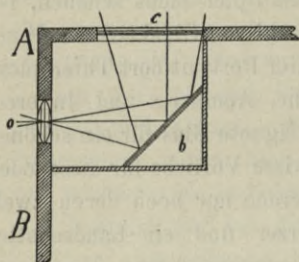


Fig. 26.

liegenden Gegenstand kommende Bild durch einen schräg gestellten Spiegel bei b auf eine in der oberen Wand eingelassene matte Scheibe c wirft, so dass man ein verkleinertes, richtig stehendes Bild von oben darin erblickt. Die Einrichtung besteht durch ihr niedliches Aussehen ausserordentlich, ist aber für bessere Arbeiten sehr wenig brauchbar. Das Bild ist viel zu klein, um richtig beurtheilt zu werden und Aenderungen in Stellung der Camera halten zum Aufsuchen der Richtung sehr auf. Die Einhaltung der Horizontalrichtung, der wichtigsten von allen, ist fast ganz unmöglich gemacht, da gleichzeitiges Beobachten des kleinen Bildchens und einer angebrachten Libelle nicht angängig ist. Endlich wird dadurch eine zu niedrige Haltung des Instruments bedingt, die stets von nahen Gegenständen unschöne Bilder hervorbringt. Die Einrichtung ist wegen ihrer Unveränderlichkeit und Bequemlichkeit an kleinen Cameras, die mehr zum Zeitvertreib als zur Arbeit dienen, recht angebracht, sehr leicht aber durch bessere Einrichtungen zu ersetzen.

Eine andere Art von Ikonometer besteht aus einem kleinen Rahmen, in dem das Bildfeld durch ein in entsprechendem Abstände davor angebrachtes Guckloch (Diopter) unmittelbar im freien Ausblick herausgeschnitten wird.

Eine sehr einfache, von Dilletantten häufig selbst ausgeführte Einrichtung besteht nach Fig. 27 aus einem einfachen Stabe a b, auf dem mit einer Hülse ein Rähmchen c d aus Blech oder Draht, das noch zu grösserer Vollkommenheit mit einem Kreuzfaden versehen sein kann, verschiebbar ist. Bei a ist eine

kleine Tafel befestigt, in der auf einer Mittellinie eine Reihe von kleinen Löchern angebracht ist, davon eines in genau gleichem

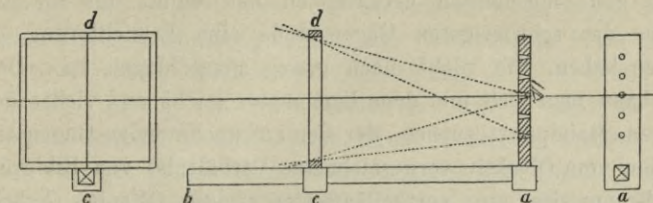


Fig. 27.

Abstände von a b , wie der Kreuzpunkt der Fäden in c d . Der Gebrauch des Instruments ist sofort klar. Der Rahmen d wird in c in einem Abstände c a von a befestigt, dass das dem Instrument gegebene Verhältniss von Bildhöhe zur Brennweite wiederkehrt. Will man mehrere Objektive benutzen, so wird die Stellung des Rahmens nach Marken auf dem Stabe a b verändert. Umgekehrt kann man durch Verschieben des Rahmens c d auf dem Stabe das genannte Verhältniss ändern und dadurch ermitteln, welches der vorhandenen Objektive einem gewünschten Bildumfang am nächsten kommt. Dass diese Arbeit mit dem Ikonometer ungleich schneller und bequemer vor sich geht, als durch An- und Abschrauben der Objektive mit jedesmaligem Einstellen unter dem schwarzen Tuch, ist wohl von selbst deutlich. Verbindet man nun mit dem Ikonometer eine einfache Röhrenlibelle und merkt man sich im Bildfelde den Punkt, auf den bei richtiger Abgrenzung des Bildes durch den Rahmen der senkrechte Mittelfaden einspielt, so bedarf es an der Camera nur einer aus zwei Spitzen bestehenden Visireinrichtung und einer Libelle für Horizontalstellung, um sicher zu sein, genau das Bildfeld auf die Platte zu bekommen, das man im Ikonometer festgestellt hat. Letzteres ermöglicht auch bei Architekturaufnahmen die Horizontalstellung a n n h e r n d festzustellen ohne Gebrauch einer Libelle, deren Beobachtung während des Bildsuchens immer schwierig ist, namentlich wenn man das Ikonometer nur für Handgebrauch eingerichtet hat und nicht, was für den Zweck viel zu umständlich ist, für Befestigung auf dem Stativ. Bei Architekturaufnahmen hat man nämlich stets annähernd senkrechte Linien, die beim Sehen durch das Guckloch mit den senkrechten Seiten des Rahmens parallel verlaufen

müssen, wenn letzterer auch senkrecht stehen soll. Nach einiger Uebung wird man die richtige Haltung des Ikonometer in freier Hand ganz mechanisch herausfinden und damit für die Aufnahme der schwierigsten Gegenstände eine Erleichterung gefunden haben, die nicht hoch genug anzuschlagen ist. Denn nun kann man sich mit dem Ikonometer leicht und sicher denjenigen Standpunkt suchen, der den aufzunehmenden Gegenstand in dem vom Objektiv vorgezeichneten Verhältniss von Bildgrösse zu Brennweite am vortheilhaftesten zeigt. Wenige Schritte genügen, den Standpunkt ausfindig zu machen, an Stelle des mühsamen Hin- und Hertragens der Camera auf dem Stativ, Einstellen unter dem schwarzen Tuch im Schweisse des Angesichts.

Selten wird man finden, dass das gewünschte Bild im Rahmen durch das in gleicher Höhe mit dem Horizontalfaden befindliche Guckloch zum Vorschein kommt. In der Regel wird man ein tiefer gelegenes, auf hohen Bergen und Thürmen ein höher gelegenes benutzen. Dadurch gelangt man unmittelbar zur Verschiebung des Objektivs und finden das Maass der Verschiebung angegeben am Sucher, wenn das Verhältniss desselben zu dem der Camera bekannt ist. Einer Hebung oder Senkung des Objektivs entspricht eine tiefere oder höhere Lage des Guckloches. Letztere ist also entgegengesetzt der Bewegung des Objektivs.

Sind die Abmessungen des Rahmens und des Abstandes dieselben, wie die von Platte und Brennweite, so ist auch die Verschiebung die gleiche. In der Regel wird man aber die Verhältnisse etwas einschränken, um das Ikonometer in handliche Grösse zu bringen. Für ein Instrument mit einer unveränderlichen Brennweite ist die beschriebene Einrichtung noch viel zu umständlich. Ein kleines Pappkästchen, das in der hohlen Hand Platz hat, vorne mit einem viereckigen Ausschnitt, hinten mit einer kleinen Oeffnung versehen, thut ausreichende Dienste. Als Nothbehelf hat der Verfasser schon solche Sucher angefertigt aus einfachen steifen Papier, das zusammengefaltet, fünf Seiten eines kleinen, nur wenige Centimeter messenden Kästchens bildete; die sechste Seite blieb offen und bildete den Ausschnitt, durch welchen das Bild von drei in der Rückwand angebrachten Nadelstichen betrachtet wurde. Glatt gelegt, fand dieser einfache Sucher im Notizbuch Platz. Es ist nicht schwer,

das Prinzip etwas dauerhafter in Pappe oder Metall zum Zusammenklappen in Anwendung zu bringen und so kleine Abmessungen zu wählen, dass das Instrument aufgeklappt in der hohlen Hand, zusammengelegt in der Westentasche Platz findet. Bei den grossen Architektur-Aufnahmen, die in Bezug auf Vorausbestimmung des Standpunktes und des zu fassenden Bildfeldes die denkbar höchsten Anforderungen stellen, benutzt Verfasser für drei grosse Messbild-Instrumente mit gleicher, 40 cm grosser Quadratplatte und 25, 35 und 53 cm Brennweite ein kleines Holzkästchen, (Fig. 28) in dem die Brennweite unveränderlich, das Verhältniss zur Plattengrösse durch Fäden hergestellt wird, die durch das Gesichtsfeld gespannt sind und durch Umrahmung von 3 Bildfeldern das obige Verhältniss zu einer einzigen Brennweite herstellen. Hier zeigt sich ohne jedes Probieren und Verändern der Brennweite sofort, welches Objektiv für den Standpunkt passt, während die

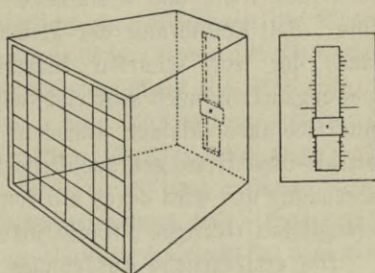


Fig. 28.

Objektivverschiebung in Maassstäben abgelesen wird, welche unter Berücksichtigung der Verhältnisse berechnet und neben dem nur ein Guckloch enthaltenden Schieber angebracht sind. So werden unter schwierigsten Verhältnissen Standpunkt, Objektivnummer, Objektiv-Verschiebung und Richtung der Mittellinie in wenigen Augenblicken bestimmt, ohne dass das Strassenpublikum auch nur merkt, was vorgeht. Nachher werden die mächtigen Instrumente auf 3 m hohen Stativen aufgebaut, gerichtet und die Platte belichtet, bevor mit Gebrauch der matten Scheibe auch nur die Einstellung vollendet sein könnte. Die Platten erscheinen oft ausgenutzt bis 1 cm vom Rande. Missgriffe kommen fast nicht mehr vor und sind dann stets auf Verwechslungen zurückzuführen, wenn Standpunktermittelungen und Belichtungen von verschiedenen Personen herrühren. Ist es also möglich, bei so umständlichen Instrumenten die matte Scheibe völlig überflüssig zu machen, um so mehr bei Freihandaufnahmen. Für letztere empfiehlt sich eine Einrichtung, die

soviel bekannt von Auschütz zuerst angewendet wurde. Der das Bildfeld abgrenzende Rahmen steht zum Herunterklappen eingerichtet auf der Vorderkante der Camera, das Guckloch auf einer Art Klappvisir auf der Hinterkante. Man hat den Vortheil direkt zu sehen, was man auf die Platte bekommt, und auch den richtigen Augenblick abzapfen, der zur Belichtung geeignet ist.

Alle genannten Einrichtungen sind so einfacher Natur, dass jeder Mechaniker sie nach persönlich gemachten Angaben auszuführen im Stande ist.

Die Veränderung der Brennweite spielte früher eine sehr bedeutende Rolle und beeinflusste den Bau der Camera in erster Linie. Seit Einführung der kleinen Instrumente ist das absolute Maass der zur scharfen Einstellung nöthigen Veränderung rechnungsmässig auch sehr viel kleiner geworden und verschwindet beim Gebrauch kleiner Blenden fast ganz. Das früher bei Portrait-Objektiven gebräuchliche Getriebe ist ja kaum noch in Anwendung und wird durch ein vom Standpunkte des Aufnehmers zugängliches Getriebe für die matte Scheibe ersetzt.

Die erforderliche Ausdehnung der Camerawände bewirkt ein Balgen, der für Atelier-Instrumente herkömmlich und kaum zu entbehren, bei Freihand-Instrumenten aber eine gefährliche Zugabe ist. Einmal defekt geworden, macht er die Camera so gut wie unbrauchbar. Er ist daher auch bei den meisten der zahlreichen Muster von Freihand-Cameras beseitigt. An seine Stelle tritt eine axiale Verschiebung des Objektivbrettes in Kasten- oder Tubusführung, die von aussen bewirkt wird und immer nur sehr gering ausfällt. Vergl. S. 5. Verfasser lässt zu diesem Zweck die Objektivfassung im Gewinde gehen, dessen Umgänge genau 1 mm Höhe haben. Die Camera bleibt dabei also ganz unberührt, ist ein für allemal für die kürzeste Brennweite eingestellt und die Verlängerung für ganz nahe Gegenstände entspricht genau der Zahl der ganzen Umdrehungen in Millimetern. Schärfere Einstellungen sind erfahrungsmässig vom Uebel.

Die Wechselvorrichtung am Plattenträger ist nächst dem Objektiv unstreitig der wichtigste Theil an jeder Camera. Seit den Zeiten Daguerre's ist der Photograph mit einer Einrichtung geschlagen, die man Cassette auf Deutsch „Kästchen“ nennt. Sie dient dazu, um die empfindliche Platte,

aus dem Raum, in dem sie hergestellt oder ausgepackt wurde, der Camera zuzuführen und in lichtdichte Verbindung damit zu bringen. Bereits dreimal hat die empfindliche Schicht ihre Beschaffenheit geändert, 1839—1850 jodirte Silberplatte, 1850—82 nasse, nebenbei von 1871 ab trockene Collodiumplatte, seit 1882 trockene Emulsionsplatte; aber die Cassette hat ihr Aergerniss in der ganzen Zeit ungehindert fortgesetzt und thut es noch heute. Eine vollkommene dichte Cassette, die den Transport in freier Sonne vertragen kann, ist noch immer ein Kunstwerk, das von seinem Besitzer wie ein kostbares Gut gehütet wird. Sie besteht aus einem Rahmen, der von beiden Seiten durch flache Wände geschlossen wird, die beide beweglich sein müssen, die eine als Deckel, zum Einführen der Platte im dunklen Raum, die andere als Schieber, wenn die Cassette der Camera angefügt ist. Der Schieber muss die Platte in ihrer ganzen Ausdehnung freilegen. Alle Schlitzen und Ritzen sind in dem veränderlichen Holze dem Wandel aller Dinge unterworfen. Der breite dünne Schieber ist bei grossen Formaten eine Quelle von allerlei Widerwärtigkeiten und Störungen; bald spielt der Wind damit und erschüttert die Camera, bald klemmt es sich, wo man es am wenigsten erwartet, bald vergisst man ihn zu öffnen, bald zu schliessen u. s. w.

Die ganze Einrichtung hat sich von der Portraitphotographie bis heute erhalten, bei den Freihandinstrumenten aber eine ganze Reihe von Verbesserungen hervorgerufen. Zunächst die *Doppelcassette*, die unstreitig eine der besten und für alle Aufnahmen, die entweder eine Rückkehr in einen Dunkelraum gestatten oder eine nicht zu grosse Anzahl von Platten hinter einander erfordern, am meisten zu empfehlen ist. Ausgenommen sind Messbildaufnahmen, da die genaue Stellung der Platte zum Objectiv durch eine Anzahl Cassetten, die niemals absolut gleiche sein oder genau an dieselbe Stelle zu stehen kommen können, sehr stark gefährdet ist. Ein Dutzend Platten nehmen in sechs Cassetten einen ansehnlichen Raum ein, jede einzelne der letzteren hat ihre Ritzen und Schlitzen, die nicht eher bemerkt werden, bis einige wichtige Aufnahmen verdorben sind. In heissen und sehr feuchten Climates sollten Cassetten mit Schiebern von vornherein ausgeschlossen sein. Mindestens darf man sie nur in ein schwarzes Tuch eingehüllt tragen, muss auch darunter

öffnen und schliessen. Klemmen die Schieber, so sind sie, die Cassetten, auch schon unbrauchbar.

Darum hat man vielfach versucht, die mit der Cassette an sich verbundenen Mängel durch anders geartete Wechselvorrichtungen zu beseitigen. Das einfachste Mittel ist ein grosser lichtdichter Sack, in den der Aufnehmer sammt dem Instrument und den Platten hineinkriecht und nun im Finstern, oder hinter einem Fenster aus gelbem Stoff, das Wechseln vornimmt. Eine Cassette ist hierbei überflüssig und nur ein einfacher Deckel genügt zum Schluss der Camera. Diese Vorrichtung ist absolut sicher, aber schrecklich in ihrem Gebrauch. Bei nur minutenlangem Aufenthalt wird die Luft in dem durch dreifachen Stoff abgeschlossenen Raum so verdorben und warm, dass der Schweiss aus allen Poren bricht.

Der Sack wurde auch noch angewendet 1882 bei der Messbild-Aufnahme in Halberstadt mit Platten 40 cm □, die ohne Cassette in die damals noch sehr schwerfällige Messbild-Camera eingelegt wurden. Im Jahre 1885 bediente sich Verfasser eines kleinen Sackes, der die Camera und Plattenkasten derart lichtdicht umschloss, dass die Oeffnung durch eine Schnurre geschlossen gegen den Boden zu liegen kam. Die Hände wurden durch zwei Aermel mit doppeltem Gummischnurverschluss eingeführt. Die Einrichtung bewährt sich noch heute für grosse Platten vortrefflich und ist allen Reisenden anzurathen, die grössere Platten führen. Die Cassette ist dadurch überflüssig und der lichtdichte Schluss hinter der Platte sehr vereinfacht. Auch mit Gebrauch von Cassetten ist das Wechseln in dem Sack, der also das Gesicht und den Körper freilässt, immer sicher und keinerlei Veränderung unterworfen.

Zum Wechseln kleinerer Platten bis 18 zu 24 cm giebt es eine Menge mechanischer Einrichtungen, die zu beschreiben hier zu weit führen würde. Immer sind dabei die Platten in grösserer Zahl mit oder ohne Einschieberähmchen von Blech in einem Plattenraum innerhalb der Camera angebracht; die erste erfährt die Belichtung und wird durch irgend einen Mechanismus dann nach hinten oder in ein besonderes Magazin gebracht, ohne dass die Camera geöffnet wird. Zum Wechseln der Plattenpakete wird zweckmässig die Packtasche des Instruments nach Art des vorbeschriebenen Sackes mit einem oder zwei Aermel-

stützen eingerichtet. Auf diese Weise ist man ziemlich unabhängig von allen Mechanismen, Schiebern und Schrauben, die immer im wichtigsten Augenblick klemmen und versagen.

Es erübrigt noch einiges über die Vorrichtungen zum Unterbringen der biegsamen Häute (films) zu Bildschichten, die jetzt in recht befriedigender Beschaffenheit geliefert werden, zu sagen.

Ueber die Vorzüge der films als Bildträger sind die Meinungen noch getheilt. An Gleichmässigkeit, Durchsichtigkeit und Haltbarkeit lässt das Material kaum noch etwas zu wünschen übrig. Die Negative erscheinen nur leicht unsauber von mechanischen Einwirkungen und sind wegen ihrer grossen Dehnbarkeit und Biegsamkeit, dem Hauptvorteil gegen Glas, für alle Aufnahmen unbrauchbar, bei denen Unveränderlichkeit der Verhältnisse im Bilde erste Bedingung ist, also gerade für Messbild-Aufnahmen. Sonst sind die films Jedem anzurathen, der die Bequemlichkeit liebt und sie auch bezahlen kann. Die danach hergestellten Vergrösserungen lassen wenigstens nach den vorgelegten Proben sehr zu wünschen übrig, wie es nach der ganzen Beschaffenheit des Materials auch nicht anders sein kann.

Die zugehörige Rollcassette wiegt 520 g für Format 9 : 12 cm, während ein Dutzend Glasplatten aus dünner Spiegelmasse 420 g wiegen. Ob bei so geringer Differenz der sonstige Vortheil der Platten nicht mehr ins Gewicht fällt, hat die Praxis noch nicht entschieden. Das Gewicht und die Grösse der zum Gebrauch fertigen Camera bestimmt allein deren Vorzug bei sonst gleicher Brauchbarkeit. Wenn sie, mit nur 10 oder 12 Platten gefüllt und mit einer bequemen Wechsellvorrichtung versehen, in dieser Beziehung hinter der mit Rollcassetten wenigstens nicht zurücksteht, so ist sie mit Glasplatten zu wissenschaftlichen Zwecken brauchbarer, als letztere. Es kommt dabei weniger auf die grosse Zahl der hintereinander zu fertigenden Aufnahmen als deren absolute Verlässlichkeit in den Abmessungen an; das Gewicht der im Reisegepäck mitgeführten Vorräthe an Platten ist dabei Nebensache. Aus diesen Gründen kommt für Messbild-Aufnahmen die Rollcassette mit films kaum in Betracht. Die oben erwähnten Blechrahmen sind nur für Platten bis höchstens 12 zu 16 cm anwendbar, sonst aber wohl zu empfehlen, da sie die Platten gegen Beschädigung und zufällige Belichtungen von hinten schützen. Namentlich für Platten von unregelmässiger Stärke

und Grösse, wie man sie von fremden Bezugsquellen erhält, sind sie kaum zu entbehren.

Bei grösseren Platten wird das Gewicht sehr störend und wendet man hier besser die sogenannten Patronen, die Mechaniker G. Braun in Berlin angegeben hat an. Es werden je zwei Platten mit der Glasseite gegen einander gelegt, und an zwei gegenüberliegenden Seiten durch [förmig gebogene Blechstreifen gehalten. Zur Verspannung dient ein zwischengelegtes ganz dünnes und nicht ganz ebenes Blech, das zugleich die Platten gegen Lichtwirkung von hinten schützt. Diese Patronen können gewechselt werden wie einfache Platten, müssen aber nach Durchbelichtung der einen Seite als Packet im Ganzen gedreht und darum mit der Camera in einen Dunkelraum oder in den Wechselsack gebracht werden.

Verfasser wendet die Platten ohne jede getrennte schützende Hülle an, versieht sie aber auf der Rückseite mit dem aus anderen Gründen nothwendigen, später beschriebenen Hinterguss und Papierüberzug, die das Durchbelichten von Platte zu Platte wirksam verhindern und sehr wenig Gewicht und Raum beanspruchen, vergl. Anhang. Das mühsame und umständliche Einlegen der Platten in die Rahmen wird dadurch überflüssig gemacht. Das Wechseln ganzer Packete lässt sich damit schnell im freien Felde in einem verhältnissmässig kleinen Sack ausführen und dem grössten Bedarf kann man mit Packeten von je 12 Stück genügen.

Eine Beschwerung der Freihandinstrumente mit mehr als 12 Stück hört auf handlich zu sein. Bei grösseren Formaten bis 18:24 cm sind auch schon 6 Stück mehr wie genug.

Das Ueberziehen der Platten auf der Rückseite mit dem schützenden Ueberzug muss man allerdings dem Fabrikanten überlassen und auch entsprechend bezahlen. Der höhere Preis macht sich aber durch die ausserordentliche Erleichterung beim Transport und Wechseln reichlich bezahlt.

8. Die Stative.

Mehr noch wie die Cassetten bilden eine schwache Seite der Photographie auf Reisen die Stative, die ein rechter Schmerzensgrund für Freihand-Aufnahmen sind. Alle denkbaren Zusammenstellungen von Gelenkstäben hat man versucht, und fast Jeder übt seine Erfindungskraft daran. Die Punkte, auf die man sein Augenmerk zu richten hat, sind folgende:

Die Höhe der Stative wird meist zu niedrig bemessen.

Niedriger als gewöhnliche Augenhöhe ca. 1,50 m sollen sie nicht sein, eher etwas höher. Nur ein in gewöhnlicher Augenhöhe aufgenommenes Bild kann natürlich erscheinen, namentlich, wenn es sich um nahegelegene Gegenstände handelt. Je weiter die abgebildeten Gegenstände entfernt liegen, je geringer wird der Einfluss der Höhe des Instruments über dem Fussboden. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Bilder der Stirn'schen Camera. Ganz nahe stehende Personen ragen mit den Köpfen hoch über nur wenig weiter entfernte Personen hinweg, was sehr unschön aussieht, während die damit aufgenommenen Landschaften nichts Auffallendes zeigen.

Standfest und leicht sind zwei Begriffe, die sich geradezu widersprechen und ein richtiges Mittel, beides zu vereinigen, ist bis jetzt noch nicht entdeckt worden. In allen guten Handlungen sind zusammenlegbare Stative zu haben, die je nach Bedürfniss den Hauptwerth auf leichte Transportfähigkeit oder auf genügende Festigkeit legen. Die erforderliche Höhe, mindestens 1,50 m in aufgestelltem Zustande, wird in zwei oder drei Theile zerlegt, die wegen der nothwendigen Ueberstände, mindestens 10 cm, 55 oder 60 cm lang werden. Beim Ankaufe hat man darauf zu achten, dass an den Verbindungsstellen die Enden a und b Fig. 29 der Theilstücke scharf angezogen werden können. Zu diesem Zwecke müssen hier konische, nicht cylindrische Dübel oder keilförmig schliessende Metallhülsen angebracht sein, damit stets eine Verspannung eintritt. Einfach gleitende Verbindungen mit geraden Anschlägen werden niemals ganz fest. Wenn auch im Anfang der Schluss vorhanden ist, so nutzen sich durch Gebrauch bald die Ecken ab, und dann geht ein nach und nach immer wachsendes Stück der Verbindungslänge für den Schluss verloren.

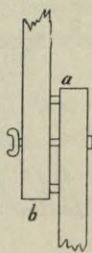


Fig. 29.

Gewöhnlich dient ein hölzernes oder metallenes Dreieck dazu, die Stativbeine zu vereinigen. Die einfachen Beine haben stets den Nachtheil, dass sie nur bei sehr starker Schraubenklemmung so fest gegen einander gestellt werden können, dass eine Drehung des aufgestellten Instruments um eine senkrechte Axe, die schlimmste von allen, verhindert ist. Die Stative mit drei einfachen Füßen sind daher fast ganz aufgegeben und nur noch in Form von dreibeinigen Stockstativen im Gebrauch,

Die in der oberen Hälfte oder auch von der Spitze an schon gespaltenen Füsse geben in geeigneter Verbindung ausserordentlich standfeste Stative. Ihre Form ist zu bekannt, als dass sie einer weiteren Beschreibung bedürften. Nur wenige Punkte sind hervorzuheben, da sie häufig nicht beachtet werden und doch so leicht zu beachten sind. Die zugehörigen Dreiecke sind meist aus hochkantig genommenen Schienen hergestellt, Fig. 30 a. b.

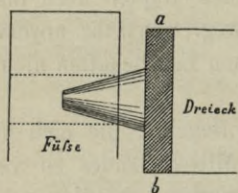


Fig. 30.

Die Füsse werden nach der punktirt angegebenen Richtung auf kurze Dorne gesteckt und in $\frac{2}{3}$ der Höhe von unten durch Spreizen verspannt. Man achte darauf, dass diese Dorne ganz kurz und stark verjüngt, (konisch) sind; die meisten käuflichen Stative haben cylindrische Dorne, die ein schnelles

Aufstellen und Auseinandernehmen durch Klemmen verhindern, zuweilen sogar ein Abwürgen der Dorne verursachen.

Eine andere sehr häufig bemerkte Unzweckmässigkeit findet sich bei der Auflagerung der Camera auf das Dreieck. Die ganze Standfestigkeit der Camera beruht auf dem scharfen Anziehen der Schraube, Fig 31 bei a. Da nun deren schmaler

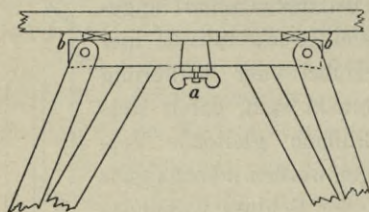


Fig. 31.

Kopf nur ein kleines Stück des Bodenbrettes fassen kann, so federt die ganze Camera um diese kleine fest eingespannte Stelle, wenn alles Andere in bester Ordnung ist. Wenn man das Dreieck an den Spitzen bb mit Futterklötzen aus Holz oder Metall

versieht, so stützt sich das Grundbrett beim Anziehen der Schraube darauf und gewinnt grosse Standfestigkeit. Versieht man nun noch das Grundbrett mit einem flachen Metallring, so wird dieser an drei Punkten direkt unterstützt und macht die Camera so fest, wie eigentlich jede photographische Camera sein soll. Bei den Messbild-Instrumenten werden wir diese Befestigung noch in grösserer Vollkommenheit kennen lernen.

Das einfachste Stativ für Freihand-Instrumente mit Augenblickverschluss ist der Mensch selbst. Man fasst die kleine

Camera mit der einen Hand und drückt sie unter oder gegen das Kinn, so dass man die Libelle und die Mittellinie (nach dem Ikonometer gesucht) noch hinreichend genau beobachten kann. Mit der anderen Hand löst man den Verschluss aus und wird das richtig ausgesuchte Bild auf der Platte haben. Die Genauigkeit der Einstellung wird dabei allerdings kaum den Werth einer guten Schätzung beanspruchen können.

Sobald man längere Belichtung, wenn auch nur einer halben Sekunde braucht, ist es mit der Freihand-Haltung nichts mehr, da Niemand im Stande ist, ohne Schwanken, nicht zu reden vom Zittern, ein Instrument auch nur eine halbe Sekunde wirklich fest zu halten. Die besten Schützen halten beim Zielen den Lauf der Büchse auch nicht absolut ruhig, sondern versuchen im geeigneten Moment loszudrücken. Sie nennen das „Abkommen.“ Schon die meisten Augenblicksbilder von Freihand-Aufnahmen lassen bei näherer Prüfung erkennen, dass selbst in der kurzen Zeit der Belichtung ein Schwanken stattgefunden hat. Sehr häufig sind zwei oder drei Umrisse neben einander zu erkennen, ein Zeichen, dass dies Schwanken ruckweise stattgefunden hat, meistens in Folge Auslösung des Verschlusses. Nur die Luftdruck-Verschlüsse, bei denen Druck und Gegendruck im Apparat stets gleich sind, theilen diesem keine Erschütterung mit und sind darum für alle Augenblicksverschlüsse, mögen sie sonst noch so vollkommen sein, kaum zu entbehren.

Eine wirklich feste, wenn auch nur eine einzige Sekunde ausreichende Aufstellung erlangt man nur durch ein Stativ, das mit drei Punkten auf dem festen Erdboden ruht, und, wie bei allen besseren Aufnahmen verlangt werden muss, annähernd horizontal gerichtet werden kann.

Das denkbar einfachste Stativ dieser Art wird hergestellt durch die beiden Beine des Aufnehmers selbst und einen Stab, an dem die Camera zugleich befestigt ist. Man stellt den Stab vor sich hin und lehnt den Körper etwas schief dagegen, die Camera fest an sich gedrückt. Eine wirklich praktische, wenn auch nicht gerade für genauere Messbild-Aufnahmen verwendbare Form dieses einfachsten aller Stative besteht in Folgendem: Man verschaffe sich einen ausziehbaren Stock nach Art der käuflichen ausziehbaren Angelruthen, nur mit etwas festeren und stärkeren Wandungen. Der Knopf sei zum Abnehmen einge-

richtet und berge einen soliden Bajonettverschluss, der mit der kleinen Camera, die natürlich höchstens Format 9 : 12 cm enthält, schnell und fest verbunden werden kann. Der ausgezogene Stab muss eine Länge haben, dass die aufgesetzte Camera fest gegen Brust und Kinne gedrückt werden kann, wenn die linke Hand den Stab dicht unter der Camera fasst. Es entsteht eine Art Dreifuss, gebildet aus den etwas gespreizten Füßen des Aufnehmers und dem festen Stabe, der in sicherer Hand nicht zittert, wenn er auch nicht als fest gelten kann. Für sehr kurze Aufnahmen, insbesondere Momentaufnahmen, ist er aber ausreichend und bringt das Instrument gerade in diejenige Stellung vor die Augen, dass man durch Visiren das richtige Bildfeld bequem fassen kann.

Dieses Stockstativ ist bei seiner kaum zu übertreffenden Einfachheit eigentlich nur noch Schwankungen ausgesetzt, die durch die Bewegungen des ganzen Körpers hervorgebracht werden. Rechnet man den Bogen, welchen die Hand an dem festen Stabe beschreiben kann, zu 2 mm, so entspricht das bei einer Stablänge von 1,60 m einem Bogen von ca. 1 Minute, die bei 15 cm Brennweite eine Unschärfe von verschwindender Breite hervorbringt. Schlimmer sind die auch in der festesten Hand möglichen Drehungen um den Stab als Axe. Hier sind Drehungen von 1 bis 2 Grad selbst während kurzer Belichtungen nicht ausgeschlossen und haben sehr erhebliche Unschärfen zur Folge. Ein sicheres Mittel dagegen ist eine etwas beilförmig gestaltete Spitze des Stabes, die in jedem weichem Boden und auch auf Holz eine Drehung des Stabes wirksam verhindert. Die genannten Bewegungen der Camera wiederholen sich mehr oder weniger bei jedem nicht ganz standhaft gebauten Stativ und sind daher auch in gleicher Weise schädlich.

Ein Vorzug des beschriebenen Stockstativs besteht darin, dass es die annähernde Horizontalstellung der Camera mehr erleichtert, als irgend eine einfache Bauart ohne Stell-Schrauben.

Einfaches Aufheben des Stabes ruft ein Pendeln hervor, das eine auf der Camera angebrachte Libelle bald in Horizontalstellung bringt, die durch Wechseln des Fusspunktes von dem Stabe genau gesucht und schliesslich festgehalten wird.

Versuche mit gespannten Schnüren in Verbindung mit starren Stäben leiteten den Verfasser zu dem beim Erscheinen

dieser Zeilen schon bekannten Stockstativ, das zusammengelegt einen wirklichen Spazierstock von 3 cm Durchmesser und 80 bis 90 cm Länge mit Knopf oder Krücke darstellt und ein leidlich festes Stativ von 1,60—1,70 cm Höhe abgibt. Es ist gewissermassen die Verkörperung einer mathematischen Aufgabe: Mit dem der Inanspruchnahme der Theile entsprechenden geringsten Materialaufwand eine in sich unverschiebliche Pyramide herzustellen, als welche jedes Stativ eigentlich zu betrachten ist. Die gedrückten Theile mussten Stäbe, die gezogenen Fäden sein. Die Aufgabe war gelöst, wenn die Stäbe, ohne einzeln vom Ganzen trennbar zu werden, sich in einen Stock zusammenlegen liessen; die Fäden waren dann leicht anzubringen. Ein der Aufgabe entsprechendes starres System entsteht, nach Fig. 32, wenn man von einem innerhalb einer dreiseitigen Pyramide befindlichen Punkt nach den 4 Ecken steife Stäbe anbringt und die 6 Seiten der Pyramide durch biegsame, möglichst leichte Fäden herstellt.

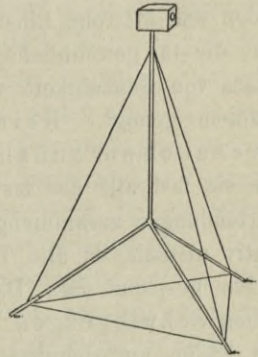


Fig. 32.

Sobald man letztere durch Verkürzen nur einer derselben in Spannung versetzt, ist das ganze System in Spannung und wird vollkommen starr, soweit die Elastizität der Stäbe und Fäden dies überhaupt zulässt. Da die 4 Stäbe einen gemeinschaftlichen Berührungspunkt haben, so können sie auch zu einem einzigen Stab zusammengelegt werden, ohne dass auch nur einer davon ganz lose wird. Der Querschnitt des zusammengelegten Stabes zeigt zweckmässig nebenstehende Fig. 33 dargestellt in natürl. Grösse, Anordnung und die Verbindungsglieder ergeben sich daraus gewissermassen von selbst. Die Spannung und Festhaltung der Fäden bot einige Schwierigkeit, die aber mit

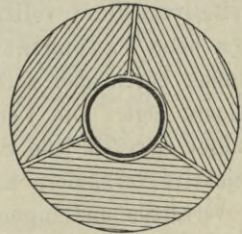


Fig. 33.

Anwendung der bei Saiteninstrumenten bekannten „Wirbel“ gehoben wurde. Den Mechanismus derselben bedeckt im geschlossenen Zustande eine Metallhülse, an der der Knopf oder

die Krücke für den Stock befestigt ist. Sie ist der einzige lose Theil am Stativ. Die Spitze deckt die Gelenke für die tragenden drei Stäbe, ohne eines Schutzes durch eine Hülse zu bedürfen, das Ganze wiegt nur etwa 1,5 kg und macht für den Gebrauch eine künstliche Beschwerung nothwendig. Dazu eignen sich besonders die Packtasche mit dem Plattenvorrath, zu deren Aufnehmen die Spitze mit einer besonderen Durchbohrung versehen ist. Ausser der grossen Leichtigkeit und Tragbarkeit hat das Stativ zwei Vortheile: Die Anpassung auf jedem unebenen Boden und die rohe Einstellung des Instruments in die Horizontale, die für gewöhnliche Aufnahmen, sogar für nicht das höchste Maass von Genauigkeit verlangende Messbild-Aufnahmen vollkommen genügt. Kein anderes System leistet Letzteres auch nur annähernd. Auch eigentliche Schwankungen, wie sie fast alle aus festen Stäben mit nicht vollkommen starren Verbindungen zusammengesetzten Stative zeigen, hat das Fadenstativ niemals, da alle Theile gespannt sind, wenn ein einziger Faden gespannt ist. Dagegen ist es mit keineswegs unschädlichen Schwingungen behaftet, die sehr störend werden, wenn die Fäden aus dehnbarem Material bestehen, die aber, da es absolut undehnbare, unelastische Fäden nicht giebt, auch niemals ganz verschwinden. Es ist daher nur sehr feste, aber wenig gedrehte Hanfschnur zu verwenden. Die elastischen Schwingungen treten bei der leisesten Berührung auf und kein aus Hebeln und Federn bestehender Augenblickverschluss ist so leicht gangbar zu machen, dass die Auslösung keinen Stoss beim Auslösen verursachte. Nur die Auslösung mit Luftdruck oder der Freifallverschluss vollziehen sich ohne Stoss und werden daher auch beim Fadenstativ meistens anzuwenden sein. Die Schwingungen hören aber sofort auf, wenn man die Hand ruhig an die Camera legt. Die Verspannung ist stark genug, dass man bei einiger Sorgfalt jede Schwingung des Stativs nach Oeffnung des Objectivs verhindern kann. Das Stativ ist so leicht zu drehen, zu versetzen und immer wieder zu horizontiren, dass ein Abnehmen der Camera zum Einrichten auf die durch den Sucher gesuchte Mittellinie nicht nöthig ist. Die Verbindung zwischen Camera und Stativ kann daher ebenfalls starr gemacht werden, was zur Vereinfachung des Ganzen wesentlich beiträgt.

Wirklich standfeste Stative sind ohne ein erhebliches Ge-

wicht und eine Form, die das Maass der Bequemlichkeit überschreitet, nicht herzustellen und daher bei Freihand-Aufnahmen eigentlich ausgeschlossen.

Sobald man aber einigen Ballast nicht scheut, ist die Verwendung von höchstens einmal getheilten Stäben: je zwei zu einen Fuss, mit einem grösseren Dreieck nach Art der beschriebenen durchaus am Platze und fest genug für die schwersten Instrumente. Die gegenseitige Versteifung der zu einem System verbundenen sechs Stäbe ist eine ganz ausserordentliche und bei passenden Verhältnissen ausreichend für ungewöhnliche Höhen. Verfasser verwendet mehrere Stative von 1,5 von 2 und 3 m Höhe, deren Füsse aus je zwei Bambusstäben bestehen. Sogar ein 4 m hohes Stativ ist ausgeführt und leistet unter Umständen sehr gute Dienste. Die elastischen Schwingungen der sehr dünnen Stäbe übertragen sich in fast unmerklicher Bewegung auf das Dreieck, dessen Ecken Knotenpunkte für die Schwingungen der Stäbe bilden und daher fast bewegungslos bleiben.

Selbstverständlich werden die Instrumente auf so hohen Stativen von Leitern aus bedient, die aber ebenfalls aus Bambus gebaut, eine erhebliche Vermehrung der Geräthe nicht ausmachen.

Die nach dem Prinzip der doppelten und gegen ein festes Dreieck verspreizten Füsse gebauten Stative sind die besten und für alle Arten von Messinstrumenten passenden und übertreffen die den geometrischen Instrumenten gewöhnlich beigegebenen aus schwerem Holz in jeder Beziehung. Die Standfestigkeit wird wesentlich erhöht durch einen sogenannten Stativ-Feststeller, der in Verbindung mit dem Spreizen der Füsse diese noch einmal unter einander versteift und auch das Ausgleiten derselben auf glattem Boden wirksam verhindert. Die Befestigung und Einstellung des Stativ-Festsstellers hält aber immer etwas auf und ist daher bei Freihand-Aufnahmen die Anwendung kaum zu empfehlen.

9. Die kleinen Geräthe.

Vor der Besprechung der eigentlichen photographischen Arbeiten und Materialien muss noch ein kurzer Abschnitt gewidmet werden den kleinen Geräthen, von deren Zweckmässigkeit und Dauerhaftigkeit auf Reisen das Gelingen von Aufnahmen

nicht minder abhängt, als von den in höchster Vollkommenheit der Mechanik und Optik hergestellten Instrumenten. Gerade diese kleinen Geräthe können das Vergnügen und den Genuss, den das Entwickeln der Platten verursacht, sehr steigern oder auch sehr zweifelhaft machen.

In welchem Raum man auch die photographischen Arbeiten vornehmen will, immer thut man gut, das Tageslicht beim Entwickeln völlig abzusperren und zur künstlichen Beleuchtung zu greifen. Der Wechsel im Tageslicht mit dem Lauf der Sonne oder durch die Veränderlichkeit der Bewölkung ist so gross, dass auch hinter gelben Fenstern oder Stoffvorhängen die Beleuchtung bald zu hell, bald zu dunkel wird. Die Stetigkeit des Lichtes ermöglicht allein eine Gewöhnung an Beurtheilung der Negative und Gewinnung von Erfahrung. Ohne diese ist Sicherheit im Belichten und Entwickeln überhaupt nicht zu erreichen; darum ist künstliches aber gleichmässiges Licht allein anzuwenden.

Ein kleines Stearinlicht kann überall mitgeführt werden, aber unzweckmässig ist es, dieses noch in einen engen rothen Cylinder zu stecken, der bei jeder Berührung oder bei jedem Luftzug bricht oder zerspringt. Mehr zu empfehlen für sehr engen Raum sind die drei- oder viertheiligen zusammenlegbaren Laternen von Canariensstoff. Petroleum und Bezin verwende man niemals! Abgesehen von der Feuersgefährlichkeit, die durch guten Verschluss der Laterne wohl eingeschränkt werden kann, ist man wegen Unbeständigkeit der Flammengrösse dieses Leuchtmaterials und wegen der Unmöglichkeit, durch das rothe Glas hindurch die Flamme ganz zu sehen, niemals sicher, dass vollkommene Verbrennung stattfindet. Der Raum ist mit Russwolken angefüllt, ehe man im Eifer durch den eintretenden Hustenreiz daran erinnert wird, den Fehler abzustellen. Auch bei richtiger Verbrennung ist der üble Geruch im engen Raum nicht fern zu halten. Es ist gar nicht nöthig, sich mit so gefährlichem, unangenehmen Stoff zu schleppen, wo eine gewöhnliche Stearinkerze die besten Dienste thut und dafür sind einfache, billige und bequeme Laternen in mehrfacher Einrichtung im Handel zu haben.

Zum Abschluss der photographischen Arbeiten gegen die schädlichen Strahlen des Tages oder des künstlichen Lichtes verwendet man eine ganze Reihe von Stoffen, welche die Eigen-

schaft haben, die photographisch wirksamen Strahlen abzuhalten. Mit dem durchfallenden Rest, vornehmlich rothen und gelben Strahlen, muss man sich bei den oft so schwierigen Arbeiten genügen lassen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass hier der Erfindungsgeist sich am meisten bethätigt hat. In den besonders eingerichteten Dunkelkammern sind Gasflammen in Laternen, deren einzelne Scheiben nach Belieben durch gelbes, rothes oder grünes Glas geschlossen werden, unbedingt die bequemste Beleuchtung. Bei Reisen thun schon die genannten Stofflaternen die besten Dienste. Ueber die Wirksamkeit der verwendeten Stoffe ist im Jahrgang 1889 des photographischen Wochenblattes S. 196 das Wesentlichste mitgetheilt. Danach ist doppelt kanariengelber Stoff im Verhältniss zur durchgelassenen Lichtmenge am wirksamsten. Bei gleicher Schutzwirkung noch viel durchlässiger ist eine im Handel geführte Gelatinefolie. Gelbes Glas, in der Regel durch Eisenoxyd gefärbt, ist im hohen Grade unzuverlässig. Das rothe Ueberfangglas ist sehr ungleichmässig und für die Augen sehr unbequem. Es muss als Regel gelten, jede Scheibe, die zum Abhalten von schädlichem Licht dienen soll, vor der Verwendung zu prüfen, indem man eine vorher sicher unbelichtete Probeplatte an der gewöhnlichen Arbeitsstelle 5 bis 10 Minuten dem durch die Scheibe kommenden Licht aussetzt und entwickelt, wobei man sich durch Abdecken eines Streifens auf der Platte eine Kontrolle für sonstige Irrthümer verschafft. Es sind Fälle vorgekommen, wo ganze Reihen von Aufnahmen mehr oder minder verschleierten und der Fehler erst in allen möglichen Zuständen in Platten und Entwickler gesucht wurde, bevor man auf den eigentlichen Uebelthäter, die neue gelbe Scheibe kam.

Die Schalen bilden zur Ausrüstung einer Dunkelkammer einen sehr wichtigen Bestandtheil und verdienen die höchste Aufmerksamkeit. Verfasser ist nach jahrelangen Erfahrungen bei einem von Herrn Referendar a. D. Bickel in Marburg angegebenen Material stehen geblieben und hat dadurch keine Veranlassung gehabt, mit Schalen von Holz, japanisch lackirt, Eisenblech emallirt, Porzellan, Guttapercha etc. sich zu ärgern. Aus gewöhnlicher sogenannter Lederpappe bildet man diese Schalen durch Aufbiegen der Ränder, Ueberrahmen an den Ecken und Tränken in heissgemachtem Paraffin oder Erdwachs. Sie dauern

jahrelang, selbst im Natronbad, bleiben stets dicht, wenn sie es von Anfang an gewesen sind, vertragen alle Misshandlungen auf dem Transport, sind leicht und unzerbrechlich und taugen, wenn die Wandungen abgenutzt sind, noch immer zum Brennen. Beim Transport nehmen sie unglaublich wenig Raum ein, wenn sie zu einem Satz von 5—6 Stück ineinander passend gemacht sind. Wer die käuflichen schwerfälligen Schalen einmal gegen die selbstgemachten versucht hat, wird diesem Urtheil beistimmen. Die Schalen mit Metallecken versehen, sind übrigens jetzt auch im Handel zu haben. Ganz neuerdings sind auch Schalen aus Celluloid angefertigt worden, die ganz ausgezeichnet sind, leider noch in zu kleinen Formaten.

Alle übrigen kleinen Utensilien kauft man sich fertig in einer soliden Handlung, an denen in Deutschland kein Mangel ist,

Eine Einrichtung bleibt noch zu besprechen von besonderer Wichtigkeit für den, der nicht in der glücklichen Lage ist, sich in eigener Wohnung eine eigene Dunkelkammer zu schaffen, die nicht mit allen häuslichen Gewohnheiten der Mitbewohner in Widerstreit geräth. Verfasser hat für die Aufnahmen von Bauwerken im Freien den Fall vorgesehen, dass Zeit und Ort die Einrichtung einer Dunkelkammer nicht gestatten, und zu diesem Zwecke einen Dunkelkasten, im vollsten Sinne des Wortes ein tragbares Laboratorium hergerichtet, das sich in sehr bedrängten Fällen wohl bewährt hat. Es sind Platten von 40 cm □ auf freiem Felde tadellos entwickelt worden, also sehr viel grösser, als sie hier in Rede stehen. Der dazu erforderliche Kasten genügt für Platten von 18 zu 24 cm und für alle kleinen Formate mit den Maassen 80 zu 44 zu 21 cm. Ein solcher Kasten nimmt für gewöhnliche Zeit die meisten Utensilien auf, damit sie in den Zeiten, in denen die Arbeit ruht, nicht herumliegen und beim Gebrauch zur Hand sind, also Schalen, Plattenständer und Chemikalienkasten. An der Hand der Skizze Fig. 34 sei das zur Anwendung kommende Prinzip erläutert. In erster Linie ist mit der früheren Einrichtung gebrochen, wonach der Arbeitende mindestens den Oberkörper mit in den engen dunklen Raum stecken musste, in dem die Platten nicht bloß gewechselt, sondern auch entwickelt werden sollten. Im geschlossenen Zustande hat man eine längliche Packkiste vor sich. Ein Theil a b der Oberwand ist zum Aufklappen einge-

richtet. Die entstehende Oeffnung wird durch einen ganz lichtdichten Stoff abgeschlossen, bis auf einen (nicht gezeichneten) Ausschnitt, der durch gelben Sherrystoff wieder gefüllt ist. Das ganze Innere ist demnach durch gelbes unschädliches Licht erleuchtet. In der Klappe befindet sich ein zur Seite zu schiebendes Fenster von hellem rothen oder gelben Glase, durch welches man bequem in das Innere sehen kann, da das durch den Ausschnitt einfallende zerstreute gelbe Licht im Innern

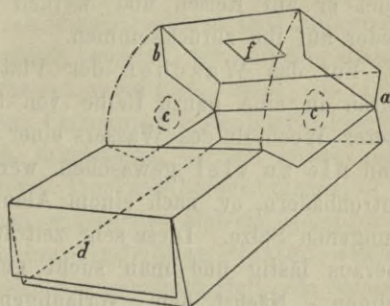


Fig. 34.

durch das Glasfenster ebenfalls hellerscheint, als wäre Tageslicht eingetreten. Seitwärts in dem lichtdichten Stoff sind zwei Aermel *c* aus gleichem Stoff mit doppelten Gummischnuren angebracht. Der hintere Boden *d* des Kastens ist allein zum Oeffnen eingerichtet und gestattet das Einschieben der Plattenkisten, gefüllten Schalen etc. Zum Gebrauch stellt man den Kasten so auf den Tisch, dass das Licht auf den Ausschnitt aus gelbem Stoff scheint. Das rothe Glasfenster ist dann vom Licht abgewendet und gestattet bequemen Einblick in den nur von unschädlich gelbem Licht erhellten Kasten; während das weniger schützende Glas, welches ausserdem noch vom Kopf des Arbeitenden bedeckt wird, nicht schaden kann. Die Stoffärmel gestatten die Hände von beiden Seiten einzuführen und eben so bequem zu arbeiten, als befände man sich in einer Dunkelkammer. Auf dem Boden steht die Entwicklungsschale oben der Plattenkasten, darunter eine Wasserschale, die von hinten mit dem entwickelten Bilde herausgenommen, geleert und wieder für das nächste Bild hineingeschoben wird. Die Bilder machen ausserhalb des Kastens nur vor allzu starkem Licht geschützt, die Fixir- und Wässerungsschalen durch. Die Einrichtung ist so bequem, wie sie ohne wirkliche Dunkelkammer nur geschaffen werden kann. Sie entspricht thatsächlich den Anforderungen eines Jeden, der seiner Umgebung mit Photographiren nicht lästig fallen darf. Der Dunkelkasten wird noch um so willkommener sein, als die

direkten Vergrößerungen auf Papier bis zum Format 36 zu 40 cm, je nach Geschicklichkeit des Arbeitenden noch grösser, darin fertig gemacht werden können. Seine wichtigste Anwendung aber findet er auf Reisen und werden wir an zugehöriger Stelle wieder auf ihn zurückkommen.

Für das Waschen der Platten ist bisher das Ueberführen in eine ganze Reihe von Schalen nach einander oder öfteres Wechseln des Wassers einer Schale im Gebrauch. Nun kann nie zu viel gewaschen werden zur Entfernung der aus Natronbädern, ev. nach einem Alaunbad in die Gelatine eingedrungenen Salze. Diese sehr zeitraubende Arbeit ist auf Reisen überaus lästig und man sucht gern Mittel, sich ihrer zu entledigen. Nächst dem vorläufigen Unterlassen des Fixirens, welches weiter unten berührt werden wird, empfiehlt sich eine veränderte Methode des Waschens.

Da die Gelatineschicht nach Entwicklung des Bildes sehr gequollen ist, so ist sie auch sehr empfindlich gegen mechanische Verletzung. Das sonst sehr zweckmässige Einlegen mit Schicht nach unten ist darum auch bei der grössten Vorsicht gefährlich. Mit Schicht nach oben ist der Austausch der salzhaltigen Flüssigkeit mit dem reinen Wasser ein sehr langsamer, wenn nicht beständig bewegt wird. Das Waschen in einem Standgefäss ist sehr viel wirksamer und auch für Ablassen und Erneuern des Waschwassers bequemer. Verfasser bedient sich seit einiger Zeit selbstgefertigter Standgefässe, die nach den günstigen Erfahrungen an Schalen aus Lederpappe, mit Paraffin getränkt (S. 83) in ähnlicher Weise hergestellt sind. Es werden fünf Brettchen zu einem solchen Standgefäss passend geschnitten, nach Auskleidung mit Lederpappe zusammenschraubt und dann als Ganzes in flüssiges Paraffin getaucht. Dieses durchdringt die Lederpappe vollständig und dichtet die Fugen. Zwei Nuthenleisten aus Holz unten durch ein Querstück verbunden und mit Paraffin gestrichen, bilden einen dreiseitigen Rahmen, in dem die Platten sowohl einzeln eingeschoben, als im Ganzen herausgehoben werden können. Die mit Salzen beschwerte Flüssigkeit sinkt in den freien Raum am Boden, so dass ein langsamer Kreislauf entsteht, so lange noch Salze in das Wasser übergehen. Nach dreimaligem Wasserwechsel ist die Waschung vollendet und man hat soviel Platten gewaschen, als in dem

Standgefäss Platz haben, ohne das lästige Umlegen und Wasserwechseln in den flachen Schalen. Die ganze Arbeit ist in einer bis zwei Stunden erledigt.

Die gewaschenen Platten bringe man auf den bekannten zusammenlegbaren Gestellen an einen erhöhten Ort, auf einen Tisch oder Stuhl, wo sie schneller trocknen, als auf dem Boden in einen Winkel. Zugluft ist zu vermeiden, wenn sie nicht gleichmässig wirkt. Nach dem Verschwinden der letzten Feuchtigkeitsspuren warte man noch mindestens $\frac{1}{4}$ der vorher verstrichenen Zeit, um vollständiges Trocknen herbeizuführen.

Wir kommen jetzt zu dem wichtigsten Material der photographischen Arbeiten, den lichtempfindlichen Platten, welche seit etwa 7 Jahren ein Handels-Artikel geworden sind; die Selbstverfertiger, früher ziemlich häufig, sind meist unter die Plattenfabrikanten gegangen und der Fortschritt ist seitdem merklich langsamer geworden. Einzelne Firmen geniessen eines wohlverdienten Rufes, andere sind mit unverdienter Zurücksetzung behaftet. Es ist vor Allem ein gleichmässiges Fabrikat, das ältere Fabriken nach einem einmal erprobten Rezept zu liefern imstande sind, während jüngere geneigt sind zu ändern, um zu bessern. Da nun die praktische Photographie in ganz erschreckendem Maasse Gewohnheitssache ist, so wird es neueren Unternehmungen sehr erschwert, sich Eingang zu verschaffen. Wären die Amateurphotographen nicht, die in ihrem unruhigen Ausblick nach dem Besseren die in den Zeitschriften mitgetheilten Neuerungen verfolgten und in jedem, oft längst Vergessenes aufwärmenden Rezept das wahre Heil erblicken, wahrlich die Fortschritte wären noch langsamer. Es ist eine alte Erfahrung, dass der Eine auf denselben Platten sehr gute Bilder macht, während der Andere darauf zwischen schilderhausharten und flauen Negativen nicht die richtige Mitte zu finden weiss. Man suche die von einem neuen Fabrikanten gelieferten Platten die sonst den Anforderungen im Allgemeinen entsprechen, erst kennen zu lernen und behandle nicht Alles über einen Leisten, so wird man bald gewisse Vorzüge kennen lernen, die eine andere berühmte Platte nicht zeigt. Man thut seinen eigenen Geldbeutel Schaden, wenn man nur auf eine Sorte Platten schwört. Nur wer ein eigenes Urtheil sich zu bilden ausser Stande ist, sei es durch Seltenheit der Beschäftigung mit

Aufnahmen überhaupt, oder durch mangelnde Vorkenntnisse, thut gut, das Experimentiren sein zu lassen, bis er von einem erfahrenen guten Freunde anderes Material nebst Behandlung in die Hände bekommt. Gedruckte Rezepte helfen ihm nicht sondern bringen ihn bloß ans Probiren, das ohne sicheren wissenschaftlichen Leitfaden gegenwärtig bloß unnützes Geld kostet. Es existiren in Deutschland jetzt eine solche Menge zuverlässiger Plattenfabrikanten, dass man Unrecht thut, mehr Vertrauen dem Auslande zu schenken, dass uns in Reklame über zu sein pflegt. Auch ist es nicht angebracht, bei der geringsten Aenderung im Verhalten gegen Belichtung und Entwicklung den Platten gleich Gütemangel vorzuwerfen. Die Bromsilber-Gelatine ist ein so eigensinniges Produkt, dass Schwankungen in Empfindlichkeit, Kraft oder Weichheit ganz unvermeidlich sind. Ein wenig mehr Zusatz von dem einen oder andern Bestandtheil im Entwickler hebt den ganzen Unterschied. Man sichert sich gegen unliebsame Ueberraschungen am besten durch Ankauf einer grösseren Zahl von Platten auf einmal und durch Opfer von einer oder zwei Platten zum Ausprobiren. Jeder reelle Fabrikant liefert auf Wunsch Platten einer und derselben Emulsionsbereitung. Wer aber hier ein halbes Dutzend Platten kauft und dort wieder eins, wird der Probeplatten mehr brauchen und doch manche Aufnahme vergeblich gemacht haben.

Hier spricht allerdings die Haltbarkeit der Platten mit und das ist der einzige Punkt, über den man sich durch eigene rechtzeitig zurückgelegte Proben Sicherheit verschaffen muss. Verfasser hat drei Jahre alte, in eigener Verwahrung gehaltene Platten, unverändert gefunden. Im Allgemeinen ist die Aufbewahrung auf so lange Zeiträume wohl selten und genügt die Versicherung des Fabrikanten für die Haltbarkeit auf ein halbes Jahr wohl allen billigen Anforderungen. Bis jetzt wird auch dies nur den reinen Bromsilberplatten zugestanden; mit den farbenempfindlichen Platten ist die Frage der Haltbarkeit noch eine offene. Die Schwärzung vom Rande her tritt in ganz unberechenbaren Zeiten und Verhältnissen auf. Vorläufig thut man besser, auf längeren Reisen die farbenempfindlichen Platten noch auszuschliessen. Vielleicht gelingt es, den gewöhnlichen Platten, die nach Schumanns Versuchen kein Jod enthalten dürfen, durch einen schnell trocknenden alkoholischen Ueberzug farbenempfind-

liche Eigenschaften zu verleihen. Die diesseitigen Versuche haben ein brauchbares Resultat schon möglich erscheinen lassen, können aber noch nicht so bestimmt gefasst werden, um sie als Rezept zu veröffentlichen. Die Mittheilung erfolgt daher hier wesentlich zur Anregung mit dem Hinweis, dass die Flüssigkeit einen gelben Ueberzug erzeugen soll, der zugleich als Strahlenfilter für gelbes Licht wirkt. Die Lösungen können dann unterwegs angefertigt, die Platten nur wenige Tage vor dem Gebrauch übergossen werden, so dass ein Verderben der Lösungen und Platten nicht zu befürchten ist.

Für den Abschluss des übermässig blauen Lichtes der entfernten Landschaft ist ein einfaches gelbes Glas, dessen Wirkung man aber genau kennen muss, schon sehr nützlich. Dem wesentlichen Bedürfniss ist damit bereits genügt und der Fälle dürften noch wenige sein, in denen eine grössere Erschwerniss der Plattenbereitung auf Reisen mit in den Kauf zu nehmen wäre, da in Aufnahmen zu wissenschaftlichen Zwecken auf Reisen, nicht wie bei Gemälden, die Farbe nur selten mit der Form gleichberechtigt ist. Nur farbenreiche Landschaften kann man, künstlerisch betrachtet, allein mit farbenempfindlichen, d. h. gegen Blau abgestumpften Platten, befriedigend wiedergeben.

Ohne eingehende Versuche mit der ausgewählten Platte, dem als Lichtfilter dienenden gelben Glase und der nothwendigen Belichtungszeit soll man aber nicht auf Reisen gehen, wenn man farbenreiche Landschaften aufnehmen will und ohne diese Vorsicht das mögliche Misslingen nicht den Platten oder den Rezepten, sondern lediglich sich selbst zuschreiben.

Ogleich nicht alle Aussicht abgeschnitten ist, dass die Zukunft der Freihandbilder in der Benutzung abziehbarer oder durchsichtiger Schichten liegt, müssen doch die Glasplatten vorläufig in erster Linie in Betracht gezogen werden, da sie in so kleinen Formaten ($6\frac{1}{2} : 8$ oder $9 : 12$ cm) und in der geringen Stärke von wenig über 1 mm eine zu lästige Beigabe nicht mehr sind und eine ausserordentliche Einschränkung der Abmessungen der Instrumente möglich machen. Die unmittelbare Verwendung zur Vergrösserung sichert ihnen für alle Zukunft einen weiteren Vorzug.

Endlich ist die unvermeidliche Verziehung beim Uebertragen auf Glas ein Umstand, der die Verwendung von Abziehbildern

zu Messbildzwecken vorläufig noch gänzlich ausschliesst. Dieser Umstand dürfte auch noch Geltung behalten, wenn das Abziehpapier noch sehr viel vereinfacht, vor Allem aber billiger geliefert wird. Ob es gelingen wird, das Verziehen beim Uebertragen überhaupt zu verhindern, ist augenblicklich noch eine offene Frage. Ein grosser Vorzug des Papieres und der durchsichtigen Häute (films) ist die ausserordentliche Klarheit der darauf erzeugten Bilder. Da die Lichtstrahlen, welche sich zu einem Bildpunkte vereinigen, nach Durchdringung der Schicht nicht, wie in durchsichtigem Glase zerstreut oder reflektirt werden können, so werden die hell erleuchteten Stellen nicht übergreifen. Die Lichthöfe um Fenster oder Glanzlichter bleiben fort und der über die ganze Fläche bei gewöhnlicher Glasunterlage bei langen Belichtungen häufig auftretenden Schleier grösstentheils. Kleinere Apparate erhalten durch die ziemlich grossen Rollen, in denen das Papier für Aufnahmen in grösserer Zahl auf einmal aufgewickelt untergebracht werden muss, einen verhältnissmässig grossen Umfang. Bei grösseren Instrumenten kommt der Raum für die Rollen allerdings weniger in Betracht, aber die Schwierigkeiten der ebenen Spannung und richtigen Aufwicklung mehren sich. Man wird diese Schwierigkeiten aber vielleicht überwinden lernen. Inzwischen wird man die Glasplatten von demjenigen Fehler zu befreien suchen, der ihren Gebrauch noch mehr beeinträchtigt, als ihre Unhandlichkeit und Zerbrechlichkeit, das ist eben jene Verbreiterung des Bildes jeder starken Lichtquelle innerhalb der Glasmasse durch Spiegelung zwischen den äusseren Flächen der Platte, welche die Lichthöfe und das Uebergreifen heller Flächen auf danebenliegenden dunklen Flächen hervorbringt. (Vergl. Photogr. Nachrichten 1890 S. 209—213.) Nach vielfachen Versuchen hat sich mit Aurin gefärbtes Ledercolloidium als das wirksamste und bequemste Mittel erwiesen. Die Rückseite der Platte wird einfach damit hintergossen. Die Schicht haftet anfangs auch in den Bädern, denen die Platte behufs Entwicklung ausgesetzt wird und schwimmt in einem der Waschwässer als Ganzes ab. Alle anderen versuchten Mittel blieben unwirksam und zeigten sonst üble oder unbequeme Eigenschaften. Zweckmässig ist es für Sicherheit der Platten gegen rückseitige Belichtung im Apparat und gegenseitige Beschädigung beim Verpacken nach dem Aufgiessen des

Ledercolloidiums, noch während es klebrig ist, ein lichtundurchlässiges, aber der Emulsion nicht schädliches Papier (das gewöhnliche dünne Druckpapier für Bekanntmachungen in gelb oder orange ist ganz brauchbar) festzustreichen, welches nachher mit dem Collodium abschwimmt und das zuweilen im Entwicklungsbade vorkommende Loslösen der Collodiumschicht verhindert.

So vollkommen, wie auf Papierunterlage und films werden die Lichthöfe auch durch dieses Mittel bei Glasunterlage nicht verhindert, aber doch soweit, dass man selbst in schwierigen Fällen erträgliche Bilder erzielt. Die Fabrikanten liefern gewöhnlich die Platten ohne Hinterguss und verstehen sich nicht ohne Entschädigung dazu, ihn anzubringen, da die Herstellung eine ziemlich umständliche ist.

Für bessere Arbeiten wird man nur Spiegelglas verwenden, welches nicht mehr sehr theuer ist und von deutschen Fabrikanten in guter Qualität geliefert wird. Kleinere Formate weichen in gewöhnlichem Glase zwar auch wenig von der Ebene ab, sehr merklich aber grössere Formate. Versuchsweise ausgesuchte schöne Platten hatten bis 2 mm Tiefe auf der konkaven Seite bei 40 cm □ Abmessung. Ausserdem ist die ganze Oberfläche wellig, wie die Betrachtung der auf derselben als Spiegel sichtbaren Gegenstände, namentlich der Fensterkreuze zeigt. Das Spiegelbild der geraden Sprossen erscheint unregelmässig krumm und beim Bewegen des dicht darüber gehaltenen Auges oder der Platte sieht man die Spiegelbilder allerlei wechselnde Bewegungen ausführen. Bei Spiegelglas stehen die beiden Spiegelbilder, ein stärkeres auf der vorderen Glasseite, ein schwächeres auf der hinteren, annähernd ruhig. Man kann diese Erscheinung zum schnellen Unterscheiden zwischen gewöhnlichem und Spiegelglas benutzen.

Infolge dieser Unebenheiten können werthvolle Negative bei späterer Verpackung und Aufbewahrung sich stellenweise durchreiben und in Vergrösserungen ganz unbestimmbare Unregelmässigkeiten erfahren. Zur Selbstübung und zu Proben nehme man daher Platten aus gewöhnlichem Glase, zu besseren Arbeiten scheue man aber die geringe Mehrausgabe für Spiegelglas und Hinterguss nicht.

10. Das Belichten.

Die bei der Aufnahme auszuführenden Handgriffe haben sich durch Herstellung der zum Gebrauch fertigen Präparate schon so weit vermindert, dass ein amerikanischer Lieferant von photographischen Bedarfsartikeln nicht mit Unrecht schreiben konnte: Druck auf den Knopf! Wir thun das Uebrige.

Ganz so einfach wird die Sache für bessere Zwecke wohl niemals werden; aber es wird durch dieses Wort treffend bezeichnet, dass eigentlich Jedermann photographische Bilder zu erzeugen imstande ist, der Eine mit geringem, der Andere mit besserem, der Dritte mit ausgezeichnetem Erfolge.

Wissenschaftlich vorgebildete Leute machen sich erfahrungsmässig in ganz kurzer Zeit die Photographie zu ihren Zwecken dienstbar und arbeiten sich schnell in die beiden Hauptoperationen ein, nämlich das Belichten und das Hervorrufen.

Es ist nicht zweckmässig, schon von Anfang an Beides zu trennen, das heisst selbst das Belichten zu besorgen und das Hervorrufen einem Andern zu überlassen. Erst wenn man genau weiss, was man dem Andern durch eine verkehrte Belichtung zumuthet, kann man wohl das Erste thun und das Zweite lassen. Das eigene Verdienst dabei ist aber nur ein halbes und man gebe dem praktischen Photographen, der die Entwicklung besorgt, nicht Schuld für missrathene Platten. Auch ist die Befriedigung, die nur eigener Arbeit Lohn ist, nicht so vollkommen, wie die Beschäftigung mit praktischer Photographie sonst zu sein pflegt. Verunglückte Bilder entstehen gegenwärtig bei Weitem am häufigsten durch falsch gegriffene Belichtung, sehr selten durch Missgriffe der Entwicklung.

Eine mehrtägige angestrengte Lehrzeit bei einem erfahrenen Photographen mit Opferung von 20—30 Platten in allen denkbaren Beleuchtungsverhältnissen mit Beobachtung des Vorganges beim Entwickeln ist der Weg, der dem Anfänger am sichersten und schnellsten zu brauchbaren Aufnahmen verhilft.

Ueber das Belichten ist in dem Vorgesagten das Wichtigste schon mitgetheilt. Von den dabei in früheren Jahren zu bekämpfenden Schwierigkeiten spricht man kaum noch. Die Bromsilber-Gelatine leistet in der Hand eines de Lima früher Unmögliches; untergehende Sonne mitten im Bilde, im Vorder-

grunde weidende Kühe, mit den Beinen im Nebel stehend, und Alles bis in die tiefsten Schatten durchgezeichnet. Trotz aller Kunststücke im Entwickeln bleibt immer der Satz wahr, dass nur ein richtig belichtetes Bild einen wahren Ausdruck bekommt. Aber ebenso wahr bleibt auch, dass die richtige Belichtung das dritte schliessende Element zu zwei anderen bildet, die in die Hände des Aufnehmers fix und fertig hineingelangen, nämlich zu der Platte und dem Entwickler. Letzterer lässt wohl einige Wandlungen zu, kann schnell verdünnt oder verstärkt werden, aber nie das fehlende Licht bringen oder das überflüssige fortnehmen. Für die Bestimmung der Belichtungsdauer giebt es keine Anweisung als eigene Erfahrung. Wer sich auf anderer Leute Angaben verlässt, verliert blos seine Zeit und seine Platten. Was soll es heissen 20 Grad Warnerke? Bei dem und dem Licht, bei dem und dem Entwickler, bei der und der Belichtungsdauer zeigt die Platte 20 Grad nach einem geistreich erfundenen Photometer. In der Hand des Fabrikanten hat die Angabe einen Sinn, da er sich bemüht, ein Produkt gleichmässiger Güte zu liefern, auf welches sich seine Kunden einarbeiten können. In der Hand des Kunden aber ist die Angabe ohne jeden ersichtlichen Zweck. Von den obigen drei Faktoren ist bei der Aufnahme jeder einzelne ganz unberechenbar, ihre Zusammenwirkung erst recht.

Wenn man die ersten Handgriffe in Behandlung des Instrumentes und der Entwicklung bei einem erfahrenen Photographen sich angeeignet hat, lernt man das Belichten am schnellsten durch Aufnahmen der beabsichtigten Art von einem recht bequemen, nahe der Dunkelkammer gelegenen Ort aus, so dass die Entwicklung sich unmittelbar der Belichtung anschliessen kann. Es darf nicht viel Zeit mit Hin- und Herlaufen verloren gehen, die Aufmerksamkeit nicht durch Zwischenereignisse abgelenkt werden und die unmittelbare Beobachtung von Belichtung und Wirkung muss sich aneinanderreihen. So lernt man in wenigen Stunden mehr, als auf einem besonderen Ausflug, auf dem erst nach Stunden oder Tagen die Entwicklung folgt. Zu diesen Übungen bietet jedes Fenster, das Häuser und Bäume und etwas Ferne zeigt, jeder Stuhl mit darüber geworfenen farbigen Gewändern, jeder Blumentisch, jede gemalte Gipsbüste einen geduldigen Gegenstand. Bei ersterem kann man Beachtung des

Sonnenstandes, die Wirkung der veränderten Beleuchtung beobachten lernen, die Gegenstände kann man sich im Lichte zurechtschieben und sich selbst die Aufgabe erschweren und erleichtern. Erst wenn man seine Instrumente, Chemikalien und Platten zusammengearbeitet hat und ein wirklich befriedigendes Bild aus den eigenen Händen hervorgehen sehen, gehe man an Aufgaben ausserhalb seiner vier Pfähle und zwar nur mit Materialien, die man genau kennt. Trotz aller Uebung giebt's auch da noch manche Missgriffe, die aber oft mit etwas verändertem Entwickler wieder gut zu machen sind. Wer aber mit Tabellen und Nummern der ewig wechselnden Natur zu Leibe rücken will, bleibe lieber zu Haus. Das ganze Kapitel der Photometrie ist für die Freihand-Photographie vom Uebel, so wichtig für den Fabrikanten, so interessant es wissenschaftlich angesehen werden muss. Sehr schwierig auch für den Geübten wird die Belichtungsdauer zu bestimmen, wenn das Bildfeld sehr ungleichmässig beleuchtete Partien aufweist, die im Bilde meist noch grössere Gegensätze annehmen, als sie im Auge erscheinen. Das theilweise nachträgliche Belichten des Bildfeldes ist ein sehr wirksames Mittel des Ausgleiches. Im Freien ist der Himmel und die Ferne oben hell, der Vordergrund unten dunkel, im Inneren von Kirchen oft umgekehrt; das Gewölbe dunkel, der Fussboden hell. Beides ist mit dem S. 18 beschriebenen Vorschieber leicht zu verbessern. Ungleichheiten nach der Seite hebt man durch einen dicht vor das Objektiv gehaltenen dunklen Gegenstand oder den zur Seite gedrehten Vorschieber. Man vergesse aber nicht, dass solche Mittel nur helfen, wenn kleine Blende, mindestens $\frac{f}{30}$ in Anwendung ist. Bei voller Oeffnung sendet das zum Theil bedeckte Objektiv doch auch Strahlen neben den vermeintlich abgeschnittenen Gegenständen auf die Platte und zwar nur der weniger gewünschten Art und die Abdeckung macht sich nur als Lichtschwächung geltend. Ungewöhnlich lange Belichtungen gerathen nur, wenn besonders helle Flächen, wie Fenster, helle Reflexe etc. nicht im Bildfelde sind. Das von diesen ausgehende zerstreute Licht ist dann stärker, wie das von den dunklen Flächen gezeichnete und kommt bei langen Belichtungen daher auch stärker in der Entwicklung. In solchen Fällen ist kürzere Belichtung mit grosser Oeffnung von besserem

Erfolge. Sonst giebt die Platte dunkle, nicht durch Seitenlicht überlegte Flächen bei langer Belichtung schliesslich doch. Verfasser hat gemalte Kirchengewölbe mit nach oben gerichteter Camera durch 24 stündige Belichtung Ende Oktober bei trübem Wetter und Blende $\frac{f}{60}$ noch in gutem Abdruck erhalten.

Als leitenden Grundsatz halte man fest, das starkes Licht vom Beginn an seine stärkste Wirkung übt, die dann allmählich schwächer wird, schwaches Licht mehr im Verhältniss zu seiner Dauer wirkt, wie aus den S. 29 gegebenen Wirkungscurven hervorgeht. Nur so ist die ungeheure Kluft erklärlich, die zwischen den kürzesten bekannt gewordenen, von Anschütz $\frac{1}{16}$ Milliontel Sekunde und der vorgenannten von 24 Stunden liegt. Bei der auf immer grössere Empfindlichkeit hinarbeitenden Vervollkommnung der Hilfsmittel ist die Zeit nicht mehr mehr fern, wo alle Aufnahmen im Freien mit Bildwinkel unter 40° nur noch Augenblicksbilder sein werden und die Frage: Wie lange soll man lichten? nicht mehr aufgeworfen werden wird. Nur für die mit sehr kleiner Blende arbeitenden Instrumente werden die Belichtungen auch grössere Zeitunterschiede vertragen. Die Wirkungen einer verfehlten Belichtung sind den Bildern schon beim ersten Erscheinen im Entwickler anzusehen. Zu kurze Belichtungen sind kenntlich an dem Mangel an Zeichnung in den Schatten und den übertrieben harten Lichtern. Letztere entstehen durch langes Quälen der Platte im Entwickler, der nur auf ein bestimmtes Maass von Licht noch wirksam ist, darunter nichts mehr herausbringt. Die Lichter erscheinen ziemlich schnell, bleiben aber dann stehen: der Entwickler wirkt zwar weiter, giebt aber nur mehr Decke auf dem Negativ, das schliesslich nur Schwarz und Weiss ohne Uebergänge zeigt. Zuletzt fällt aus dem Entwickler nur noch ein mechanischer Niederschlag über die ganze Platte, der gefürchtete Schleier.

Zu lange Belichtungen kommen meist schnell zum Vorschein, es sieht einen Augenblick so aus, als wenn das Bild ganz gut wäre, aber es ist nicht einmal Zeit, den Entwickler abzuspülen, so überlegt sich auch schon die Platte mit einem gleichmässigen Niederschlag, in dem bei der Durchsicht das Bild mit allen Details, aber ohne Gegensätze der verschiedenen beleuchteten Flächen sichtbar ist. Die Ursache des Schleiers

ist das zerstreute Licht, welches von der Blendenöffnung, wie von einem leuchtenden Punkt ausgehend die schwächer beleuchteten Stellen überdeckt. Kopien von überlichteten Platten haben weder Kraft in den Tiefen noch unbelegte Lichter und sind ganz unansehnlich. Viel lässt sich noch durch den Kopirprozess thun, worüber unten Näheres folgt.

Man entwickelt die am Tage belichtete Platte so bald man kann! Ausnahmen sind nicht zu vermeiden, die aber dann auch bei den besten Einrichtungen niemals die absolute Gewähr für schöne Bilder bieten. Grosse Uebung wird die Missgriffe sehr einschränken, aber bei dem auf Reisen für jede einzelne Aufnahmen wechselnden Licht wird man schöne Bilder nur erzielen, wenn man täglich sein Urtheil an den Ergebnissen der Hervorrufung der nur Stunden vorausgegangenen Belichtungen in Uebung hält. Schwere Missgriffe, d. h. gänzlich unbrauchbare Bilder werden dann vermieden werden; wenigstens für wissenschaftliche Zwecke wird fast immer noch etwas zu brauchen sein. Hat sich in den Einrichtungen irgend ein Mangel eingestellt, ein feines, den Auge fast unmerkliches Loch, Verstauchung des Instrumentes, Losewerden eines Verschlusses oder einer Feder, so wird bei täglichen Fertigmachen der Negative der Schaden niemals grossen Umfang gewinnen, während sonst bei grösster Sorgfalt das Ergebniss einer Reise hinfällig werden kann. Dagegen ist wohl zu erwägen, dass bei Unterlassung des Entwickelns eine ganz erdrückende Menge von Erschwernissen auf der Reise fortfällt.

Anleitung und fremde Erfahrungen darüber werden hier kaum dazu beitragen, Jemanden in seinen Entschliessungen zu beeinflussen. Wer solche Verantwortung übernimmt, muss erstens sehr sicher in photographischen Aufnahmen und zweitens mit seinen Apparaten und Platten sehr vertraut sein.

11. Das Hervorrufen.

Die Hervorrufung nimmt zuerst den Vorhang weg, der das Ziel sämmtlicher vorausgegangener Mühen undurchdringlich verdeckt hielt. Schon bei dem Auftreten der ersten Lichter sieht man, ob das dritte schliessende Element, die Belichtung, richtig getroffen war. Es ist der alleinige Augenblick der Spannung. Was nachher kommt, spielt sich nach festen Regeln

ab. Die Zahl dieser Regeln ist unendlich, von denen jede „die beste“ sein kann. Bei ihrer Beurtheilung spielt die Bequemlichkeit vielleicht eine grössere Rolle wie die Ueberlegung. Wer stets unter gleichen äusseren Umständen arbeitet, gewöhnt sich leicht an die stets gleiche Mischung seiner Hervorrufung und hilft sich höchstens mit der Aenderung der Dauer der Einwirkung oder mit Zusatz von Wasser oder starkem Entwickler. Daher kommt es, dass im Allgemeinen die Hervorrufung für längere Zeit in der Praxis die gleiche bleibt. Man kennt bis jetzt eigentlich nur zwei Entwickler, deren Zusammensetzung wesentlich verschieden ist: den Eisen- und den Pyrogallus-Entwickler. An letzteren schliessen sich neuerdings noch einige andere, ähnlich zusammengesetzte an, die lediglich grössere Bequemlichkeit in der Handhabung bieten.

Der Eisenentwickler genügt für Negative zu wissenschaftlichen Zwecken nicht. Er stuft hohe Lichter nicht genügend ab und lässt schwaches Licht ganz aus, wie jeder Versuch mit einem Skalenphotometer zeigen wird. Seine Behandlung kann hier übergangen werden, da sie beim Positivprozess erörtert wird. (Vergl. S. 112 ev. Anhang.)

Die Pyrogallus-Hervorrufung ist bis jetzt die geeignetste für alle Arbeiten feinerer und besserer Art. Sie bietet einige Unbequemlichkeiten und ist leider in unberechenbarer Weise geneigt, die Schicht gelb zu färben.*) Der Niederschlag im Bilde ist aber sehr fein im Korn und giebt sehr viel reichere Abstufungen in Schatten und Licht. Die Zeichnung in den Schatten ist durchgeführter und zeigt immer noch etwas, wo sonst eine gleichmässige durchsichtige Fläche wegen Mangel an Lichtwirkung sich bildet. Durch Steigerung und Verminderung der einzelnen Bestandtheile kann man ihn während des Hervorrufens abändern und manches sonst unrettbare Bild erhalten. Dadurch ist er vorzüglich geeignet zur Hervorrufung von Augenblicksbildern, die damit noch alle Details bringen, wo sonst nur Spuren von Zeichnung sichtbar werden. Die angesetzte und schon benutzte Flüssigkeitsmenge lässt sich wiederholt anwenden, sie arbeitet nur etwas härter. Die Mischung von altem und frischem Entwickler bietet dem geschickten Arbeiter ein bequemes Mittel,

*) Verfasser wendet, zum Härten und Klären der Schicht ein saures Alaunbad an, das unmittelbar dem Entwickeln folgt.

die hintereinander zu entwickelnden Platten je nach der sich von vornherein deutlich kundgebenden Beschaffenheit entsprechend zu behandeln. Durch diese Eigenschaft ist der Entwickler nicht theuer und besonders in der Menge sparsam auf Reisen. Die Salze führt man in guten unzerbrechlichen Büchsen mit, die Pyrogallussäure in kleinen abgewogenen Mengen zu je 2 Gramm in Apothekerschächtelchen oder besser noch in gepressten Täfelchen, die man wie Geldrollen in Staniol wickelt. Man beginnt an dem Orte, wo man mehrere Tage Musse hat, damit, die Vorrathsflaschen, am besten die bekannten Bierflaschen mit Porzellanstöpsel und Gummiringverschluss, mit concentrirten Lösungen, jede für sich zu füllen. Jede Portion Entwickler wird dann zusammengesetzt, indem man sich die nöthigen Mengen aus den Vorrathslösungen mit Wasser mischt und die Porygallussäure trocken zusetzt. Abwägen ist dabei nicht erforderlich, wenn man eine Glasmensur anwendet und den Inhalt der kleinen Schächtelchen oder das Gewicht der Täfelchen kennt. Auf 0,2 Gramm kommt es dabei nicht an. Den Gebrauch der Waage gewöhne man sich grundsätzlich ab, wenigstens schreibe man etwaige Misserfolge nicht dem Nicht-einhalten der häufig ganz überflüssig genau angegebenen Rezepte zu.

Der Hydrochinon- und Eikonogen-Entwickler werden wie der Pyrogallus-Entwickler behandelt, auch ähnlich zusammengesetzt. Beide nähern sich in ihrer Wirkung aber mehr dem Eisenentwickler, bilden jedoch etwas feinere Niederschläge. Auch sind sie fertig etwas haltbarer als Eisen- und Porygallus-Entwickler und diese Eigenschaft könnte ihnen in manchen Fällen einen Vorzug verschaffen. Die Versuche des Verfassers haben aber ergeben, dass beide den Pyrogallus-Entwickler in Durcharbeitung der tiefen Schatten und Spitzlichter nicht erreichen. Für kleinere Freihandbilder ist aber das Beste eben gut genug und darum nimmt man etwas Unbequemlichkeit gern in den Kauf.

Die Erfahrung des Verfassers in Uebereinstimmung mit neuerdings anderweitig mitgetheilten Erfahrungen spricht so sehr zu Gunsten des Pyrogallus-Entwicklers, dass bis jetzt wenigstens ein Abgehen davon ganz ausgeschlossen ist, wenn auch eingeräumt wird, dass Eikonogen und Hydrochinon durch ihre Beständigkeit grössere Bequemlichkeit besitzen, d. h. mehr Unaufmerksamkeit vertragen.

Verfasser ist aber schliesslich auf ein Pyrogallus-Entwicklungs-

verfahren gekommen, das an Bequemlichkeit, Haltbarkeit der Lösungen und Sicherheit des Erfolges bei zweifelhaft getroffener Belichtung kaum noch etwas zu wünschen übrig lässt. Der Kunstgriff besteht in Verdünnung der Lösungen bei Verlängerung der Einwirkung auf die Platte. Wenn man sich den Vorgang beim Entwickeln näher betrachtet, so findet man zuletzt immer die Einwirkung eines sauerstoffaufnehmenden Körpers auf einen dem Zerfall geneigten Körper. Der Entwickler ist aber auch dem Sauerstoff der Luft ausgesetzt und es ist nicht einzusehen, warum der Entwickler seinem Bestreben, Sauerstoff aufzunehmen, hier nicht leichter genügen kann, als durch Zersetzen einer Verbindung. Das ist nun thatsächlich der Fall und der Vorgang ist durch Färben oder Zersetzen des Entwicklers sattsam bekannt. Nicht nur, dass seine erwartete Wirkung nachlässt oder ganz aufhört, verdirbt er das hervorgerufene Bild durch mechanische Niederschläge, die die aufgequollene Leimschicht ansaugt und gegen alle Reinigungsmittel festhält. Die bisher übliche Entwicklungsart ist zum guten Theil noch vom Collodiumprozess her üble Angewohnheit. Mit dem der Zersetzung ausgesetzten Entwickler pflegte man sparsam umzugehen und hielt die geringe Flüssigkeitsmenge in Bewegung, um die Schicht, wenn auch nur mit kurzen Unterbrechungen bedeckt zu halten. Diese kurzen Unterbrechungen, in denen das Kommen des Bildes auf der Schicht beobachtet werden konnte, sind es hauptsächlich, die noch vom Entwickeln der Collodiumschicht her bei der älteren Generation in Gewohnheit sind, und von der jüngeren nachgemacht werden, weil man gezwungen ist, die schnell vorschreitende Entwicklung in einem bestimmten Moment abzubrechen. Nun sind aber die Gelatineplatten bei anderer Behandlung garnicht so empfindlich gegen eine längere Entwicklung, wie die Collodiumplatte. Durch starkes Verdünnen des Entwicklers erhält man mit denselben Kosten eine grössere Flüssigkeitsmenge, die in stehender oder liegender Schale dauernd die Platten bedeckt hält. Die Wirkung wird natürlich eine langsamere und ist daher um so leichter zu überwachen. Die langsamere Wirkung ist aber zugleich eine sehr viel gleichmässigere, die Gegensätze lindernde. Während früher die starken Lichter bald zungen, die Schatten noch ohne Zeichnung waren, überlegen sich die Lichter jetzt viel langsamer,

während die Schatten Zeit haben nachzukommen. Mit dem Nachsehen hat es fast gar keine Eile. Je nach der Mischung sieht man nach den ersten 10 oder 15 Minuten einmal nach, indem man die Platte ganz kurz aus dem Bade hebt. Je nach Befund wartet man nun noch 5 oder 10 Minuten oder noch länger, und wird sich freuen, nach einer bequem mit anderen Dingen verbrachten Zeit das Bild fertig aus dem Bade zu heben und sicher zu sein, dass keine noch so eifrige und ängstliche Ueberwachung ein gleich vollkommenes Ergebniss zur Folge gehabt haben würde. Der oben erwähnte Augenblick der Spannung ist durch diese langsame Stand-Entwicklung zwar etwas in die Länge gezogen, aber nicht zum Schaden der Bilder.

Die zulässige Verdünnung des Entwicklers ist wahrhaft überraschend. Während früher der Entwickler aus Normal-Lösungen (vergl. Rezept) mit Wasser 1:10 und $1\frac{1}{2}$ bis 2 g Pyrogallus auf 1000 g Flüssigkeit hergestellt wurde, werden jetzt Normallösungen zu Wasser 1:60 genommen und zu 9000 g die gleiche Menge Pyrogallus wie oben. Es sind hier-nach die zur Lösung gebrachten Stoffe in Wasser im Verhältniss 1:450, früher 1:40, jetzt also nicht einmal ein Zehntel. Die Haltbarkeit und Dauer der Wirkung erscheint bei diesem Entwickler ganz ausserordentlich ausgedehnt, zumal wenn man ihn in einem Kasten verwendet, der die Platten stehend in Nuthen aufnimmt. Die der Luft ausgesetzte Fläche, die Ursache der Zersetzung, ist so am geringsten und die grössere Zahl der gleichzeitig zur Entwicklung gebrachten Platten hebt den Uebelstand der längeren Dauer für jede einzelne Platte auf. Es sind in einen Kasten mit je 4 Platten in 3maligem Wechsel 12 Platten von 40 zu 40 cm \square in 9 l Flüssigkeit entwickelt worden, die nach obiger Zusammensetzung 2 g Pyrogallus enthielt, d. h. also mit dieser Menge, die eigentliche Entwicklung bedingenden Stoffes, gegen den die anderen in Bezug auf Kosten garnicht ins Gewicht fallen, ist eine Bildfläche entwickelt worden, die nahezu 15 Dutzend Platten im Format 9—12 cm vorstellt! So sehr man an die Sparsamkeit der photographischen Prozesse sich gewöhnt haben mag, so erstaunt wird man über diese Ausdehnungsfähigkeit der Sparsamkeit sein. Ein sehr fleissiger Amateur könnte mit 2 g Pyrogallus danach den ganzen Sommer haushalten.

Ein Uebelstand macht sich im Verfahren geltend. Es entstehen, wenn der Kasten mit den Platten nicht ab und zu bewegt wird, eigenthümliche Wolken und Streifen, die sich auf gleichmässigen Flächen, insbesondere dem Himmel, sehr störend geltend machen. Sie sind unschwer auf die in der Flüssigkeit durch Austausch der Bestandtheile entstehende Ungleichheit in der Zusammensetzung zurückzuführen und dementsprechend durch langsames Neigen des Kastens während der Entwicklung namentlich im Anfang zu beseitigen. Oefteres Herausheben der Platten ist weniger wirksam, sogar schädlich, da sich gerade hierdurch senkrechte Streifen ausbilden, die noch störender sind. Das Entwickeln in liegender Schale muss mindestens mit Schicht nach unten vorgenommen werden. Die quellende Schicht hält jeden längere Zeit unbeweglich aufliegenden Gegenstand so fest, dass er nur unter Verletzen der Schicht später zu entfernen ist. Bei grösster Sorgfalt ist es nicht zu vermeiden, dass irgend ein Körperchen auf die frisch eingelegte Platte fällt oder aufschwimmt und dann erst nach Fixirung zu spät bemerkt wird. Um die Platten mit der Schicht nach unten zu entwickeln, darf die Schale nicht viel grösser sein als die Platte. Man macht sich aus einem Glasstreifchen eine Art Häckchen und legt es mit dem kurzen Schenkel über den Rand der Schale, (Fig. 35) so dass der längere einen steileren Winkel mit dem Boden bildet, als die in der gegenüberliegenden Ecke anliegende Platte, welche nie mit der Schicht den Boden berühren kann.

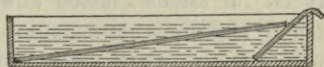


Fig. 35.

Endlich hat diese Art der Entwicklung einen Vorzug, der dem Amateurphotographen die Pyrogallussäure wieder genehm macht. Während der frühere starke Entwickler bei jeder Berührung seine braunen Spuren auf Händen und Kleidern zurückliess, ist der so verdünnte Entwickler fast völlig frei davon. Einmaliges Waschen nach Vollendung der Arbeit genügt, die Hände sauber zu halten.

12. Die fertigen Platten.

Ueber Behandlung der Platten auf Reisen wird nach dem Gesagten wenig mehr hinzuzufügen sein. Das Verpacken der noch nicht belichteten Platten wird von den Fabrikanten in der Regel so sorgfältig bewirkt, dass Verluste nur

bei sehr grober Fahrlässigkeit oder schweren Unglücksfällen entstehen werden. Dass die Platten bei Seetransporten noch einmal für sich durch Kisten geschützt werden, die innen mit Blech ausgeschlagen und dicht verlöthet, erst in die seetüchtig geschlossenen Kisten hineingesetzt werden, ist nur dringend anzurathen. Schwieriger sind die fertigen Negative zu verpacken. Platten bis 18 zu 24 cm, die nicht aus Spiegelglas bestehen, dürfen niemals unmittelbar mit Schicht auf Schicht gelegt und dann zu Packeten fest verschnürt werden. Stets sind sie durch dünnes Papier zu trennen, welches auch von den Plattenlieferanten zur Zwischenlage benutzt wird. Die Packete können jedoch stärker gemacht werden, als jene es zu thun pflegen, wobei man aber die Glasseiten, stets gegen einander gelegt, ohne Zwischenlage lässt, damit das Packet nicht zu elastisch wird. Dasselbe wird nämlich durch ein umgebundenes starkes Band von Leinen, je nach Stärke und Grösse des Packets von 1—3 cm Breite fest umschlungen und bildet innerhalb der Packkisten eine in sich unverschiebliche Masse, wobei die nothwendige Schleife zum Ausfüllen der Spielräume am Rande dient. Letztere werden ausserdem noch ringsum durch Papierbausche, Holzwolle und dergl. ausgefüllt. Erfährt die Kiste nun einen heftigen Stoss, so geht er durch das elastische Stopfmateriel immer auf das ganze Packet, nie auf eine einzelne Platte über. Diese Verpackungsart ist für kleine Platten anwendbar, so gut wie für die grössten. Sobald letztere Abmessungen über 24 cm bekommen, dürfen nie mehr als 10—12 in ein Packet kommen, und muss dieses in einen Karton gelegt werden, der für sich in die Packkiste gelegt und umstopft wird. Transporte von Platten in Nuthenkasten sind unbedingt gefährlich bei grossem Format und überflüssig Raum einnehmend bei kleinem Format. Grosse Platten in Nuthenkasten können durch einen seitlichen Stoss in sich zerbrechen und zwar alle auf einmal. Ist man gezwungen einen Ort zu verlassen, bevor die zuletzt fertig gemachten Negative vollständig trocken sind, so stelle man sie nach dem Abtropfen in einen Plattenkasten mit Nuthen, nehme diesen aber mit in den Personenwagen und lasse ihn nicht aus den Augen.

Das Trocknen der Platten hole man bei der ersten sich bietenden Gelegenheit nach. Lange darf man einen solchen Kasten mit feuchten Platten nicht stehen lassen, da der Leim-

überzug in diesem Zustande den besten Nährboden für Pilzanwuchs abgiebt. Jeder solcher Anwuchs verflüssigt die Leimschicht und hinterlässt beim Abwaschen ein Loch im Bilde. Zu Carbol und sonstigen Schutzmitteln wird man nur in ganz zweifelten Fällen greifen.

Will man äusserste Vorsicht anwenden, so verpackt man kleine Platten bis 12 zu 16 cm zu 20 Stück in gut schliessenden Blechkästchen, die aus 2 Hülsen zum Uebereinanderschieben bestehen.

Bei überseeischen Transporten namentlich sind diese Kästchen zu empfehlen, sowohl für die unbelichteten Platten als die daraus hergestellten Negative. Zum Dichten gegen Wasser überklebt man die Fuge mit einem Streifen paraffinirten Papiers und hält letzteres einen Augenblick hoch über eine brennende Lampe. Durch die Wärme schmilzt das Paraffin und dichtet vollkommen gegen eindringendes Wasser.

Das Mittel, das mitzunehmende Gepäck auch bei regelmässiger Entwicklung unterwegs möglichst einzuschränken, ist die Fortlassung der Fixage. Das unterschwefligsaure Natron ist in Folge des massenhaften Verbrauchs eine sehr unangenehme Zugabe. Seine Eigenschaft, in Krystalle leicht zu krümeln, lässt nach Bereitung von Lösungen gar zu leicht kleine Krystalle an die unrechte Stelle gerathen. Am unangenehmsten ist der ungeheure Wasserverbrauch zur Beseitigung des Salzes aus der Bildschicht, ganz abgesehen von dem Zeitverlust und der Störung in der ersehnten Ruhe durch den wiederholten Wasserwechsel.

Eine höchst gefährliche Eigenschaft hat das Salz auf Reisen dadurch, dass es zuerst beim Lösen des Bromsilbers ein farbloses Doppelsalz mit diesem bildet, das erst bei längerem Stehen in dem unterschwefligsauren Natron in Lösung geht. Ist man nun in der Zeit etwas bedrängt und war man gezwungen, durch viele Platten dieselbe Flüssigkeitsmenge zu erschöpfen, so bleibt oft ein Rest dieses Doppelsalzes zunächst unsichtbar in der Platte, häufig nach einer Ecke verlaufend, und hier wird diese später rettungslos gelb. Kein späteres Mittel macht diesen Fehler wieder gut, und die Platte kopirt entweder sehr langsam oder ungleichmässig. Als Regel halte man daher fest: Kann man nicht langsam mit kräftigen frischen Lösungen fixiren und sehr gründlich auswaschen, so lasse man wenigstens das Fixiren fort

und beschränke sich auf Entwickeln. Jedenfalls sichere man sich gegen spätere üble Einwirkung auf die Platte, namentlich andauernd schwache Belichtung, durch ein der Entwicklung unmittelbar folgendes kurzes Bad von angesäuertem Alaun sogleich nach dem Entwickeln. Dieses macht die Schicht auch nicht unempfindlich gegen zerstreutes Licht, daher muss das Trocknen in völliger Dunkelheit vorgenommen werden, nachdem einmaliges Abspülen in reinem Wasser vorausgegangen ist. Man kann die Platten aber während der kurzen Zeit des Einpackens ohne Schaden dem gedämpften Tageslicht aussetzen und dem Transport übergeben, da die Schicht durch Alaungerbung wesentlich widerstandsfähiger geworden ist. In Folge dessen dauert nachher die Fixage etwas länger, aber die grosse Erleichterung, diese Arbeit zu Hause mit aller Bequemlichkeit vornehmen zu können, wiegt diesen Nachteil erheblich auf.

Die Schwierigkeiten des Entwickelns auf Reisen werden durch Fortlassen des Fixirens auf mindestens ein Viertel reduziert, wenn man die Vortheile der langsamen Standentwicklung hinzunimmt. (Vergl. S. 100.) Man hat dafür zu sorgen, dass nur kein Licht die Platte beim Trocknen trifft, und kann dann die getrockneten Platten, die Abends hervorgerufen sind, bequem am andern Morgen bei Tageslicht einpacken. Mit diesen Hilfsmitteln wird das Entwickeln auf Reisen so ziemlich seine Schrecken verloren haben.

Das Alaunbad hat noch weitere Vortheile. Speziell bei Pyrogallol-Entwicklung beseitigt es den häufig auftretenden gelben und sehr schwer kopirenden bräunlichen Ton, der einmal trocken geworden, sehr hartnäckig haftet. Die Schicht wird durch das Gerben mit Alaun sehr haltbar und bedarf keines Schutzes durch Lack. Jeder Ueberzug birgt in sich neue Gefahren und Ursachen zum Verderben, zu dem die gegerbte Leimschicht allein am wenigsten neigt, wie die Jahrhunderte währende Dauer von Pergament beweist, das auch im Wesentlichen nichts anderes ist, wie Leim in der Haut durch Alaun gegerbt.

Bemerkenswerthe Uebelstände haben sich bei Negativen, die nun seit Jahren ohne jeden Schutz aufbewahrt und viel gebraucht werden, nicht herausgestellt. Unter 2000 Platten ist eine einzige, bei welcher die Leimschicht sich theilweise in rundem vom Rande herkommenden Stücken von ca. 5 cm abzu-

lösen beginnt. Dieser vereinzelt Fall ist offenbar auf ungeeignete Reinigung vor dem Ueberziehen zurückzuführen, da die Platte aus dem Jahre 1889 herrührt, während 12 Jahre alte Platten der verschiedensten Herkunft sich unverändert erhalten haben.

Die Aufbewahrung geschieht in starken Gestellen, die mit genau passenden Nuthen versehen sind. Diese Vorsicht ist allerdings nur bei Platten grössten Formats nöthig, deren Gewicht und dadurch gesteigerte Zerbrechlichkeit Gefahr in sich birgt.

Kleinere Platten bis 18 zu 24 cm bewahrt man am besten in Gestellen ohne Nuthen auf, die aber in Abständen von höchstens 15 cm senkrechte Theilungen besitzen, damit keine Platte flach zu liegen kommen kann. In jedem Fach bleiben 3—4 cm frei, um die Platten einzeln soweit umlegen zu können, dass man deren Nummer erkennen kann.

Der Aufbewahrungsort für Negative muss trocken, staubfrei und hell sein. Die erste Eigenschaft ist selbstverständlich, da die Gelatine als organischer Stoff in feuchter Luft dem Verderben ausgesetzt ist, dem kein Ueberzug entgegenwirken kann. Staubfrei ist in Wohnräumen keine noch so gut abgeschlossene Kammer und nur ein dichtschiessender Schrank genügt allen Anforderungen. Kann man einen solchen nicht haben, so thun Vorhänge schon sehr viel, da die Platten, mit ihrer schmalen Kante nach oben, dem Staub wenig Auflagerfläche bieten. Nöthiger ist Aufbewahrung im hellen Raum, da es keine unangenehmere Arbeit giebt, als in einem dunklen Raum unter vielen Negativen ein gewünschtes hervorzusuchen.

So lange die Zahl der Negative nicht gross ist, thun Umschläge, oder aus zwei der Höhe nach in einander zu schiebenden Hälften bestehende Packkästchen gute Dienste. Umschläge aus gefaltetem Papier sind zum Aufbewahren von Negativen durchaus unbrauchbar. Jedes zwischengerathene Körnchen zerkratzt die Schicht und die Platten zerbrechen leicht, da das Packet sich leicht auseinanderschiebt und einzelne Platten herabfallen lässt.

Eine wesentliche Erleichterung bei allen Arbeiten, bei denen Abschluss des weissen Lichtes erforderlich ist, bringt der S. 84 f beschriebenen Dunkelkasten. Er setzt den Aufnehmenden in-

stand, seine Platten zu entwickeln, wann und wo es ihm beliebt. Zu Hause, auf der Reise, auch bei Nacht ist es nach einiger Uebung bequemer im Kasten zu arbeiten, wobei eine gewöhnliche Lampe, die auch für die Arbeiten Anderer benutzbar bleibt, so auf den Deckel gesetzt wird, dass das volle Licht auf das gelbe Stofffenster fällt. Man hält seine Sachen im engen Raum besser bei einander, es kann nichts verloren gehen, oder durch ungerufen hinzutretende Menschen und Thiere verdorben werden. Er bietet den grossen Vortheil, dass der Aufenthalt im engen, schlecht gelüfteten und erleuchteten Raum überhaupt tortfällt und die Augen durch angestregtes Sehen im dunklen Raum nicht ermüdet werden. Das Beobachten durch das gelbe Glasfenster ist durchaus nicht schwieriger, als bei dem nothwendig gedämpften rothen Licht der Dunkelkammer. Einen weiteren Vortheil bietet der Dunkelkasten noch insofern, als in Folge der später beschriebenen Verwendung von Bromsilberpapier auch Alles vereinigt ist, was man zur selbständigen Ausübung der photographischen Kunst, einschliesslich der Kopien an Vorkehrungen braucht. Bisher war man auf Reisen ganz ausser Stande, von den erzielten Negativen alsbald Kopien herzustellen, und es vergingen oft Monate und Jahre, bis man die Ergebnisse einer mühsamen, gefahrvollen Reise fertig im Bilde vor die Augen bekam. Der Dunkelkasten und das Bromsilberpapier ermöglichen das Kopiren binnen weniger Minuten, ohne störend in den Negativprozess einzugreifen und wenn man fertig ist, kann man immer noch empfindliche Platten ein- und auspacken, die Vorräthe nachzählen, sie in Umschläge stecken und schliesslich verschwindet Alles in einem kleinen Kasten, der nirgends lästig ist und überall untergebracht werden kann, sei es auf der Reise oder zu Hause. Diese Unabhängigkeit von fremder Hilfe beim Aufnehmen und Kopiren, also bis zur Erzeugung einer Kopie in schönem Ton und ansehnlicher Grösse ist es, die der angenehmen und belehrenden Beschäftigung gewiss noch mehr Freunde zuführen wird, als sie ohnehin schon besitzt.

13. Die Kopien.

Die Herstellung der Kopien bildet das Ziel aller vorausgegangenen Arbeiten. So schnell sich die Vorgänge beim

Herstellen des Bildes auf der Platte abspielen, so langsam, ermüdend und immer noch etwas zweifelhaft im Erfolg wickelt sich der Kopirprozess bis in die jüngste Zeit ab. Erst ganz neuerdings sind Verfahren gefunden, die in den kurzen Zeiten, die dem Nichtberufs-Photographen in der Regel zur Verfügung stehen, wirklich gute Kopien möglich machen.

Der Negativ- und Positivprozess, ursprünglich nach demselben Verfahren, schied sich erst, als das Collodium für das Negativbild, das Eiweisspapier für das Positivbild erfunden war. Letzteres ist bei den Berufsphotographen noch heute fast ausschliesslich in Gebrauch und diese werden sich auch noch schwerlich in absehbarer Zeit davon trennen. Die gegen alle neueren Verfahren vergleichungsweise grosse Sicherheit, die Billigkeit der in grossen Massen fabrizirten Materialien und die Gewohnheit, werden ihm noch lange die Herrschaft bewahren. Aber von dem Augenblicke an, in dem die Photographie in die Hand der Wissenschaft und des Vergnügens hinübergriff, suchte man sich von dem überaus umständlichen Verfahren zu befreien. Der grösste Widerwille richtete sich gegen die Langsamkeit, mit der ein Bild bei schlechtem Tageslicht zu Stande kam. War ein Negativ, wie es dem Anfänger nur zu häufig passirte, zu dicht gerathen, so brauchte zur Winterzeit eine Kopie oft 2 Tage und gab ein flaes Bild, dem kein Tonbad zu Kraft verhelfen konnte. Das unzählige Male wiederholte Aufklappen des Kopirrahmens zum Nachsehen, das launenhafte Tonbad, das viele Waschen, verleiteten manchem Anfänger die Beschäftigung überhaupt und man beschränkte sich auf ein oder zwei Bildchen von den mühsam erzielten Aufnahmen. Der Eiweisskopirprozess taugt seiner ganzen Beschaffenheit nach nichts für Leute, die in der Photographie nur ein Mittel zur Belehrung oder Unterhaltung haben wollen und wir können ihn daher hier bei Seite lassen.

Nur in einer Art muss er erwähnt werden; er hat dem Publikum den sogenannten Photographieton derart an-erzogen, dass Bilder in anderen sehr viel schöneren Farbentönen, wenigstens im Portraittfach, noch immer keine rechte Anerkennung finden. Allmählich fängt man an, in gewerblichen, künstlerischen und wissenschaftlichen Abbildungen auch andere Töne zuzulassen, aber im photographischen Kunstgeschäft herrscht mit verschwindenden Ausnahmen der spezifische Photographieton, sogar

Kopien von Stichen nicht ausgenommen. Dass der Photographieton schön ist, wird kein Mensch behaupten. Noch niemals vorher hat ein hervorragender Künstler seine Werke in einer so unnatürlichen bläulich-röthlich-bräunlich schimmernden Chokoladenfarbe vorgeführt und auch die Zukunft ist davor sicher. Als im Pigmentverfahren eine Erlösung zu nahen schien, hoffte mancher Anhänger von alten guten Mustern, dass eine Wandlung im Publikum eintreten werde. Vergebens! Es blieb bei den vorzüglichen Nachbildungen der Werke alter Meister durch Braun, Albert, Obernetter, aber die praktische Photographie arbeitete in dem Ton weiter, der dem beliebten Verfahren unvermeidlich anhaftet. Genauer betrachtet ist es wieder die Macht der Gewohnheit, die von der Einführung anderer Verfahren abhielt. Solche sind schon seit Jahren bekannt und erst jetzt dämmert allmählich dem grossen Publikum die Möglichkeit, dass auch andere Töne dem photographischen Bilde angemessen seien.

In erster Linie ist hier zu nennen der Platinprozess. Er erzeugt Bilder, wie sie sonst nur der Künstler in Aquatinta-Manier zu erzeugen im Stande ist, mit reichen Halbtönen und tiefen Schatten im reinen Kupferdruckschwarz, aber leider nur bisweilen. Alle die schönen Proben, die von Dilettanten und Fabrikanten vorgelegt und ausgestellt werden, sind ausgewählte Stücke unter einer Menge kraftloser Bilder, die viel Geld und viel Zeit gekostet haben, und die gegen den Eiweisskopirprozess für den Erwerbsphotographen gar nicht ankommen. In letzter Zeit sind fertig präparirte Papiere im Handel, die die Sache etwas leichter und sicherer machen. Man hat wie gewöhnlich zu kopiren, in sehr verdünnter Salzsäure und danach in Wasser zu waschen. Mit Geschick und Geduld und einigen Mitteln gelangt man dahin, leidliche Bilder zu erzielen, die namentlich dann befriedigen, wenn sie grössere getönte Flächen aufweisen, grössere Portraits mit sanften, breiten Schatten und Seitenlichtern, Architekturen mit dunklen Oeffnungen, gleichmässig beleuchtete Wandflächen mit grossen Details. Landschaften sind schon schwieriger, werden aber auch sehr schön, wenn die feinen Details nicht in Betracht kommen. Bilder in kleinen Formaten mit sehr kleinlichen Darstellungen sind vollständig in der Papiermasse eingesunken, dass man die durchgearbeitete feine Zeichnung des Negativs gar nicht mehr wieder findet.

Schon sehr viel geeigneter für direktes Kopiren kleiner Platten ist der Chlorsilber-Prozess mit Papier, das mit Gelatineemulsion auf Kreide- oder vielmehr Barytuntergrund überzogen ist. Die das Chlorsilber enthaltende Schicht war ursprünglich Collodium, besteht aber jetzt meistens aus Gelatine. Das Papier hält wegen der für Collodium oder Leim undurchdringlichen Schicht das Bild mit allen Feinheiten auf der Oberfläche und giebt sie daher unverändert wieder, wie das Negativ sie zeigt. Unleugbar ist mit dieser Aenderung ein Fortschritt im gesammten photographischen Kopirverfahren erlangt, der nicht hoch genug zu schätzen ist. Seit Einführung der Albuminpapiere ist Aehnliches nicht mehr zu verzeichnen gewesen.

Dieses Chlorsilber-Emulsionspapier (ursprünglich Aristopapier) ist in der Behandlung, namentlich seitdem Dr. Stolze das Ton-Fixirbad dazu veröffentlicht hat, sehr bequem geworden. Die Belichtung ist etwas kürzer als beim Eiweisspapier, aber auch wegen des starken Zurückgehens im Tonfixirbad nicht leicht zu treffen. Der Ton ist dem der Eiweissbilder leider sehr ähnlich und meist leicht ins Bläuliche fallend, ohne den, dem Chlorsilber anhaftenden bekannten Photographieton in jedem anderen Färbebad zu verleugnen. Aber die Erhaltung aller, im Negativ befindlichen kleinsten Zeichnungen ist geradezu überraschend und ist daher das Papier schon sehr viel mehr geeignet für Kopien zu wissenschaftlichen Zwecken.

Ganz abgesehen von seinen schon genannten Vorzügen besitzt es noch den einen sehr wichtigen, sich nach dem Durchgang durch alle Bäder wieder fast auf seine ursprüngliche Länge zusammenzuziehen, wenn das vom Fabrikanten benutzte Rohpapier nicht von zu geringer Beschaffenheit gewesen ist. Die stattfindende Veränderung beträgt meist auf 400 mm Seitenlänge in der einen Richtung 1 mm, in der anderen $\frac{1}{2}$ mm, also nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ % und ist für die meisten Messbildarbeiten genau genug. Die Schwindung kann, wenn erforderlich, leicht nachträglich berücksichtigt werden.

Die Ursache dieser geringen Veränderlichkeit ist die mit Chromalaun unlöslich gemachte Leim-Barytschicht. Seitdem das Emulsionspapier mit Barytunterlage um mässigen Preis zu haben ist, hat das Messbildverfahren erst praktischen Boden gewonnen. Alle früheren Versuche, Papierkopien zu benutzen,

waren völlig aussichtslos. Kopien auf Eiweisspapier streckten sich auf 40 mm Länge um 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm! Das Arbeiten vom Negativ war stets für dieses selbst gefährlich und Kopien auf Glas, die zwar mit grossem Erfolge hergestellt und gebraucht wurden, waren zu schwer an Gewicht, schwierig in der Behandlung beim Abnehmen der Maasse, sehr zerbrechlich und sehr theuer.

Ganz gleichmässig ist das Emulsionspapier zwar auch nicht. Es kommen Verschiebungen von ganz eng beschränkter Ausdehnung innerhalb eines einzelnen Blattes des Papiers vor, im Allgemeinen aber sind sie selten und eben wegen ihres geringen Umfanges leicht auffindbar. Auch sind die einfachen, nicht auf Karton gezogenen Kopien in Emulsionspapier handlicher als Albuminpapier. Die Albuminschicht ist sehr stark hygroskopisch, das Papier wird in der Feuchtigkeit lappig und rollt in der Trockenheit so fest, dass es eher bricht als sich aufrollt. Diese sehr üble Eigenschaft hat die ganze photographische Industrie in einer Weise beeinflusst, von der man sich selten Rechenschaft ablegt. Schon der Portraitphotograph liefert kein Bild ab, das nicht schon mit dem 6—8 fachen Gewicht an Karton belastet ist, nur damit es gerade bleibt. Grössere Bilder ziehen auch achtfachen Karton hohl, sobald er nicht gespannt oder in Mappen gelegt ist. Wenn auch einzelne kleine Bilder, die als solche von Hand zu Hand gehen, nothwendig die feste Tafelform haben müssen, so denkt man doch nicht daran bei Lithographien, Kupferstichen, die man in Albums oder Mappen legt. So kommt es, dass alle Sammler von Photographien ganze Centner Papier zu liegen haben, dass der Einband von Mappen und Albums in Stücke geht und die ganze Lust an den Bildern verleidet wird. Diesen Umstand betrachte man nicht als so unbedeutend. Mancher würde ein Bild auf Reisen mitnehmen, wäre der schwerfällige Karton nicht. In Italien, auch sonst in Städten, die sich alter bekannter Bauwerke rühmen, und deren Aufnahmen zahlreiche Abnehmer finden, sind die Geschäftsphotographen schon längst gewohnt, die Kopien ohne Karton abzugeben, aber das unleidliche Rollen der Albuminbilder erschwert das Besehen, und die beständigen Versuche, es grade zu machen, haben schliesslich das Zerreißen zur Folge. Am wenigsten mit dem Uebelstande behaftet sind die Platinkopien,

die fast gar kein Bestreben zu rollen haben. Emulsionspapier leidet schon sehr viel mehr darunter, aber doch sehr viel weniger als Eiweisspapier. Die Ecken von freiliegenden Kopien sind zwar stets aufgerollt, aber die ganze Fläche hält sich doch meistens glatt. Nach und nach wird auch das beständige Glattmachen gefährlich für die spröde Bildschicht, aber dann hat das Bild meist seinen Zweck erfüllt. Wenn man vorsichtig damit umgeht und die Bilder nach dem Gebrauch mit Schicht nach aussen auf einander rollt, bleiben sie auch für einige Stunden in nicht gar zu trockener Luft vollkommen glatt liegen.

Bei den genannten Papieren entsteht das Bild direkt durch Umsetzung der empfindlichen Schichten unter dem Einfluss des Lichtes. Man sieht das Bild durch öfteres Nachsehen heranreifen und unterbricht der Vorgang in dem Zeitpunkt, in dem man ihn hinreichend vorgerückt glaubt, wobei wegen der den ganzen Bestand des Bildes umändernden höchst veränderlichen Tonung Missgriffe genug vorkommen. Wer alle Tage kopirt, erlangt wohl die nöthige Sicherheit, nicht aber der Dilettant, dessen Werken man in der Regel die tastende Unsicherheit auf den ersten Blick ansieht. Verfasser hält daher dies direkte Kopiren mit nachfolgender Tonung für überwundenen Standpunkt. Die Herstellung von Kopien auf Bromsilber-Papier mit Entwicklung ist dem der Negative, welche im Wesentlichen dieselbe Schicht, nur auf Glasunterlage haben, in jeder Beziehung entsprechend und hier liegt offenbar die Zukunft des Kopirens für wissenschaftliche Zwecke. Die grosse Empfindlichkeit spielt dabei eine grosse und zwar erschwerende Rolle. Man vergegenwärtige sich nur, dass auf der Platte in der Camera sich nur das von der Blende kommende Licht vertheilt, die Flächen-einheit also nur eine sehr geringe Menge Licht erhält, sei das Blendenverhältniss auch noch so gross. Wenn aber das Licht durch die ganze Fläche des Negativs auf das Papier fallen kann, so muss die Belichtung eine sehr viel kürzere, oder soviel schwächere sein, um der Camerabelichtung gleich zu kommen. In dem Uebersehen dieses Umstandes liegt eine wesentliche Ursache des häufigen Misslingens des Kopirens auf Bromsilberpapier. Manche Fabrikanten kommen dem Bedürfniss durch Anfertigen eines weniger empfindlichen Papiers entgegen. Immer aber hat letzteres Zeitverlust zur Folge und Verfasser zieht es

vor, mit empfindlichem Papier zu arbeiten und den nöthigen Spielraum durch Abschwächen der Lichtkraft zu gewinnen. Schon im hintersten Winkel eines tiefen Zimmers genügt Freilegen des im Kopirrahmen eingelegten Negativs auf $\frac{1}{4}$ Sekunde, bei einiger Durchsichtigkeit des letzteren ein Bild zu erzeugen und hier liegt die ungeheure Ueberlegenheit des Bromsilberkopir-Verfahrens gegenüber allen andern. Verfasser glaubt daher ihm den Vorzug für wissenschaftliche Arbeiten überhaupt geben zu müssen, zumal ihm eine Eigenschaft inne wohnt, die gar kein anderes Verfahren besitzt. Es gestattet nämlich einerseits von ganz dünnen, überlichteten Negativen, die zwar vollständig durchgearbeitete, aber kraftlose Zeichnung haben, auch andererseits von harten Negativen ganz erträgliche Kopien herzustellen, sofern man Dauer und Stärke der Belichtung in geeigneter Weise anzupassen sich bemüht. Zur Entwicklung eignet sich sowohl Eisenoxalat und Hydrochinon als Eikonogen und man kann mit diesen Entwicklern den Vortheil geniessen, Negativ- und Positivprozess mit denselben Chemikalien machen zu können.

Die Eisenentwicklung spielt sich genau so ab, wie beim Negativprozess. Das Papier wird nach dem Belichten zunächst überbraust, dass die Schicht überall Wasser aufgenommen hat und dann mit Entwickler übergossen. Das Bild muss sehr langsam kommen, soll die Belichtung getroffen sein, und die Geduld muss man dabei nicht leicht verlieren. Erst mit der langen Entwicklung kommt der richtige Farbenton, ein eigenthümliches Graphitschwarz zum Vorschein. Kommen die Halbtöne zu schnell und muss man die Entwicklung abbrechen, damit die Weissen nicht zugehen, so hat die Belichtung zu lange gedauert und das ganze Bild bleibt grau in einem wenig angenehmen Ton. Ist das Bild zu kurz belichtet, so werden bei lang dauernder Entwicklung die dunkleren Schatten tiefschwarz, die Halbtöne aber sind hart und die Lichter entbehren der Uebergänge. Man kann viel thun durch anfängliches Benutzen von altem Entwickler und theilweises Nachholen zurückgebliebener Stellen durch aufgespritzten frischen Entwickler, mehr wie bei jedem andern Verfahren, aber es bleibt eine Unsicherheit bestehen: das Ausbleiben des schwarzen, und das Vorherrschen des unansehnlichen grauen Tons. Wenn letzterer auch für Messbild-

Zeichnungen nicht eigentlich schädlich ist, so hat man auch hierbei lieber ein schönes Bild als ein hässliches, in dem die feineren Zeichnungen im tiefen Schatten leichter versinken, als in Chlorsilberpapier.

Etwas besser im Ton steht der Hydrochinon-Entwickler, der nur sehr viel langsamer arbeitet als Eisenoxalat und die Schicht so stark gerbt, dass das Fixiren eine über Gebühr dauernde Zeit in Anspruch nimmt. Die Töne neigen bei richtiger Belichtungsdauer und einem guten Negativ zu einem schönen Purpurschwarz, und sind vielleicht in erster Linie geeignet, dem Publikum dem abscheulichen Photographieton abzugewöhnen.

Fast ebenso bequem in der Behandlung, wie Eisenoxalat ist Eikonogen. Der hervorgebrachte Ton hat mit dem des Hydrochinon viele Aehnlichkeit, ist aber leichter in einem tiefen Kohlschwarz zu halten. Namentlich die tiefen Schatten bewahren ihre Zeichnung fast ebenso gut wie auf Chlorsilberpapier. Die Bilder kommen auch bei verfehelter Belichtung in leidlichem Aussehen. Der Pyrogallus-Entwickler zeigt seine Neigung zu Gelbschleier bei Bromsilberpapier in gesteigertem Masse. Die in die Papierfaser eingesunkene Gelbfärbung ist so widerstandsfähig, dass sie nur mit dieser selbst zerstört werden kann; im Uebrigen bietet der Entwickler hier besondere Vortheile nicht und bleibt daher auch gegen die vorgenannten bei Bromsilberpapier ausser Acht.

Das Kopiren auf Bromsilberpapier mit Hervorrufung gestattet von einem Negativ eine ganze Anzahl stets gleich ausfallender Abdrücke in kürzester Zeit herzustellen, was kein anderes photographisches Kopirverfahren zu bieten vermag, kaum die mechanischen Druckverfahren, so auffällig sich diese Behauptung anhören mag.

Das Eiweisskopirverfahren giebt bekanntlich in einem Dutzend Visitenkartenbilder kaum zwei, die in Ton und Kraft ganz genau übereinstimmen. Das geht soweit, dass häufig bei Portraits der Ausdruck ein anderer wird. In Architektur und Landschaften, die man nie Dutzendweise kauft, ist die Verschiedenheit nicht sehr auffällig, drückt sich aber in der „Stimmung“ des Bildes sehr abweichend von einander aus. Die anderen Kopirverfahren, namentlich in Platin, sind darin noch viel veränderlicher und so schön gerade hier die Abdrücke zuweilen

ausfallen, so schwach ist es damit bestellt, wenn sie in grosser Zahl gleichmässig werden sollen. Die Ursache liegt in der Nothwendigkeit, die stets sehr lange Belichtung durch das kostenlose Tageslicht zu bewirken. Nun ist aber ein bei starkem Licht kopirtes Bild von demselben Negativ ein ganz anderes, als das bei schwachem Licht kopirte. Bei diesem ist die Lichtkraft durch die Belichtungsdauer ersetzt. Offenbar findet die Ausscheidung des gefärbten Silberniederschlags in ganz anderer Anordnung bei dem starken und bei dem schwachen Licht statt. Starkes Licht giebt stärkere Gegensätze, kräftige Schatten, schwaches Licht bessere Uebergänge. Das eine wird aber leicht zur Härte, das andere zur Flauheit, zwischen denen die richtige Mitte zu halten auch der geübten Hand nur annähernd gelingt. Die grosse Ungleichheit der Bilder, auch bei gewöhnlichen Visitenkarten, rechne man daher nicht immer dem Photographen an, sondern dem Wetter, wie man selbst erfahren wird, wenn man eigene Aufnahmen in mehreren Exemplaren auf Chlorsilberpapier kopirt. Selbst bei anscheinend gutem Licht ist keine Stunde der anderen gleich. Dazu tritt nun noch die Aenderung im Feuchtigkeitsgehalt der Kopirpapiere in den stundenlangen Zwischenräumen, in denen die eine Kopie der anderen folgt.

Sehr schwierig sind bei den langsamen Kopirverfahren die Nachhilfen zur Beseitigung einzelner Mängel der Negative. Es gehört sehr viel Geschick und Sorgfalt dazu, ein Negativ so einzurichten, dass die viel häufiger, als Laien anzunehmen geneigt sind, vorkommenden Mängel verdeckt werden. Ein in der Retouche geübter Kopirer ist daher eine wichtige Persönlichkeit im photographischen Portrait-Geschäft und sehr oft ist es der Chef selbst, der seinen Geschäftsruhm durch solche Arbeit begründet und aufrecht hält. Bei Landschaft und Architekturen sind die Kopirkunststückchen seltener nothwendig, dann aber wemöglich noch schwieriger, weil die Kunststückchen des theilweisen Abdeckens und Nachbelichtens während der stundenlangen Dauer des Kopirens geübt sein müssen.

Bei dem Schnellkopirverfahren auf Bromsilberpapier mit Entwicklung ist das Alles sehr viel leichter. Tageslicht ist meist für direktes Kopiren (durch Kontakt) viel zu intensiv und zu ungleich. Ausserdem haben die mit Tageslicht erzeugten Kopien einen eigenthümlichen bräunlichen Ton, der in verschie-

denen Exemplaren eben wegen der ungleichen Lichtwirkung verschieden ausfällt. Bei Belichtungsdauer von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Sekunde sind keinerlei Kunstgriffe zum Zurückhalten und Nachholen einzelner Stellen mehr anzubringen. Darum thut man besser stets bei künstlichem Licht zu kopiren. Es genügt Petroleum- oder Gaslicht in 2—6 m Abstand, sogar bei dünnen Negativen eine Kerze, um mit Belichtungen von $\frac{1}{2}$ —5 Minuten, den gewünschten Grad der Wirkung bei jedem Negativ zu erzielen und dabei ist es leicht, jede Partie des Negativs durch langsam bewegte Cartonausschnitte abzudecken und die dichtesten Partien nachzuholen. Harte Umrisse der Lichtabstufungen wird man nicht erhalten, wie bei dem langsamen Verfahren, bei dem jedes Versehen sich durch einen Rand abhebt. An die genannten Vorzüge schliessen sich noch zwei andere, die allein imstande sind, dem Bromsilberemulsionspapier vor jedem anderen Material den Vorzug zu verschaffen, soweit es sich nicht um Portraits handelt. Die ganze langwierige und unsichere nachträgliche Tonung fällt fort und die Bilder sind haltbar und unveränderlich wie Platinbilder. Endlich kann man durch Uebung leicht zu erwerbender Kunstgriffe in Benutzung starker und schwacher Lichtquellen, langer und kurzer Belichtung, starken und schwachen Entwicklers der Eigenthümlichkeit jedes Negativs in einer Weise gerecht werden, die beim Kopiren auf Chorsilber-Papier ohne Entwicklung garnicht gekannt ist.

Neben den vielen Vorzügen hat das Papier aber einen Nachteil, der es gerade für Portraits, vorläufig wenigstens noch, völlig unbrauchbar macht. Es fehlen ihm die allerfeinsten Uebergänge vom reinen Licht in den beginnenden Schatten, so dass Portraits trotz aller Sorgfalthart und kalkig ausfallen, während die verstärkten Kontraste, namentlich von den weichen, mit Pyrogallus hervorgegerufenen Negativen bei allen andern Bildern vortheilhaft sind. Es ist aber unzweifelhaft, dass dieser Mangel gehoben werden wird. Zum grossen Theil verschwindet er schon, wenn man die Oberfläche durch Reiben mit *Ossasepia* oder feinem Bimsteinpulver rauh macht, so dass es scheint, als wenn das unterliegende Weiss des Baryts die zarten Töne nur nicht zur Geltung kommen liesse. Ein aufgerauchtes Bild ist aber dem Verstauben ausgesetzt, ein wahrer Schmutzfänger und zu wissenschaftlichen Zwecken wenig brauchbar.

Auf glattem Papier ohne Barytuntergrund werden die Bilder dem Platindruck sehr ähnlich, und nur die wunderbare Weichheit verbunden mit Kraft können einen Grund abgeben, diesem theuren und unsichren Verfahren noch weitere Opfer zu bringen.

14. Das Vergrössern.

Der grosse Werth der Vergrösserung, der direkten Herstellung grosser Kopien von kleinen Negativen ist schon vor 30 Jahren erkannt und betont worden. Aber die Beantwortung der Frage Wie? war immer eine so umständliche, die Resultate waren so wenig befriedigend, dass schon eine ganze Reihe tüchtiger Männer darüber zu Schanden geworden ist. Man kann wohl sagen, dass in früherer Zeit, wo die Verbindung mit Fachgenossen noch nicht so leicht, die photographische Schriftstellerei noch nicht so umfangreich, die physikalische Grundlage der Instrumente noch nicht so allgemein zugänglich und verstanden waren, fast jeder praktische Photograph, anfangs meist ein aus andern Berufskreisen hervorgegangener Autodykt, sich mit dem Gedanken getragen hat, aus kleinen Negativen grosse schöne Bilder zu machen. Die Zeiten dieses stillen erfolglosen Strebens und Nachdenkens sind jetzt vorüber. Das Ziel ist zwar geblieben, aber das Erreichen überlässt man noch viel zu sehr den wenigen, die sich um möglicher Vortheile willen mit schwierigen Aufgaben abquälen.

Vergrösserungen sind schon lange gemacht worden, aber näher besehen waren es Handzeichnungen, denen ein kraftloses, verwaschenes, wenn auch in den Maass- und Lichtverhältnissen richtiges Bild zu Grunde gelegt war. Der Weg, durch wiederholtes Umphotographiren von kleinen Original-Negativen ein grösseres Positiv auf Glas, von diesem nochmals ein vergrössertes Negativ und endlich von diesem ein Positiv durch direktes Kopiren auf Papier zu erzeugen, war schon früh eingeschlagen worden. Eine eigenthümliche Verflauung des Bildes ist allem Uebertragen von Glas auf Glas gemeinsam und rührt von dem auf Seite 17 beschriebenen zerstreuten Licht her. Wiederholt sich der Prozess nun gar zweimal, so ist das Ergebniss auch danach. Durch einmaliges Zwischenschieben eines Kohlebildes gestaltet sich das Ergebniss schon sehr viel besser. Vom Originalnegativ wurde auf Kohlepapier eine positive Kopie erzeugt

und diese auf Glas übertragen. Wie alle durch Chrom erzeugten Bilder war dieses von ausgezeichneter Kraft in den Schatten, Weichheit in den Uebergängen und in der Durchsicht ungleich schöner, als ein auf gewöhnliche Weise erzeugtes Bild auf Glas. In dieser Weise wurde bis in neuere Zeit verfahren und auch mit starken Vergrösserungen recht Gutes erzielt. Es gehörten aber sehr geschickte Hände dazu, die verschiedenen Arbeiten so zu führen, dass schliesslich ein harmonisches Bild zu Stande kam. Aus Pantoskopbildern von grossen Innenansichten, die Verfasser im Jahre 1883 machte, sind von P. Grundner Architekturdetails sechsfach linear vergrössert worden, die für Original-Aufnahmen gelten konnten.

Mit Einführung von Bromsilber-Emulsions-Papier wurde mit einem Schlage ein anderer, voraussichtlich die ganze praktische Ausübung der Photographie für wissenschaftliche Zwecke verschiebender Standpunkt erreicht. Das, was jene alten Autodydakten in unablässigen Mühen erzwingen wollten, ist jetzt für jeden Liebhaber erreichbar geworden. Noch ist die Bedeutung des Verfahrens nicht ganz erkannt, auch zuweilen vielleicht vom unrichtigen Standpunkt aufgefasst. Man griff gleich zum Höchsten und machte nur Bilder von grossen Abmessungen, lebensgrosse Portraits, riesige Architekturbilder und Landschaften. Solche Sachen gut zu machen erfordert gute Werkzeuge und viel Geschick. Graue Bilder mit harten Uebergängen und matten Schatten, durch Handzeichnung völlig überarbeitet, sind noch keine Vergrösserungen, wenn sie auch gross sind und die Schaufenster füllen. Die Schwierigkeiten wachsen in der Photographie mit den Abmessungen der Bilder im mindestens kubischen Verhältniss. Das ist ein Satz, der sich auch hier bestätigt und wohl Geltung behalten wird. Darum ist ja auch nicht nöthig, dass sich Jeder gleich an metergrosse Bilder macht. Die Vergrösserung auf Bromsilberpapier verschiebt eben besonders für Reisezwecke die Anforderungen zu Gunsten der verallgemeinerten Anwendung des photographischen Hilfsmittels. Von kleinen Bildern, auf denen die Zeichnung für das gewöhnliche Auge unverständlich zusammengeschrumpft ist, erhält man mit Vergrösserung Kopien, in denen die winzigen Formen zu verständlichen Bildern ausgedehnt worden sind, die in richtiger Sehweite gehalten, natürlich erscheinen, den leidigen

Potographieton abgestreift haben, nicht rollen und darum leicht unterzubringen, endlich, und dass ist die Hauptsache, schnell und billig anzufertigen sind. Im Allgemeinen sind die Vorzüge auch wohl erkannt, aber durch einen Umstand nicht recht zu Tage getreten: Man glaubt nämlich für alle möglichen Formate und Vergrößerungen gerüstet sein zu müssen und gelangte dadurch zu Camerabauten, die nur für grosse Anstalten passen. Sobald man sich auf ein Format, auf eine höchstens zwei Vergrößerungen beschränkt, gewinnt die Sache eine ganz andere, viel bequemere Gestalt. Die Vortheile dieser Einschränkung sind dieselben, wie beim Negativprozess. Man hat nur einerlei Grösse von Platten, Schalen und kann auch mit einer Grösse Papier auskommen, da man durch nähere oder fernere Wahl des Standpunktes bei der Aufnahme der Originale der Beschaffenheit des Gegenstandes hinreichend Rechnung tragen kann. Insbesondere ist es die Einrichtung der Vergrößerungs-Camera, die mit Aufgabe der Anpassung an alle möglichen Formate und Objektive, also mit fester Einstellung auf eine bestimmte Plattengrösse ganz überraschend einfach wird.

Ein ganz glatter obeliskenförmiger Kasten Fig. 36 aus dünnen Brettern enthält Alles zum Vergrössern Nothwendige in

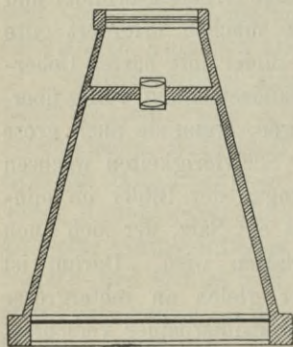


Fig. 36.

festen Verbindungen. Am schmalen Ende befindet sich eine Klappe, die das Negativ durch Federdruck an bestimmter Stelle festdrückt. Darüber, dem Licht zugekehrt, liegt eine matte Scheibe, die lediglich dazu dient, dem Negativ das Licht gleichmässig zuzuführen, wenn man mit künstlichem Licht oder der Sonne arbeitet. In Tageslicht kann sie fortbleiben, wenn man die nicht übermässig grosse Camera gegen das geöffnete Zimmerfenster hält. Muss man gegen

das geschlossene Fenster arbeiten, so muss man die Richtung der Camera während der Belichtung zuweilen ändern. Die matte Scheibe hebt nämlich die direkte Durchstrahlung nicht ganz auf und es bildet sich ein verwaschenes Bild auch entfernter Gegenstände mit starken Lichtunterschieden, hier der Fenstersprossen, die sich gegen den

hellen Himmel absetzen. Dagegen bietet sich darin ein bequemes Mittel, zu dunkeln Stellen im Negativ länger zu belichten, indem man die durchsichtigen Stellen durch eine vorgehaltene Maske zeitweise abdeckt. Es wird dieses Hilfsmittel schon längst im direkten Kopirverfahren angewendet, ist aber bei der längeren Dauer desselben sehr umständlich und geräth nur bei grosser Sorgfalt und Ausdauer.

So bequem nun helles Tageslicht zur Anfertigung nicht zu starker Vergrösserungen in einem handlichen Apparat mit festen Abmessungen ist, so leicht giebt es zu Missgriffen in der Beleuchtungsdauer Veranlassung. Namentlich das erste Bild wird selten so getroffen sein, dass man befriedigt sein wird. Den Verlusten an dem immerhin theueren Material kann man durch Benutzen eines kleinen Probelättchens, das an Stelle eines ganzen Blattes Papier belichtet und entwickelt wird, vorbeugen. Wenn man aber erst einmal die Erfahrung gemacht haben wird, wie sehr man gerade bei diesem Vergrösserungsverfahren einzelne Mängel des Negativs verdecken oder ganz beseitigen, daneben aber Vorzüge steigern oder gar solche hineinlegen kann, die sonst garnicht vorhanden sind, so wird man die erste Kopie stets voll und mit aller Sorgfalt ausführen, um neben dem Lichtverhältniss auch die Natur des Negativs kennen zu lernen.

Auch direktes Sonnenlicht bietet immer noch Schwierigkeiten, obgleich damit die Dauer der Belichtung sehr abgekürzt wird. Um wenigstens die meist nothwendigen Abdeckungen und Nachbelichtungen vornehmen zu können, legt man zweckmässig eine zweite matte Scheibe vor das Negativ. Stellte der Sonnenschein in unseren Breitengraden sich stets verlässlich wiederkehrend ein, so brauchte die Vergrösserungscamera mit festen Abmessungen kein anderes Licht. So aber wird man auch auf künstliches Licht angewiesen sein und die dafür gebotenen Hilfsmittel einer näheren Prüfung unterwerfen müssen.

Unzweifelhaft sind hier elektrisches Licht, Kalklicht und Magnesiumlicht weitaus die besten, da sie allein wirklich weisses, an wirksamen Strahlen reiches Licht von sich geben.

Die Verwendung des elektrischen Lichtes ist nur in Anstalten möglich, denen es weder an mechanischen Hilfsmitteln noch an wissenschaftlich gebildetem Personal mangelt, die auftretenden Schwierigkeiten zu besiegen. Diese Schwierigkeiten

bestehen vornehmlich in der äusserst ungleichen Vertheilung, mit der sich die von dem kleinen Lichtpunkt ausgehenden Strahlen im Raum zerstreuen, nämlich innerhalb eines schräg nach unten gerichteten Kegelmantels, in dessen Axe der untere Kohlenstift wieder einen Schattenkegel ausschneidet. Ausserhalb dieses schmalen Raumes ist die Lichtmenge sehr viel geringer und noch weiteren Ungleichmässigkeiten unterworfen. Benutzt man nur die direkten Strahlen, so geht sehr viel Licht verloren, und will man indirekt die anderen durch Spiegel oder Linsen nutzbar machen, so wird das Licht stets ungleichmässig, man mag letztere anbringen, wo und wie man will. Man hat daher meist zu einfach weissen, das Licht völlig zerstreuernden Schirmen gegriffen und damit zur Beleuchtung grösserer Flächen sehr gute Resultate erzielt, wie Herr Hauptmann a. D. Himly in den Werkstätten von Siemens und Halske. Uebrigens ist das elektrische Licht so ausgiebig, dass man in den meisten Fällen auch bei Vergrösserungen schon mit einem Bruchtheil des vorhandenen Lichtes zum Zweck kommt. Lediglich aus diesem Grunde ist das elektrische Licht stets das beste zur Vergrösserungeder Art. Die erforderlichen Anordnungen zu beschreiben würde hier zu weit führen.

Aehnlich, steht es mit dem Kalklicht, dass wegen seiner Beständigkeit und leichteren Transportfähigkeit gewisse Vorzüge vor dem elektrischen Licht besitzt. Die Geräthschaften und Zurüstungen sind aber so zahlreich, dass Liebhaber in den seltensten Fällen dazu greifen werden, um ein Paar oder auch einige Dutzend von Kopien dabei zu machen.

Sehr viel näher in dem Bereich der nicht berufsmässigen Vergrösserung steht das Magnesiumlicht, für welches praktisch recht brauchbare Lampen verhältnissmässig billig zu haben sind. Ein näheres Eingehen auf die Lampenbauart ist daher hier auch nicht geboten, da leicht verständliche Anleitung jedem Apparat beigegeben zu werden pflegen.

Neben den drei genannten Lichtquellen treten alle andern, namentlich die mit Verbrennung kohlenhaltiger Substanzen, so weit zurück, dass man besser von einer auch nur versuchsweisen Anwendung Abstand nimmt. Alle Abänderungen von Gas- oder Petroleumlicht haben sich bis jetzt als aussichtslos erwiesen. Neben dem Ueberwiegen der gelben und rothen Strahlen ist es namentlich die stets bei Verbrennung in freier Luft auftretende

grosse Hitze, die nicht blos sehr lästig, sondern auch für die Apparate und selbst das Original-Negativ gefährlich werden kann. Endlich ist die Regulirung des Brennstoffzutrittes an den glühend heissen Gläsern, Spiegeln und Gefässen stets eine missliche Sache und übler Geruch bei unvollkommener Verbrennung kaum fern zu halten. Am besten ist noch die gewöhnliche Petroleumlampe, die in gutem Zustande zu halten sich jeder Haushalt angelegen sein lässt. Aber die besten und grössten Lampen entwickeln höchstens 20 Kerzen gegen 80 bis 120 Kerzen eines einfachen Magnesiumdrahtes und selbst jene treten an photographischer Wirksamkeit gegen die des letztern um das zeh- oder zwanzigfache zurück, so dass die Belichtungsdauer um das Hundertfache von einander abweichen kann.

An diesen Verhältnissen scheitern alle Bemühungen, den eigentlichen als Leuchtkörper dienenden Flammen das zu Vergrösserungen erforderliche Licht zu geben.

Die allgemeine Anordnung der Beleuchtung eines Negativs geht immer von der Voraussetzung aus, dass die Lichtquelle von einem Punkte ausgeht.

Da nun das zu vergrössernde Bild stets in einer Ebene liegt, so kann letztere niemals von dem Lichtpunkte gleichmässig beleuchtet sein. Die Stelle, in der der kürzeste Strahl die Ebene trifft, ist am hellsten, das Licht nimmt in konzentrischen Kreisen um diese Stelle ab, umgekehrt wie das Quadrat der Abstände vom Lichtpunkt. Diese Ungleichheit der Beleuchtung einer Fläche von einem Punkt aus ist noch der geringste Uebelstand. In grosse Entfernung von der Bildfläche darf man das Licht der schnellen Abnahme der Lichtkraft wegen nicht setzen und geräth dadurch in die Wirkung des Gesetzes der Seite 3 ff dargelegten Abstände von Licht- und Bildpunkt. Während man die Punkte des Negativs scharf einstellt, erscheint von dem unfern dahinter stehenden starken Licht auch ein verwaschenes Bild, wenn direkte Strahlen vom Licht durch das Negativ in das Objektiv gelangen. Eine vorgeschobene matte Scheibe verhindert dieses direkte Durchstrahlen zum Theil, verschluckt aber ein bis zwei Drittel des Lichtes. Bei Benutzung direkten Sonnenlichtes muss man den Apparat stets so richten, dass die von der Sonne nach dem Objektiv gedachte Linie niemals das Papier, sondern stets die Camerawand trifft, da das verwaschene Sonnenbild sich auch durch 2 matte

Scheiben hindurch als dunkler Fleck zeichnet. Das einzige Mittel, eine Fläche von einem Punkte aus annähernd gleichmässig zu beleuchten, bilden zweckmässig angebrachte Sammellinsen, sogen. Condensatoren. Sie wirken um so vortheilhafter, als sie die zu beleuchtende Fläche an Durchmesser übertreffen. Mit der Grösse steigt aber auch der Preis und die Schwerfälligkeit des Zubehörs. Die allgemeine Anordnung des Apparates ist in Fig. 37 schematisch dargestellt und das Streben nach zweckmässiger Ausführung kann sich nur in Herstellung der einzelnen Theile bethätigen.

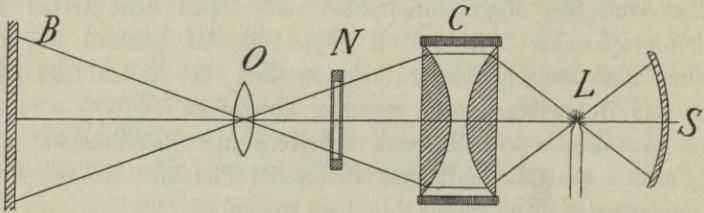


Fig. 37.

Die vom Licht L ausgehenden Strahlen werden von der vorderen Linsenfläche aufgefangen, in den Condensatoren C gebrochen und mehr oder weniger vollkommen in einem Punkte O vereinigt, der das Licht L nach der Seite 3 entwickelten Grundformel in einem objektiven Bilde wiedergiebt. In O wird zweckmässig das vergrössernde Objektiv angebracht, und, wieder in den nach der Grundformel zu ermittelnden Abständen, das zu vergrössernde Negativ N und die das Bild aufnehmende Tafel B. Ersteres wird mit seiner ganzen Fläche innerhalb des von den Condensatoren kommenden leuchtenden Strahlenkegels gebracht, letztere mit dem Objektiv durch lichtabschliessende Wände verbunden, am einfachsten mit einer besonderen kleinen Camera. Dem Uebelstande, dass die Condensatoren nur einen Theil der von L ausgehenden Strahlen, in der Regel etwa nur ein Sechstel, nutzbar machen, kann durch einen Hohlspiegel S zum Theil gehoben werden.

Diese Anordnung bleibt immer dieselbe für jede Art Vergrösserung, sowohl für mikroskopisch kleine Original-Präparate als für grössere photographische Negative. Das Bild entsteht genau in derselben Weise wie jedes Camerabild und wird auch genau in derselben Weise behandelt. Vor nicht langer Zeit war man noch darauf angewiesen, als letztes Ziel ein vergrössertes Glasnegativ zu betrachten, von dem dann in gewöhn-

lichem Verfahren eine oder mehrere Kopien genommen wurden. Das hochempfindliche Bromsilberpapier besitzt nun nahezu dieselbe Lichtempfindlichkeit wie die beste Platte und giebt bei verhältnissmässig schwachem Licht vergrösserte Kopien, die an Feinheit der Zeichnung, Kraft der Schatten und Lichter, Weichheit der Uebergänge kaum noch vollkommener werden können. Ihr grösster Vorzug besteht aber darin, dass sie, unter gleichen Bedingungen hergestellt, immer wieder und mehr noch als in der Drucker-Presse, in gleicher Güte erscheinen. Da nun mit Hilfe von künstlichem Licht diese gleichen Bedingungen in denselben Apparaten leicht herzustellen sind, gleichmässige Zusammensetzung der Lösungen eigentlich selbstverständlich ist, so erfüllt das Vergrösserungsverfahren endlich jetzt die ihm bereits im Entwicklungsgang der Photographie zugedachte, aber praktisch undurchführbar gebliebene Rolle. Sehr wesentlich als Hinderniss wirkte dabei die bisherige Schwerfälligkeit der Vergrösserungs-Vorrichtung, die, nach Fig. 37 aufgebaut, nur für Berufsphotographen oder Liebhaber taugte, denen es auf Raum und Geld nicht ankam. Die kastenförmige Vergrösserungskamera mit festen Abmessungen nach Fig. 36 und die Beleuchtung mit Tageslicht event. auch Magnesiumlampe liefert endlich nach kleinen Negativen von 12 cm Seite, Kopien von 40—50 cm Seitenlänge, die Original-Aufnahmen in den meisten Fällen vollständig ersetzen. Apparate zur Beleuchtung mit Magnesium-Lampe sind recht brauchbar im Handel zu haben. Man thut besser, sie fertig zu kaufen, als die Zeit mit selbstgebauten Apparaten zu verlieren.

Das Verbrennen von Magnesiumband bietet verschiedene Eigenthümlichkeiten, die zu kennen bei Beurtheilung von Magnesiumlampen nützlich ist. Der Rauch von brennendem Magnesium besitzt einige sehr unangenehme Eigenschaften und seine Beseitigung ist erstes Erforderniss bei allen Magnesiumlampen.

Zunächst legt er sich, unmittelbar der Flamme entsteigend, als Ueberzug an alle ganz nahe befindlichen festen Oberflächen und verstopft und verschmiert alle zur Lampe gehörigen freiliegenden Theile, so dass zuletzt ihre Bewegung gehemmt wird. Das Abstreifen und Abstossen des immer sich wieder erneuernden Ueberzuges von Magnesia an den das Magnesiumband zuführenden Röhrchen bildet daher vielfach den Gegenstand von Patenten. Verfasser gelang die Beseitigung

des Rauches grösstentheils durch einfaches Befestigen eines kurzen unten und oben zugespitzten (cigarrenförmigen) Cylinders aus Blech unmittelbar über der Flamme, so dass die eine Spitze diese fast berührte. Der Rauch schlägt sich auf dem Blech sehr schnell als feste Schicht nieder, die leicht abgestossen werden kann.

Einmal mit Luft gemischt ist der Rauch einer Vertheilung fähig, die nicht lästiger sein kann, wie sie ist. Jeder Raum, der mit dem der Raucherzeugung nur irgendwie in Verbindung steht, füllt sich schnell und gleichmässig mit dem feinen, trocknen Dunst, der zum Husten reizt und jedenfalls sich auch in den feinsten Lungenkanälen abgelagert. Gesund kann er dort nicht sein, obgleich die Magnesia ohne Schaden in Massen verschluckt werden kann.

Man vermeide daher die Vertheilung von Magnesiarrauch mit allen zu Gebote stehenden Mitteln. Das einfachste ist Ableitung des von der Lampe kommenden Rauches durch ein etwa 5—6 cm weites Rohr nach einem gut ziehenden Schornstein. Zur Noth kann man es durch ein Fenster ins Freie münden lassen. Man macht dabei bald die Beobachtung, dass mit der Länge des Ableitungsrohres die Menge des austretenden Rauches abnimmt, offenbar eine Folge der vorerwähnten Eigenschaft des Rauches, sich an festen Wandungen niederzuschlagen. Man findet daher auch vielbenutzte Ableitungsrohre an der Innenseite überzogen mit einer festen Schicht von Magnesia, deren Dicke an der Einmündung am grössten ist und von dort schnell abnimmt. Aus gleichem Grunde klären sich mit Rauch erfüllte Räume nach Verlauf einiger Zeit von selbst. Der Rauch schlägt sich dabei auf allen Oberflächen nieder, nicht ausschliesslich nach unten wie gewöhnlicher Staub. Räume mit kostbaren Tapeten oder Malereien sollten daher niemals mit Magnesiarrauch erfüllt werden, so ungefährlich er auch aussehen mag.

Die oben angeführte Eigenschaft des Rauches, sich nach dem Grade seiner Dichtigkeit abzulagern, hat Verfasser noch in anderer Weise auch bei transportablen Beleuchtungsapparaten zur Rauchbeseitigung benutzt. Ueber der Lampe ist ein etwa 3 cm weites dünnes Messingrohr angebracht, das mit einer Oeffnung von nur 5—6 mm Durchmesser dicht über der Flamme oder den vorgenannten Cylinder aufsitzt und ca. 1 m senkrecht hoch steigt. Oben ist das Rohr durch ein bogenförmiges Knie mit einem bis zur Erde reichenden, dort lose aufliegenden Gummischlauch von nur 2 cm Durch-

messer verbunden. Der Apparat beschwert die Lampe nicht übermässig und saugt den Rauch über der Entstehungsstelle ab. Durch die enge Oeffnung kann nun nicht mehr Luft nachdringen, als zur Aufnahme der Rauchsäule nothwendig ist und der übermässigen Verdünnung durch beigemischte Luft ist gründlich vorgebeugt. Auch die Erwärmung des gerade aufsteigenden Rohres wird nicht durch Zutreten grösserer Luftmengen behindert, so dass sich ein kräftiger Zug in der engen Oeffnung über der Flamme ausbildet, der zum Aufsaugen durchaus erforderlich ist. In dem Steigerohr kühlt sich die mit Rauch vermischte Luft ab, dabei den grössten Theil des Rauches an der Rohrwand ablagernd. Durch das Knie wird der Luftstrom nach unten abgelenkt und tritt, nur noch sehr wenig Rauch enthaltend, unten am Fussboden aus. Aber auch dieser bleibt am Fussboden in einer fast unbeweglichen Schicht liegen, wenn er nicht durch Zugwind aufgewirbelt und vertheilt wird. In einigen Minuten bildet er dann auf dem Fussboden einen weisslichen Fleck, der leicht zu entfernen ist. So wird die Rauchbeseitigung vollkommen und die Aufnahme dunkler Innenräume begegnet nicht der geringsten Schwierigkeit mehr. Das für diesen Zweck zuerst versuchte Blitzpulver, dessen erste bekannt gewordene Vorführung im Photograph. Verein zu Berlin in der Sitzung vom 5. Mai 1887 durch den Verfasser erfolgte, hat bis jetzt wegen der gewaltsamen Vertheilung des Rauches in den aufzunehmenden Räumen eine praktische Verwendung nicht finden können. Die mit Blitzpulver auf einmal erzeugte Lichtmenge ist zwar sehr gross, in photographischer Beziehung aber nicht so gross, als wenn die gleiche Menge Magnesium in einer guten Lampe oder als freihängender Draht an verschiedenen Stellen verbrannt wird. Die Ursache dieser auffälligen Erscheinung liegt in der Eigenthümlichkeit des die Flamme umgebenden Mantels von verbrannter Magnesia, die undurchdringlich für Lichtstrahlen ist. Dieses Produkt der Verbrennung ist das grösste Hinderniss überhaupt für Nutzbarmachung des Magnesiumlichtes und seine schleunige Entfernung von der Verbrennungsstelle ist die erste Bedingung jeder guten Magnesiumbeleuchtung.

In wie hohem Grade das Magnesiumlicht unter dem die Flamme umgebenden Mantel aus gebrannter Magnesia leidet, zeigen die neuern Untersuchungen von Eder. Die von ihm in

seinem Jahrbuch 1890 niedergelegten Resultate sehr verdienstlicher Messungen können einer weiteren Auslegung unterworfen werden, wonach Magnesiumband eine sehr viel grössere Ausnutzung gestattet als Blitzpulver, und langsam brennendes Band wieder grösser als schnell brennendes; alles Folge des Verhaltens des jede Magnesiumflamme umgebenden Mantels verbrannter Magnesia.

Nach Vorstehendem wird Jeder bald selbst beurtheilen, welche Art von Beleuchtung für seine Zwecke die geeignetste ist.

Um noch einmal zusammenzufassen:

Jederzeit zur Hand und billig, aber höchst unzuverlässig ist Tageslicht, kaum eine Stunde in gleicher Stärke ausdauernd. Nur für ab und zu vorkommende Anwendung ist daher Tageslicht anzurathen.

Magnesiumlicht mit einer guten Lampe und Rauchabführung ist für alle anderen Fälle die einzig zuverlässige Lichtquelle, die schon für geschäftsmässige Vergrösserungen ausreicht. Elektrisches Licht wird nur in Anstalten Verwendung finden, die sich dessen aus anderen Gründen erfreuen. Kalklicht ist in Folge grosser Umständlichkeit der erforderlichen Apparate kaum noch zu empfehlen.

Die künstliche Beleuchtung macht immer eine Menge Umstände, die dem Nichtfachphotographen meist sehr weit aus der Hand liegen und darum schien es dem Verfasser geboten, mit der kleinen festgestellten Vergrösserungs-Camera und Tageslichtbeleuchtung diesen Umständen ein für allemal aus dem Wege zu gehen

Für die Belichtung des Bromsilberpapiers in der Vergrösserungscamera ist zunächst in Betracht zu ziehen, dass das Objektiv zur Entwicklung grosser Schärfe sehr stark abgeblendet werden muss. Die Erfahrungen des Verfassers gehen dahin, dass mit dieser Vorsicht ein merklicher Verlust an Schärfe durch die Vergrösserung bis zu 8fach an sich nicht stattfindet, wenn die Schärfe ursprünglich vorhanden war.

Die erforderliche Abblendung ist bei einem vom Verfasser zur Vergrösserung benutzten „Steinheil Weitwinkel Aplanat“ die kleinste dem Objektiv beigegebene mit $\frac{f}{40}$ Schon bei der

nächsten Blende $\frac{f}{30}$ ist eine Abnahme der Schärfe wohl merklich.

Ob die inzwischen aufgetretenen neuen Objektivsysteme, insbesondere die aus Jenenser Glas hergestellten, bei grösserer Lichtstärke ebenso gute Resultate geben, steht noch dahin.

Vorläufig ist ein sehr empfindliches Bromsilberpapier erforderlich, um unter so starker Abblendung noch gute, kräftige Abdrücke mit nicht übermässig langer Belichtung zu geben, und diesem sind daher auch die erreichten Resultate zu verdanken. Mit 2 bis 20 m Magnesiumband je nach Dichtigkeit des Negativs, konnten völlig durchgezeichnete und kräftige Vergrösserungen erzielt werden. Die erste Kopie geräth allerdings selten; sie wird entweder etwas zu kurz oder zu lang belichtet, fällt also zu hart oder zu flau aus. Dann aber treten noch manche Mängel im Negativ auf, die durch Nachhilfe auf der Platte erst zu beseitigen sind. Es ist nicht sowohl eine sogenannte Negativ-Retouche, als eine künstlerische Behandlung, die die Platte erfahren muss, und die durchaus dem Nachhelfen entspricht, welches ein geschickter Drucker einer geätzten Kupferplatte angedeihen lässt. Wie dieser hier fette, dort trockene Farbe benutzt, hier zugiebt, dort abnimmt, so können im Vergrösserungsverfahren durch Decken mit gelber Farbe auf der Rückseite der Platte die sehr häufig allzu durchsichtigen Schatten zurückgehalten, durch Ueberziehen mit Mattlack und Wiederblankmachen der allzu stark gedeckten Lichter die Wirkungen ganz erstaunlich gebessert werden. Häufig genügt das noch nicht; denn die sonnenbeleuchteten Stellen, helle Fenster für Innenansichten, lassen das schwache vom Objektiv kommende Licht so wenig durch, dass eine im Negativ nur schwach sichtbare Zeichnung nicht mehr zum Abdruck kommt. Hier kommt aber das hochempfindliche Papier in der Weise zur Geltung, dass man durch eine während der Belichtung in bekannter Weise vorgehaltene Maske aus Karton die fertig belichteten Flächen zurückhält und die dichten Stellen nachbelichtet, da diese Arbeit stets nur wenige Minuten mehr in Anspruch nimmt, als sonst für diese wenig anregende Beschäftigung aufgewendet zu werden pflegt.

Die Entwicklung zeigt sich für eine sachgemässe Anwendung dieser Hilfsmittel sehr dankbar. Dem ersten nach Gutdünken hergestellten Bilde sieht man sehr bald an, wo ab- und zuzuthun ist. Eine gelungene Vergrösserung bedarf keiner andern Retouche, als Beseitigung der kleinen Flecke, die vom Negativ oder dem Papier herrühren. Für Portraits allenfalls ist die Hervorhebung der tiefen Schwärzen in den Augensternen, Nasenlöchern, im Bart und Haupthaar durch sehr sparsam ange-

brachte Kreidestriche allein zulässig. Die fast durchweg überarbeiteten Flächen der in den Schaukästen aushängenden Vergrösserungen zeigen, dass hier von Fachphotographen mit wenigen Ausnahmen noch nicht Alles benutzt wird, was die heutigen Mittel und Erfahrungen an die Hand geben. Die grossen Architekturbilder, die für die staatliche Denkmalpflege jetzt in Grössen bis 90 zu 120 cm angefertigt werden von Originalen in 40 zu 40 cm Grösse, erfahren niemals eine eigentliche Retouche und eine ganze Reihe von Abdrücken fallen, nachdem die Behandlung einer Platte einmal ausprobiert ist, so gleichmässig aus, als kämen sie von der Druckerpresse. Das Verfahren ist so einfach und sicher, dass ein Bedürfniss, die grossen Bilder auf Kupfer zu übertragen, wahrscheinlich auch bei Abnahme grösserer Auflagen nicht auftreten wird. Für die Summen, die eine photographisch geätzte Kupferplatte kosten würde, stellt man eine Auflage vergrösserter Kopien her, die der Zahl von Abnehmern solcher Blätter vollständig genügt.

Von den drei genannten Entwicklern ist der mit Eisenoxalat hergestellte für Vergrösserungen vorzuziehen. Er giebt bei richtiger Belichtung tief schwarze, bei empfindlichem Papier weich durchgezeichnete Kopien und besitzt einen Vorzug, der bei andern Entwicklern nicht beobachtet worden ist. Man beginnt mit altem Entwickler, bis die Einzelheiten und zarten Halbtöne heraus sind, dann nimmt man frischen Entwickler hinzu und zuletzt pinselt man etwas stärkeren Entwickler vornehmlich auf Stellen, die etwas zurückgeblieben sind. Man kann auf diese Weise Härten im Abdruck beseitigen und dem Bilde einen künstlerischen Charakter geben, der dem ursprünglichen Negativ nur sehr gedeckt und verschleiert inne wohnt.

Eikonogen-Entwickler verhält sich sehr ähnlich wie Eisenoxalat, hat nur den Nachteil, dass das beigegebene Alkali als Pottasche oder Soda dem ohnehin aus sehr stark zerkleinerten Fasern bestehenden Papier allen Halt durch Zerstörung der Leimung nimmt. Grössere Blätter reissen schon beim Ausheben aus den Schalen, kleinere Blätter halten bei vorsichtiger Behandlung den Vorgang wohl aus.

Hydrochinon giebt wärmere Töne, als die beiden vorgenannten Entwickler, wirkt aber sehr langsam, verlangt stärkeres Licht und gerbt die Schicht schliesslich so, dass das

Fixiren eine sehr viel längere Zeit in Anspruch nimmt; das längere Verbleiben der Bilder im Fixirbade ist übrigens kein Nachtheil für diese, da der Ton sich dadurch merklich kräftigt.

Es bleibt auf einen Unterschied aufmerksam zu machen, der sich sehr zum Vortheil der Vergrösserung gegen direktes Kopiren geltend macht. Die zarten Uebergänge zum hohen Licht kommen bei sehr empfindlichem Bromsilberpapier in der Vergrösserung sehr viel besser zur Geltung, als beim direkten Kopiren auf demselben Material. Weniger empfindliches Papier hat diesen Vorzug nicht und giebt harte Uebergänge, so dass bestimmt abgegrenzte Flächen von vollkommenem Weiss sich absetzen, die schneelig wirken. Der Vorzug der mit Pyrogallus entwickelten Negative kommt in der Vergrösserung ganz ausserordentlich zur Geltung. Sie enthalten in den höchsten Lichtern noch immer Abstufungen, sog. Spitzlichter, die in guter Vergrösserung eine ausgezeichnete Wirkung üben und in andern Entwicklern in breiten Flächen versunken sind. Die Klarheit der Schatten, die sich namentlich in breiten ruhigen Flächen viel vortheilhafter in dem grossen Maassstab durch den freien silbergrauen Ton zeigt, findet nur ein Gleiches in guten Platinkopien grossen Formates.

Die so erleichterte, für Jedermann zugängliche Vergrösserung beantwortet die vielfach aufgeworfene Frage nach der kleinsten zweckmässigen Abmessung eines Instrumentes dahin: es soll bequem in der Rocktasche unauffällig getragen werden können und unter Berücksichtigung dieses Umstandes ist Seite 58 die kleinste Abmessung festgestellt worden mit Platte 6 zu 8 cm, Brennweite 9 cm. Bei dreimaliger Vergrösserung, der äussersten hier noch zulässigen, kommt man auf eine Brennweite von 27 cm, die nahezu die gewöhnliche Sehweite erreicht, die von 28—35 cm geht. Die so hergestellten Bilder zeigen daher beim Betrachten die Gegenstände in nahezu natürlichen Verhältnissen. Für ein sehr weitsichtiges Auge mit 40 cm gewöhnlicher Sehweite erscheinen sie zwar etwas verkleinernd, aber doch nicht so übertrieben, wie die gewöhnlichen im Handel vorkommenden Bilder, die mit 10—18 cm Brennweite erzeugt zu sein pflegen.

Der grosse Erfolg der sog. Geheim-Cameras mit Brennweite von 4—6 cm erklärt sich allein aus ihrer bequemen Handhabung und Tragbarkeit; sie wurden zwar auch zu höheren Aufgaben

mitunter versucht, aber bald wieder liegen gelassen, da die vielgerühmte Vergrößerungsfähigkeit ernste Schwierigkeiten bot und sehr selten gute Resultate gab. Die Ursache ist leicht zu finden. Die kleinen Apparate können nicht mehr als 4—6 cm Brennweite haben, da sie „detectiv“ sein sollen. Nun kann aber wie oben gesagt, die Vergrößerung der mit kleinen Objektiven erzeugten Bilder nicht weiter getrieben werden, als dreifach. Die Vergrößerung giebt daher Bilder, die mit 12—18 cm Brennweite hergestellt scheinen, womit also die gewöhnliche Sehweite noch nicht erreicht ist. Geht man weiter mit der Vergrößerung, und technisch ist diese bis zehnfach leicht ausführbar, so wächst die Unschärfe in einer Weise, die für den geübten Blick unerträglich wird.

Diese Erfahrung ist sehr werthvoll und bildet die Grundlage für die Behauptung, dass die allgemeine Anwendung der Vergrößerung die Zukunft der praktischen Photographie in allen Aufgaben bilden wird, die nicht den Berufsphotographen anheimfallen. Es kommt Alles auf Herstellen eines geschnitten scharf gezeichneten Negativs an und darum hielt Verfasser es für geboten, in dem vorausgeschickten, zum Theil sonst in Büchern zerstreuten Material die erforderlichen Bedingungen und Hilfsmittel zusammenzufassen.

Es liegt keine Uebertreibung mehr in der Behauptung, dass die Photographie mehr herausbringt, als das bewaffnete Auge an Ort und Stelle zu sehen vermag. Ausgenommen ist die Beobachtung sehr entfernter Gegenstände, welche vermöge der „raumdurchdringenden“ Kraft der Fernröhre besser gesehen, als im Bilde wiedergegeben werden können. Aber bei näher liegenden Gegenständen verhalten sich die Resultate durchaus rechnungsmässig. Das vom Objektiv erzeugte Bild wird in dem einen Fall mit der Lupe, im andern mit dem Auge direkt betrachtet. Hat man nun in dem ersten eine dreifache Okularvergrößerung, in dem andern eine dreifache Linearvergrößerung in der Camera, so sind beide Resultate für das direkte Sehen gleich, nur dass das Bild mit dreifacher Linearvergrößerung bequem im Ganzen übersehen werden kann, während das kleine Gesichtsfeld des Fernrohrs nur immer kleine Stückchen zu übersehen erlaubt, die man nach einander oft in schwieriger Kopfhaltung sich suchen muss.

Zweiter Theil.

Das Messbildverfahren mit kleinen Instrumenten.

15. Das Entstehen des Messbildes.

Das Messbildverfahren setzt ausser den Anfangsgründen von praktischer Geometrie, und zeichnerischer Darstellung grosse Sicherheit in allen Zweigen der Photographie voraus. Wohl ist eine Trennung zwischen Aufnahmen und Herstellung von Messbildern einerseits, dem Auftragen von Zeichnungen und Plänen andererseits durchzuführen, dann aber ist der Erfolg stets mehr oder minder gefährdet, je nachdem beide Mitwirkenden einander sicher sind. Uebrigens ist das Aufnehmen mit dem Messbild-Apparat an Ort und Stelle so durchsetzt mit Arbeiten der praktischen Geometrie, dass der photographische Theil als der untergeordnete erscheint, sobald nur Messbild-Aufnahmen zum Auftragen von Plänen in Rede stehen. Für Architekturen und Kunstsachen sind aber auch ansprechende Bilder nothwendig, bilden in den meisten Fällen sogar die Hauptsache. Verfasser war schon seit 20 Jahren gezwungen, hierauf den Hauptwerth zu legen, um dem Messbildverfahren überhaupt Eingang zu verschaffen. Jetzt, da Jedermann mit einiger technischen Vorbildung und nach kurzen, wenig kostspieligen Erfahrungen die photographische Camera mit Erfolg handhabt, ist es auch Jedermann möglich, der irgendwie mit Messen oder Zeichnen zu thun hat, das Messbildverfahren anzuwenden. Dieses verbindet beide Thätigkeiten, die meist recht viel Mühe und viel Geschicklichkeit am Ort der Aufnahme erfordern, durch eine mechanische Arbeit, die, wie jede mechanische Hilfe, den eigentlich ermüdenden Theil der körperlicher Anstrengung erleichtert, am Schlusse aber die geistige Anstrengung zu Gunsten der Ergebnisse um so höher steigert. Namentlich auf Studienreisen und wissenschaftlichen Expeditionen gehört Messen und Zeichnen zu den persönlich angreifendsten aber unerlässlichen Aufgaben. Auf Reisen kann man nur einfache, sicher arbeitende Instrumente

brauchen und darum muss die photographische Camera mit äusserst unveränderlicher, widerstandsfähiger Form diejenigen Vorrichtungen verbinden, die die Grundlage jeglicher Messung abgeben.

An sich ist das Messbildverfahren nur ein neues Kapitel in der praktischen Messkunde und unterliegt in Bezug auf die Grundlehren, Genauigkeit und Anwendung seiner Instrumente den längst festgestellten Gesetzen.

Die Uebertragung der einfachsten Lehren der praktischen Geometrie auf Anwendung der praktischen Messbildkunst ist nach Erfahrung des Verfassers meist in wenigen Minuten aufgefasst. Wenn also der photographische Apparat eine wesentliche Erschwerniss durch die Messbild-Eigenschaft nicht erfährt, zur Bearbeitung der Messbilder besonders schwer anzueignende Kenntnisse auch nicht erforderlich sind, so wird die Mitführung eines Messbild-Apparates auch da wünschenswerth sein, wo von Hause aus nur gewöhnliche Photographien in Absicht waren. Wenn unter hundert Aufnahmen nur zwei sind, die zur Bestimmung von absoluten Maassen Verwendung finden, wo sonst nur Schätzungen möglich waren, so hat sich das kleine Instrument mehr wie bezahlt gemacht.

Es sollen nun zunächst diejenigen geometrischen Sätze zur Erinnerung gebracht werden, die dem Messbild-Verfahren zu Grunde liegen.

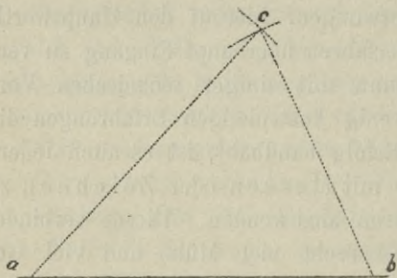


Fig. 38.

Jede Messung beruht auf Dreiecksbestimmung, d. h. es wird die Lage eines beliebigen Punktes c (Fig. 38) festgelegt gegen zwei andere a und b nach den Methoden, welche die ebene Geometrie lehrt. Am einfachsten kann dies geschehen

dadurch, dass man die Linien $a c$ und $c b$ misst und mit diesen Längen die entsprechenden Kreisbogen um die Endpunkte a und b der ebenfalls gemessenen Linie $a b$ beschreibt bis sie sich in c schneiden, oder indem man die Winkel $c a b$ und $c b a$ misst, in a und b anträgt und die freien Schenkel bis zum Durchschnitt in c verlängert. Erfahrungsmässig ist die Messung

von Linien sehr umständlich und unsicher, und man beschränkt sie daher auf die Messung der einen Linie a b , auch wenn noch sehr viel andere Punkte eingemessen werden sollen; sie heisst Standlinie oder Basis, deren aufgetragene Länge den Maassstab abgiebt, mit der die anderen durch Winkelmessung verbunden und dadurch auch eingemessen werden.

In der praktischen Geometrie richtet man auf die Messung der Grundlinie, als der Einheit, mit der die anderen Linien gemessen werden, alle Sorgfalt, da ein hier gemachter Fehler sich auf alle andern Linien überträgt. Man legt sich die Standlinie, im Felde von vornherein so, dass ihre direkte Messung durch Stäbe oder Stahlband keine örtlichen Schwierigkeiten macht. Da nun die anderen Punkte durch Anschneiden im Fernrohr gefunden werden, wobei Terrainschwierigkeiten nicht in Betracht kommen, so ist durch zweckmässige Wahl der Standlinie die Arbeit im Felde so eingeschränkt, als es die Umstände und die Methode erlauben.

Dadurch ist jede Messung eines Systems von Punkten zurückgeführt auf eine einzige oder doch nur wenige Längenmessungen und eine Anzahl Winkelmessungen, von denen wenigstens zwei auf jeden einzumessenden Punkt kommen.

Ueber die Längenmessung der Standlinie können wir schnell hinweggehen, da Präcisionsmessungen hier nicht in Rede stehen. Für die Wahl der Standlinie gelten alle anderweitig längst festgestellten Vorschriften und ihre Messung erfolgt im Messbildverfahren mit ausreichender Genauigkeit durch Stahlbandmaass, wobei man die Vorsicht gebraucht, an den Stellen, wo das Maass aufhört und neuangesetzt wird, einen feinen Strich auf fester Unterlage, einen untergelegten Stein, den Kopf eines eingeschlagenen Pfahls u. dergl. anzubringen und ausserdem die Linie zweimal, einmal hin und einmal her, zu messen. Die auf diese Weise erreichte Genauigkeit ist schon ziemlich gross, jedenfalls gross genug für Messbild-Aufnahmen, wenn man sein Stahlbandmaass genau geprüft hat. Verfasser schätzt sie $0,0005$, also mit nur der Hälfte der nach dem Feldmesser-Reglement zulässigen Fehlergrenze behaftet. Die Messung mit Stäben ist viel zu umständlich und kommt hier nicht in Betracht.

Alle andern Arten von Längenmessung kommen denjenigen mit Stahlband praktisch nicht gleich, namentlich muss vor leinenen Messbändern, auch wenn sie mit Drahteinlage versehen sind,

gewarnt werden. Die Resultate des Messbildverfahrens, auf Winkelmessung durch Tangentenlängen beruhend, sind viel genauer und ergeben sofort Differenzen, sobald sie ungenauen Längenmessungen angeschlossen werden müssen.

Man kann aber auch in die Lage kommen, die Messung mit Stahlband oder Stäben nicht ausführen zu können und doch irgend etwas mitbringen zu müssen, wenn auch mit so geringer Genauigkeit, dass von einer Messung im gewöhnlichen geometrischen Sinne nicht gesprochen werden kann. In diesem Falle befinden sich sogar die meisten wissenschaftlichen Reisenden. Hier verdient das Abschreiten der Standlinie und, wie später dargelegt werden wird, noch einiger anderer Linien, alle Beachtung. Ein einigermaassen geübter Fussgänger kennt die Länge seines Schrittes ziemlich genau. Das ist allerdings nur so zu verstehen, dass auf eine grössere Schrittzahl die abgeschrittene Länge bis auf einen Fehler genau wird, den Verfasser höchstens zu 0,01 annimmt. Diese Genauigkeit ist allerdings nicht sehr gross, aber doch immer noch sehr viel grösser, als namentlich bei Bauwerken in Kunst- und gelehrten Büchern die Abmessungen gedruckt und nachgedruckt zu werden pflegen. Die hier eingeschlichenen und durch Abschreiben des Einen vom Anderen verbreiteten Fehler werden nur zufällig offenbar, wenn sich zwei solche „autentische“ Angaben begegnen und haben in der Regel das Unangenehme, dass der Unterschied nur einem einzigen Bautheil oder einer Geschosshöhe, wenn sie nicht gemessen werden konnte, allein zukommt. Die Messbildaufnahme macht nur einen verhältnissmässig kleinen Fehler und vertheilt diesen noch so, dass er bei einem einzelnen Bautheil immer in demselben Verhältniss zur Einseits-Länge bleibt.

Die praktische Geometrie hat für Winkelmessung zwei Methoden: Die erste, die zur trigonometrischen Rechnung führt, durch Visirlinie auf Kreistheilung bezogen; die zweite durch direktes Aufzeichnen der Visirlinie auf eine Papierunterlage, das Vorwärtseinschneiden auf dem Messtisch. Immer ist es die Festlegung der Visirlinie nach den festzulegenden Punkten gegen die Standlinie, worauf alle Winkelmessung hinauskommt. Auch die sog. Distanzmessung macht hiervon keine Ausnahme, da hier die Standlinie ein sehr genau bekanntes kleines Stück im Fernrohr oder wenigstens am Instrument selbst ist. Da nun

die Photographie alle festzulegenden Punkte genau so zeigt, wie der Augenschein an Ort und Stelle, so hat man nur dieselben Unterlageu in der photographischen Ansicht zu suchen, die sonst vom Fernrohr im geometrischen Instrument gegeben werden.

Die Hilfsmittel dazu sind zwar in dem gewöhnlichen photographischen Bilde an sich nicht gegeben, können ihm aber durch Einrichtung der Camera, welche zur Herstellung des photographischen Bildes gedient, gegeben werden. Die allgemeine Anordnung der Camera muss man sich ins Gedächtniss zurückrufen. Wie die Figuren 1—4 zeigen, gehen die Strahlen von jedem Punkt der Oberfläche eines abgebildeten Gegenstandes aus auf die vordere Objectivlinsenfläche, fallen so durch, als wenn sie geradlinig von jenem Punkt ausgehend durch den optischen Mittelpunkt, die auf der andern Seite des Objectivs liegende Bildfläche trafen. Das Bild ist also genau so zustande gekommen, wie man sich eine richtige ebene Perspektive entstanden denkt und alle hier gebrauchten Bestimmungsstücke finden sich wieder vor.

In Fig. 39*) ist der Zusammenhang zwischen den gebräuchlichen Aufnahme-Instrumenten und der Camera dargelegt. Ein Blick auf Fig. 40 wird diesen Zusammenhang noch vervollständigen. In beiden Figuren ist ein Horizontalwinkel α und ein

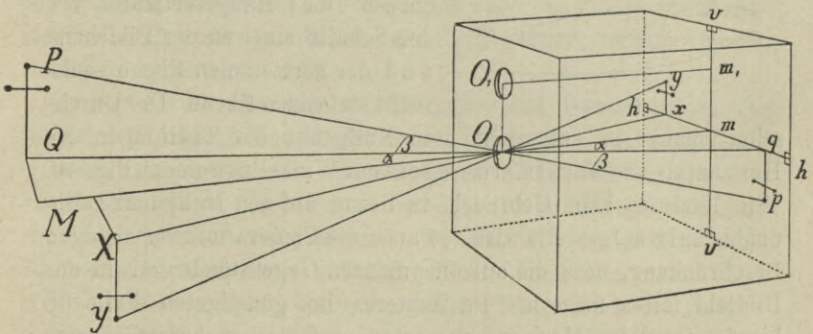


Fig. 39.

Vertikalwinkel β mit den gleichen Buchstaben bezeichnet und die Art, sie zu messen, geht aus Fig. 39 bei einer in Umrissen

*) Die erste Aufzeichnung dieser Figur durch den Verfasser erfolgte fast in gleicher Form als Mittel der Einführung in das Verständniss des Messbild-Verfahrens im Jahre 1865. Im Jahre 1867 wurde sie in der Zeitschrift für Bauwesen abgedruckt.

angedeuteten Camera, bei einem Winkelinstrument aus Fig. 40 hervor. Von letzterem ist nur der Horizontalkreis angedeutet, der Anfangspunkt und die Hälfte der Theilung mit 0° und 180° bezeichnet. Die Lage des Fernrohrs bei irgend einer Einstellung auf einen Punkt P ist durch die abzulesenden Winkel α und β genau bestimmt.

Wie die Camera Fig. 39 dieselben Stücke liefert, zeigt folgende Erwägung: Ein beliebiger Punkt P bildet sich in p ab, indem der von P durch den optischen Mittelpunkt O gehende Strahl die Bildebene in p trifft. Wenn nun in dieser Bildebene die Schnitte durch die Linien bezeichnet werden, in denen eine durch O gelegte Horizontal- und eine Vertikal-Ebene die Bildebene schneiden würde, so würde die Lage des Punktes p gegen diese beiden Schnitte als Coordinaten-Axen ebenso bestimmt sein, wie in Fig. 40 durch Winkelablesung. Es genügt daher, die beiden Coordinatenaxen durch Marken am Rande der Bildebene zu bezeichnen, um jeden beliebigen Bildpunkt p einem draussen

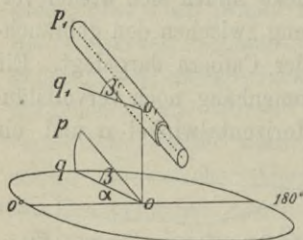


Fig. 40.

liegenden Objekt P entsprechend festzulegen. Der Horizont h h ist der Schnitt einer durch den optischen Mittelpunkt gelegten horizontalen Ebene mit der Bildebene, ebenso die Hauptvertikale v v der Schnitt einer zu der Bildebene und der horizontalen Ebene senkrecht stehenden Ebene. Der Durch-

schnittspunkt m entspricht dem Nullpunkt der Theilungen des Horizontal- und Vertikalkreises bei dem Winkelinstrument Fig. 40. Wie letzteres beim Gebrauch in Bezug auf den Nullpunkt völlig unabhängig aufgestellt wird, so auch die Camera mit der einzigen Beschränkung, dass die aufzunehmenden Gegenstände nur in das Bildfeld fallen müssen. Da letzteres im günstigsten Falle 60 bis 70 Grad im Horizont gemessen umfasst, so bedarf es zum Aufnehmen des ganzen Horizonts mindestens sechs Bilder, deren Anschlüsse unter einander durch besondere Hilfsmittel gefunden werden müssen. Hier ist ein offener Mangel der Camera gegenüber dem Winkelinstrument, der aber durch den Vortheil der unmittelbaren Benutzung der Bilder zur Winkelbestimmung mehr wie ausgeglichen wird.

Ein beliebiger Gegenstand PQ bildet sich in pq ab und Gegen-

stand und Bild sind durch ähnliche Scheiteldreiecke verbunden, sowohl in der Horizontal- als in der Vertikalebene. In ähnlichen Scheiteldreiecken sind aber die entsprechenden Winkel gleich, und da innerhalb der Camera alle Linien, nämlich Om , mq , qp gegeben und in rechtwinkligen Dreiecken zusammengestellt sind, kennt man auch die eingeschlossenen Winkel, welche gleich sind den Winkeln, die zwischen den aussen von O nach beliebigen Punkten des Gegenstandes gedachten Visirlinien liegen. Jene Winkel sind gegeben durch Katheten und Hypothenusen rechtwinkliger Dreiecke, die zum Auftragen unmittelbar benutzt werden, nicht erst auf dem Umwege durch Rechnung mit trigonometrischen Funktionen. Die Längen der Katheten werden entweder direkt übertragen oder durch Maassstab gemessen, um zur Bestimmung der Hypothenusen zu gelangen, die gewissermassen frei in der Camera liegende Stücke der Visirlinien darstellen. Alle die rechtwinkligen Dreiecke haben, soweit es sich um Horizontal-Winkel handelt, die Brennweite des Instrumentes Om als eine Kathete gemeinschaftlich. Wenn diese Brennweite nun für alle mit dem Instrument gefertigten Aufnahmen konstant gemacht wird, so ist damit für alle vorzunehmenden Messungen eine sehr wesentliche Erleichterung gewonnen. Die genaue Bestimmung der Brennweite ist dadurch das Fundament des Messbild-Verfahrens geworden und die vorausgeschickten Erörterungen haben nur dazu gedient, dieses Fundament zu errichten.

Für die Bezeichnung von Horizont und Hauptvertikale im Bilde sind folgende Umstände maassgebend: Zur Einhaltung der genauen Brennweite für jede eingelegte Platte müssen die Auflager sehr genau gearbeitet sein und darum in fester Verbindung mit der Objektivfassung stehen. Sie machen sich dann durch ihre stets gleiche Form auf jeder Platte kenntlich, namentlich wenn diese Form entsprechend gewählt wird. Bei kleinen Instrumenten, bei denen die Camerawände leicht als Auflager direkt hergerichtet werden können, genügen einfache dreieckig gestaltete Einschnitte, die sich im Bilde als einfache Spitzen abdrucken. Bei grösseren Instrumenten, die mehr Genauigkeit geben, werden sie besonders angesetzt und verschiebbar gemacht und ragen dann in die Bildfläche hinein.

Die nach den Auflagermarken gezogenen Linien

hh und vv stellen nun die Coordinatenaxen vor, die mit der einen im Kreuzpunkt senkrecht stehenden genau gemessenen Brennweite jeden Winkel im Raum auf die Horizontal- und Vertikalebene projizieren, genau wie es das Winkelinstrument auch thut.

Man erhält 1) Horizontalwinkel $QOM = \alpha$, indem man das im Bilde gemessene Stück mq mit der gegebenen Brennweite Om zusammensetzt zu einem rechtwinkligen Dreieck mOq .

2) Vertikalwinkel POQ , indem man die in dem vorigen Dreieck mOq gefundenen Hypotenuse Oq mit der im Bilde gemessenen Länge qp zu einem neuen Dreieck Oqp zusammensetzt.

Die beiden so gefundenen Winkel mOq und qOp bestimmen aber die Lage des beliebigen Punktes P im Raum, wie die in Fig. 39 eingetragene Projektion eines anderen Punktes y darthut.

Wie Seite 50 dargelegt, wird oft die Vertikal-Verschiebung des Objectivs nothwendig, um ein hoch oder tief vom Horizont ausgreifendes Aufnahmeveld in die Camera zu bekommen. Es ändert nun an den vorzunehmenden Operationen nichts, wenn in Fig. 39 das Objectiv in die Lage bei O_1 gebracht und der Abstand OO_1 auch von m nach m_1 gesetzt wird. Wird der Abstand OO_1 schon bei der Aufnahme selbst an einer passend angebrachten Theilung abgelesen und zu dem Bilde notirt, so ist es leicht, den verschobenen Horizont im Bilde in $h_1 h_1$ nachzutragen, indem man zu dem durch Markeu bezeichneten Horizonte im Abstände OO_1 eine Parallele zieht. Bedingung ist allerdings, dass die Bewegung des Objectivs von O nach O_1 genau parallel der Hauptvertikalen V, V verfolgt. Mit dem neuen Horizont $h_1 h_1$ verfährt man nun genau so, wie mit hh .

Zu den beiden bekannten Methoden der Winkelbestimmung, durch Theilkreise (Theodolit) und durch örtliche Aufzeichnung (Messtisch) tritt also in dem Messbild-Verfahren noch eine dritte durch rechtwinkliche Dreiecke. Für Horizontalwinkel ist immer die eine Kathete in der bekannten Brennweite des Instrumentes und dem direkt zu messenden Abstand des Bildpunktes von der Hauptvertikalen, für Vertikalwinkel die eine Kathete in der Hypotenuse des vorgenannten, für Horizontalwinkel bestimmenden Dreiecks, die andere in der zu messenden Höhe des Gegenstandes über oder unter dem Horizont gegeben.

Sind auf diese Weise nur die Projektionen eines einzigen Strahles im Raum zu den Projektionsebenen in der Camera gefunden, so sind in gleicher Weise die Strahlen nach allen Objektpunkten gegeben, die überhaupt im Bilde sichtbar sind, während sie mit dem Winkelinstrument an Ort und Stelle alle einzeln eingestellt und in Winkelgrößen notirt werden müssen.

Das Messbild benutzt nun diese Angaben nicht durch Rechnung mit trigonometrischen Funktionen, sondern rein zeichnerisch, wie beim Messtischverfahren nach der Methode des Vorwärts-Abschneidens, kennt auch das Rückwärtseinrichten und alle sonstigen auf dem Messtisch üblichen Hilfsmittel, wie ja auch erklärlich ist, da die Bilder nur eine Uebertragung des freien Ausblicks am Orte in das Arbeitszimmer vorstellen. Seine Vorzüge und Schwächen sind damit ausgesprochen. Was man nicht sehen kann, kann man nicht messen; dafür sieht das Bild alles auf einem Standpunkte Sichtbare auf einmal, erspart darum das Einzelsehen an Ort und Stelle, was unter Umständen ein ungeheurer Gewinn sein kann, unter Umständen aber auch nicht ausreicht.

Die Zusätze, welche erforderlich sind, um eine photographische Camera zu einem Messbild-Instrument zu machen, scheinen nach Vorstehendem sehr einfacher Art, sind es aber keineswegs. Namentlich muss vor allen Versuchen gewarnt werden, eine alte Camera in eine Messbild-Camera zu verwandeln. Eine gewisse Aehnlichkeit besteht zwischen der letzteren und dem distance-messenden Theodoliten und dass dieser gerade zu den einfachsten Instrumenten gehöre, wird Niemand behaupten können. Man gelangt am schnellsten zur richtigen Vorstellung einer Messbild-Camera, wenn man sich in einem astronomischen Fernrohr in die Ebene des Fadenkreuzes die Platte denkt und auf dieser das Fadenkreuz ausbreitet. Sofort stösst man auf die Schwierigkeit, die Platte genau senkrecht zur optischen Axe des Objektivs zu stellen. Das astronomische Fernrohr wird vom Mechaniker auf der Drehbank genau gerichtet, Objektivfassung und Rohr sind von selbst genau laufend. Eine Fernrohraxe kann vom Geometer durch Drehen im Lager, Umlegen oder Durchschlagen genau geprüft werden. Alles das fällt bei der Camera, wenn sie einfach sein soll, fort. Der Versuch, eine Camera wie ein Fernrohr auf einen Theodolitenuntersatz aufzubauen, ist thatsäch-

lich öfters gemacht worden, aber nur in einem Falle mit praktischem Erfolg, nämlich bei den Aufnahmen der merkwürdigen, in den letzten Jahren zur Zeit der Sommersonnenwende auftretenden Nachtwolken durch O. Jesse in Steglitz. Da hier Instrumente mit verhältnissmässig kleiner Brennweite und kleinem Bildwinkel, aber sehr grosser Lichtkraft in Verwendung kommen, so war der Aufbau auf einem Theodoliten-Untersatz mit besonderen Schwierigkeiten nicht verbunden. Gewählt wurde eines der lichtstärksten Portraitobjektive, die es giebt, nämlich ein System Busch mit Lichtkraft $\frac{1}{4}$ aber höchstens 20° brauchbarem Bildwinkel. Geschnittene Schärfe kam überhaupt nicht in Betracht. Ein Messbild-Instrument setzt aber grossen Bildwinkel mit geschnittener Schärfe in erster Linie voraus, während die Lichtkraft mit $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{80}$ ausreicht. Das sind Gegensätze, welche sehr bestimmt die Grundlage andeuten, auf welcher Messbild-Instrumente im Unterschiede von der gewöhnlichen photographischen Camera einerseits und von dem Theodoliten andererseits gebaut werden müssen.

Dem Grundsätze folgend, dass das Messbildverfahren überhaupt nicht mit gewöhnlicher Winkelmessung in Konkurrenz zu treten berufen ist, wohl aber die von letzterer gebildeten Maschen im Aufnahmeefelde ausfüllen soll, hat Verfasser beide Instrumente auch von Anfang an getrennt gehalten. Winkelinstrumente werden jetzt so vollkommen und handlich für die Reise und zu so mässigem Preis gebaut, dass die Vereinigung beider der einen oder anderen Bestimmung zum Nachtheil gereichen muss.

Dem Messbildverfahren fallen nun so bestimmte Gebiete der Aufnahme zu, es schafft sogar ganz neue Gebiete darin, dass schon der Verschiedenartigkeit derselben im Bau der Instrumente von vornherein Rechnung getragen werden muss.

Flüchtige Reise-Aufnahmen können unmöglich mit demselben Instrument gemacht werden, dass zu genauen Aufnahmen von Terrain und wieder von Architektur dienen soll. In vorliegendem Handbuche ist nun eine Trennung dahin erfolgt, dass die ersteren Instrumente im Anschlusse an den vorstehenden, die beim Messbild-Verfahren überhaupt in Betracht kommenden Grundbegriffe enthaltenden Theil, die Instrumente für genauere Arbeiten aber in einem besonderen Theil behandelt werden.

Reise-Instrumente müssen in erster Linie leicht und hand-

lich sein, etwa in den Abmessungen und dem Gewicht eines grösseren Opernguckers. Verbindung mit einem leichten Stativ muss möglich sein. Neben Aufnahmen mit Bildwinkel von mindestens 60° und geschnittener Schärfe müssen Augenblicksaufnahmen hergestellt werden können. Die Verbindung mit einer Boussole ist zweckmässig. Das Alles ist etwas viel auf einmal und nach den vorausgegangenen Erörterungen von geschnittener Schärfe, Bildwinkel und Lichtkraft schwer zu erfüllen. Bis in die neueste Zeit hielt man es für unmöglich und schritt lieber zur Verwendung mehrerer Objektive mit verschiedener Lichtkraft und annähernd gleicher Brennweite. Jetzt sind Instrumente mehrerer Systeme erhältlich, die

1) bei kleiner Blende, höchstens $\frac{f}{60}$ richtig zeichnen, d. h. gerade Linien, welche das bis 60° im Horizont in geschnittener Schärfe messende Bildfeld nahe am Rande schneiden, auch richtig wiedergeben,

2) mit voller Oeffnung von $\frac{f}{12}$ bis $\frac{f}{16}$ innerhalb eines Bildfeldes von ca. 35° bei gutem Licht vollständig, auch in den Schatten, durchgezeichnete Augenblicksbilder geben.

Statt aller Versicherungen der garantirten Leistungsfähigkeit lasse man nur eine Probe-Aufnahme entscheiden, da selbst aus einer Bezugsquelle nicht immer alle Objektive von gleicher Güte sind. Als Probeobjekt dient am besten eine schräg vorliegende gerade Strassenfront mit lebhaftem Verkehr. Das Instrument muss so gerichtet werden, dass nicht die ganze Länge der Strasse ins Bild fällt und die Strassenfluchten in einem Punkt in der Mitte desselben zusammen laufen, sondern dass eine Seite der Strasse das ganze Bild füllt und der Verschwindungspunkt am Rande der Platte liegt. Das Bild sieht nun nach gewöhnlichen Begriffen gerade nicht schön aus, erfüllt aber die Bedingungen einer Probeaufnahme. Es finden sich auf einer Seite grosse Einzelheiten in Architekturen, Geschäftsschilder u. dergl., auf der anderen Seite grosse Ferne, dazwischen schnell und langsam bewegte Objekte. Die das ganze Bild schräg durchziehenden Gesimse und Fensterreihen verrathen unrichtige Zeichnung und krumme Linien auf den ersten Blick. Hat man keine Gelegenheit, einen solchen Strassenausblick zu gewinnen,

so suche man die beschriebenen Bedingungen in zwei oder drei Aufnahmen herzustellen.

Es kann hier nicht ein bestimmtes Objektiv, oder vielmehr das Erzeugniss eines bestimmten Fabrikanten als einzig bestes bezeichnet werden. Es entstehen jetzt allerorten neue optische Anstalten, und es ist nicht abzusehen, wer am weitesten gelangen wird. Ob jemals ein solcher Vorsprung gewonnen werden wird, wie vor 25 Jahren durch Emil Busch in Rathenow mit seinem Pantoscop, ist schwer anzunehmen. Das Pantoscop hat die praktische Messbildkunst aber erst möglich gemacht und noch heute ist es nicht erreicht, wenn man Bildschärfe und Bildwinkel allein in Vergleich zieht. Mit Oeffnung grösser als $\frac{f}{60}$ ist es dagegen überhaupt nicht brauchbar und in den kleineren Nummern kommt es gegen neuere Systeme garnicht in Betracht.

Abgesehen von der photographischen Leistung ist aber noch ein erheblicher Unterschied in den Abmessungen, nämlich dem Durchmesser und dem Abstände der beiden in einem Objektiv vereinigten Linsen und demgemäss der ganzen Fassung. Zur Herstellung eines handlichen Reiseinstrumentes ist ein schwerfällig gebautes Objektiv nicht verwendbar. Hier zeigen die Erzeugnisse der Fabrikanten oft sehr grosse Unterschiede und man wird, gleiche Lichtkraft, Bildschärfe, Winkelspannung und Brennweite vorausgesetzt, demjenigen System den Vorzug geben, welches die kleinsten Abmessungen zeigt. Namentlich bei der Objektiv-Verschiebung ist der kleinere Durchmesser von Vortheil, ganz abgesehen davon, dass die kleineren Objektive auch niedriger im Preis stehen.

Nach der Wahl der Objektive ist die Ausstattung der Camera in keinem Punkte mehr schwierig. Einen Auszug wird man überhaupt nicht anbringen können, da mit der Wandelbarkeit der Camerawände die gegenseitige Lage der Plattenebene zur optischen Axe nicht mehr unveränderlich zu halten ist und die ursprüngliche Justirung in unberechenbarer Weise von Gelenken und Schrauben abhängig gemacht wird. Zudem ist das Mittel schlimmer als das Uebel, da eine feste Camera nur mehr Raum einnimmt, nicht aber schwerer ist als eine Balg-Camera, so lange es sich um so kleine Abmessungen handelt, wie die

genannten. Anders stellt sich die Sache bei grösseren Instrumenten, die aber hier nicht mehr behandelt werden.

Als unumgänglich nothwendige Bedingung muss bezeichnet werden, dass die Auflager der Platte, welche Horizont und Hauptvertikale im Bilde selbstthätig abdrucken, einerseits in fester, unveränderlicher Verbindung mit der Camera stehen, andererseits unmittelbar der Platte anliegen. Damit ist die Verwendung einer Cassette mindestens erschwert und wenn man Einfachheit in erste Linie setzt, so gut wie ausgeschlossen. Die kleinen Instrumente sind daher auch stets ohne Cassette auszuführen.

Die Auflagermarken können in irgend beliebiger Weise angebracht werden, in der Mitte der Seiten als Vorsprünge oder in den Ecken, wo sie weniger hinderlich sind. Nur müssen sie leicht Horizont und Hauptvertikale sichtbar machen. Die Libelle zum Horizontalstellen muss ebenfalls mit Rücksicht auf Einfachheit in fester Verbindung mit dem Instrument bleiben und gestattet daher nicht eine selbstständige Justirung d. h. eine Parallelstellung der Libellenaxe mit der Instrumentenaxe, die durch den optischen Mittelpunkt und durch den Kreuzungspunkt der von den Auflagermarken festgelegten horizontalen und vertikalen Linien auf der Platte bestimmt wird. Es verhält sich hier das Instrument ebenso, wie die einfachen Nivellirinstrumente mit fest angebrachter Libelle, die auch nur durch ein sehr umständliches Verfahren für sich allein justirt werden können und meist vom Mechaniker direkt nach vorher eingestellten Proben justirt werden. Will man daher ein kleines Messbildinstrument auf seine Justirung prüfen, so bleibt nichts übrig, als ein justirtes Nivellirinstrument in genau gleiche Höhe daneben zu stellen, gut sichtbare Probeobjekte, am besten weisse Papierstücke von regelmässiger Figur auf dunkler Wand nach dem Nivellir-Instrument genau in derselben Horizontalebene zu befestigen und das Messbild-Instrument danach einzustellen. Es ist demnach Sache des Mechanikers, die Libelle und die Marken für den Horizont in so feste Verbindung mit dem Instrument zu bringen, dass eine gegenseitige Bewegung ausgeschlossen ist. Es ist dies ein zweiter Grund, von allen Auszügen und künstlichen Verbindungen bei kleinen Messbild-Instrumenten abzusehen.

Das Zusammenfallen der optischen Axe des Objektivs mit der durch die Vertikalmarken auf die Bildebene gelegten Vertikal-

ebene ist ohne Zuziehung eines Winkelinstruments auch nicht zu prüfen, um so weniger, da kleine Abweichungen sehr wenig auffällig, glücklicherweise auch weniger schädlich sind. Stellt in der Figur 41 o den optischen Mittelpunkt vor, $a b$ die Projektion der Bildebene auf den Horizont, so wird ein beliebiger Winkel $a o b$ durch Verlegung von o nach o_1 sehr wenig verändert, wenn $o o_1$ nur ein kleiner Bruchtheil von $o m$ ist und ausserdem $o o_1$ parallel $a b$. Da es aber nur auf den von $a o_1 b$ angegebenen Winkel, nicht auf die genaue Lage von o_1 in $o m$ ankommt, so

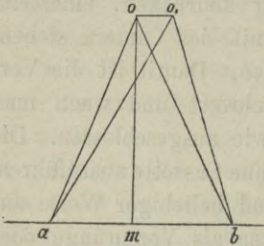


Fig. 41.

ist hier ein kleiner Fehler, selbst wenn er durch genauere Bestimmung messbar ist, nicht von grossem Einfluss. Ein Mittel, die genaue Lage auf verhältnissmässig einfache Weise zu finden, ist S. 42 bei der Brennweitenbestimmung angegeben. Alle andern Mittel sind sehr viel umständlicher. Es sei nur an die von Prof. Dörgens auch angewendete Methode der Brennweitenbestimmung S. 38 oder an die sehr sachgemässen Ausführungen von Prof. Jordan (Zeitschrift für Vermessungswesen 1876.) erinnert.

Man sieht aus dieser offenbar sehr mühsamen Prüfung der richtigen Einstellung eines Messbild-Instruments, die bei der Brennweitenbestimmung schon anfängt, dass das Justiren keine leichte Sache und ohne Hinzunahme eines guten Winkelinstruments, das auch Nivellir-Einrichtung besitzen muss, überhaupt nicht ausführbar ist. Es bleibt nichts übrig, als bei den kleinen Instrumenten sich auf die Sorgfalt des Mechanikers zu verlassen. Die grösseren Instrumente erhalten die nöthigen Hilfseinrichtungen von vorneherein und sind schon mit Rücksicht darauf gebaut.

Das fertige, mit einem Messbildinstrument hergestellte Bild unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Bilde zunächst nur durch die Marken, welche den Horizont und die Hauptvertikale angeben. Die zugehörige Brennweite muss bis auf 0,1 mm genau deutlich lesbar auf dem Instrument angegeben sein. Eine etwa benutzte Vertikalverschiebung ist für jede einzelne Aufnahme auf der Theilung neben der Objektivfassung sehr genau abzulesen und zu notiren. Man gehe bei Benutzung der Verschiebung ja nicht ins Kleinliche, sondern verschiebe nur in ganzen

Millimetern, besser noch in je zwei Millimetern. Sollte nämlich durch Versehen die Vertikalverschiebung irrtümlich notirt sein, so ist die Auffindung des Fehlers leichter, wenn er sich in bestimmten grösseren Abschnitten hält. Wie später dargelegt werden wird, ist die Ausmerzung von Ablesefehlern im Messbildverfahren fast immer möglich, auch wenn die Aufnahme auf nur wenige Winkelbeobachtungen und Linienmessungen aufgebaut ist, die nach den gewöhnlichen trigonometrischen Grundlagen eine nachträgliche gegenseitige Berichtigung ausschliessen würden.

16. Die Benutzung des Messbildes.

Man beginnt nun das Messbild-Auftragen mit dem Zurichten des Bildes. Zunächst werden die beiden Linien, der Horizont und die Hauptvertikale, durch einen scharfgespitzten Bleistift nach den Marken mit der grössten Sorgfalt unmittelbar durch das Bild gezogen. Es kann nun vorkommen, dass eine der Marken zufällig in einer sehr dunklen Stelle nicht mehr auffindbar ist. Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass jedes Instrument durch die Unwandelbarkeit seiner Platten-Auflager auf jeder Platte stets die gleichen Abdrücke hinterlässt, thut man gut, sich die gegenseitige Lage der Auflager durch Nachmessung ein für alle Mal zu merken. Die punktirt zwischen der Mitte m angegebenen vier Stücke nach a , b , c und d sind mit aller Genauigkeit zu messen und in dem Notizbuch auf die erste Seite einzutragen. Es können jetzt sogar zwei Marken fehlen und dennoch wird die Lage von Horizont und Hauptvertikale bestimmt sein. Hat eine Vertikalverschiebung des Objektivs stattgefunden, so wird diese in ihrer wirklichen Grösse von a c nach unten oder nach oben abgesetzt und

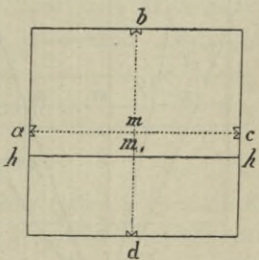


Fig. 42.

der wirkliche Horizont genau parallel der von den Marken a und c angegebenen Linie gezogen. Jetzt fehlt zu den in Fig. 39 S. 136 als erforderlich dargelegten Stücken nur noch die Brennweite, die nicht ohne Weiteres eingesetzt werden kann, wenn man von Papierkopien arbeitet; diese haben eine Veränderung erfahren, ver-

ursacht durch die vielfachen Bäder, die zwischen dem Abdruck und dem Trocknen liegen. In der Regel ist es eine Einschrumpfung, die auf dem vom Verfasser benutzten Papier (Stolze D) zwar gering und ziemlich gleichmässig, aber immerhin merklich ist. Sie beträgt auf 400 mm Seitenlänge durchschnittlich 0,75 mm und in demselben Verhältniss ist die vom Instrument angegebene Brennweite zu ändern. Ist der Abstand von zwei gegenüberliegenden Marken im Instrument, auf der Negativplatte gemessen l , auf der Kopie gemessen $= l_1$, so wird die neue Brennweite $f_1 = \frac{fl_1}{l}$, wenn f die vom Instrument angegebene Brennweite ist. Findet man, was immerhin möglich aber wenig wahrscheinlich ist, dass das Verhältniss $\frac{l_1}{l}$, horizontal und vertikal gemessen, erheblich von einander abweicht, so müssten in der Auftragung auch zweierlei f_1 eingetragen werden, eins für die Horizontal-, eins für die Vertikalbestimmung. Da aber das Messbildverfahren seine Resultate nur auf graphischem Wege, d. h. durch mechanisch gezogene Striche gewinnt, deren Breite mit der Genauigkeit der Einstellung feiner Winkelinstrumente Niemand in Vergleich ziehen wird, so wird eine so minutiöse Behandlung als überflüssig gelten können.

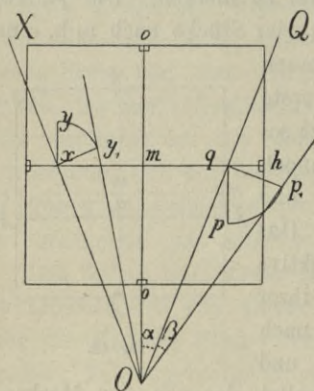


Fig. 43.

Zunächst soll gezeigt werden, wie einem photographischen Bilde, welches in angegebener Weise die Marken für den Horizont und die Hauptvertikale enthält und dem die Brennweite in genauester Zahlenangabe beigelegt ist, Horizontal- und Vertikalwinkel genau so zu entnehmen sind, wie einem Winkelinstrument, das am Orte der Aufnahme aufgestellt und von einem sicheren Beobachter bedient ist.

Man denke sich in Fig. 43 das aus einer richtig gestellten Camera hervorgegangene und mit den vier Auflagermarken versehene Bild aus Fig. 39 in die Papierfläche übertragen und das

horizontale Dreieck $O m q$ um den Horizont nach unten ebenfalls in die Papierebene herabgeschlagen, so erhält man in $m O q$ sofort den Horizontalwinkel, den die Horizontal-Projektion irgend eines Punktes p mit der optischen Axe macht. Es sei nochmals erinnert, dass ein Winkelinstrument Fig. 40 auch die Axe des eingestellten Fernrohrs auf den Horizontalkreis projiziert. Während aber hier die Abweichung vom Nullpunkt der Theilung im Bogenmaass angegeben wird, findet man dort den Winkel

$$\alpha \text{ in } \frac{m q}{m O} = \text{tg } \alpha. \text{ Dieser Winkel wird aber nun nicht etwa}$$

als Winkelfunktion benutzt, sondern ohne jede Zwischenarbeit durch richtiges Auflegen der Figur 43 in dem zunächst aufzutragenden **Lageplan** oder **Grundriss**. Ebenso wie die Lage von p gegen $O m$ in der Horizontalprojektion gefunden ist, findet man in dem Liniensystem $O m q$ die Horizontalprojektion jedes anderen Punktes y , indem man seinen Abstand von der Hauptvertikalen auf dem Bilde abgreift, von m nach x absetzt und $O x$ zieht. Es ist dabei ganz gleichgiltig, in welcher Höhe über oder unter dem Horizont der Punkt y von der Hauptvertikalen liegt. Dadurch, dass man diesen Abstand in dem Horizont von m aus nach rechts oder links absetzt, vollzieht man die Projektion des schief stehenden Strahls $y O$ auf den Horizont. Das Abgreifen des Abstandes geschieht nun nicht mit dem Zirkel oder einem mit allerlei Einstellvorrichtungen versehenen Maassstab, auch nicht mit Hilfsmitteln zur Wahrung des genau horizontal zu messenden Abstandes,

sondern auf einem lediglich nach dem Augenmaass gehaltenen, an der Längs-

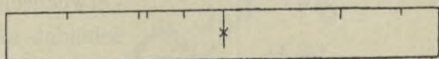


Fig. 44.

kante genau gerade geschnittenen Papierstreifen (Fig. 44.) An dieser Kante bringt man mit einem gut gespitzten Bleistift zwei Marken an, eine für den Vertikalfaden, eine für den gesuchten Punkt. Wenn man nun Fig. 44 auf dem Papierstreifen in der Mitte eine feine Linie senkrecht zu der gerade geschnittenen Kante zieht und diesen Strich durch eine besondere Marke \times auszeichnet, so kann man auf dieser Kante die Abstände einer ganzen Reihe von Punkten anbringen, indem man den Papierstreifen stets in horizontaler Lage so auf- und abführt, dass der

Mittelstrich auf der Hauptvertikalen, dem Vertikalfaden, einspielt und ausserdem den anzuschneidenden Punkt berührt. Man hat dann nur die Marke für diesen Punkt anzubringen und sie so zu bezeichnen, dass man sie nicht mit anderen verwechselt. Das Abnehmen der Marken für die Horizontalabstände ist die grundlegende Arbeit im ganzen Messbilderverfahren und soll daher an einem Beispiel erläutert werden.

Ist Fig. 45 das mit Horizont und Hauptvertikale versehene Bild einer Kirche, so legt man den Papierstreifen mit der

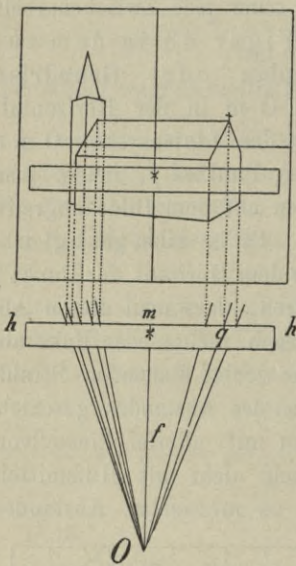


Fig. 45.

Mittelmarke \bar{x} auf die Hauptvertikale und dem Augenmaass nach parallel dem Horizont in eine Höhe, dass die Vorderkante die am weitesten nach unten reichenden senkrechten Kanten des Bauwerkes schneidet. Hier sind deren vier und man erhält dafür vier Marken am Papierande. Dann rückt man den Streifen höher, immer dem Augenmaass nach parallel dem Horizont, und bezeichnet etwaige Leibungen und Profile ebenso, dann rückt man den Streifen wieder höher und fasst die Thurmkanthen, die Giebelspitze, endlich die Thurmspitze. Um Verwechslungen vorzubeugen, unterscheidet man die einzelnen Marken durch besondere Kennzeichen.

Trägt man nun ein Liniensystem Fig. 45 auf, das zunächst nichts enthält als den Horizont hh und eine Senkrechte Om dazu, die gleich der Brennweite gemacht wird, und legt man den Papierstreifen nun so an hh , dass die \bar{x} Marke auf m fällt, so geben die von O über die einzelnen Marken gezogenen Linien die Horizontalprojektion aller bezüglichen Visirlinien und zwar in der richtigen Lage gegen die optische Axe des Instrumentes, die den Nullpunkt der Theilung eines Winkelinstrumentes vertritt. Während man aber die Resultate des Winkelablesens erst durch einen Transporteur oder eine Sehnentafel zum Auftragen

graphisch zeichnen muss, hat man die Horizontalwinkel hier ohne jede Zwischenarbeit fertig aufgetragen zur Verwendung und zwar alle auf einmal, wie Fig. 45 zeigt. Sobald man nun die richtige Lage einer einzigen Schnittlinie z. B. oq kennt, hat man alle auf dem Papierstreifen angegebenen Schnittlinien zugleich in richtiger Lage.

Es kommt also nur darauf an, eine einzige Schnittlinie in Beziehung zur Standlinie nach Fig. 38 zu setzen, um alle anderen Schnittlinien richtig legen zu können. Die hierzu erforderliche Arbeit nennt man das Einrichten des Bildes. Die in Fig. 45 von O nach den Marken gezogenen Linien stellen mit Horizont und Brennweite ein System von Linien dar, das dem an Ort und Stelle gedachten System von Richtungslinien, die vom Standpunkte nach den Gegenständen: Gebäudekanten, Thurmspitzen etc. auf dem Messtisch gezogen oder mit dem

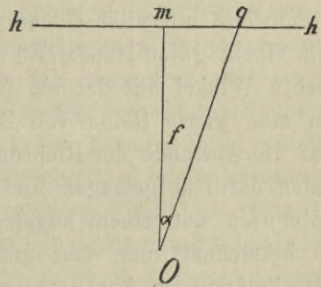


Fig. 46.

Winkelinstrument eingestellt und in Winkelmaass abgelesen sind, genau entspricht. Wenn man die Fig. 46 daher so auf das für das Auftragen bestimmte Papier legt, dass die eine gegebene Richtung durch Drehen des Systems um (o) A herum von der be-

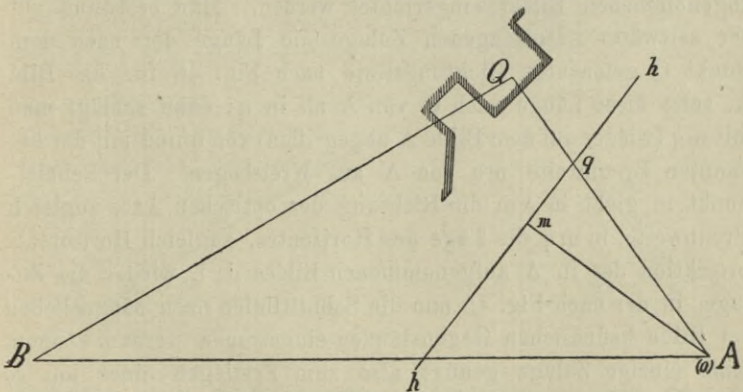


Fig. 47.

treffenden Richtungslinie eingehalten wird, so liegen die anderen Richtungslinien alle auch richtig. Erforderlich zum Einrichten

nach Fig. 47 ist daher eigentlich nur die Richtung des bekannten Strahles Oq in dem mit Vertikale (Brennweite) und Horizont gebildeten rechtwinkligen Dreieck Omq . In diesem Dreieck bildet die gegebene Richtungslinie die Hypotenuse, deren Länge durch die Kathete mq , den Abstand des Bildes des zur Richtung dienenden Gegenstandes von der Hauptvertikalen, und die Brennweite om gegeben wird. Die Länge der Hypotenuse bestimmt man am besten nicht durch Rechnung, sondern durch Auftragen, indem man am Rande des Zeichenpapiers einen rechten Winkel in scharfen Linien aufzeichnet und auf dem einen Schenkel die Brennweite mit aller Genauigkeit abträgt, auf den anderen den mit einem guten Handzirkel abgegriffenen Abstand. Da nun der rechte Winkel mit der ein für alle Mal abgesetzten Brennweite für eine ganze Reihe von Bildern dienen kann, indem immer nur die Abstände der Richtungsgegenstände von der Hauptvertikalen darin aufgetragen und die Längen der zugehörigen Hypotenusen auf einem angelegtem Maassstab abgelesen werden, so bezeichnet man den unten aufgetragenen rechten Winkel zweckmässig als Zulage und benutzt sie zum Einrichten der Bilder in folgender Weise: Gesetzt, es sei in Fig. 47 eine Standlinie AB gemessen und an den Enden A und B je ein Bild des Gegenstandes mit einem scharf sich abhebenden Richtungspunkt Q aufgenommen. Das Dreieck ABQ ist bekannt und in irgend einem Maassstab aufgetragen. Es sollen die in A und B angenommenen Bilder eingerichtet werden. Man bestimmt auf der seitwärts aufgetragenen Zulage die Länge der nach dem Punkt Q gemachten Richtungslinie nach Fig. 46 für das Bild A , setzt diese Länge nach Q von A ab in q ; dann schlägt man mit mq (wieder auf dem Bilde A abgegriffen) von q und mit der bekannten Brennweite mo von A aus Kreisbogen. Der Schnittpunkt m giebt in Am die Richtung der optischen Axe, zugleich Brennweite, in mq die Lage des Horizontes, zugleich Horizontalprojektion des in A aufgenommenen Bildes d. i. wieder die Zulage, in der nach Fig. 45 nun die Schnittlinien nach sämtlichen im Bilde befindlichen Gegenständen eingetragen werden können. Eine einzige Zulage genügt also zum Festlegen einer um so grösseren Zahl von Schnittlinien, je vortheilhafter der Standpunkt des Bildes gewählt war, und je grösser der Bildwinkel ist, den das Objektiv umfasst. Die Richtung von hh wird unsicher,

wenn der Abstand mq etwas klein ausfällt, was mit Rücksicht auf Genauigkeit zur Vermeidung der Randstrahlen doch gerade wünschenswerth ist. Man erinnere sich aber, dass es nur auf genaue Lage des Punktes m kommt, und dass hh zu mA senkrecht stehen muss. Da nun die angegebene Art der Einrichtung den Punkt m im rechtwinklichen Durchschnitt zweier Kreisbogen immer so genau giebt, als das Zeichen mit Bleistiftstrichen überhaupt zulässt, so zieht man besser erst mA und dann hh senkrecht zu mA .

Die Schnittlinien nach den Gegenständen liegen in Beziehung auf die Standlinie AB genau so, als wären sie an Ort und Stelle auf einem Messtisch gezogen, d. h. jede Schnittlinie würde hinreichend verlängert den angeschnittenen Gegenstand im Lageplan oder Grundriss treffen. Stellt man nun die Visirlinie von dem anderen bekannten Punkte B in gleicher Weise her, so muss im Durchschnittspunkt je zweier zusammengehöriger Visirlinien der angeschnittene Punkt im Grundriss liegen und der Maassstab der Zeichnung hängt lediglich ab von dem Maassstab, in dem man die Standlinie aufgetragen hat.

Den Zusammenhang der einzelnen vorzunehmenden Arbeiten stellt die Figur 48 noch einmal übersichtlich dar. Ist G der Grundriss eines Gebäudes, AB die zweckmässig, im übrigen rein

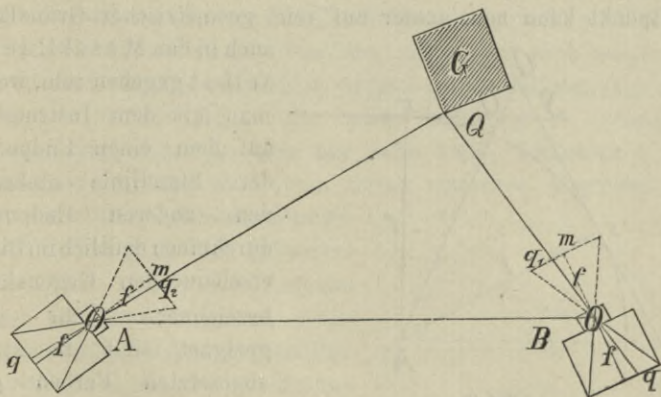


Fig 48.

zufällig gelegte und gemessene Standlinie, so kann man sich die Stellung der Camera bei der Aufnahme in A und B wie gezeichnet im Lageplan zurückdenken. Man sieht auch, dass

die Abbildung in der Camera verkehrt (als Spiegelbild) zustande kommen muss, d. h. als Negativ. Durch das Kopiren auf Papier entsteht ein Spiegelbild vom Spiegelbild, d. h. also ein richtiges Bild, dessen Brennweite und Horizont nach vorne zu dem Gebäude hin gelegt werden müssen, sollen die Schnittlinien in die richtige gegenseitige Lage kommen. In Fig. 48 sind Brennweite und Horizont nach vorne punktirt eingezeichnet. Das Auftragen eines Grundrisses oder Lageplanes, dass zunächst immer von zwei Bildern ausgehen kann, ergibt sich nun leicht wie folgt: Man trägt die Standlinie AB im gegebenen Maassstab der Zeichnung auf und trägt das Dreieck ABQ nach den stattgehabten Messungen auf. Dann richtet man beide Bilder in beschriebener Weise ein, trägt aber die Brennweite in ihrer natürlichen Grösse auf, da sie mit den Bild-Abständen nur Winkel giebt, nur Richtungen von Schnittlinien von A und B aus, die in ihren Schnittpunkten den Grundriss des Gebäudes oder den Lageplan im Maassstab der Standlinie abgeben. Je grösser aber die zu einer Winkelbestimmung gegebenen Dreiecksseite sind, je genauer wird die Winkelbestimmung.

Wie man sieht, baut sich das Auftragen nach dem Messbildverfahren ebenso auf der Kenntniss einer Standlinie zwischen zwei Instrumentaufstellungen und eines ausserhalb liegenden Richtpunktes auf, wie bei anderen Aufnahme-Methoden. Dieser Richtpunkt kann nun, ausser auf rein geometrischer Grundlage

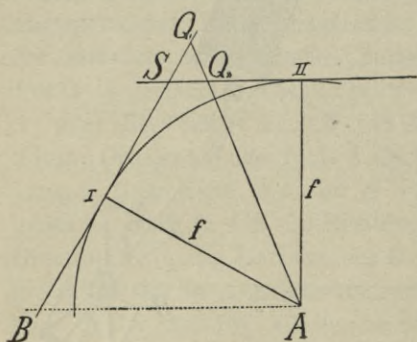


Fig. 49.

auch in den Messbildern selbst gegeben sein, wenn man mit dem Instrument auf dem einen Endpunkt der Standlinie stehend, den anderen Endpunkt durch einen deutlich im Bilde erscheinenden Gegenstand bezeichnet. Sehr gut geeignet sind in stark abgesetzten Farben gestrichene Picketstäbe. Mit

Nothbehelfen, als improvisirten Fähnchen, Papierzeichen sei man vorsichtig, da jede Abweichung von der Senkrechten bei einem Signal, dessen Fusspunkt im Boden nicht im Bild des Signals

selbst gesehen wird, eine Fehlerquelle bildet. Man überzeuge sich aber stets, eventuell durch Zubhilfenahme des Suchers, dass ausser dem Signal auf dem andern Ende der Standlinie der als Richtpunkt dienende Gegenstand auch auf demselben Bilde sich wiedergegeben findet. Lässt sich dies nicht mit einer Aufnahme erreichen, so kann man im Nothfall noch ein zweites Bild anschliessen, Sorge dann aber dafür, dass dieses zweite Bild sich mit dem ersten, das das am andern Ende der Standlinie befindliche Signal enthält, etwas überschneidet. Man findet dann nach Fig. 49 die Einrichtung des Bildes I zur Standlinie in vorbeschriebener Weise. Zur Einrichtung des Bildes II sucht man sich auf beiden Bildern die Schnittlinie der sich überschneidenden Flächen, in denen also die dargestellten Gegenstände sich wiederholen. So findet sich ein Gegenstand Q sowohl auf I, als auf II. Da er aber auf I über dem Ueberschneidungspunkt S hinausliegt, bei II innerhalb, so liegt er auf I weiter von der Mitte ab, als bei II und hierauf gründet sich die Methode, den Ueberschneidungspunkt S, der sich sonst in keiner Weise markirt, durch Probiren zu ermitteln. Man sucht nämlich einen in scharfen Umrissen gehaltenen und darum leicht auf beiden Bildern kenntlichen Gegenstand, der von den Mitten beider Bilder gleich weit entfernt liegt. Findet sich ein solcher gerade nicht in richtiger Stelle, so suche man einen in der Nähe liegenden und setze den Ueberschneidungspunkt schätzungsweise daneben, wobei man beachten muss, dass nach aussen die Gegenstände kleiner abgebildet werden im Verhältniss, als AQ_1 grösser wird wie AQ_2 .

Der nach Schätzung zu nehmende Abstand darf daher an sich nur sehr klein, höchstens 1 mm genommen werden, wenn man durch einfaches Abgreifen mit dem Zirkel den Ueberschneidungspunkt finden will. Bei grösserem Unterschiede wird die Aufgabe besser geometrisch gelöst, wenn man nach Fig. 50 das rechtwinklige Dreieck aus Q_2 II und der Brenn-

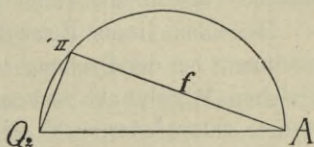


Fig. 50.

weite f als Zulage aufträgt und die Hypotenuse AQ_2 bestimmt. Diese trägt man von A nach Q_2 wie in Fig. 49 gezeichnet ab und erhält im Durchschnittspunkt eines mit Q_2 II als Radius geschlagenen Bogens und dem mit der Brennweite geschlagenen

Bogen in II den gesuchten Mittelpunkt des zweiten Bildes und in Verlängerung von II Q_2 bis zum Durchschnitt mit I Q_1 den gesuchten Ueberschneidungspunkt S. Sind deutlich markirte Gegenstände an den überschneidenden Bilderrändern überhaupt nicht vorhanden, oder hat man, wie bei gewöhnlichen Photographien keine Marken für die Hauptvertikale, so ist die Aufgabe auf diese Weise nicht zu lösen. Man kann in diesem Falle noch eine Eigenschaft der anschliessenden Bilder benutzen, die aber weniger genaue Resultate giebt. An der Anschlussstelle sind, wie vorbemerkt, die Bilder derselben Gegenstände, da sie in gleichem Abstände von A liegen, auch gleich hoch, während sie auf jedem Bilde um so grösser werden, als sie nach dem Rande, um so kleiner, je mehr sie nach der Mitte zu liegen.

Man bestimmt dann empirisch die vertikale Linie, in welcher die vertikal gemessene Grösse eines markirten Gegenstandes auf beiden Bildern gleich gross wird und erhält darin die Ueberschneidungslinie der zwei Bilder. Dieses Verfahren fand früher häufiger Anwendung zum Aneinanderreihen anschliessender Aufnahmen mit der gewöhnlichen Camera zu Panoramen. Seit Erfindung der Panoramen-Apparate, die eigentlich für ihre Leistungsfähigkeit viel zu wenig in Gebrauch sind, begegnet man diesen zusammengesetzten Bildern seltener. Das Verfahren selbst hat aber einen wichtigen Vorzug vor dem anderen, indem es weder der Brennweite noch der Hauptvertikalen im Bilde bedarf, deren Kenntniss eben die Eigenschaft der Messbild-Camera ausmacht. Es liegt sogar die Möglichkeit vor, aus einer Reihe den vollen Umkreis umfassenden Aufnahmen mit einer gewöhnlichen Camera die Brennweite zu bestimmen; einen praktischen Nutzen hat aber diese umständliche Arbeit nicht, da das Messbildverfahren einfachere Wege an die Hand giebt.

Bei allen diesen Betrachtungen ist vorausgesetzt, dass das Instrument bei der Drehung zu den beiden Aufnahmen mit seinem optischen Mittelpunkt stehen geblieben ist. Genau genommen ist dies selten oder wohl niemals der Fall. In der Regel beschreibt der optische Mittelpunkt um die möglichst im Schwerpunkt unterstützte Camera einen Bogen, dessen Radius etwa der halben Brennweite gleich ist, seine Excentricität. Es kommt nun auf den Maassstab an, in welchem eine Zeichnung aufgetragen werden soll, ob die Drehung des optischen Mittelpunktes um

den Standpunkt vernachlässigt werden darf. Bei den hier in Rede stehenden kleinen Instrumenten beträgt der Abstand um den Drehpunkt der Camera vom optischen Mittelpunkt höchstens 80 mm, die Drehung selbst höchstens 45 Grad, und die Verlegung des optischen Mittelpunktes durch die Drehung in Wirklichkeit etwa 66 mm. Im Maassstab $\frac{1}{100}$ der bei Architekturzeichnen am geeignetsten ist, stellt sich die Verlegung in einer Grösse von 0,7 mm dar, die bei genaueren Arbeiten schon sehr wohl aufgetragen werden kann. Bei Terrain-Aufnahmen, die höchstens den Maassstab $\frac{1}{500}$ erreichen werden, kann man die Verlegung des optischen Mittelpunktes bei so kleinen Instrumenten wohl vernachlässigen. Schwierigkeiten durch die Excentricität des optischen Mittelpunktes von dem eigentlichen Aufstellungspunkt resp. Drehpunkt erwachsen praktisch in keiner Weise und die früher wohl betonte Nothwendigkeit des Zusammenfallens beider Punkte kann sehr zum Vortheil der Standfestigkeit des Instrumentes fallen gelassen werden. Die grossen Instrumente zu Architektur-Aufnahmen mit über 50 cm Brennweite haben eine Excentricität von 20 cm. Hier werden die optischen Mittelpunkte in einem kleinen Kreise von 2 mm Radius beim Auftragen in 1 : 100 in ihrer richtigen Lage eingezeichnet und von dem Anschliessen von zwei übergreifenden benachbarten Bildern recht häufig Gebrauch gemacht, da der Abstand der Bilder im Winkelmaass nicht am Instrument selbst abgelesen werden kann.

Die kleinen Reiseinstrumente können mit Boussole versehen werden und geben dann die Abweichung von aneinandergereihten Aufnahmen durch direkte Ablesung, die beim Auftragen zu verwerthen, wohl kaum einer Anleitung bedarf. Die Excentricität des Instruments ist aber in einer Beziehung beim Einrichten mehrerer an einander anschliessender Bilder zu beachten. Es dürfen nämlich nicht nahe liegende Gegenstände zur Ermittlung des Ueberschneidungspunktes benutzt werden, da diese eine gleiche Verschiebung auf beiden Bildern erfahren wie der optische Mittelpunkt selbst. Man muss Gegenstände in solcher Entfernung suchen, dass in deren Bildern die Grösse der Verschiebung selbst verschwindend ist und das ist weiter, als man beim ersten Ansehen zu vermuthen geneigt ist. Es betrage wie oben die Verschiebung rund 7 cm, so erwäge man, dass die kleinste

unterscheidbare Grösse nach S. 30 noch 0,1 mm beträgt, die in 7 cm 700 mal enthalten ist. Der Gegenstand muss daher bei $f = 15 \text{ cm}$, $0,15 \cdot 700 = 105 \text{ m}$ entfernt sein, wenn durch rein mechanisches, nicht einmal sehr genaues Auftragen mit der Zirkel- oder Bleistiftspitze nicht ein merklicher Fehler entstehen soll.

Mit Benutzung der vorgenannten Hilfsmittel gelangt man zur Kenntniss der Horizontalwinkel, wie sie der Messtisch durch einfaches Anschneiden, das Winkelinstrument durch Ablesen des Horizontalkreises nach Einstellung des Fernrohrs giebt. Die Verwerthung zum Auftragen des Grundrisses von Gebäuden oder des Planes von Geländen findet ausschliesslich nach der Methode des Vorwärts-Abschneidens auf dem Messtisch statt.

Die Gewinnung der Vertikalwinkel und deren Verwerthung zum Höhenmessen kann erst stattfinden, nachdem die zugehörigen Horizontalwinkel aufgetragen und der betreffende Punkt im Grundriss oder im Lageplan festgelegt ist. Man bedarf nämlich zum Höhenmessen der Kenntniss des Abstandes des einzumessenden Punktes von dem Standpunkt des Bildes, welches den Höhenpunkt zeigt, wie ein Blick auf Fig. 39 darthut.

Legt man die vertikalen Scheiteldreiecke POQ und Opq aus Fig. 39 nach vorn auf einander (Fig. 48) so fallen die Dreiecke mit

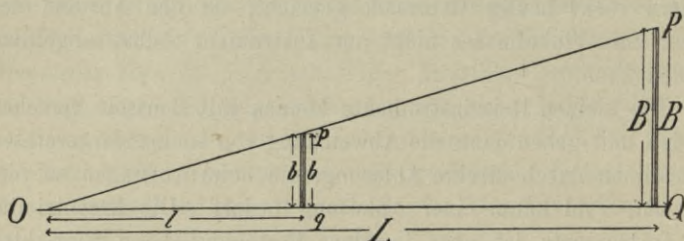


Fig. 51.

der in der Horizontalebene liegende Kathete Oq zusammen und erscheinen nach Fig. 51 vereinfacht. Bezeichnet man nun der Kürze halber den Abstand Oq mit l , den Abstand OQ mit L (Länge) pq mit b , PQ mit B (Bild), so folgt die Höhengleichung:

$B : b = L : l$, eine Beziehung, die man sich aus der einfachen Fig. 51 jeden Augenblick ins Gedächtniss rufen kann. Sie giebt stets die Grundlage ab, aus der eine gesuchte Grösse leicht zu finden ist, wenn man die andern drei kennt. Am häufigsten wird, wie

natürlich, gebraucht $B = \frac{L \cdot b}{l}$. Die Formel $L = \frac{B \cdot l}{b}$ ist aber auch zur Distanzmessung zu verwenden, worüber weiter unten Beispiele folgen.

Die einzelnen Arbeiten beim Messbild-Auftragen folgen sich daher in dieser Ordnung:

1. Zurichten der Bilder: Einzeichnen des Horizonts und der Vertikalen nach den Marken, Prüfen auf stattgefundene Veränderungen der Papierkopie.

2. Einrichten der Bilder mittelst der Zulage in das Netz der Standpunkte und etwaiger Richtpunkte, soweit solche gegeben sind.

3. Auftragen des Grundrisses und des Lageplanes.

4. Höhenbestimmung.

17. Einzelne Aufgaben.

Wie nun aus den Messbildern eine geometrische Zeichnung aufgetragen werden kann, soll an einzelnen Fällen hier erörtert werden. Eine Auswahl und Zusammenstellung der einzelnen Kunstgriffe wird jeder Benutzer des Verfahrens aus sich heraus für jeden vorliegenden Fall leicht zu Stande bringen.

1) Aus einem einzigen Bilde eines Bauwerkes den Grundriss der sichtbaren Fluchten auszutragen.

Diese Art der Benutzung von photographischen Ansichten zum Auftragen von Zeichnungen drängt sich förmlich von selbst auf und ist wohl schon oft versucht worden. Wegen Mangels der Kenntniss von Horizont, Hauptvertikale und Distanz waren die Ergebnisse nicht ganz zuverlässig. Ohne Weiteres sieht man aus Fig. 39, dass das Messbild genau der Theorie der ebenen Perspektive entspricht: Die Brennweite ist Distanz, und Horizont und Hauptvertikale sind durch die Marken gegeben. In gewöhnlichen Photographien findet man von diesen drei nothwendigen Stücken in der Regel nur den Horizont, vorausgesetzt, dass eine Anzahl von wirklichen horizontalen Linien im Bilde sind, die mindestens zwei Verschwindungspunkte geben. Dass aber diesen Angaben wenig Vertrauen zu schenken ist, wird weiter unten ausgeführt. Die Hauptvertikale wird mit wenig Sicherheit in der Mitte des Bildes angenommen, und die Brenn-

weite ergibt sich mit steigender Unsicherheit, wenn ein Winkel im Bilde bekannt ist. Ein rechter Winkel ist jedenfalls am bequemsten: Man schlägt über dem Abstand der Verschwindungspunkte der Schenkel einen Halbkreis und verlängert die angenommene Hauptvertikale bis zum Durchschnitt damit; der Abschnitt ist die Distanz. Hat man zwei rechte Winkel und vier Ver-

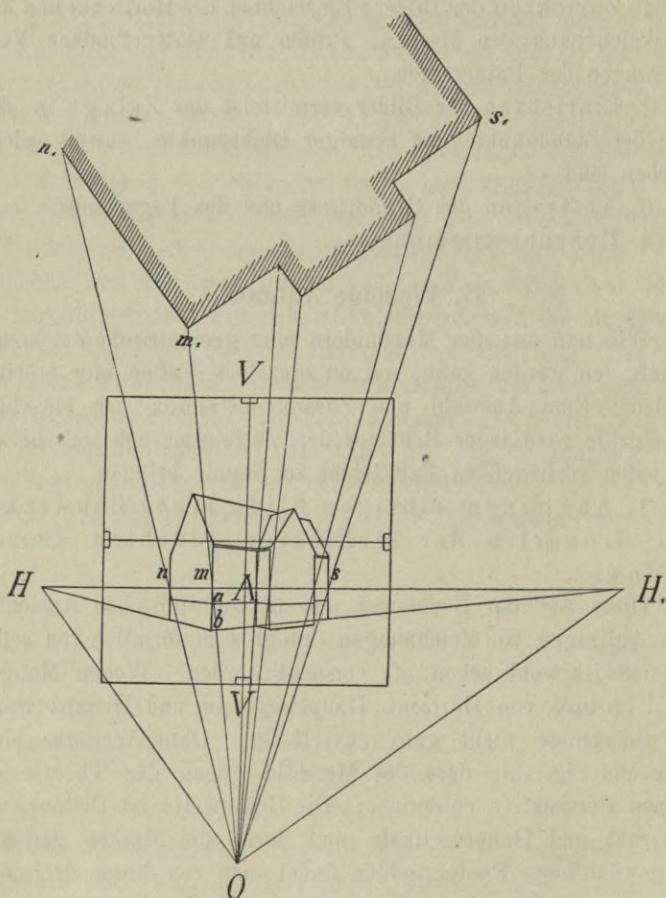


Fig. 52.

schwindungspunkte, so giebt der Durchschnittspunkt der über je zwei zusammengehörigen Verschwindungspunkten geschlagenen Halbkreise die Distanz und die Lage der Hauptvertikalen schon richtiger. Der Fall, dass zwar kein rechter, aber ein sonst be-

kannter schiefer Winkel mit gut markirten Verschwindungspunkten im Bilde ist, wird wohl kaum in der Praxis vorkommen, ist aber nach dem Gesagten auch leicht zu behandeln. Das Messbild kennt alle diese Unsicherheit nicht und seine Verwendung zum Auftragen von einfachen Grundrissen und Aufrissen, in denen gerade scheinende Fluchten auch wirklich gerade, die senkrechtscheinenden Linien auch wirklich senkrecht sind, ist eine der nützlichsten des ganzen Verfahrens.

Man befestigt das Bild auf ein Reissbrett, Fig. 52, so dass die Verschwindungspunkte $H H_1$ der horizontalen Linien in dem nach beiden Seiten verlängertem Horizont noch darauf Platz finden. Fällt der eine zu weit ab, so wendet man die Hilfsmittel an, die zu diesem Zwecke in den Handbüchern der Perspektiv-Lehre angegeben sind. Dann verlängert man die Haupt-Vertikale $V V$ nach unten und trägt darauf vom Augpunkt A die bekannte Brennweite des Instruments möglichst genau ab und erhält in dem Punkt O den Standpunkt einer perspektivischen Ansicht, in der $A O$ Distanz, $H H_1$ Horizontalprojektion der senkrechten Bildebene ist und zugleich Horizont im Bilde. Hat bei der Aufnahme eine Vertikal-Verschiebung des Objektivs stattgefunden, was bei Architektur-Aufnahmen fast die Regel bildet, so setzt man diese Verschiebung ihrer wirklichen Grösse nach vom Horizont ab und zieht zu der von den Horizontalmarken gegebenen Richtung parallel, um den wirklichen Horizont zu finden. Zieht man nun die Linien $O H$ und $O H_1$ so erhält man die Fluchten, in denen das Gebäude zur Bildebene bei der Aufnahme gestanden hat. Damit sind die Vorbereitungen beendet und man kann direkt zum Auftragen des wirklichen Grundrisses schreiten, soweit er in dem Bilde in seinen Stücken übersehen werden kann. Die Linien $O m$, $O n$, $O s$ sind Horizontalprojektionen der Visirlinien nach den entsprechenden Vertikalanten des Gebäudes $m_1 n_1 s_1$ im Grundriss. Kennt man aber den wirklichen Abstand eines dieser Punkte z. B. m vom Standpunkte O , so kann man von diesem Punkte ausgehend, alle Fluchten im Grundriss zeichnen, die mit den bekannten Fluchten parallel sind. Man trägt diesen Abstand in dem gewünschten Maassstabe reduziert von O nach m_1 ab, zieht von m_1 nach beiden Seiten parallel zu $O H$ und $O H_1$ bis man die Strahlen $O n$ und $O s$ in n_1 und s_1 schneidet. Wie man aus einer Gebäude-

flucht in die andere übergeht, zeigt der Grundriss des Vorbaues. Von vornherein sieht man, ob der vorspringende Winkel bei m ein rechter war. In diesem Falle muss nämlich $H O H_1$ schon ein rechter sein. Ein schiefer Winkel giebt sich sogleich als solcher zu erkennen, ändert aber in dem Auftragen nichts.

Diese Methode des Auftragens regelmässig ausgeführter Architekturen ist ausserordentlich anregend und leicht und schnell zum Ziele führend, namentlich wenn die Aufnahme selbst schon mit Rücksicht darauf erfolgt ist, also so über Eck, dass die Fluchten „stark stürzen“.

Verfasser begann bereits 1860 mit dieser Anwendung von gewöhnlichen Photographien zum Auftragen geometrischer Zeichnungen und brachte sie 1865 an einem Beispiel zur Anschauung auf der ersten Berliner photographischen Ausstellung. Mit Benutzung von inzwischen sehr vervollkommeneten Messbildern gemachte Vergleichszeichnungen nach diesem abgekürzten Perspektiv-Verfahren aus einem Bilde und dem mit allen möglichen Hilfsmitteln bewirkten Auftragen aus Dutzenden von Bildern ergaben eine solche Uebereinstimmung, dass das erstere Verfahren mit Rücksicht auf den unter Umständen wohl nebensächlichen Gewinn an Genauigkeit in vielen Fällen den Vorzug verdient.

Beim praktischen Zeichnen wird man erstaunt sein, zu finden, dass die Fluchtlinien, die man nach dem kurzen, auf einem guten Bilde gegebenen Stücken bis zum Verschwindungspunkt zu ziehen versucht, sich keineswegs in einem einzigen Punkte schneiden, sondern in der Nähe des im Horizont gelegenen Punktes ein förmliches Gewirre bilden, in dem nur der von dem Instrument angegebene Horizont einigermaßen zurecht führt. Einen bestimmten Punkt erhält man gewöhnlich überhaupt nicht und verfällt dadurch in eine gewisse Unsicherheit, die glücklicher Weise nicht von sehr üblen Folgen ist. Je stärker nämlich die Fluchtlinien „stürzen“, um so genauer treffen sie in einem Punkt des Horizontes zusammen, je flacher, je weniger, und zwar liegt in diesem Falle H oder H_1 um so weiter entfernt. Der Fehler ist daher fast immer gleich gross, der in Bestimmung der Fluchten V und V_1 gemacht wird.

Wenn viele und lange gerade Fluchten im Bilde vorhanden sind, ist letzteres ein wichtiges Hilfsmittel für Einrichtung des

Bildes, dessen Lage zu einem schon theilweise aufgetragenen Grundriss nicht bekannt ist, wie später dargelegt werden wird.

Wie die Hauptfluchten, wird man auch deren Theilungen in Fensteröffnungen und Pfeiler-Vorsprünge behandeln und nur die Vorsicht beachten, niemals aus der im Grundriss als Linie eingezeichneten Gebäudeflucht heraus zu gehen, ohne den Uebergang nach dem anderen Verschwindungspunkt zu berücksichtigen.

Die Theilung der Fluchten mit Benutzung der Theilpunkte auf einer besonderen Grundlinie hat Verfasser für überflüssig gefunden. Die Strahlen, nach Eckpunkten in dem Bilde gezogen, geben die Theilungen der Fluchten schneller und ohne Zwischenarbeit.

Für die Feststellung des Maassstabes bestimmt man bei der Aufnahme des Bildes durch Bandmaass oder Schrittzahl, besser mehr wie nur einen Abstand (Vergl. S. 134) und gewinnt dadurch eine Art Kontrollmessung, indem man, von zwei festgelegten Punkten ausgehend auf einen dazwischenliegenden Punkt des Grundrisses zusammen treffen muss.

Die Genauigkeit dieses Auftragens ist zwar nicht sehr gross, aber doch sehr viel grösser, als man nach dem bequemen Verfahren anzunehmen geneigt ist. Ausserdem ist der durch das Bild gegebene Wegweiser unbedingt zuverlässig und macht Irrthümer im Auftragen alsbald sehr deutlich sichtbar.

Kann man die horizontalen Entfernungen zwischen Standpunkt und den „Richtpunkten“ nicht direkt messen, sei es wegen vorliegender Gartenanlagen, Gräben etc., auch wegen starken Strassenverkehrs, so erweist sich ein anderes Hilfsmittel sehr bequem, dass Verfasser schon 1865 mit Erfolg anwendete. Man misst nämlich einzelne bequem erreichbare Vertikalabschnitte, die durch horizontale Gesimse, Fugen u. s. w. im Bilde stark markirt sind und bestimmt den Horizontalabstand nach Art der sog. Distanzmessung. Es sei, Fig. 52, womöglich an einer in zwei sichtbaren Fluchten liegenden Ecke, ein bequem erreichbarer Vertikalabschnitt z. B. $a b = 2,13$ gemessen und der Abstand $O m_1$ sei unbekannt. Nachdem man nun Horizont und Distanz aufgetragen hat, verlängert man $a b$ bis zum Durchschnitt m mit $H H_1$, misst $O m$ auf der Zulage und $a b$ im Bilde und setzt dann nach der Herleitung der gewöhnlichen Höhenrechnung die gesuchte Entfernung $O m_1$ als Unbekannte in die Höhengleichung

(Seite 156), welche jetzt die Form $O m_1 : O m = 2,13 : a b$ annimmt. Daraus $O m = \frac{O m \cdot 2,13}{a b}$. Diese Distanzmessung wird um so genauer, je grösser die gemessene Länge $a b$ ist. Die Längen $O m$ und $a b$ sind leicht mit grosser Genauigkeit in der Zulage abzugreifen.

Wenn man diese Messung von Vertikalabschnitten an mehreren Punkten eines Gebäudes, oder einer Gebäudegruppe wiederholt, so findet man die Abstände aller zugehörigen Gebäudekanten, deren Bilder auf den Aufnahmen sichtbar sind. Man gelangt dadurch zur Bestimmung von ganz unregelmässig gelegenen Eckpunkten, auch wenn sie nicht durch gerade und rechtwinklige Fluchten in Verbindung stehen.

Wie bei allen Höhenbestimmungen führt auch hier Rechnung mit dem Rechenschieber schneller und genauer zum Ziele, als Auftragen mit geraden Linien.

Das Verfahren ist vom Verfasser noch in anderer Weise zur Ausführung gebracht. Das Messen von genauen Abständen an Gebäudeecken ist nicht immer anwendbar, wenn keine horizontalen Gliederungen in bequemer Höhe, keine deutlich erkennbaren Fugen vorhanden sind; auch giebt das Aufschreiben von solchen Maassen leicht zu Irrthümern und Verwechslungen Veranlassung. Es werden dann die Fugen durch schmale Striche in weisser Farbe ersetzt, die in genauen vertikalen Abständen, etwa zu 2 m, an den zugänglichen Kanten angebracht sind. Besser noch sind runde Blechscheibchen von 5—10 cm Durchmesser, die in auffallenden Farben nach Art der Schützenscheiben, nur mit 2 oder 3 Ringen bemalt, je zwei senkrecht unter einander in genau bekannten Abständen befestigt werden. Solche Marken sind bei nur 10 cm Durchmesser auf Bildern in Instrumenten von 15 cm Brennweite noch auf 50—60 m deutlich erkennbar, und geben sehr zuverlässige Unterlagen zu ausgedehnten Entfernungsmessungen, wenn sie nur recht zahlreich und womöglich nach einem Maasse angebracht werden.

Die runden Scheiben haben einen Vorzug vor den dünnen Strichen, die nicht überall an Gebäuden anzubringen sind und schon sehr auffällig sein müssen, wenn sie im Bilde wiedergefunden werden sollen. Die runden Scheiben können auf Latten befestigt, an Bändern angehängt werden und werden nach ge-

machter Aufnahme leicht entfernt. Ihre Form macht sie im Bilde vor allen anderen Gegenständen so kenntlich, dass eine Verwechslung ausgeschlossen ist.

Die durch Fernmessung mit bekannten Höhenmaassen bestimmten Abstände werden um so genauer, je grösser die Höhenmaasse im Bilde erscheinen. Man wird diese daher bei nahen Objekten kleiner nehmen, bei entfernten grösser. Hat man aber eine ganze Gebäudegruppe aufzunehmen, die mit einer ganzen Reihe von Aufnahmen umgeben und durchsetzt werden müssen, so befestigt man zweckmässig besondere Latten durch feine Mauerhaken an ausgezeichneten Ecken in genau senkrechter Lage. Diese Latten tragen in genau gleichen Abständen, die dann mindestens zu 3 m angenommen werden, jene runden Scheiben oder quadratförmige Stücke weissen Papiers, die genau in der Mitte mit einem Nagel an der Latte befestigt sind. Die Mitten dieser Papiere liest man noch in grosser Entfernung sehr bestimmt ab und erhält dadurch eine Genauigkeit, die in diesem sehr vereinfachtem Aufnahme-Verfahren ohne jede Winkel- und Längenmessung ausserordentlich genannt werden muss.

In gewissem Sinne ist diese Art Fernmessung der direkten Stabmessung gleich zu achten. Setzt man die Genauigkeit der Ablesung wieder 0,1 mm, und ist der abgelesene Abstand im Bilde auch nur 1 cm, so ist der Fehler nur 0,01, soweit er von dieser Messung nur allein abhängt.

Fernmessung und Benutzung der perspektivischen Fluchtpunkte können daher das Vorwärts-Abschneiden von einer Standlinie aus unter Umständen ergänzen oder auch ersetzen. Namentlich in sehr unregelmässigen Bauanlagen wird man häufig in der Lage sein, von dem einen oder dem anderen Hilfsmittel Gebrauch zu machen.

2) Das Vorwärtsabschneiden ist das erfolgreichste Hilfsmittel im Messbild-Verfahren. Selbst wenn die nöthigen Unterlagen dazu nicht gegeben sind, thut man gut, darauf hinarbeiten und das Fehlende durch einen der vom Verfahren sonst an die Hand gegebenen Kunstgriffe zu schaffen. Es können beispielsweise Messung der Standlinie und die Orientirungen an deren Endpunkten nach einem Richtpunkte auf den nur in Rücksicht auf ausgiebige Standpunkte gewählten Bildern ausgefallen sein und doch kann man ein durchaus unregelmässiges Gebäude

durch Vorwärtsabschneiden festlegen. Wenn nur zwei Höhenmaasse des Gebäudes an zwei beliebigen Punkten des Grundrisses gegeben sind, die nicht einmal unter sich durch Messung zu verbinden waren, so lässt sich doch die fehlende Grundlage zum Vorwärtsabschneiden schaffen. Es seien in Fig. 53 E und F zwei durch Höhenmaasse mit Marken ausgezeichnete oder direkt eingemessene Gebäudeecken. In zwei Aufnahmen P und O mit ganz beliebig gewähltem Standpunkt seien die Marken sichtbar. Zunächst zieht man auf einer Zulage in bekannter Weise die Strahlen O e und O f und macht in dem ange-

nommenen Maastab O E und O F gleich den berechneten Abständen. Ebenso verfährt man mit dem Bilde P. Sind die Rechnungen richtig und sind alle Maasse genau abgegriffen, so muss E F in beiden Fällen genau gleich sein. Trägt man nun an die so

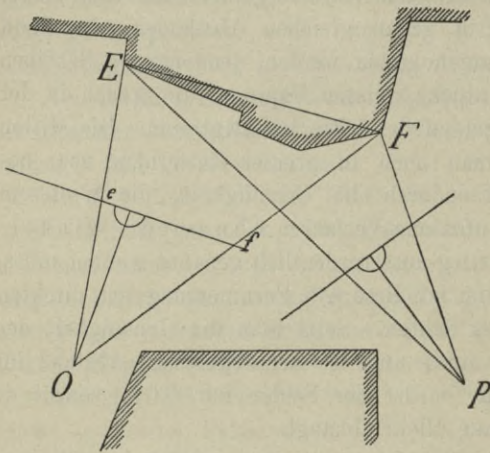


Fig. 53.

ermittelte Linie E F, die man in geeigneter Stellung auf das Papier zeichnet, die beiden Dreiecke E F O und E F P an, so kann aus den beiden so eingerichteten Bildern O und P die ganze Seite des Bauwerkes durch Vorwärts-Abschneiden aufgetragen werden, soweit sie auf beiden sichtbar ist. Denn jetzt vertritt die Linie E F die Stelle einer Standlinie, zu welcher die Bilder von O und P orientirt sind. Es kann dabei die Linie O P, die sonst zu messende Standlinie, ganz unzugänglich sein, wie die Fig. 53 dies andeutet. Zum weiteren Anschluss von F ab, ist ein drittes Bild erforderlich, auf dem drei Punkte des Bauwerkes sichtbar sind, oder zu dem ein dritter Punkt gegeben sein muss.

Soll ganz unauffällig und ohne jede Berührung oder Messung auch nur eines Theiles der Gebäude eine Aufnahme gemacht

werden, so kann man dennoch die Zeichnung nach dem Messbilde auftragen, wenn horizontale Gliederungen durchgehen, zwischen denen die vertikalen Maasse auf längere Fluchten also unverändert bleiben. Diese Maasse, die direkt nicht gemessen werden können, werden gefunden, wenn man im Stande ist, die ganze Länge eines durch rechtwinklige Ecken begrenzten Gebäudetheiles im Vorübergehen abzuschreiten, (worüber Genauigkeitsangaben Seite 134) Fig. 54. Ist AB ein solcher Gebäudetheil, dessen Länge L abgeschritten werden kann, so sucht man auf der Zulage den Verschwindungspunkt H oder bestimmt die Längen OA_1 und OB_1 , indem man den senkrechten Abstand zwischen zwei horizontal durchlaufenden Gesimsen gleich Eins und mit den Abständen O a und Ob und mit den zugehörigen Bildgrössen nach der Höhengleichung in Proportion setzt. Letzteres

Hilfsmittel empfiehlt sich, wenn Gebäudeflucht und Bildebene nahezu parallel sind, der Verschwindungspunkt H sehr weit hinausliegt und die Bildhöhen gleicher Vertikalmaasse nahezu gleich sind. Hat man nun die Richtung $A_1 B_1$, so kann man leicht die Linie AB im Maassstab der Zeichnung finden, indem man zwischen OA_1 und OB_1 eine Länge l parallel zu $A_1 B_1$ hin und herschiebt, bis sie genau zwischen OA_1 und OB_1 hineinfällt. Von hier ab trägt man nach dem vereinfachten perspektivischen Verfahren weiter auf, oder nimmt ein ebenso behandeltes zweites Messbild zum Vorwärts-Abschneiden hinzu.

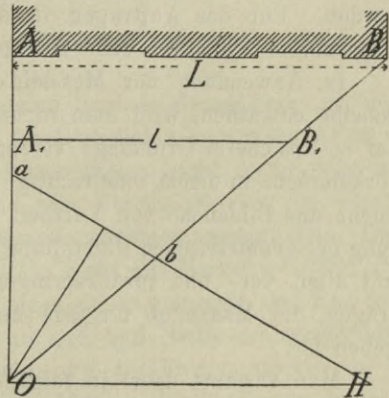


Fig. 54.

3) Eine Gebäudeansicht in geometrischer Projektion erhält man im Bilde direkt, wenn man das Instrument mit seiner Bildebene parallel zur Gebäudeflucht stellt. Die Sache scheint sehr einfach und praktisch, ist es aber durchaus nicht, sobald man nur einige Anforderungen an Genauigkeit stellt und beachtet, dass alle vortretenden Theile einen anderen Maassstab zeigen,

als die weiter zurückliegenden. Mit gewöhnlichem Instrument ist die Einstellung auf der matten Scheibe auch eine sehr mühsame und niemals so genau, wie beim Messbild-Verfahren, welches dies viel besser und bequemer ohne besondere Richtung der Camera zu Wege bringt. Beim Prüfen der auf solche Weise freihändig parallel einer Gebäudeflucht eingestellten Bilder findet man stets, dass ein geringes Stürzen nach einer Seite stattfindet. Aber auch den Fall gesetzt, es sei eine genaue Parallelstellung zufällig getroffen, so steht man doch vor der Schwierigkeit des ungleichen Maassstabes der nicht genau senkrecht übereinander stehenden Gebäudeflächen, wie sie namentlich bei mittelalterlichen Bauwerken die Regel bilden, aber erst bei scharfer Prüfung gefunden werden. Für das Auftragen in diesem Fall erweist sich das vorgenannte Verfahren sehr viel geeigneter.

In Anwendung der Messbild-Instrumente, die der matten Scheibe entrathen, wird man nicht in die Versuchung kommen, auf so unsicherer Grundlage vorzugehen. Es können aber Fälle vorkommen, in denen eine richtige Parallelstellung von Gebäudeflucht und Bildebene von Vortheil ist, namentlich zur Erleichterung der geometrischen Darstellung im Aufriss, wenn der Grundriss mit allen vor- und zurückspringenden Fluchten bereits aufgetragen, der Maassstab für jede derselben für das Bild also gegeben ist.

Man verfährt dabei in folgender Weise:

Der Punkt, in dem das Instrument senkrecht zur Gebäudeflucht aufgestellt werden soll, bezeichnet man mit einer sichtbaren Marke A (Fig. 55) und misst nach rechts oder links ein rechtwinkliges Dreieck ABC nach dem bekannten Verhältniss der Seiten 3 : 4 : 5 ein. In C stellt man ein Picket und richtet sich über A und C mit dem Instrument ein, bis man den erforderlichen Abstand in D erreicht hat. Mit Hilfe eines Winkelspiegels geht die Sache etwas schneller, indem man eine Parallele $A_1 E_1$ zur Gebäudeflucht absteckt und in A_1 die Camera senkrecht zu $A E_1$ einrichtet. Letztere wird dann mit ihrer Mitte genau auf A resp. A_1 gerichtet.

Kann man den beschriebenen Weg in Folge Zeitmangels oder beschränkter Oertlichkeit nicht betreten, so verliere man keine Zeit mit langen Vorbereitungen, mache die Aufnahme nach dem Augenmaass und behandle sie beim Auftragen wie jede andere,

da die Abweichung von der wirklichen Parallelstellung so leicht gefunden wird wie jede andere Stellung.

Sollen, immer ohne Benutzung besonderer Winkel-Instrumente, einigermaassen zu-

verlässige Aufnahmen mit kleinen Instrumenten zum Auftragen von Zeichnungen gemacht werden, so mache man sich zur Regel, wenigstens 2 Standpunkte des Instrumentes und zwei Gebäudepunkte als Viereck in Seiten und Diagonalen einzumessen, dessen Richtigkeit in sich nachträglich geprüft werden kann.

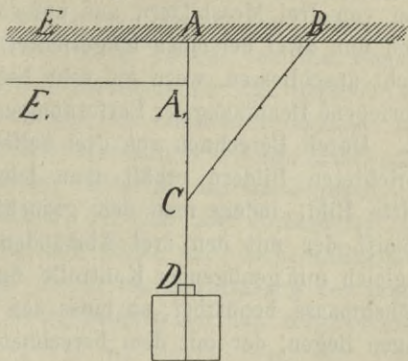


Fig. 55.

Stimmen die sechs Maasse beim Auftragen im geschlossenen Viereck mit den Diagonalen, so werden die an den Enden einer Seite aufgenommenen Bilder leicht einzurichten sein. Das Längenmessen mit Band oder Stäben ist aber bei Weitem nicht so zuverlässig, als man anzunehmen geneigt ist. Unter 6 Maassen wird von Leuten, die nicht das Messen gewöhnt sind, fast regelmässig mindestens eines falsch gemessen und man wäre oft gezwungen, die Arbeit an Ort und Stelle zu wiederholen, zeigte das Messbild nicht bald, wo der Fehler steckt. In der Regel sind es Fehler, die beim Ablesen der Theilungen gemacht sind: 0,5 m 1,0 m oder ganze Stablängen. Sicher vor solchen Fehlern halte sich Niemand! Ueber die von untergebenen Gehilfen gemachten Fehler sich aufzuhalten oder ihnen gar die Schuld zuzuschreiben, nützt nichts. Man Sorge lieber für hinreichende Kontrollmessungen in den ganzen Anordnungen.

Die Hilfsmittel und Kunstgriffe, über welche das Messbildverfahren zum Auffinden und Ausmerzen von vorhandenen Fehlern gebietet, sind geradezu erstaunlich. Wenn nur zwei Bilder richtig einzurichten sind und mehr als eine Gebäudeflucht festzulegen ist, wird es leicht, die anderen nach der bekannten praktischen Lösung der Potenot'schen Aufgabe durch Aufzeichnen von drei Visirlinien auf Pauspapier einzurichten. Natürlich hängt die Genauigkeit von der gegenseitigen Lage und Zahl der bereits festgelegten Punkte ab. Aber gerade hierin kann man sich im

Messbildverfahren stets mehr helfen, als irgend sonst, indem man Punkte benutzen kann, die garnicht zur Aufgabe selbst gehören, wie Zäune, Bäume, Laternenpfähle, die ganz abseits stehen, aber von drei Messbildern aus um so leichter gesehen werden. Sind nun zwei derselben eingerichtet, so kann man das dritte leicht anschliessen, wozu ein sehr bequemes Hilfsmittel die beschriebene Benutzung der Entfernungsmessung durch Höhenmaasse ist. Durch Berechnen von drei beliebigen Höhen aus zwei eingerichteten Bildern erhält man leicht drei Abstände für das dritte Bild, indem man den gesuchten Standpunkt im Durchschnitt der mit den drei Abständen geschlagenen Kreisbogen, zugleich mit genügender Kontrolle findet. Ist nur ein einziges Höhenmaass benutzbar, so muss das dritte Bild auf dem Kreisbogen liegen, der mit dem berechneten Abstand um den Punkt, für den das Höhenmaass gilt, geschlagen wird. Hat man dann noch eine Gebäudeflucht, so wird das Bild mit Benutzung der Verschwindungspunkte doch festgelegt werden können; der Strahl muss durch den Grundrisspunkt gehen, die Flucht muss der gegebenen parallel sein. Aus den drei Angaben folgt Lage des Standpunktes und Einrichtung der Bilder.

Wegen Wichtigkeit dieses Hilfsmittels für die Verwendung von Bildern, zu denen weder Standpunkt noch Richtpunkte gegeben sind, mögen die vorzunehmenden Operationen durch ein Beispiel erläutert werden. In Fig. 56 sei eine Gebäudefront AB dargestellt, von der nur die Richtung und ein Höhenmaass in A aus anderen Aufnahmen bestimmt sei. Man berechnet den

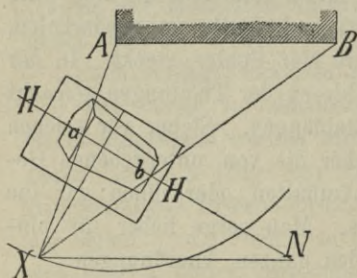


Fig. 56.

Abstand AX des gesuchten Standpunktes von A aus der Formel

$$L = \frac{B \cdot l}{b} \text{ (S. 156),}$$

worin L der Abstand des Instrumentes bei der Aufnahme des einzurichtenden Bildes, B die wirkliche Grösse des gegebenen Höhenmaasses in A , l die Länge des Strahls nach A auf dem Bilde zwischen Standpunkt und Horizont, b Höhe des berechneten Maasses B im Bilde ist, und schlägt um A mit

$r = AX$ einen Kreis. Nur für einen bestimmten Punkt X

werden die nach dem Verschwindungspunkt N der Flucht AB vom Standpunkt X gezogenen Linien parallel. Man trägt daher die Zulage auf Pauspapier und zwar mit Brennweite, Horizont, Verschwindungspunkt und Richtung XH auf und führt den Standpunkt so auf dem Kreis um A herum, bis die Fluchtlinie XH der Gebäudeflucht AB parallel wird, und zugleich Xa durch A geht. Die Aufgabe kann, wie ersichtlich, manche Abänderung erfahren und wird stets eine Lösung mit den mancherlei Hilfsmitteln zum Einrichten der Bilder an die Hand geben.

Ein Fall ist vorgekommen, in dem alle Verbindung der einzelnen Aufnahmen unterbrochen schien und doch schliesslich ein Ausweg gefunden wurde. Da er zur Entwicklung der praktischen Messbildkunst nicht wenig beigetragen hat, möge er hier beschrieben werden.

Von Dr. Franz Stolze, der einer nach Persien abgeschickten Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges vor der Sonne im Jahre 1874 angehörte, und nach Vollendung derselben noch in archäologischen Angelegenheiten länger dort verweilte, war mittelst eines vom Verfasser konstruirten Instrumentes (Pantoskop No. III $f = 21$ cm und Platte 20 cm \square) ein bis dahin unbekanntes Bauwerk aus dem 9 Jahrhundert, die Mesdjid el Djuma in Schiraz aufgenommen und zwar in 40 Platten in Zeit von 4 Stunden! Die Platten wurden unter einem lichtdichten grossen Sack gewechselt, in den Dr. Stolze jedesmal ganz hineinkroch. Dazu 40° im Schatten! Die Aufnahme konnte nur oben von dem Dach des mit Erde gedeckten hallenartigen gewölbten Bautheiles gemacht werden, aus dem die grossen, nach einem innern Hofe geöffneten Gebetnischen hervorragten. Die Zugänge waren durch Soldaten abgesperrt, da ein Ungläubiger die heilige Moschee, in der ein silbernes Waschbecken der Fatme, Tochter des Propheten, angeblich seit jener Zeit unberührt noch heute auf der Erde liegt, überhaupt nicht betreten durfte. Die fanatische Menge hatte aber von der Anwesenheit eines die schon lange verdächtige Camera handhabenden Ungläubigen Wind bekommen und Dr. Stolze musste, für seine Sicherheit besorgt, die Aufnahme abbrechen. Ein Bild zeigt die aufgeregten Mohamedaner mit Fäusten drohend gegen den Apparat gerichtet. Die Platten hatten trockene mit Carminschwefelsäure präparirte Collodiumschicht, wurden mit Pyrogallus hervorgerufen und gaben

sämmtlich brauchbare, einzelne sehr schöne Bilder. Schon in Persien versuchte Dr. Stolze das Auftragen vorzunehmen, kam aber durch ein eigenthümliches Vorkommniss nicht damit zustande. Es war nämlich die Standlinie an eine Hofseite des Daches gelegt worden, aber zur Umgehung eines in der Mitte aufragenden Stückes Brustmauer in gebrochener Linie. Die beiden geraden Stücke der Linie waren gemessen und durch drei Pickets bezeichnet, die während der ganzen Aufnahme stehen bleiben sollten. Dieser Plan von Dr. Stolze war für die Aufgabe durchaus richtig, da von den drei Punkten der Standlinie jedesmal volle Rundansichten mit je 6 Bildern gemacht worden sind. Je zwei Pickets mussten also mindestens 3 mal in ihren gegenseitigen Lagen auf den 3 Punkten der Standlinie zum Abdruck kommen, von ausserhalb liegenden Punkten sogar unter Umständen alle drei auf einmal. Andere Messungen konnten nicht vorgenommen werden, waren auch nicht erforderlich. Aber in der Eile der Arbeit, der Hitze und bei dem drohenden Verhalten der unten im Hofe befindlichen Perser hatte einer der unwissenden Träger die Pickets während der Aufnahme umgelegt und die Bilder derselben blieben zum Theil aus. Jeder Anhalt zum Orientiren der Bilder fehlte und hoffnungslos erhielt Verfasser die Kopien aus Schiraz in Persien nach Meschede in Westfalen zugesandt. Anfangs leuchtete auch hier die unzureichende Beschaffenheit des Aufnahme-Materials ein, bald aber auch ein Ausweg. Auf einem der Bilder, das zwei Pickets zeigte, sah man in grosser Entfernung Berggipfel mit felsigen Partien. Wenn diese auf den anderen Bildern auch vorhanden waren, musste die Visirlinie dahin auf allen Bildern nahezu parallel sein. Die Voraussetzung fand sich bestätigt und die Einrichtung sämtlicher Bilder war gefunden. Das Auftragen ging nun schnell vor sich und die auf diese Weise unter höchst schwierigen Umständen 1878 zu Stande gekommene Aufnahme eines in so fernem Lande befindlichen Bauwerkes, von einem Nichtarchitekten gemacht, ist eine gewiss bedeutsame Probe der Leistungsfähigkeit des Messbildverfahrens gewesen.

4) Das Auftragen von Aufrissen, Querschnitten von Gebäuden, Profilen von Geländen erfolgt, wie dargelegt, immer erst auf Grund des fertigen Grundrisses oder Lageplanes durch Berechnung der Höhen in solcher Zahl, dass an der Hand des

photographischen Bildes eine geschlossene Zeichnung zu Stande kommen kann. Dieses Auftragen vollzieht sich gerade so, als handle es sich um Aufnahmen nach Handmessungen, nur dass horizontale Maasse dem Grundriss oder Lageplan entnommen, vertikale Maasse nach Bedarf auf dem Bilde und dem Grundriss resp. Lageplan nach S. 156 abgelesen und berechnet werden.

Für die Bestimmungen von Höhenmaassen in grösserer Anzahl, wie es bei Architektur- und Terrain-Aufnahmen nothwendig wird, schlägt man zweckmässig folgendes Verfahren ein, nachdem der Grundriss oder der Lageplan vollständig aufgetragen ist. Dabei ist aber nicht blos der untere Grundriss gemeint, sondern alle Punkte, welche in der Darstellung überhaupt in Betracht kommen, also bei Gebäuden vor- oder zurücktretende Gesimse, Gallerien, Firste und Spitzen, ferner die Leibungen aller Oeffnungen, Fenster und Thüren etc., bei Terrain alle auf der Oberfläche unterscheidbaren Punkte, deren Darstellung heabsichtigt wird. Standorte von Bäumen, Hecken, Kulturgrenzen, Häusern, Wegen, Ufereinfassungen, grossen Steinen, Felsen Bodenschichten und geologischen Formationen, soweit sie scharf begrenzte Punkte bieten etc.

Man bezeichnet sich diese Punkte wenigstens auf einem Bilde innerhalb eines, durch eine freihändig gezogene Linie umschriebenen Abschnittes einzeln durch eine feine Punkt-Marke und eine dazu geschriebene kleine Zahl in laufender Reihe und schreibt auch dieselben Zahlen an den zugehörigen Punkten in den Grundriss oder den Lageplan. Dann schreibt man dieselbe Zahlenreihe auf einem Blatt Papier untereinander und beginnt nun hier hinter jede Zahl die zugehörigen Maasse zu schreiben nach $B = \frac{L \cdot b}{l}$ Vergl. S. 156. Die Maasse L und l

werden durch einen in Millimeter getheilten genau geraden Maassstab bis auf 0,1 Millimeter auf dem Grundriss oder Lageplan abgelesen, indem man den Maassstab mit Null an den Standpunkt des Bildes und weiterhin an den im Grundriss mit der laufenden Zahl bezeichneten Punkt mit aller Schärfe anlegt. Der Horizont der Zulage schneidet dann die Länge l auf dem Maassstab ab und die beiden Maasse werden hinter einander gelesen und in Bruchform hinter die Reihennummer geschrieben. Es empfiehlt sich bei grösseren Arbeiten, einer zweiten Person

die Ablesung zu diktiren. Man vermeidet dann das Weglegen des Maassstabes, das Aufnehmen des Bleistiftes zum Schreiben, das beim Ablesen des Maassstabes sehr verschiedene Sinnesanspannung bedingende Schreiben selbst, Wiederaufnehmen des Maassstabes, Aufsuchen der nächsten Zahl, Wiederanlegen des Maassstabes, Einstellen und Absehen, lauter Arbeiten, die dem schnellen Auftragen gerade nicht förderlich, dagegen die Ursachen vieler Irrthümer beim Ablesen und Aufschreiben sind. Die zweite Person muss nur imstande sein, eine gesprochene Zahl richtig zu schreiben und kann daher aus dem untergeordneten Personal genommen werden, während der Auftragende durch Verbleiben bei einer und derselben Thätigkeit sehr viel sicherer und schneller arbeitet. Die Genauigkeit der Ablesung ist auf 0,2 mm vollständig ausreichend, da erst im Maassstab 1 : 100 eine Länge 0,2 mm auf dem Grundriss gleich 2 cm in Wirklichkeit ausmacht. Man erleichtert sich das Anlegen des Maassstabes, der mit seinem Nullpunkt stets auf dem Standpunkt zu liegen kommen muss, sehr durch Einstecken einer Nadel in den letzteren, allerdings nur bei sehr sorgfältigen Arbeitsgewohnheiten. Durch zufälliges Verschieben des Maassstabes oder Ueberfahren mit der Hand bricht die Nadel ab, oder verbiegt sich und in beiden Fällen leidet die Deutlichkeit des Punktes im Papier.

Man hat auch grosse Sorgfalt auf gutes Werkzeug zu legen. Namentlich ist es die Richtigkeit der geraden, mit Theilung versehenen Kante des Maassstabes, auf die es am meisten ankommt. Der Ausdruck $\frac{L}{1}$ erfährt nach Fig. 57 eine sehr wesentliche Aenderung, wenn die Länge l von der Geraden abweichend in l_1 gelesen wird und zwar um so mehr, als hier die ohnehin unsicheren Randstrahlen in Betracht kommen.

Nachdem der Ausdruck $\frac{L}{1}$ für jeden nummerirten Punkt ausgefüllt ist, verfährt man mit Ablesung der Bildhöhen b auf dem Bilde ebenso, wenn möglich gleichfalls im Diktat.

Das Ablesen der Bildhöhen b geschieht zweckmässig an einem kleinen Elfenbeinmaassstab, der ebenfalls nur in ganze Millimeter getheilt ist. Nach einiger Uebung liest man bis auf 0,1 mm mit Sicherheit ab. Alle umständlichen Einstellapparate

mit feinen Schneiden, Fäden, Mikrometerschrauben haben sich als überflüssig erwiesen und verhindern nur das in erster Linie nothwendige Erkennen der Bildumrisse. Hierbei erweist sich nur der Gebrauch einer nicht zu starken Handlupe wohl zweckmässig. Eine Ablesung bis auf 0,1 mm ist bis jetzt noch von allen zugezogenen Zeichnern in ganz kurzer Zeit erreicht worden, und die Ergebnisse haben durch Einfachheit der Hilfsmittel erfahrungsmässig sehr gewonnen.

Es bedarf wohl kaum eines Hinweises, dass nur bei genau senkrecht unter einander liegenden Punkten, wie sie in Architekturbildern vorkommen, der zwischenliegende Höhenunterschied direkt abgelesen werden kann. In den meisten Fällen kommt es darauf an, die Höhe ganz beliebiger Punkte im Vergleich zu einem beliebig angenommenen Nullpunkt zu wissen, nämlich ihre relative Lage zu einem gemeinschaftlichen Horizont. Im Messbildverfahren ist die Beziehung leichter durchzuführen, als irgend bei einem bis jetzt bekannten anderen Verfahren. Es dienen dazu die Horizonte der Bilder, obgleich man bei deren Aufnahme in keiner Weise auf die Höhenlage Rücksicht zu nehmen braucht. Man vergegenwärtige sich, dass der Horizont jedes einzelnen Bildes eine horizontale Ebene durch das ganze Bildfeld legt und demnach genau dasselbe darstellt, wie der Horizontalfaden eines Nivellir-Instrumentes bei jeder einzelnen Aufstellung desselben. Man nehme daher irgend einen, wenigstens auf einem Bilde, besser auf mehreren zugleich deutlich sichtbaren Punkt oder Horizontalabsatz als Nullpunkt für sämtliche Höhenangaben, bei Gebäuden eine Thürschwelle, die Oberkante der Plinthe, bei Terrain den Wasserspiegel an einem bequem sichtbaren Uferpunkt, einen sich deutlich abhebenden Stein, und bestimme zunächst die Höhe der Horizonte aller Bilder, welche diesen Nullpunkt zeigen, über demselben. Die gefundene Höhenzahl schreibt man ein für allemal auf jedes Bild selbst in deutlichen Zahlen und findet nun die relative Höhe jedes beliebigen Punktes über dem Nullpunkt, indem man

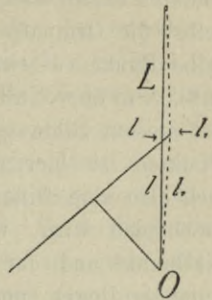


Fig. 57.

die auf den Horizont nach $H = \frac{L \cdot h}{l}$ berechnete Höhe der Höhen-

zahl desselben zusetzt oder absetzt. Es sei der Horizont eines Bildes auf 5,87 m über Null bestimmt worden, die Höhe eines Punktes 14,56 über dem Horizont desselben, so erhält der Punkt selbst die Ordinate $5,87 + 14,56 = 20,43$ m. Nun sei derselbe Punkt auf einem anderen Bilde sichtbar, dessen Horizont zu 0,68 m über Null bestimmt worden ist. Die Höhenbestimmung auf diesem Bilde gebe 19,72 m. Die relative Höhenlage des Punktes ist hiernach $0,68 + 19,72 = 20,40$ m, es ergibt sich also eine Differenz von 3 cm, bei welcher man sich wohl bescheiden wird, wenn man bedenkt, dass der angenommene Nullpunkt und der gesuchte Punkt vielleicht über 100 m aus einander liegen und ganz beliebig herausgegriffen sind. Eine vollständige Uebereinstimmung wird unter solchen Verhältnissen auch bei anderen Verfahren selten vorkommen.

Wird im Maassstab 1 : 100 die Differenz grösser als 5 cm, so ist auf einen Ablesungsfehler bei L, l oder h zu schliessen. Die Ablesung ist daher, sofern man diesen Fehler nicht durchgehen lassen will, zu wiederholen und man wird in der Regel finden, dass man irgendwo einen Bruchtheil eines Millimeters übersehen hat. Solche Ablesungsfehler, wie sie beim Anschreiben von Längen- und Winkelmessungen im Freien auch vorkommen, zunächst aber unberücksichtigt bleiben, kommen beim Ablesen und Anschreiben durch dieselbe Person hier auch vor, sehr selten aber beim Anschreiben durch eine zweite Person. Was aber die Berichtigung angeht, so zeigt sich das Messbildverfahren hier unendlich überlegen. Ist nämlich ein grober Ablesefehler vorgekommen, und es wäre Selbstverblendung zu behaupten, solche kämen bei nur einmaligem Einstellen und Ablesen nicht vor, so ist die gewöhnliche Feldarbeit, wenn nicht andere Kontrollmessungen zu Hilfe kommen, vollständig nutzlos gewesen. Beim Messbild-Verfahren macht unmittelbar nach dem Ablesen des Resultats auf dem Rechenschieber ein Blick auf das Bild klar, dass die Zahl falsch sein muss. Der Irrthum ist in weniger als einer Minute gefunden und berichtigt, da die Fehler in den meisten Fällen, wie eine langjährige Erfahrung lehrt, sehr grober Natur sind, und dem Ungeübtesten an der Hand des Bildes auffallen. Es ist zweckmässig, bevor man mit den Einzelheiten der Höhenzahlen beginnt, diejenigen Bilder, die zur Höhenberechnung benutzt werden sollen, durch Berechnung einiger

Vergleichszahlen auf ihre Uebereinstimmung zu prüfen. Man sucht eine Anzahl wenigstens auf 2 Bildern sichtbarer, sonst möglichst weit auseinander und verschieden hoch liegender Punkte aus und berechnet für jeden dieser Punkte in allen ihn zeigenden Bildern die Höhen über Null. Da die Horizonte mit der Hand in Bleistift eingetragen sind, so kommt es wohl vor, dass eine Linie um eine halbe Strichbreite zu hoch oder zu tief, oder etwas schief gerathen ist. Das hat zur Folge, dass die vom Bilde durchgelegte Horizontalebene nicht genau liegt und zwar fallen die Höhen-Angaben im Verhältniss ihrer Entfernung von vorn nach hinten zunehmend zu klein oder zu gross aus. Und doch ist es auch hier möglich, richtige und absolut zuverlässige Messungen zuwege zu bringen. Nachdem man sich überzeugt hat, dass diese meist auf einem Bilde vorkommende Fehler nicht in einer Verwechslung von Punkten oder einem Ablesefehler der Angaben für H_1 , h und l liegen, korrigirt man die Horizontallinie meist nur um einen Bruchtheil eines Millimeters. Hierdurch ändern sich die Angaben von h in dem Sinne, den der Unterschied zwischen zwei Berechnungen desselben Punktes auf dem fraglichen und einem für richtig erkannten Bilde bezeichnet. Der Unterschied wird nach der Rechnung auf ein zulässiges Minimum herunter-, oder wenn man es erreicht, auch ganz zum Verschwinden gebracht. Man hat hier einen weiteren Vorzug des Messbild-Verfahrens zu erkennen, das die Möglichkeit bietet, selbst Fehler der Instrumente, die beim Aufnehmen unbemerkt geblieben sind, nachträglich aufzufinden und zu verbessern.

Der Ausdruck $H = \frac{L \cdot h}{l}$ eignet sich ganz besonders zur Berechnung durch den gewöhnlichen Rechenschieber von 25 cm Länge, dessen untere Skala drei Stellen genau, die vierte, mit der Zahl 1 in der ersten Stelle, schätzungsweise giebt. Diese Genauigkeit ist für die meisten Fälle ausreichend und stimmt vollständig mit der Darstellbarkeit von Einzelheiten nach dem Metersystem überein. Bei Gebäuden, die nahezu oder über 100 m hoch sind, reichen die Angaben des Rechenschiebers von 25 cm Länge allerdings nicht mehr aus und wird man einen solchen von 50 cm Länge anwenden müssen. Bei Terrainaufnahmen, die meist in sehr viel kleinerem Maassstabe aufgetragen

werden, dafür aber grössere Maasse mit sich bringen, fällt auch in den meisten Fällen die Genauigkeit bis in die vierte Stelle mit der Grenze der Darstellbarkeit mindestens zusammen, eher darüber hinaus.

Mit der Vollendung der tabellarisch unter einander geschriebenen Höhenzahlen und deren Rückführung auf einen gemeinschaftlichen Nullpunkt kann das Auftragen der Ansichten und Durchschnitte bei Gebäuden oder kleineren Einzelsachen, das Einzeichnen von Horizontalkurven in Terrainzeichnung begonnen werden. Näheres darüber wird im speziellen Theil über genauere Messbildarbeiten gebracht werden. Hier sind Aufnahmen von Gebäuden und Terrain nicht weiter getrennt worden, da die Grundlagen bei beiden Anwendungen des Verfahrens durchaus dieselben sind und die kleinen Instrumente doch nicht für grössere Aufnahmen, denen nur Fachleute gewachsen sind, dienen sollen. Wie vielseitig aber schon kleine Instrumente in wissenschaftlich geschulten Händen zu verwenden sind, möge aus folgendem Abschnitt hervorgehen.

18. Besondere Leistungen.

1) Es giebt jedes Bild, welches sonnenbeschienene Gegenstände mit deutlichen Schatten enthält, auch die Orientirung nach den Himmelsgegenden nach der Uhr, oder umgekehrt, wenn man diese kennt, die Zeit der Aufnahme. Verfasser war häufig in der Lage, bei Aufnahmen von mittelalterlichen Kirchen, an denen der Stand einer Uhr sich für den Augenblick der Belichtung ablesen liess, die genaue Himmelsrichtung im Grundriss einzutragen. Man hat nur zu beachten, welche Stelle der Schatten irgend eines Punktes zu einer bestimmten Stunde eingenommen hat und diese Stelle im Grundriss oder Lageplan wie jeden anderen Punkt einzutragen. Die schattengebende Spitze oder senkrechte Kante stellt sich darin als Punkt dar, der Schatten projizirt sich daneben in einem bestimmten Abstände mit alleiniger Ausnahme eines beständig umlaufenden Punktes zwischen den Wendekreisen um 12 Uhr Mittags, in dessen Zenit die Sonne steht, der also keinen Schatten wirft. Die den schattengebende Punkt und den Endpunkt des Schattens verbindende Linie giebt die Projektion des Schattens auf die Horizontalebene an, welche Form und Lage die schattenauf-

nehmende Fläche auch gehabt haben mag. Eine rohe, später zu berichtigende Annäherung an die wirkliche Orientirung erhält man auf folgende Weise: Man schlägt um den schattengebenden Punkt einen Kreis, bezeichnet den von der Schattenrichtung im Umfang bestimmten Schnittpunkt mit der Zeit der Aufnahme und findet nun in der nach dieser Zeit orientirten Stundentheilung, 24 auf den Kreisumfang, auch die Himmelsrichtungen.

Es sei beispielsweise eine Aufnahme um $4\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags gemacht, so geben sich die Richtungen nach Nord, Süd, Ost, West wie Fig. 58 zeigt.

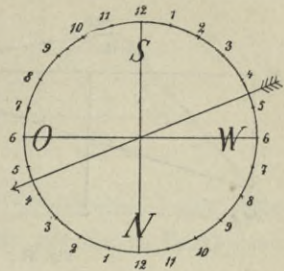


Fig. 58.

Wiederholt man die Aufgaben noch auf anderen zu anderer Zeit gemachten Bildern, so erhält man beliebige Kontrollen.

Der umgekehrte Fall, Bestimmung der Zeit, wenn die Himmelsrichtung gegeben, wird wohl seltener eintreten, erheischt aber keineswegs umständlicheres Verfahren.

Praktisch kann die Aufgabe zur annähernden nachträglichen Zeitbestimmung verwendet werden, wenn das Instrument mit einer guten Boussole verbunden war. Im Allgemeinen aber muss man annehmen, dass für genaue Zeitbestimmungen der aufnehmende Reisende noch andere Hilfsmittel bei sich führt, während die selbstthätige annähernde Orientirung irgend eines Bauwerkes nach den Himmelsrichtungen stets willkommen sein wird.

2) Eine andere Leistung des Messbildverfahrens ist die Bestimmung von Streichen und Fallen der Schichten in geologischen Reiseaufnahmen in Verbindung mit der Orientirung nach der Himmelsrichtung. Allerdings müssen die Schichten sich in Form und Tonabstufung im Bilde verfolgen lassen, was zwar nicht immer der Fall sein wird, dann aber auch billiger Weise nicht von einem auf Fernsicht beruhenden Verfahren verlangt werden kann. Man bestimmt mindestens drei, nicht in einer geraden Linie liegenden Punkte einer Schicht, an vortretenden Köpfen, auffällig gefärbte Stellen oder dergl. wie andere Terrainpunkte und rechnet die zugehörigen Ordinaten über dem angenommenen Nullpunkte aus. Je drei Zahlen bestimmen eine Ebene, in der der Verlauf der Horizontalen einfach gefunden

werden kann. Ist Fig. 59 das die drei Punkte verbindende Dreieck $a b c$, mit den Ordinaten 80,6, 72,4, 50,6, so steigt die Ebene von c nach a um 30 m. Theilt man nun die Linie

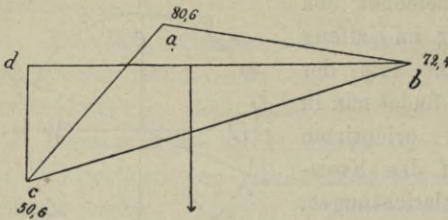


Fig. 59.

$a c$ in 30 Theile, so findet man zwischen dem 22. und 23. Theilstrich die Stelle, die mit dem dritten Punkt b in gleicher Höhe liegt, die verbindende Linie ist eine Horizontale, d. h. ihre

Richtung im Lageplan ist die Streichlinie der Schichtung, die in eine Bezeichnung der Himmelsrichtung eingetragen werden kann. Das Fallen der Schicht findet man nach Fig. 60, wenn

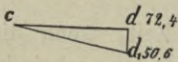


Fig. 60.

man die Länge der Linie $c d$ aus Fig. 59, der Senkrechten von c nach der Streichlinie im Maassstab der Karte abgreift und mit dem Höhenunterschied von c und d nämlich $dd_1 = 72,4$

$- 50,6 = 21,8$ zu einem Dreieck $c d d_1$ zusammensetzt. Es sei $c d = 105$ m, so wird $\operatorname{tg} \alpha = \frac{d d_1}{c d} = \frac{218}{104} = 0,208$ und $\alpha = 11^\circ 45'$.

3) Eine dritte Leistung ist die annähernde Umschreibung fern am Horizont aufragender Bergumrisse durch Horizontalkurven. In den Tagebüchern von Reisenden, die fremde Länder zum erstenmal mit Messinstrumenten betreten, findet man Handskizzen wie folgende Fig. 61. Die

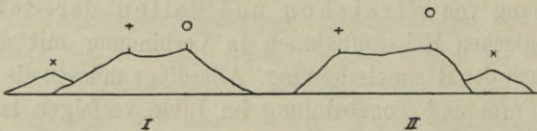


Fig. 61.

Spitzen sind mit allerlei Zeichen und Buchstaben angemerkt, um sie in den langen Listen von Visirungen wiederzufinden und zu unterscheiden. Die Bergumrisse würden sich in einer photographischen Aufnahme ungefähr ebenso darstellen und sich auch mit dem auf der Reise veränderten Standort in ihrem Profile und ihrer Höhe ändern. Es sei in Fig. 62 ein solcher am fernen Horizont aufragender Berg auf zwei Bildern A und B

in seinen Umrissen gezeichnet. Seine Spitze sei photographisch oder trigonometrisch von den zwei Lagestellen A und B anvisirt, deren Standpunkte bekannt seien. Ausreichend dazu sind schon Mes-

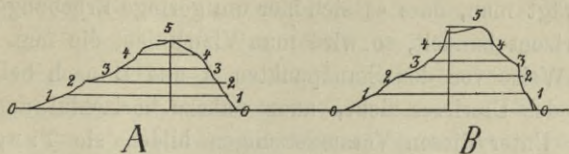


Fig. 62.

sung des Abstandes durch Angabe der Schrittzahl durch Pedometer. Der Reisende musste sich bisher mit diesen Ergebnissen

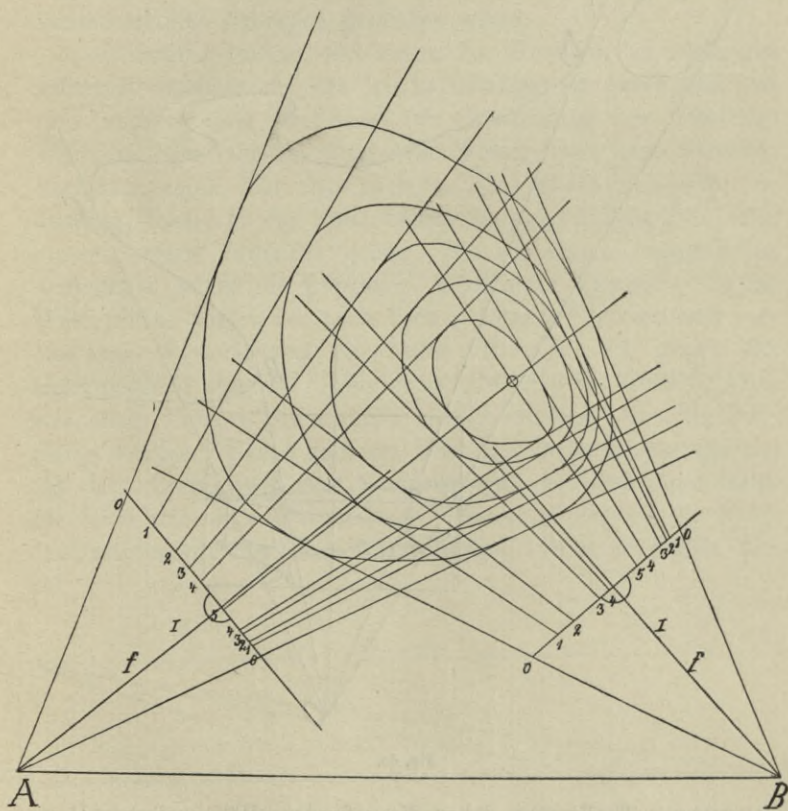


Fig. 63.

genügen lassen. In der Photographie ist aber der ganze Umriss bis zum Horizont ebenso genau wiedergegeben, wie die Spitze,

die zur Orientirung für das Fernrohr gedient hat. Die Höhe der Spitze über dem Horizont von A und B kann berechnet und kontrollirt werden, da ihre Lage gegen A und B bestimmt ist.

Erwägt man, dass es sich hier um geringe Erhebungen über dem Horizont handelt, so wird man Visirlinien, die man in bekannter Weise von den Standpunkten A und B nach beliebigen Punkten des Umrisses zieht, auch nahezu horizontal annehmen können. Unter diesen Voraussetzungen bilden sie Tangenten an die in diesen Punkten durchgehenden Horizontal-

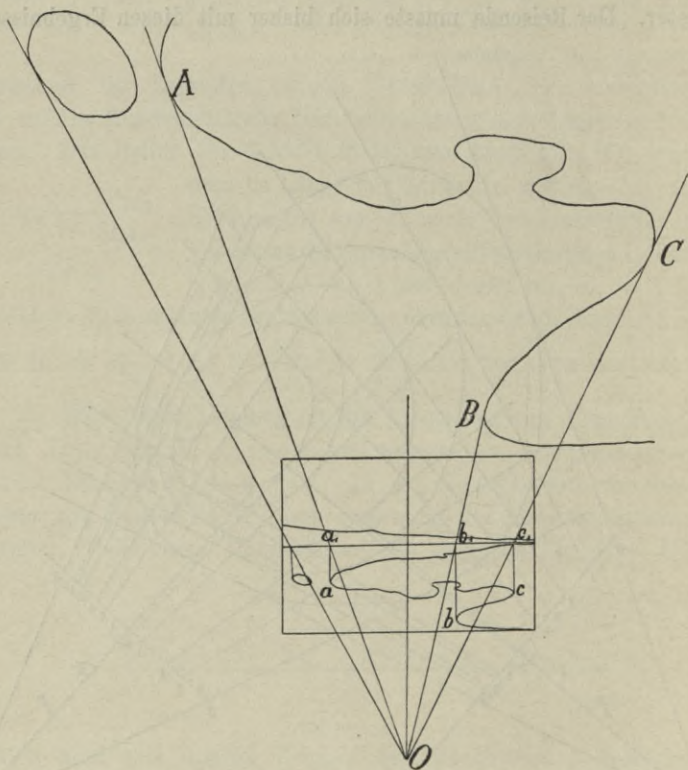


Fig. 64.

kurven. Theilt man daher die gefundene Höhe zwischen Horizont und Spitze in jedem Bilde für sich in eine gleiche Anzahl Schichten, deren Höhe nun auch bekannt ist, und zieht durch die Theilpunkte horizontale Linien bis zum Durchschnitt mit

dem Bergumriss, so erhält man für jede Linie zwei Punkte, von denen jeder eine Visirlinie bestimmt, die Tangente für die entsprechende Höhenkurve sein muss. Setzt man nun die beiden Zulagen nach dem gegebenen Dreieck zusammen in Fig. 63, so erhält man zwei Systeme von Visirlinien, welche sich kreuzen. Je zwei solcher Visirlinien auf jedem Bilde, also vier im Lageplan bilden ein schiefwinkliges Viereck, innerhalb dessen die Schichtenlinie als geschlossene Kurve liegen muss. Die so erhaltenen Schichtenlinien geben wenigstens eine annähernde Vorstellung von der Gestaltung des Berges. Das Verfahren ist mancher Abänderung fähig und bringt mühelos Einzelheiten, die sonst vorläufig verborgen geblieben wären.

4) Endlich ist ein von Herrn Dr. Kersten bei Auftragen seiner Reisekarten am See Ipe in Ostafrika im Jahre 1867 bereits angewendetes Verfahren zur Bestimmung von Uferlinien stehender oder langsam fließender Wasser auch dem Messbild-Verfahren eigen, hier aber noch von ganz ausserordentlicher Bedeutung, sobald in der Nähe höhere Berggipfel befindlich sind, die eine weite Fernsicht geben. Die auf diesen hergestellten Aufnahmen zeigen die Uferlinien in scharfen Umrissen, da die Wasserfläche wegen des nach hoch gelegenen Punkten stets vorhandenen Widerscheins des hellen Himmels sich gegen das Land deutlich absetzt. Jeder einzelne Punkt der Uferlinie kann aus einem einzigen Bilde durch eine Schnittlinie einseitig festgelegt werden. Kennt man die Höhe der Instrumentaufstellung auf dem Berge über dem Wasserspiegel, so wird diese Höhe zur Standlinie einer Fernmessung. Es sei in Fig. 64 die Höhe des Instruments über dem Wasserspiegel 150 m, so macht der

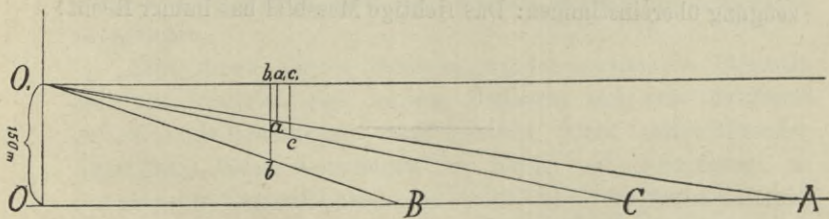


Fig. 65.

Strahl nach einem Punkte a_1 einen Winkel mit dem Horizont, der im Dreieck $O a_1$ nach Fig. 65 genau bestimmt ist. Denkt man sich nun in dieser Figur die Höhe 150 m in dem Maass-

stab des Planes nach unten bis O_1 abgesetzt, so stellt eine durch O_1 gezogene Horizontale den Wasserspiegel dar und der über a_1 verlängerte Strahl trifft den Wasserspiegel in A. Dann ist aber $O_1 A$ der Abstand des Uferpunktes a von O_1 im Maassstab des Planes. Setzt man daher diesen Abstand von O auf der Visirlinie in $O a_1$ in Fig. 64 ab, so erhält man in A die geometrisch richtige Lage des Uferpunktes a . Ebenso werden alle übrigen Punkte gefunden. Es steht nichts im Wege, die Reihe der Uferpunkte so dicht zu machen als man immer will. Auch abgetrennte Gewässer (Lagunen), deren Spiegel in derselben Höhe liegt, können auf gleiche Weise genau umschrieben werden.

Auf Grund der geometrischen Herleitung führt die Rechnung etwas schneller zum Ziel. Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $O_1 a a_1$ und $O_1 O A$ Fig. 65 folgt $O_1 a_1 : a a_1 = O A : O O_1$ und da $O O_1 = 150$ m, wird $O A = \frac{150 \cdot O_1 a_1}{a a_1}$. Die Dreiecke fallen um so ungünstiger aus, als sich die Punkte dem Horizont nähern und jeder Praktiker weiss, wie weit er damit zu gehen hat.

19. Schlussbemerkung.

Der Reichthum von Auskunftsmitteln, über den das Messbild-Verfahren verfügt, ist damit noch nicht erschöpft, denn dem Verfasser war es bisher nicht vergönnt, die Anwendung auf alle Fälle, die es beherrscht, selbst durchführen zu können. Zweifellos aber werden sich weitere Anwendungen finden, wenn die Aufgaben gestellt werden. Jeder, der nur einmal die absolute Verlässlichkeit des Messbild-Verfahrens selbst erprobt hat, wird mit dem Verfasser bei vorkommenden Missgriffen in der Uebersetzung übereinstimmen: Das richtige Messbild hat immer Recht!

Anhang I.

Beschreibung eines kleinen Messbildinstrumentes nebst Zubehör für Aufnahmen auf Reisen.

Die im ersten Bande niedergelegten Bedingungen für Messbild-Instrumente mit der möglichsten Genauigkeit zu erfüllen ist so schwierig, dass die Messbild-Kunst seit den ersten gelungenen praktischen Versuchen Laussedats und des Verfassers in den Jahren 1865—1867 bis jetzt mehr als 25 Jahre gebraucht hat, um praktische Bedeutung zu erlangen.

Nicht zum Wenigsten ist Schuld an dieser Verzögerung das Bestreben, es den bereits zur hohen Vollkommenheit gediehenen älteren geometrischen Aufnahme-Verfahren mit der photographischen Camera gleich zu thun, was den mit grossen Opfern gemachten Versuchen auch heute nur in ganz besonderen Fällen gelingen will. Verfasser wurde daher frühzeitig auf ein Gebiet gedrängt, auf dem das Messbild-Verfahren bis jetzt die schönsten Erfolge erzielt hat, nämlich auf die Aufnahme von Bauwerken. Auch hier wurden alsbald die höchsten Ziele gesteckt und wirklich erreicht, nur nahmen die Apparate eine Form an, die gerade nicht den Wunsch verallgemeinerte, damit zu arbeiten.

Erst nach diesen Erfolgen wurden zahlreiche Stimmen laut und wendeten sich an den Verfasser mit sehr bestimmt gefassten Anforderungen nach kleinen leicht mitzuführenden Apparaten, deren Leistungen in Bezug auf Genauigkeit zu Gunsten der Bequemlichkeit und Schnelligkeit der Aufnahme sehr bedeutend herabgesetzt werden konnten. Als Winkelgrösse ausgedrückt erscheint dem Verfasser mit solchen Apparaten noch eine Ablesung von $\frac{1}{6}$ Grad oder, in Längenmaass ausgedrückt, 0,003 der Einheit wohl erreichbar. Man wird zugeben müssen,

dass ein solches Resultat schon für die verhältnissmässig geringen Mittel, die zur Anwendung kommen, sehr günstig genannt werden muss.

Noch bei sehr flüchtiger Arbeit, d. h. bei Aufnahmen ohne jedes Stativ und Haltung der Camera in der Hand und unter der hierbei noch möglichen Einstellung der Libelle ergaben sich Messungen, deren Genauigkeit immer noch 0,01 der Längeneinheit erreichte. Die Bilder waren zum Theil Augenblicks-Aufnahmen, zum Theil Zeitaufnahmen mit Anlehnung (nicht fester Lagerung) der Camera an zufällig dabei befindliche Gegenstände, wie Bäume, Mauerecken, Zäune, Erdhügel u. s. w. Selten wird man der Hilfslosigkeit so weit verfallen, dass man nicht einmal das Stockstativ zur Verfügung hat, aber die kleinen Apparate lassen auch in so verzweifelten Fällen nicht im Stich. Das sind aber gerade die Fälle, in denen man sonst auf eigentliches Messen zu verzichten gezwungen war, und die daher durch die kleinen Messbild-Apparate erst in den Bereich der Ausführbarkeit gebracht werden.

Die Versuche, den Apparat in eine einigermaassen zufriedenstellende Form zu bringen, waren sehr ausgedehnt und erforderten eine ganze Reihe ausgeführter Modelle, in denen die Möglichkeit der Varianten noch keineswegs erschöpft ist. Besondere Schwierigkeit machte die Beseitigung der Cassette durch eine Wechsellvorrichtung für Platten, die zur Aufnahme im Augenblick der Belichtung unmittelbar den Auflagermarken anliegen mussten und nicht davon durch einen Cassettenschieber getrennt werden durften. Aus diesem Grunde konnten die Platten auch nicht in Rähmchen gefasst werden, mit welchen die Wechsellvorrichtungen der meisten gewöhnlichen Handcameras zum Ausgleich der verschiedenen Plattenstärken versehen sind. Drehbare, in die geöffnete Cassette eingreifende Auflager wären das Gegentheil von Einfachheit und niemals unbedingt zuverlässig gewesen.

Nachdem alle Arten von Schiebern und Hebeln zum Fortbringen der belichteten Platte durch einen in der Seitenwand der Camera angebrachten Schlitz mit angeschlossenen lichtdichten Beutel vergebens versucht waren, gelang es mit einem Paar an einer Welle befindlichen Daumen, welche zugleich den Zweck erfüllen, die zu beseitigende Platte von dem Federdruck von

hinten zu entlasten; die nächst vorliegenden Platten werden durch die Daumen gehoben und zugleich etwas zurückgedrückt; bei einem bestimmten Punkt der Daumenstellung verliert die vorderste Platte die Unterstüztung und fällt durch das eigene Gewicht durch den Schlitz in den darunter befindlichen Beutel, während die zweite Platte die Spitze des Daumens nicht mehr überschreiten kann und unbedingt zurückgehalten wird. Die Drehung der Welle wird durch eine kleine Schubstange an einer Kurbel bewirkt, die nur höchstens eine Achtelumdrehung zu Wege bringt. Der Knopf dieser Schubstange ist das einzige aus dem Kästchen hervortretende bewegliche Stück. Die Schubstange setzt nebenbei noch selbstthätig ein Zählwerk in Bewegung. Beim Nachlassen wird die Daumenwelle durch Federdruck in die Anfangsstellung gedrückt, während eine Klinke das Zählrad um einen Zahn vorschiebt. Wenngleich bei sorgfältigem Arbeiten genaues Anschreiben der stattgefundenen Belichtungen wohl selbstverständlich ist, so ist doch das selbstthätige Zählen der belichteten Platten eine grosse Hilfe bei eiligen Aufnahmen.

Die in den Beutel gefallen Platten werden mit der Hand einzeln sofort durch einen zweiten Schlitz hinter die andern geschoben. Nur bei sehr schnell auf einanderfolgenden Belichtungen wird man mehrere oder gar alle Platten im Beutel belassen. Man spart dadurch oft kostbare Augenblicke in der gegebenen kurzen Aufnahmezeit und kann eine Reihe von Aufnahmen in kürzester Zeit hintereinander machen, wie kaum mit einem andern Apparate. Zum Nachdrücken der Platten ist ausser einer ganz weichen Druckfeder am oberen Ende der Platte keine Feder angebracht, sondern ein kreisförmiger Ausschnitt mit weichem Leder ausgekleidet in der Rückwand der Camera. Man fühlt mit dem Finger durch das Leder hindurch, ob der ganze Plattenstoss in Ordnung ist und bringt durch leisen Druck, dem der ganze Plattenstoss folgen muss, die vorderste Platte an die richtige Stelle zum unmittelbarem Anliegen an die Auflager. Jede mechanische Vorrichtung kann in dieser Beziehung versagen; war die erste Platte nicht scharf an die Auflager angeedrückt gewesen, so ist die Aufnahme verfehlt. Die obere Feder verhindert nur das Zurückfallen der Platten und erschwert nicht in der sonst sehr lästigen Weise das Einschieben der belichteten Platten von hinten. Einzelne Platten können nach hinten ge-

bracht werden, ohne die Camera aus ihrer senkrechten Stellung zu nehmen, dadurch dass man die Platte, nachdem sie in den Schlitz eingeführt ist, etwas in die Höhe schnellt. Sind mehrere schnell hinter einander belichtete Platten im Beutel angesammelt, so kehrt man die Camera besser um und lässt jede Platte einzeln durch den hinteren Schlitz fallen.

Die ganze Einrichtung hat aber eine Voraussetzung, die von gewöhnlichen Platten nicht erfüllt wird. Jede einzelne Platte muss auf der Rückseite mit lichtundurchlässigem Ueberzug versehen sein, da sonst grelle Belichtungen sich durch die Platte hindurch auf mehreren anderen zugleich bemerklich machen würden. Dieser Ueberzug ist schon aus anderen, Seite 90 dargelegten Gründen als sehr zweckmässig bezeichnet und wird bei den für Vergrösserung bestimmten Negativen ohnehin zur Nothwendigkeit. Bisher wurde der Hinderguss aus Leder-Collodium, das mit Aurin gefärbt war, hergestellt. Da nun Leder-Collodium durch seinen starken Gehalt an Ricinusöl die Neigung zeigt, an glatten Flächen zu kleben und, gegen die Gelatineschicht gebracht, diese leicht unreinigen kann, so wurde noch schwarzes glattes Papier aufgeklebt. Im Entwickler schwamm das Papier mit der Collodiumschicht unschädlich ab. Dieses Hinterkleben der Platten ist in seinem Erfolg absolut sicher, nur theuer und auf der Reise schwer nachzuholen, wenn man mit fremden Platten arbeiten muss. Verfasser machte daher umfangreiche Versuche, den Hinderguss durch eine einfacher anzubringende Schicht zu ersetzen und blieb endlich bei Dextrin stehen, das in allen Drogenhandlungen zu haben ist, in kaltem Wasser gelöst ein leicht herstellbares Klebemittel bildet und sich bequem aufstreichen lässt. Man füllt ein gewöhnliches Wasserglas mit geraden Wänden einige Centimeter hoch mit Wasser und streut das Dextrin durch ein kleines Sieb, eventuell auch mit den Fingern vorsichtig in kleinen Mengen auf die Oberfläche, von wo es erst untersinkt in dem Maasse, als es vom Wasser durchdrungen wird. Die aufzustreuende Menge ist dem Inhalt nach mindestens gleich der des Wassers zu nehmen. Nach einer halben Stunde Stehens und ohne jedes Umrühren ist das Dextrin zu einer braunen, etwas mit unangenehmen Geruch behafteten steifen Masse gelöst, die jetzt erst umgerührt, streichfertig ist. In Masse in das Wasser geschüttet und sofort umgerührt, bildet

es Klumpen, aus denen die Luft nicht mehr entweichen kann und die daher umgelöst bleiben.

Das zum Hinterkleben bestimmte Papier muss nun licht- und durchlässig und möglichst glatt sein, damit die gegenliegende Schicht der nächsten Platte beim Einlegen und Wechseln nicht verletzt wird. Das von den Plattenfabrikanten zum Einschlagen der Platten benutzte schwarze Papier ist ganz geeignet. Man streicht auf das Papier in grossen Bogen mit einem breiten Pinsel in gleichmässigen Strichen das gelöste Dextrin und lässt die Bogen trocknen, die dadurch einen stark glänzenden Ueberzug bekommen, und einige Stunden gerollt, auch sich glatt legen. Dann schneidet man die Bogen in einzelne Blätter, die ringsherum einen Millimeter kleiner sind, als die Platten und beklebt letztere vor Beginn der Reise in seiner Dunkelkammer oder, wenn frische Platten unterwegs beschafft werden müssen, bei der ersten sich bietenden Gelegenheit. Man zieht die im Vorrath zurecht geschnittenen Blätter einmal durch reines Wasser und legt sie einige Minuten zwischen Fliesspapier. Alte Zeitungen thun dieselben Dienste. Man macht zweckmässig so viel Platten, als zur Füllung der Camera dienen, auf einmal fertig, also etwa 12, und schichtet diese mit dem etwas grösser geschnittenen Fliesspapier über einander. Sobald man das letzte Blatt mit Fliesspapier bedeckt hat, kehrt man den Stoss um und beginnt sofort jede Platte mit dem Dextrinpapier zu bekleben. Das Fliesspapier saugt die überflüssige Feuchtigkeit auf, so dass Tropfen, die die Schicht verunreinigen könnten, nicht mehr daran hängen. Das Dextrin haftet schnell an den Platten und wird leicht mit der Hand festgestrichen, indem man namentlich darauf achtet, dass die Ecken und Ränder gut angedrückt sind. Anfänglich wird man einige Schwierigkeiten finden, nach einiger Uebung aber so schnell damit fertig werden, als mit dem Einlegen in Rähmchen. Die Platten trocknen schnell, wenn man sie mit der Bild-Schicht nach unten auf eine trockene Unterlage legt. Die Bildschicht ist durch das deckende schwarze Papier vor der zwar schwachen, aber langdauernden Einwirkung des dunklen Zimmerlichtes geschützt.

Die Wirkung des hinterklebten Papiers ist nicht so vollständig aufhebend für die zurückgeworfenen Strahlen, wie bei Aurin-Collodium, aber doch ausreichend und vor Allem nicht

theuer. Die Fabrikanten liefern sie jedenfalls gegen mässige Entschädigung, weniger vielleicht Händler, die selbst keine Uebung in photographischen Arbeiten besitzen.

Wie leicht es ist, mit Fortlassung der Fixage Abends eine Anzahl Platten fertig zu machen, ist Seite 103 beschrieben. Bis jetzt ist es aber nicht möglich gewesen, das Nachfärben unfixirter Bromsilber-Schichten in zerstreutem Tageslicht zu verhindern. Da nun hervorgerufene Gelatineplatten, auch wenn sie in Alkohol gebadet sind, selbst bei trockenstem Wetter sechs bis acht Stunden zum Trocknen brauchen, in einem dunklen Schrank oder einer Schublade vor Licht geschützt, mindestens 24 Stunden, so war man genöthigt, entweder auf das Hervorrufen überhaupt zu verzichten oder aber das Ergebniss einer ganzen Reise mindestens in Frage zu stellen. Dieser Umstand war es in erster Linie, der das Entwickeln auf Reisen, die nicht mit allen Bequemlichkeiten einer vollständigen Dunkelkammer vor sich gingen, so gut wie ausschloss, und Verfasser hat es selbst erfahren müssen, wie nothwendig hier ein Ausweg war. Dieser Nothwendigkeit entsprang nachfolgendes Verfahren, das gründliche Abhilfe bringt, so dass man bequem am andern Morgen die Platten mitnehmen kann, die man Abends vorher entwickelt hat.

Sobald die Platten fertig entwickelt sind, lässt man sie, falls man mit Pyrogallus entwickelt hat, ein saures Alaunbad passiren und spült sie in reinem Wasser ab, wobei schwaches Tageslicht oder Kerzenlicht nicht mehr schadet. In dieses Wasser nun taucht man ein genau zugeschnittenes Blättchen des vorbeschriebenen schwarzen, mit Dextrin bestrichenen Papiere, aber nur so lange, als zum gleichmässigen Untertauchen nothwendig ist, bringt unter Wasser die Dextrinschicht auf die Leimschicht und hebt Platte und Papier schnell aus dem Wasser, streicht das überflüssige Wasser leicht heraus, aber ohne langes Warten und starkes Drücken, und stellt die so gegen alle mechanischen Verletzungen und schädliche Lichtwirkungen geschützte Platte bei Seite. Je zwei der Platten werden, nachdem die Rückseite trocken gewischt, mit dieser gegen einander gelegt und durch einen umgelegten Bindfaden oder einen der in allen Papierhandlungen erhältlichen dünnen Gummiringe verbunden. Die so hergestellten Doppelplatten kann man nun un-

bedenklich dem zerstreuten Tageslicht aussetzen. Sie trocknen am besten auf einem Plattengestell, das mitten in die Stube auf einen Rohrstuhl gestellt wird. Nur ganz grelles Licht wird von der Schnittkante her vielleicht ein Nachdunkeln des Randes bewirken. Und selbst, wenn die Weiterreise früher angetreten werden soll, als die Platten völlig trocken sind, so schadet das nichts. Man packt die noch feuchten Platten in einen Kasten wie gewöhnlich und sorgt nur für völliges Trocknen bei nächster Gelegenheit. Gefährlich ist nur die in den Eisenbahnwagen bei heissem Wetter entstehende Hitze. Die auf einander gepackten Platten entbehren des Zutrittes der Luft, eine Verdunstung kann nicht eintreten, also auch nicht abkühlend wirken und die feuchte Schicht, die nicht durchweg gegerbt ist, kommt leicht zum Schmelzen. Abgesehen von diesem einzigen Feind, sind die Platten durch das Papier gegen jede Verletzung, auch durch mechanisches Drücken oder Kratzen geschützt. Vor der zu Hause mit aller Bequemlichkeit vorgenommenen Fixirung legt man die Platte in reines Wasser und das Papier schwimmt ohne jedes Zuthun ab; das Fixiren dauert nur etwas länger als gewöhnlich.

Zu dem Bekleben des entwickelten Bildes kann man jedes glatte, aber nur unschädliches Licht durchlassende Papier gebrauchen. Die Dextrinschicht ist aber unerlässlich, da sonst das Papier sich so fest mit der bildtragenden Leimschicht verbindet, dass beide nicht mehr zu trennen sind. Man achte ja auf diesen Umstand und verderbe nicht sonst gut gerathene Negative in der Hoffnung, es ginge doch. Selbst glattes Papier hinterlässt auf der Bildschicht auch nach dem Ablösen die Spuren seines Gefüges und verursacht das Auftrocknen mit rauher, statt glatter Oberfläche. Das Aufgiessen von Negativlack beseitigt diese Spuren. Das gewöhnliche schwarze oder gelbe Glanzpapier der Buchbinder ist durchaus unbrauchbar, da die aufgebrachte Glanzschicht fast gänzlich wasserundurchlässig ist.

Nach den Erfahrungen des Verfassers ist mit der Stand-Entwicklung und dem Plattenschutz durch aufgeklebtes Papier das letzte Erschwerniss für Entwicklung der Platten, selbst bei grösseren Formaten auf Reisen beseitigt.

Der Objectivschluss für Augenblicks- und Zeitbelichtung ist ziemlich abweichend von dem bisher angewendeten. Er ist im Innern der Camera in einigem Abstände vom Objectiv ange-

bracht, da letzteres mit einer sehr genau gearbeiteten und mit Skala versehenen, senkrechten Verschiebung versehen ist, die keinerlei Verbindung mit der Verschlussvorrichtung verträgt. Es ist daher hinter dem Objektiv die Camera durch ein Blech abgeschlossen, das einen Ausschnitt besitzt von einer Grösse, dass hierdurch nur die Strahlen auf die Platte treten können, welchen vom Objektiv in jeder beliebigen Stellung in vorgeschriebenem Wege austreten, alle andern Strahlen aber, namentlich das zerstreut auf die Camerawände fallende Licht, abgeschnitten werden. Der Ausschnitt wird durch zwei dünne Bleche von der halben Breite des Ausschnittes geschlossen, die nur für die Belichtung um ihre eigene Breite zur Seite bewegt werden und dadurch den Ausschnitt für die Dauer der Belichtung frei geben. Die Bewegung der Bleche erfolgt durch zwei Winkelhebel, von denen je ein Schenkel an einen kleinen Krumm-Zapfen angreift, der durch Federdruck einen vollen Umgang von nur 8 mm Durchmesser vollzieht; der Schenkel umfasst den kleinen Zapfen in einem Schlitz und verrichtet eine auf- und abgehende Bewegung, wodurch der längere Schenkel eine hin- und hergehende Bewegung der Bleche bewirkt. Die Auslösung besorgt ein einarmiger Hebel an einer Scheibe, die der durch ein Federhaus gehenden Axe aufsitzt und durch eine gespannte Uhrfeder in Umdrehung versetzt wird. Der Hebel wird durch Luftdruck bewegt, kann aber auch mit der Hand abgedrückt werden.

Es ist der Bewegung durch eine gespannte, aber nicht übermässig angestrenzte Uhrfeder der Vorzug gegeben worden, da sich herausgestellt hat, dass die nur allein durch Luftdruck bewegten, sonst so vorzüglichen und bequemen Verschlüsse die Geschwindigkeit nicht entwickeln, die zur scharfen Abbildung bewegter Gegenstände nach S. 28 erforderlich ist. Durch mehrmaliges Umdrehen des Federhauses kann man die Belichtung innerhalb enger Grenzen abstimmen, nicht aber nach Belieben „langsame Augenblicks-Belichtungen“ herbeiführen. Die Anzahl der spannenden Umdrehungen des Federhauses kann man an den daselbst vortretenden Schraubengängen abzählen und sich dadurch die gewünschte Spannung ausprobieren. Sollte die Feder im Laufe der Zeit nachlassen, so ist es leicht eine Umdrehung mehr zu geben. Da die Feder aber niemals übermässig angespannt wird, so ist ihre Wirkung lange Zeit gleichbleibend und gestattet

mehrmaliges Abdrücken ohne Wiederholung der spannenden Umdrehung des Federhauses. Bei dieser Umdrehung wird der Verschluss nicht geöffnet und es bedarf keines komplizierten Sicherheitsverschlusses oder des leicht vergessenen Objektivschlusses durch einen aufgesetzten Deckel, um zufällige Belichtung zu verhindern. Für Zeitbelichtung wird vor dem Abdrücken ein Knöpfchen vorgeschoben und beim Beendigen der Belichtung wieder zurückgedrückt.

Endlich ist noch eine Vorkehrung vorhanden, welche die Umdrehung des Federhauses oder ein Auslösen des Verschlusses verhindert, wenn nicht inzwischen die Platte gewechselt ist. Die Vorkehrung wirkt ganz selbstthätig und erinnert durch Stehenbleiben des ganzen Mechanismus den Aufnehmer daran, eine andere Platte vorzubringen, wenn er zu unrechter Zeit belichten oder spannen will. Diese Vorsicht ist bei ruhigen Landschaftsaufnahmen vielleicht überflüssig, bei allen Aufnahmen aber recht nützlich, bei denen die Aufmerksamkeit durch andere Rücksichten geteilt ist, also gerade bei Messbild-Arbeiten.

Da nun die Platte bei eigentlichen Missgriffen stets geschützt ist, so konnte die Mittelblende und der Vorschieber überaus einfach gehalten werden. Die Mittelblende besteht aus einem einfachen Streifen Blech, der nur 3 oder 4 Oeffnungen enthält und nur durch Beseitigen einer Schraube herausgenommen, also nie vergessen oder verloren werden kann. Es ist allein eine Verwechslung der Blendenöffnung möglich, die aber das geringste Uebel ist. Der Vorschieber besteht nur aus einer dauernd aufgesetzten Kappe, die dicht vor dem Objektiv den für Augenblicks-Aufnahmen bestimmten grossen viereckigen Ausschnitt trägt. Hinter diesem ist ein Schieber aus dünnem Blech angesetzt, der den für Dauerbelichtungen bestimmten kleineren Ausschnitt trägt. Er ist durch ein Kettchen unverlierbar gemacht und wird bei Augenblicksbelichtung ganz herausgenommen.

Vorblende und Mittelblende sitzen unmittelbar bei einander und bilden mit der Verschiebung des Objektivs drei Gegenstände der Aufmerksamkeit, die bei jeder Aufnahme in Betracht kommen, und daher auch bald gewohnheitsmässig beachtet werden.

Ist so den Anforderungen Genüge geleistet, welche die praktische Photographie zur Augenblicks- und Zeit-Aufnahme

stellt, so ist den Bedürfnissen für das Messbild-Verfahren in möglichst einfacher Weise begegnet.

Die Auflagermarken sind an den Kanten der eigentlichen Camera genau senkrecht zu einander und mit der Drehbank „laufend“ senkrecht zur optischen Axe gerichtet und kommen dadurch sicher zum Abdruck auf der Platte, dass diese 1,5 mm ringsum grösser ist, als der Lichtraum der Camera.

Die Libellen für den Gebrauch in Hoch- und Querformat sind solide auf der Camera befestigt und von vornherein richtig zum Fadenkreuz eingestellt.

Die Objektivbewegung findet in genauer Führung parallel zum Vertikalfaden statt und trägt eine Theilung von 2 zu 2 mm mit Index für die jedesmalige Stellung des Objektivs. Zur Bestimmung der für jeden Fall nöthigen Hebung oder Senkung des Objektivs wird ein kleiner Sucher mitgegeben, der in der Westentasche Platz findet. Es ist darum von einem Sucher an der Camera selbst abgesehen worden, da nach allen gemachten Erfahrungen die Aufstellung der Camera an Ort und Stelle auf den möglichst kurzen Zeitraum beschränkt werden und Richtung der Camera und Stellung des Objektivs vor dem Aufstellen des Stativs bestimmt sein muss. Die vorausgehende Beobachtung durch den in der Hand verborgenen Sucher ist sehr wenig auffällig und trotzdem bequemer, als an der Camera selbst, mögen auch die kleinen Sucher in Form der eingebauten kleinen Camera obscura anscheinend den Vorzug verdienen. Im hellen Licht ist das kleine Bildchen kaum zu unterscheiden, wenn man nicht wenigstens die Hand schützend daneben hält. Dadurch ist das Auge und die eine freie Hand in Anspruch genommen und von dem eigentlichen Vorgang abgewendet. Die Beobachtung einer Libelle zur richtigen Zeit ist so gut wie ausgeschlossen und die Folgen sind schiefe Bilder. So konnte es kommen, dass ein prachtvolles, als besondere Leistung in einer Fachschrift hingestelltes Landschaftsbild auf nur 12 cm Breite $1\frac{1}{2}$ cm von der Horizontalen abwich. Abgesehen von den, einem geübten Auge sofort auffälligen, schief stehenden Häuschen erhielt die Landschaft einen völlig falschen Charakter, da die Berglehne auf der einen Seite um mindestens hundert Meter tiefer gezeichnet war, als sie in Wirklichkeit gegen den Mittelgrund sein sollte.

Aufstellung und Benutzung des Fadenstativs oder des ein-

fachen Stockstativs sind so sehr von der Oertlichkeit der Aufnahme abhängig, dass bestimmte Regeln sich kaum entwickeln lassen.

Das Fadenstativ hat der Einfachheit wegen für die Camera kein drehbares Auflager erhalten, das leicht die Standfestigkeit beeinträchtigt und in Unordnung geräth. Das Stativ ist so leicht und passt sich jeder Unebenheit des Bodens an, dass man die nach dem Sucher bestimmte Richtung der Camera vor dem Horizontalstellen an den Wirbeln ermitteln kann. Kleine Aenderungen der Richtung bewirkt man durch Aufheben und Drehen des, ein festes Ganze bildenden Stativs.

Das einfache Stockstativ verwandelt sich durch Anlehnen an einen Baum oder eine Mauer sofort in ein festes Stativ und kann in diesem Falle leicht für die Dauer der doch nur wenige Sekunden währenden Belichtung mit kleinster Blende in der Hand gehalten werden. Sehr bequem kann man selbst lange Belichtungen in der Hand ausführen im Inneren von Bauwerken, namentlich Kirchen, wenn man sich auf eine Bank oder auf einen Stuhl setzt, die Lehne vor sich. An derselben muss eine Wange oder ein Pfosten vorspringen, so dass man den Stock mit der Hand in den so gebildeten Winkel festdrücken und die aufgesetzte Camera so vor der schädlichen Drehung während der Belichtung schützen kann. Hängt man dann den Hut, ein Taschentuch etc. noch über die Camera, so merkt der aufmerksamste Kirchendiener kaum, was vorgeht, und man erhält eine ganz genau gerichtete Messbild-Aufnahme unbemerkt inmitten einer ganzen Menschenmenge.

In ganz freier Stellung ist das Stockstativ nur zu Augenblicks-Aufnahmen zu verwenden, giebt hier bei einiger Uebung aber noch ganz brauchbare Horizontalstellung. In weichen Boden stösst man das Stativ hinein, drückt mit dem Fusse dagegen, legt ev. noch Steine herum und kann dann auch Zeitbelichtungen vornehmen.

Die Aufeinanderfolge der einzelnen Arbeiten bei Verwendung des kleinen Messbild-Apparates ist demnach folgende: Man beschickt in einem dunklen Raum oder im Dunkelkasten, zur Noth in einem oben und unten umgeschlagenen, vorn zugeknöpften Ueberzieher unter Benutzung der Aermel in dem dem gewöhnlichen Gebrauch umgekehrten Sinne, die Camera mit 12 Platten,

indem man dieselben einzeln, Schicht nach der Camera, in den hinteren Schlitz bei umgekehrter Haltung der Camera einschiebt und sofort den Beutel aufsteckt. Dann stellt man am Licht die Zählscheibe auf 1 und ist fertig zur Aufnahme. An Ort und Stelle bestimmt man die senkrechte Mittellinie und Stellung des Objektivs für die Aufnahme durch den Sucher, die Blendenöffnung nach dem gegebenen Licht und richtet die Camera, nachdem der Index des Objektivs auf die gesuchte Stelle gebracht, nach dem für die Mittellinie anvisirten Punkt, stellt die Libelle ein, visirt und nivellirt nochmals und belichtet, nachdem man die S. 191 hervorgehobenen Gegenstände der Aufmerksamkeit noch einmal überblickt hat.

Man gewöhne sich daran, unmittelbar nach der Belichtung zu wechseln und die an der Zählscheibe erschienene Zahl zu beachten. Der Umstand, dass man die Platten rasch hinter einander belichtet und zur Zeitersparniss im Beutel liegen lässt, ändert an der Beobachtung der Zählscheibe nichts, da stets genau jede Aufnahme, auch wenn sie verunglückt, mit der Nummer notirt werden muss.

Nach Belichtung sämtlicher Platten lässt man sie auf dem gewöhnlichen Wege, wie beim Wechseln, durch den vorderen Schlitz sämtlich! in die freie Hand oder den Beutel fallen und beschickt sofort die Camera mit neuen Platten.

Die vom Verfasser verwendeten Platten sind von sogen. Spiegelmasse und nur wenig über ein Millimeter stark. Sie fallen darum sehr wenig an dem zur Aufnahme fertigen Instrument ins Gewicht, an dem nun die Cassette um so leichter ist. Letztere ist auch kleiner als eine für gleiches Format bestimmte Rollcassette, so dass für letztere nur der Vorzug des grösseren, auf einmal mitgenommenen Vorrathes an Bildfläche übrig bleibt. Dieser Vorzug ist aber bei Aufnahmen zu wissenschaftlichen Zwecken auf Reisen mindestens fraglich. Wie oben beschrieben, können mit den hinterklebten Platten die Aufnahmen ganz leicht an jedem Abend entwickelt und morgens, wenn es sein muss, noch im halbtrockenen Zustande mitgenommen werden. Man weiss, was man hat und ist sicher, Alles heil nach Hause zu bringen.

Für die Standentwicklung sind vom Verfasser auch für die beiden Plattenformate passende kleine hohe Gefässe hergestellt

worden, deren Vorzüge Unzerbrechlichkeit, Leichtigkeit und Billigkeit sind. Sie bestehen aus Lederpappe mit Metallecken, sind mit Paraffin getränkt und gegen Flüssigkeit aller Art ziemlich unempfindlich. Nur bei längerem Gebrauch wirkt die Pottasche darauf ein und macht den Stoff mürbe, dann aber hat eine solche „Cuvette“ reichlich genug Dienste gethan.

Als Einsatz darin zum Einstellen der Platten haben sich kleine, drei Seiten eines Vierecks bildende Rähmchen von Holz bewährt. Die beiden Seitentheile sind mit Nuthen versehen in Abständen, dass jede einzelne Platte bequem herausgenommen und beobachtet werden kann. Die dadurch bedingte etwas grössere Flüssigkeitsmenge kommt bei der ungeheuren Verdünnung des Entwicklers nicht in Betracht. Wenn man fertig ist mit Entwickeln, wirft man die ausgegossenen Cuvetten und die herausgenommenen Rähmchen in ein Waschbecken, giesst mehrere Male Wasser darauf und wieder ab, und die Reinigung ist vollendet. Man stellt die Geräthe frei über Nacht hin und findet morgens Alles trocken.

Hat man Zeit, so vollzieht man auch das Fixiren und Waschen der Negative in diesen kleinen Cuvetten, da man in dem Bekleben der Platten ein Mittel besitzt, auch mit nicht getrockneten Negativen die Reise fortzusetzen.

Die beschriebenen Apparate, insbesondere die Camera in den zwei Grössen nehmen den kleinsten Raum ein, der für die zugehörige Plattengrösse 9.12 und 6.8 cm erreichbar gewesen ist.

Die erforderlichen Chemikalien, deren Anzahl nach den beigefügten Mischungsangaben eine sehr geringe ist, sind in jeder Drogerie oder Apotheke erhältlich. Zum Transport bedient man sich zweckmässig der vom Verfasser als überaus dauerhaft befundenen Schachteln aus paraffinirter Pappe. Sie schützen vollkommen gegen Feuchtigkeit, verursachen keinerlei Zersetzungen und sind unzerbrechlich und so billig, wie irgend eine andere Verpackung.

Für das Fertigmachen der Negative und Kopien mit oder ohne Vergrösserung sind die erforderlichen Apparate überall im Handel zu haben. Die kleinen Gefässe für Standentwicklung mit Deckel und Holzeinsatz werden in drei in einander passenden Grössen angefertigt, eine für Entwicklung, eine für Säurebad, eine für Wasser. Für Fixiren ist ein zweiter Satz solcher Gefässe erforderlich.

Der S. 85 beschriebene, die Dunkelkammer in beschränkten Wohnungen oder auf Reisen ersetzende Dunkelkasten, handliche Kopirrahmen, die das Einlegen und Herausnehmen der Blätter erleichtern, endlich eine für bestimmte Formate 18.24 cm und 27.36 cm einzurichtende Vergrößerungscamera mit Magnesiumlampe und Rauchverzehrung sind zum Theil schon im Handel und werden schnell verbessert, sobald sie gefordert werden. Selbstangefertigte Vergrößerungen nach kleinen Originalen mit Messbild-Eigenschaft werden dadurch für wissenschaftliche Zwecke wohl bald allgemein werden.

Anhang II.

Mischungsangaben für Hervorrufung u. s. w.

Die nachfolgenden Angaben sind vom Verfasser durch ausgedehnten Gebrauch ausprobiert und mögen für die ersten Arbeiten als Richtschnur dienen, bis eigene Selbständigkeit gewonnen ist.

Zum Ansetzen der Vorrathslösungen benutze man womöglich die bekannten Bierflaschen mit Porzellanstöpsel und Gummiring-Verschluss.

Die Lösungen von Eisenvitriol (E.), Pottasche (Pt.) und Oxalat (O.) werden konzentriert angesetzt. Man schüttet die Flasche ungefähr ein Drittel voll Krystalle, giesst sie dann voll Wasser und schüttelt von Zeit zu Zeit. In einigen Stunden hat man eine der herrschenden Temperatur entsprechend konzentrierte Lösung. Bei kalter Witterung, welche die chemische Umsetzung ohnehin verlangsamt, hat man die Mengen der Vorrathslösungen etwas grösser zu nehmen.

Die Lösung von Natriumsulphid (N.) wird nicht konzentriert, sondern annähernd im Verhältniss 1:10 angesetzt. Man wiegt sich zu Hause einige Male die zum Ansetzen einer Flasche erforderliche Menge des Salzes ab, bis man sich an das Abschätzen nach Gewicht und Augenmaass gewöhnt hat. Es schadet nichts, wenn die Vorrathslösung später 1:9 oder 1:11 ausfällt. Man sieht dem Gang der Entwicklung später bald an, ob man die zuzusetzende Menge der Vorrathslösung etwas zu verringern oder zu verstärken hat, wenn man beachtet, dass Natriumsulphid das verzögernde Element in der Entwicklung bildet.

Die Bromkaliumlösung (B.) wird nur tropfenweise gebraucht und kann daher in einem kleinen Tropffläschchen mit Glasstöpsel, in dem Verhältniss 1:10 gelöst, mitgenommen werden. Man gebrauche aber die Vorsicht, das Fläschchen in eine starke Papp-

hülse, oder eine Holzhüllung zu stecken, deren Deckel nicht leicht von selbst abfällt.

Die Pyrogallus-Säure (Pg.) nimmt man in dem Zustande, wie sie geliefert wird, als weisses lockeres Pulver in einer dicht schliessenden Schachtel mit. In paraffinirten Pappschachteln hält sich Pyrogallussäure jahrelang unverändert. Die Seite 97 beschriebene, in Oblatenform gepresste Pyrogallussäure wird die Verwendung noch sehr vereinfachen. Die jedesmal in Lösung zu bringende Mengen sind so geringfügig, dass man sich das in den Löffel zu nehmende Häufchen oder das Oblatenstück seiner Grösse nach bald merkt.

Alaun und Eisessig (für letzteren genügt jeder reine Essig der Küche) erhält man überall. Der Verbrauch ist aber so geringfügig, dass einiger Vorrath auch nicht belästigt.

Mit diesen Chemikalien ist man allen vorkommenden Arbeiten gewachsen.

A. Negative. (Gelatineplatte, Film.)

- I. Entwicklung mit Eisen. Mische 4—6 Theile (Raumtheile) O. und 1 Theil E., beginne mit Entwickeln und setze B. tropfenweise zu, falls das Bild zu schnell kommt. Der grössere Zusatz E. bringt mehr heraus. Entwicklung in Schale mit Bewegung der Schicht.
- II. Gewöhnliche Entwicklung mit Pyrogallussäure. Mische 50 Pt. und 50 N. und setze 1000 Wasser hinzu, dazu unter Umrühren in kleinen Mengen $1\frac{1}{2}$ —2 Pg. Entwicklung in Schale mit Bewegung der Schicht.
- III. Stand-Entwicklung mit Pyrogallussäure. Mische 50 Pt. und 50 N. und setze 6000 Wasser hinzu. Platte in einem hohen, mit Nuthenrahmen versehenen Gefäss nach mehrmaligem Bewegen 15—120 Minuten, unter Nachsehen mit sofort folgendem schnellem Untertauchen, ruhig stehen lassen. Die fertig entwickelten Platten herausnehmen und durch neue ersetzen. Man lässt ein Bad von schwacher Alaunlösung mit einigen Tropfen Eisessig nachfolgen zur Verhinderung des Gelbschleiers.
- IV. Entwicklung mit Eikonogen. Mit fertigen Patronen nach Vorschrift.

B. Positive. (Bromsilberpapier.)

V. Entwicklung mit Eisen. Mische 4— 6 O. und 1 E., letzterer vorher mit gleichem Theile Wasser verdünnt; dazu auf 100 Gr. Entwicklung 3—5 Gr. B. Zum Nachholen zurückbleibender Stellen denselben Entwickler ohne B. und konzentriert aufgepinselt.

VI. Entwicklung mit Eikonogen wie Nr. IV oder für den Fall der Selbstbereitung mische 250 N. und 150 Wasser, darin werden 7,5 Eikonogen gelöst und 50 Pt. zugesetzt. Kann noch sehr verdünnt werden.

Für beide Arten Entwicklung setze man dem Fixirbade auf 1000 Theile 50 Theile einer konzentrierten Alaunlösung zu.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Erster Theil Die photographischen Grundlagen	1
1. Einleitung und optische Erklärungen	1
2. Eigenschaften und Verwendung der Objective	8
3. Belichtungsdauer	21
4. Bildschärfe	30
5. Brennweite	37
6. Bildwinkel	46
7. Die Camera	56
8. Die Stative	74
9. Die kleinen Geräte	81
10. Das Belichten	92
11. Das Hervorrufen	96
12. Die fertigen Platten	101
13. Die Kopien	106
14. Das Vergrössern	116
Zweiter Theil. Das Messbildverfahren mit kleinen Instrumenten .	131
15. Das Entstehen des Messbildes	131
16. Die Benutzung des Messbildes	145
17. Einzelne Aufgaben	157
18. Besondere Leistungen	176
Anhang. 1. Beschreibung eines kleinen Messbildinstrumentes nebst Zubehör für Aufnahmen auf Reisen	183
2. Mischungsangaben für Hervorrufung etc.	197

Verzeichniss

empfehlenswerther Firmen

zum Bezug

photographischer Bedarfsartikel.

Berlin.

Brandt & Wilde Nachf., S., Alexandrinenstr. 68-69	Seite III
G. Braun, Mechan. Werkstätte, Königgrätzerstr. 31	,, VI
Joh. Eichardt, S.W., Oranienstr. 118	,, V
C. P. Goerz, Berlin-Schöneberg, Hauptstr. 7a.	,, I
Franz Kühn, W., Charlottenstr. 50-51	,, III
O. Ney, S., Prinzenstr. 96	,, X
H. Rothenwaldt, S.W., Neuenburgerstr. 25	,, VI
J. F. Schippang, S., Prinzenstr. 24	,, IV
Robert Schreiner, S., Prinzessinnenstr. 5	,, VII
Schüler & Günther, S.W., Lindenstr. 93	,, IX
Heinr. Sachs Nachf., S.O., Köpnickerstr. 164	,, VIII
Romain Talbot, C., Kaiser-Wilhelmstr. 46	,, VII
J. Unte's Kunst- und Verlags-Anstalt, S.O. 16	,, VIII

Charlottenburg.

Dr. Stolze & Co.	Seite VIII
--------------------------	------------

Düren, Rheinland.

Gebr. Herzheim	Seite V
--------------------------	---------

Görlitz.

Fr. Wilde & Sohn	Seite IV
----------------------------	----------

Hannover.

C. Schrader's Nachfolger	Seite VII
------------------------------------	-----------

Hemelingen bei Bremen.

Aluminium- u. Magnesium-Fabrik, Aktien-Gesellsch.	Seite III
---	-----------

Jena.

Carl Zeiss	Seite V
----------------------	---------

München.

O. Perutz	Seite VII
---------------------	-----------

Wien.

Carl Fritsch, VI, Gumpendorferstr. 31	Seite IV
R. Lechner, Graben 31	,, II
Bernhard Wachtl, VII, Kirchberggasse 37	,, VIII

Optische Anstalt C. P. Goerz

Fabrik photographischer Apparate
Berlin — Schöneberg, Haupt-Str. 7a.



Empfiehl:

photographische Objective

in bester Ausführung und von grösster Leistungsfähigkeit
(u. A. werden dieselben von Herrn Geh. Baurath Dr. A. Meydenbauer für seine kleineren Messbildapparate verwendet.)
ferner:

Photographische Apparate

für Architekten, Techniker, Berufs- und Amateur-
Photographen in den verschiedensten Preislagen.

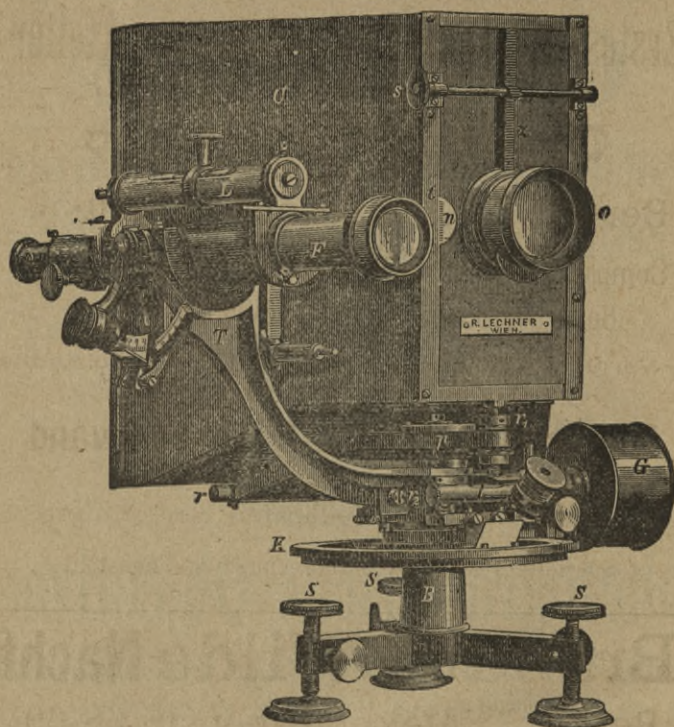
Allein-Vertrieb für alle Länder

von

Geh. Rath Dr. A. Meydenbauer's
Photogrammetrischen Hand-Apparaten.

Preisverzeichniss auf Wunsch kostenfrei.

R. LECHNER's Photographische Manufactur (Wilh. Müller)
Graben 31. WIEN Graben 31.



Unsere mechanische Werkstätte beschäftigt sich hauptsächlich mit Konstruktion von

Phototheodoliten und Photogrammetrischen Apparaten.

Sachgemässe Leitung der Werkstätte und geschultes Personal setzen uns in den Stand, für tadellose und praktische Ausführung volle Garantie leisten zu können. U. A. erhielten von uns Apparate: Die K. u. K. Generaldirektion der österr. Eisenbahnen, das K. u. K. Militair-Geographische Institut in Wien, das Hohe K. u. K. Ackerbau-Ministerium in Wien, die Lehrkanzel für Wildbach-Verbauung in Wien, die K. u. K. Pionnier-Cadettenschule in Hainburg.

Kostenanschläge stehen bereitwilligst zu Diensten.

R. LECHNER's Photographische Manufactur (Wilh. Müller)
Graben 31. WIEN Graben 31.

K Ü H N's

Erstes internationales Amateur-Atelier

und

Copier-Anstalt

Berlin, W. 5., Charlottenstr. 50-51.

Complete Ausrüstung und Niederlage sämtlicher
Bedarfsartikel für Amateur-Photographen.

Zur Verfügung meiner Kunden Atelier, Dunkelzimmer,
Copierräume, Vergrößerungs-Apparate.

Reproduktionen auf Maler-Leinwand

Oel oder Kreidegrund

in jeder Grösse zur billigsten Berechnung.

Specielle Preislisten unberechnet zu Diensten.

Brandt & Wilde Nachf.

Berlin, S. Alexandrinenstr. 68-69.

FABRIK & LAGER

photographischer Bedarfs-Artikel.

Gegründet 1863.

Ganze Einrichtungen stets auf Lager.

Magnesium-Pulver

-Band und -Draht

für photographische Zwecke

liefert sofort jedes Quantum die

Aluminium- und Magnesium-Fabrik

Hemelingen bei Bremen.

J. F. Schippang & Co.

Inhaber: E. Martini

Berlin, S. Prinzen-Str. 24.

Complete Reiseapparate.

Reichhaltige Auswahl von

Objectiven und Momentverschlüssen.

Trockenplatten

eigener Fabrikation für Moment- und andere Aufnahmen.

Abziehbare Trockenplatten. Eosinsilber-Trockenplatten.

Preislisten auf Verlangen gratis und franco.

Karl Fritsch vorm. Prokesch

K. K. priv. optische und mechanische Präcisions-Werkstätte.

WIEN VI, Gumpendorfer-Strasse 31

empfiehlt hiermit allen Herren Architecten, Technikern, Berufs- und Amateur-Photographen seine selbsterzeugten photographischen Objective als: **Aplanate**, **Antiplanate**, **Anastigmat** und **Apochromate**, letztere zwei Gattungen sind **insbesondere** für das Messbildverfahren sehr geeignet; ebenso seine **Momentverschlüsse etc.**

Von der K. K. Lehr- und Versuchsanstalt sind die obengenannten Objective laut Attesten auf das Beste empfohlen. (Siehe auch Director Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie Band I Heft 4. Jahrgang 1891)

Fr. Wilde & Sohn

Görlitz Pr. Schl.

Trockenplattenfabrik mit Maschinenbetrieb,
Kunsttischlerei und Reparaturwerkstätten

für photographische Apparate.

Kartendruckerei mit eigener lithographischen Anstalt.

Grosses Lager in Papieren, Decorationen, Schaaalen, Objectiven, sowie sämtlichen photographischen Bedarfsartikeln empfiehlt sich einer geneigten Beachtung.

Preislisten unberechnet und postfrei. 🐉

CARL ZEISS

OPTISCHE WERKSTÄTTE

JENA.

Photographische Objective

nach **neuen Constructionstypen,**

Anastigmat und Triplets

patentirt in Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Italien,
Schweiz, Frankreich, England u. Vereinigte Staaten N. A.

Ausführliche Cataloge gratis und franco.

Für photogrammetrische und Architecturaufnahmen besonders gut
geeignet die **Anastigmat** $\frac{1}{18}$ (Serie V.)

Auf Grund ertheilter Lizenz werden unsere patentirten Objective
ausser von uns auch hergestellt von:

Voigtländer & Sohn, Braunschweig,
Karl Fritsch vorm. Prokesch, Wien,
E. Suter, Basel,
F. Koristka, Mailand,
Bausch & Lomb Opt. Comp., Rochester N. Y.

**Cellöidin-
und
Aristopapier**

in bester preiswerther Waare
stellen als Sonder-Erzeugniss
her

Gebr. Herzheim
Düren (Rheinland.)

MUSTER UND PREISE ZU DIENSTEN

Joh. Richardt

Buchbinderei für Architectur
BERLIN, S.W.

118, Oranien-Strasse 118

empfiehlt sich zum Aufziehen von Zeichnungen und Photo-
graphien etc., sowie für Einbände und Mappen aller Art.
Cartons zu Projecten und Concurrenzen zu soliden Preisen.
Proben stehengern zu Diensten.

Die Arbeiten der Messbild-Anstalt werden in meiner Werkstatt
ausgeführt.

H. Rothenwaldt

BERLIN, SW. 13

Neuenburger-Str. 25.

Fabrik und Lager für sämtliche
photographische Apparate
in allen Preislagen.

Specialität: Photographische Reise-Ausrüstungen für
wissenschaftliche Expeditionen, Einrichtung
von Ateliers, Lichtdruck- und Reproduktions-
Anstalten.

Die besten Empfehlungen von allen Seiten
Artillerie-Prüfungs-Kommission. — Mexicanische Regierung.
Das Königl. Messbild-Institut.

5 Preismedaillen.

G. Braun

1 Diplom.

FABRIK

photographischer Apparate

Berlin, Königgrätzer-Strasse 31.

SPECIALITÄT:

Objectiv-Verschlüsse, Reise-Cameras

und

photogrammetrische Apparate

(Von Letzteren an 5 Königl. Preussische u. 1 Kaiserl.
deutsches Institut geliefert.)

J. B. Obernetter's Emulsionsplatten u. Häute,

durch hohe Empfindlichkeit, Reinheit der Schicht und Schönheit der damit erzielten Negative gleich ausgezeichnet.

Maschinenpräparation.

Maschinenpräparation.

Vogel-Obernetter's farbenempfindliche Eosinsilberplatten

zu Landschafts- und Architectur-Aufnahmen

ohne gelbe Scheibe.

Emulsionshäute,

farbenempfindlich und gewöhnlich, werden bei Bestellungen von 2 Dtz portofrei in Brief expedirt.

Reiseapparate, Chemikalien und Papiere für Photographie (Obernetters Emulsionspapier).

Preis-Verzeichnis unentgeltlich und postfrei.

Otto Perutz, München

Trockenplattenfabrik.

C. Schrader's Nachfolger
HANNOVER
 GEGR. 1795
 Versandgeschäft
 von
Mal u. Zeichen-Mensilien
 illust. Preisliste portofrei

Rob. Schreiner

Berlin, S. 42., Prinzessinnen-Str. 5.

Directer Bezug

Photographischer Apparate

bester Construction und Ausführung.

Wechselcassette f. Films D. Reichspat.

Aluminium-Beschläge.

Sämmtliche Bedarfs-Artikel
und Reparaturen billigst.

Romain Talbot

Berlin, C., Kaiser-Wilhelm-Str. 46.

Special-Geschäft

aller Bedarfs-Artikel für Photographie, Metallätzung,

Lichtdruck, Gravure

Verlangen Sie die kostenfreie Zusendung der betreffenden Preisliste.

Gegründet 1835.

UNTE'S
KUNST- UND VERLAGS-ANSTALT
BERLIN, S. O. 16.

übernimmt
alle künstlerischen, schriftstellerischen und Verlags-Arbeiten
in zufriedenstellender Ausführung.

DR. STOLZE & Co.
CHARLOTTENBURG — WESTEND

empfehlen ihre als vorzüglich anerkannten

Bromsilbergelatine-Papiere

welche ausschliesslich in der Messbild-Anstalt des
Königl. Ministeriums der geistlichen, Unterrichts- und
Medicinal-Angelegenheiten Verwendung finden:

mit Hochglanz (D Papier)

rauh und matt (E Papier)

glatt und matt (F Papier)

sowie ihr ausgezeichnet arbeitendes

Chlorsilbergelatine-Papier (Aristo)

Zu beziehen durch alle Handlungen photographischer Bedarfs-
Artikel des In- und Auslandes.

Heinrich Sachs Nachf.

BERLIN, S. O.

Köpnicker-Strasse 164

Goldene Medaille Neapel 1886.

hält vorräthig

Magnesium, sowie

alle Chemikalien für Photographie

Bestellungen werden prompt ausgeführt
u. von 5 Mk. an frei in's Haus geliefert.

Specialitäten für Photographie

und verwandte Fächer

PERMANENTE AUSSTELLUNG

Fabrikation m. Dampftrieb

Bernhard Wachtl

Wien VII, Kirchberggasse 37.

Preislisten auf Verlangen.

Ferd. Schüler & Günther

Trockenplattenfabrik mit Maschinenbetrieb,
gegründet 1882.

— BERLIN, S.W. —

93, Linden-Strasse 93.

Lieferanten der unter Leitung des Herrn Geh. Baurath Dr. Meydenbauer
stehenden Messbild-Anstalt des Königl. Ministeriums der geistlichen pp.
Angelegenheiten

empfehlen ihre in jeder Hinsicht unübertroffenen

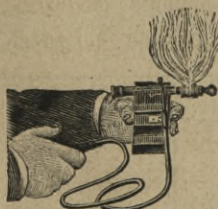
Bromsilber - Gelatine - Trockenplatten

mit hoher und höchster Empfindlichkeit

Abziehbare Trockenplatten für Lichtdruck

Orthochromatische Platten für farbige Objecte.

NEU.



NEU.

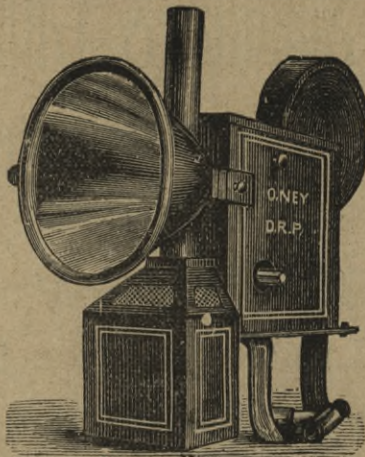
Blitzflinte

der praktischste Magnesium-Verbrennungs-Apparat

Preis 12 Mark.

Goldene Medaille, Paris 1886.
Erster Preis, Flensburg 1889.
Daguerre-Medaille, Berlin 1889.

Deutsches Reichspatent
No. 37010.



Deutsches Reichspatent
No. 37010.

O. Ney's Magnesiumlampen

sind seit langer Zeit bewährt und berühmt. Sie sind die **beste Lichtquelle**, deren sich die Photographen zu **Vergößerungen** oder Kunstanstalten für ihre **Reproductionsarbeiten** (Autotypie, Zinkographie) bedienen können.

Durch meine Magnesiumlampen ist man von **trüber Witterung oder kurzen Wintertagen vollständig unabhängig!**

In meiner seit 1879 bestehenden Werkstatt werden sämtliche Apparate für

Vergößerung, Projection, Mikrophotographie
mit Magnesiumlicht, Kalklicht, electricischem Licht etc. etc.
wissenschaftlich richtig

und in praecisester Arbeit ausgeführt, ebenso auch Neu-
construktionen nach speciellen Angaben entworfen.

Man verlange meine speciellen Prospekte und den Hauptkatalog!

O. NEY

Mechaniker und Chemiker
Fabrikant photographischer Specialitäten
Berlin, S., Prinzen-Str. 96.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299154