wirken Farbstoffe nicht sensibilisierend (Unterschied von Silberpapieren).

Kaliumbichromatschichten (Pigmentpapier, Gummidruckpapier) sind vom ultravioletten Licht viel weniger abhängig als Chlorsilberpapier; deshalb ist bei trübem Wetter ersteres relativ empfindlicher. Ähnliches gilt von Platinpapier und anderen Kopierpapieren mit Eisensalzen.

Auf ein zuerst mit Kupfervitriollösung (1:8), dann mit Kaliumbichromatlösung getränktes und getrocknetes Papier wirkt das Licht bräunend und zwar nach Herschel[1]) beginnt diese Wirkung in der Nähe des Blau, erstreckt sich über das Violett hinaus, um so viel, als die Breite dieser Strahlen beträgt und allmählich schreitet sie bis ans Ende des Grün, ja bei sehr langer Exposition bis zum Gelb vor; dann beginnt die Bräunung zu verschwinden und auszubleichen. Die Bleichung beginnt am Ende des Violett und schreitet dann allmählich beiderseits vor.

Eisenverbindungen. Auf ein Gemisch von Eisenchlorid und Oxalsäure wirkt nach Marchand[2]) das Spektrum am stärksten im Blau. Die relative Zersetzung ist folgende: Im Roth 5,7, im Orange 9,9, im Gelb 43,1, im Grün 134,1, im Blau 615,8, im Indigo 370,0, im Ultraviolett 52,1.

Das zitronensaure Eisenoxyd-Ammoniak auf Papier aufgetragen wird vom Violett bis ins Blaugrün bei *E* reduziert (Draper). Nach Reynolds[3]) ist die Wirkung des Spektrums auf oxalsaures Eisenoxydpapier ziemlich ähnlich der auf Chlorsilberpapier. (Vgl. auch Abney, Phot. News 1882, S. 300 und Jodin, Ber. d. deutsch. chem. Gesellschaft 1882, S. 1465.) Bei eigenen Versuchen fand der Verfasser, daß Eisenoxalat (Ferrioxalat) auf Papier im Sonnenspektrum am stärksten im Blau reduziert wird; die Wirkung erstreckt sich bis ins Blaugrün bei *F* (s. Kurve 2, Fig. 160).

Ein Gemenge von Ammonium-Ferrizitrat mit Ferrizyankalium wird auf Papier sehr rasch im Blau, Violett und Ultraviolett gebläut; bei fortgesetzter Wirkung zerstören diese Strahlen aber die Farbe wieder, besonders rasch bewirken die blauen Strahlen die Entfärbung (Herschel).

Oxalsaures Manganoxyd, welches gleichfalls zu einem photographischen Kopierprozeß dienen kann (s. Bd. IV dieses Handbuches) ist nach A. und L. Lumière besonders empfindlich im Gelbgrün; das Maximum der Reduktion liegt zwischen den Fraunhoferschen Linien

1) Hunts Researches on Light 1854, S. 176.
2) Etude sur la force chimique contenue dans la lumière 1875.
3) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1862, S. 186.

D und *E*. Bei verlängerter Belichtung erstreckt sich die Einwirkung auf den ganzen sichtbaren Teil des Spektrums, so daß die Kurve der photochemischen Zersetzung des oxalsauren Manganoxyds nahe mit derjenigen zusammenfällt, welche der optischen Helligkeit entspricht (s. Kurve 7 Fig. 160).

Den verschiedenartigen Einfluß von rotem und violettem Licht auf gewisse Oxydations- und Reduktionsvorgänge studierte zuerst Chastaing[1]).

Eisen. Eisenoxydulsalze oxydieren sich sowohl im Lichte als in der Wärme besonders rasch. Eisenvitriol oxydiert sich bei der Gegenwart von Luft im roten Lichte stärker als im Dunklen, und die rein chemische Aktion bei Ausschluß von Licht ist größer als die Oxydation bei Gegenwart von violettem Lichte, welches reduzierend wirkt. Chastaing ermittelte die Oxydation von Eisenvitriol nach 1 bis 5 Tagen in verschiedenfarbigem Licht; das gebildete Oxyd wurde titrimetrisch bestimmt. Wenn man die Oxydation im Dunklen = 1 setzt, so ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

	a	b	c	d	e
Im Dunklen . .	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Im roten Lichte .	1,48	1,55	1,80	1,25	1,21
Violett	1,148	0,39	—	0,45	0,58
Grün	—	—	0,66	0,90	0,86

Eisenoxydulhydrat ergab keine exakten und ganz verläßlichen Zahlen, aber auch hier zeigte sich die reduzierende Wirkung des Violett gegenüber dem Rot (Chastaing).

Manganoxydulhydrat oxydiert sich im roten Lichte an der Luft am meisten. Im dunklen und im grünen Lichte erfolgt die Oxydation langsamer als im roten Lichte, am langsamsten aber im Violett, welches verzögernd (reduzierend) wirkt. Wenn man die Oxydation im Dunklen = 1 setzt, so ist sie nach Chastaing in verschiedenfarbigem Lichte folgende.

	a	b
Im Dunklen .	1,00	1,00
Im Rot . . .	1,18	1,38
Grün . . .	—	0,98
Violett . . .	0,57	0,57

Metallisches Arsen in verdünnter Kalilauge oxydiert sich an der Luft zu arsenigsaurem Kali. Diese Versuche wurden im Gaslicht

1) Annal. de Chim. et de Phys. 1877, S. 145. Eder, Über die chemischen Wirkungen des Lichtes. Wien 1879.

vorgenommen, welches reich an gelben und roten Strahlen, arm an blauen und violetten ist und daher schärfere Resultate für Rot gibt. Die Oxydation zu arseniger Säure geschah in folgendem Verhältnis:

	a	b	c	d
Im Dunklen .	1,00	1,00	1,00	1,00
Violett . . .	1,00	0,98	0,92	0,93
Rot	1,04	1,06	1,10	1,20
Grün . . .	—	—	1,00	—

Wie bei den Eisensalzen, so wirkt auch hier das Violett reduzierend (d. h. die Oxydation verzögernd). Rot oxydiert, Grün ist indifferent.

Arsenige Säure in verdünnter alkalischer Lösung oxydiert sich zu arsensaurem Salz. Es zeigte sich nach einigen Tagen, daß das Minimum der Oxydation im Violett, das Maximum im Roth stattgefunden hatte; doch waren die Differenzen schwach (Chastaing).

Sehr verdünntes Schwefelwasserstoffwasser. Violettes Licht wirkt kaum anders als gänzlicher Lichtausschluß; rotes Licht zerstört dagegen den Schwefelwasserstoff unter Oxydation am raschesten (Chastaing).

Einfach Schwefelnatrium und mehrfach Schwefelnatrium zeigt eine variable Ausscheidung von Schwefel und Hyposulfit in verschiedenfarbigem Licht. Die Zersetzung ist im Grün, Violett und Dunklen nahezu gleich groß, rotes Licht befördert die Oxydation am meisten. Schwefelige Säure verwandelt sich unter dem Einfluß des violetten Lichtes in Schwefelsäure (also eine Oxydation im Violett, anscheinend ein Widerspruch gegen Chastaings Gesetz). Da diese Reaktion aber im luftleeren Raum und unter Abscheidung von Schwefel erfolgt, so ist offenbar die erste Wirkung des Lichtes eine Reduktion der schwefeligen Säure in Schwefel und Sauerstoff, welcher letztere die schwefelige Säure oxydiert (Chastaing).

M. Trautz untersuchte die verschiedenen Wirkungen farbigen Lichtes auf photochemische Reaktionen. Bereits Chastaing hatte gefunden, daß das Licht unter gewissen Umständen chemische Reaktionen (Oxydationsprozesse) verlangsamen könne. Trautz untersuchte die Oxydation verschiedener Substanzen durch Sauerstoff bei rotem und violettem Licht und fand: 1. Es gibt bei gleicher thermometrischer Temperatur Verzögerungen von chemischen Reaktionen durch Licht. 2. Es gibt Reaktionen, deren Geschwindigkeit bei gleicher thermometrischer Temperatur durch Strahlung einer Art beschleunigt, durch solche anderer Art verzögert wird. So z. B. wurden bei gleicher Temperatur und bei gleichen Zeiten durch Oxydation folgende Mengen verschiedener Substanzen umgesetzt:

	Violett	dunkel	Rot
Schwefelnatrium	160	239	302
Kupferchlorür (ammoniakalisch) .	190	254	270
„ (salzsauer) . . .	59	211	164
Pyrogallol (alkalisch)	27	23	194
„	55	70	77,5
Zerfall von Wasserstoffsuperoxyd	149	62	57
Oxydation von Benzaldehyd etwa	350	20	15

Es ist also eine Art Gegensatz der Lichtwirkung zwischen Rot und Violett vorhanden („Physik. Zeitschr.“ 1906, S. 899; Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 374).

Das Chlorgas vereinigt sich mit anderen Körpern vorzugsweise unter der Einwirkung des Lichtes, hauptsächlich des blauen und violetten, während rotes und gelbes die Verbindung nur in sehr geringem Grade oder gar nicht bewirkt.

Dies gilt namentlich von einem Gemenge von Chlor- und Wasserstoff, welche sich im Lichte (bei grellem Lichte unter Explosion) zu Chlorwasserstoff vereinigen. Das Maximum der Wirkung übt das Sonnenspektrum zwischen den Fraunhoferschen Linien G und H (Fabre und Silbermann, Annal. Chem. Phys. [3], Bd. 37, S. 297). Im Indigo, wo nach Draper die Wirkung am stärksten ist, wirkt das Licht 700mal stärker als im äußersten Rot. Bunsen und Roscoë fanden zwei Maxima in der Wirkung des Spektrums, eines zwischen G und H, dann nimmt die Wirkung bis gegen H etwas ab, steigt bis zur Linie J im Beginne des Ultravioletten, um dann im Ultravioletten allmählich abzunehmen; schon vor der Grenze des im Fluoreszenzlicht sichtbar werdenden Spektrums wird die Wirkung unmerklich. [Vgl. I. Bd., 2. Abt, S. 100.]

Kohlenoxyd vereinigt sich nach Thiele im Lichte leichter mit Sauerstoff als im Dunkeln. Herchefinkel fand, daß sich die Reaktion umkehren läßt und umgekehrt Kohlensäure durch ultraviolettes Licht in Kohlenoxyd und Sauerstoff zersetzt wird; Radiumemanationsstrahlen wirken ebenso (Compt. rend., Bd. 149, S. 395; Fortschr. d. Chemie 1910, S. 13).

Wässeriger Jodwasserstoff (Lösung von Jodkalium mit Zusatz von Salzsäure) scheidet im blauen bis ultravioletten Lichte Jod aus ($2\,KJ + 2\,HCl + O = J_2 + O + 2\,KCl$), während das langwellige Licht kaum wirkt. Bei wässeriger Jodkaliumlösung wirkt der ultraviolette Anteil des elektrischen Bogenlichtes überwiegend ein (Ross, Journ. Americ. Chem. Soc., Bd. 28, S. 786).

Die sensibilisierende Wirkung von Farbstoffen tritt nicht nur bei Chlor- und Bromsilber, sondern auch bei manchen anderen lichtempfindlichen Substanzen ein, z. B. bei Jodwasserstoff, Quecksilberlösungen usw.

Quecksilberjodür (Hg_2J_2) schwärzt sich im violetten, blauen und grünen Licht. Quecksilberchlorid mit Ammoniumoxalat (Eders Quecksilberoxalatphotometer) wird hauptsächlich vom Ultraviolett und dem benachbarten Violett beeinflußt.

Bei Eders Quecksilberchlorid-Oxalatgemisch, welches zur Photometrie von kurzwelligen Strahlen dient, kommen ca. 90 % der Gesamtwirkung des Sonnenspektrums auf Rechnung des Ultraviolett, vom Quecksilber-Quarzlampenlichte sogar 99 %.

Überwiegende Zersetzung im ultravioletten Lichte erleiden ferner Ferrisalze gemischt mit Zucker[1]).

Quecksilberjodid in emulgiertem Zustande ist besonders empfindlich für Gelbgrün zwischen den Fraunhoferschen Linien *E* und *D* (Lüppo-Cramer[2]).

Papier mit Goldchlorid getränkt wird im Spektrum langsam unter Rotfärbung (Ausscheidung von Gold) zersetzt. Das Maximum der Wirkung tritt bei *G* und *H* auf; die Wirkung erstreckt sich bis ins Grün (Becquerel, La Lumière, Bd. 2, S. 95).

Kolloides Gold wird im blauen (aber nicht im roten) Licht zu gröberen Partikelchen zusammengeballt und verliert seine grüne Farbe (Siedentopf[3]).

Ultraviolettes Licht bewirkt auch besonders rasch die Violettfärbung von ursprünglich farblosem manganhaltigen Glas (Franz Fischer, Jahrb. f. Phot. 1905, S. 325).

Organische Stoffe. Dieselben zersetzen und verbinden sich häufig unter dem Einflusse des Lichtes leichter als ohne denselben. Namentlich die Oxydation wird im Lichte beschleunigt. Viele Farbstoffe bleichen unter Oxydation im Lichte aus. So erklärt sich das Ausbleichen der organischen Farbstoffe, wie Teerfarben, Safflor, Orseille, Indigo, Blauholz, Brasilienholz, Curcuma usw. am Lichte.

Cyanin ist besonders für das gelbe Licht empfindlich; es absorbiert jenen Teil des Spektrums am kräftigsten (d. i. Gelb), gegen welchen es am empfindlichsten ist. [S. Fig. 160, Kurve 5.] Eosin bleicht im Grün aus; nur auf die lichtunechten Farben wirkt das komplementär gefärbte Licht am stärksten.

Lackmus oxydiert sich am stärksten im Violett, weniger im Rot, fast gar nicht im Dunklen (Chastaing). Nach anderen Angaben wirkt auf Lackmus das gelbe Licht am stärksten ein.

1) W. H. Ross (Journ. Americ. chemic. Soc., Bd. 28, S. 786). — Cernovodeann und Henry (Compt. rend., Bd. 150, S. 479).

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 30 und 34.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 421.

Die fetten Öle oxydieren sich an der Luft allmählich; durch Wärme oder durch Licht wird diese Oxydation beschleunigt. Hier wirken die blauen und violetten Strahlen energischer als die weniger brechbaren ein (Cloëz, Compt. rend. 1865, S. 321 und 981. — Chastaing).

Äther (gewöhnlicher Äthyläther) oxydiert sich im Violett am raschesten, weniger im Rot, am langsamsten im Dunklen (Chastaing)

Im Dunklen . .	1,00
Rot	1,20 bis 1,40
Violett	2,50 bis 3,50

Jodoform-Benzol-Lösung zersetzt sich im Lichte bei Gegenwart von Sauerstoff unter Jodausscheidung; am wirksamsten sind die blauen Strahlen von der Wellenlänge 436 $\mu\mu$, welche 77 % der Gesamtwirkung ausmachen (Plotnikow, Zeitschr. f. phys. Chemie 1910, Bd. 75, S. 356).

Phenol rötet sich im Licht infolge einer Oxydation seiner Unreinigkeiten am meisten im Violett.

Mineralöle absorbieren unter dem Einflusse des Lichtes Sauerstoff und führen ihn in Ozon über, welcher die Körper, mit denen er in Berührung kommt, leicht oxydiert (Grotkowsky, Bull. Soc. Chim. 1869 [2], S. 75. Dingler, Bd. 191, S. 173). Wahrscheinlich ist auch hier das violette und ultraviolette Licht besonders wirksam.

Asphalt und Harze. Werden diese Substanzen in Alkohol, Äther oder flüchtigen Ölen aufgelöst, eine solche Lösung in eine dünne Schicht ausgebreitet und dem Lichte exponiert, so oxydieren sich die getroffenen Stellen und werden unlöslich. Asphalt gibt ein Bild des Spektrums von *H* bis *A*, also über den ganzen sichtbaren Teil (Draper). Vgl. Fig. 160, Kurve 4.

Guajakharz, gepulvert oder in alkoholischer Lösung auf Papier aufgestrichen, färbt sich im weißen oder violetten Lichte grün (Oxydation), dagegen im roten unter Reduktion gelb (Wollaston, Herschel). Ist die Luft ausgeschlossen, so färbt sich Guajak am Lichte nicht grün (z. B. in einer Wasserstoffatmosphäre). Das mit alkoholischer Guajaklösung getränkte Papier färbt sich im Spektrum ziemlich deutlich in allen natürlichen Farben, mit Ausnahme des Grün. Nach kurzer Zeit verschwinden aber diese Farben (Herschel, Zenker, Photochromie 1868, S. 17; Philos. Transact.). Guajakpapier färbt sich nicht, wenn man das Ultraviolett von *H* an ausschließt (indem man das Licht durch Chininlösung fallen läßt); im Spektrum bläut es sich von *H* bis *T* (Becquerel).

Curcumapapier wird unter violettem und grünem Glas unter Oxydation entfärbt, dagegen unter rotem nicht (Chastaing).

Chlorophyll (Blattgrün). Die Lösungen des Chlorophyll werden im Lichte unter Entfärbung oxydiert und zwar in verschiedenem Grade je nach der Natur des Lösungsmittels, z. B. rascher in alkalischen Lösungen als in Olivenöl gelöst.

Am stärksten wird Chlorophyll durch jene Strahlen oxydiert, welche es absorbiert, d. i. Rotorange. Verdünnte Lösungen zersetzen sich leichter als konzentrierte (Gerland, Fortschr. Phys. 1871, S. 468; 1872, S. 433; Wiesner, Fortschr. Phys. 1874, S. 609).

Im allgemeinen verhält sich die weingeistige Chlorophyllösung gegen das Spektrum dem Chlorsilber gerade entgegengesetzt: Cossa (Deutsch. chem. Ges. 1874, S. 358) setzte eine solche Lösung und Chlorsilberpapier einmal hinter Kaliumbichromat, das andere Mal hinter schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak dem Lichte aus; bei der ersten Anordnung war das Chlorophyll entfärbt, das photographische Papier kaum angegriffen; bei der zweiten das Chlorophyll unzersetzt, das Chlorsilber aber geschwärzt.

Xanthophyll aber wird nach Wiesner von den durch schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak gegangenen Strahlen am schnellsten zersetzt; das grüne, gelbe und rote Licht wirkt sehr wenig ein.

Der von Kühne in der Netzhaut des Auges entdeckte Sehpurpur wird durch das Licht gebleicht, wird aber bald wieder regeneriert. Er ist gegen Gelbgrün am stärksten, gegen Rot am schwächsten empfindlich; die Empfindlichkeit ist der Farbenabsorption analog. Sehpurpur geht im Lichte in Sehgelb über, welches besonders das blaue und violette Licht absorbiert und von diesem auch besonders rasch gebleicht wird.

Die Beobachtung, daß die Farben der Blumen in solchem Licht am raschesten ausbleichen, welches zu der Farbe der Blumen komplementär erscheint, ist sehr alt (Herschel u. a., s. Eders Geschichte der Photographie).

Das Prinzip des Ausbleichens der Farbstoffe durch ihre komplementäre Farbe, so daß z. B. rote Farbstoffe im grünen Licht ausbleichen und vom roten geschont werden, führt zum sog. photographischen Ausbleichverfahren oder „Farbenbildung durch Anpassung“ (Farbenanpassungsbildern).

Auf das lichtempfindliche Gemisch von Chinin und Chromsäure wirkt blauviolettes, violettes und benachbartes ultraviolettes Licht am stärksten, während ultraviolettes Licht kürzerer Wellenlänge relativ unwirksam ist (Goldberg, Jahrb. f. Phot. S. 397).

Das Vergilben von Holzpapier erfolgt am stärksten im blauen bis ultravioletten Lichte (Wiesner).

Die Fulgide werden durch verschiedene Lichtarten sehr verschieden beeinflußt (Phototropie bei Fulgiden, Stobbe, Jahrb. f. Phot. 1908, S. 443). Das gelbe Triphenylfulgid wird unter den blauen Strahlen braun, durch rote und gelbe Strahlen wieder abgetönt nach dem Schema

$$\text{Fulgid } A \underset{\text{rotes u. gelbes Licht}}{\overset{\text{blaues Licht}}{\rightleftarrows}} \text{Fulgid } B.$$

Ultraviolettes Licht, namentlich solches kürzerer Wellenlänge (also der stärker brechbaren Zone des Ultraviolett), wie sie namentlich mit dem Lichte der Quecksilberquarzlampe, dem elektrischen Bogen- oder Flaschenfunken zwischen Aluminium- oder Zinkelektroden usw. erhalten wird und welches kurzwelliges Ultraviolett nicht mehr Glas durchdringen kann, ist besonders stark wirksam auf manche photochemische Systeme, welche auf Licht längerer Wellenlänge wenig oder nicht reagieren[1]).

Sauerstoff wird nicht nur im ultravioletten Lichte der Quecksilberquarzlampe bis zu einem gewissen Grade in Ozon übergeführt, sondern der Prozeß ist auch umkehrbar, indem Ultraviolett einen erheblichen Zerfall von Ozon herbeiführen kann. Nach E. Regener liegt das am meisten wirksame Licht bei der Wellenlänge 300—185 $\mu\mu$. Ozon absorbiert Ultraviolett stark bei 237 $\mu\mu$. Reiner Sauerstoff wird im Ultraviolett stark ozonisiert; die Ozonisierung nimmt pro Minute infolge entgegengesetzter Wirkung ab und es kommt zu einem Gleichgewicht. Die ozonisierenden Strahlen müssen am besten eine Wellenlänge kleiner als 237 $\mu\mu$ haben (Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 376).

Wasser wird durch Ultraviolett in $H_2 + O$ zersetzt; andererseits wird auch die Vereinigung von $H_2 + O$ zu Wasser durch Ultraviolett bewirkt; es entsteht also beim Belichten des Wasserdampfes ein Gleichgewicht (Kernbaum, Jahrb. f. Phot. 1910).

Ultraviolettes Licht beschleunigt z. B. Bildung von Wasserstoffsuperoxyd aus Wasser. — Zerfall von Wasserstoffsuperoxyd. — Bildung von Wasser aus Knallgas, von Kohlendioxyd aus Kohlenoxyd und Sauerstoff (Thiele). — Ebenso zersetzt sich Ammoniak, Stickoxyd (in Oxydul und Sauerstoff) partiell im Ultraviolett (Warburg und Regener); desgleichen Kohlensäure (Bildung von Kohlenoxyd; Herchfinkel). — Schwefeldioxyd vereinigt sich im Lichte der Quecksilberquarzlampe mit Sauerstoff zu Schwefeltrioxyd (Coehn und Becker), Chlorwasserstoff wird partiell gespalten (Coehn und Wassiljewa).

---

1) Eine ausführliche Zusammenstellung von Reaktionen im ultravioletten Licht findet sich im Referat A. Kailans (Vierteljahrsschrift d. Vereins zur Förderung des physik.-chem. Unterrichts, Wien 1911, Bd. 16, S. 5).

Wässerige Lösungen von Chloraten oder Bromaten sind im Sonnenlicht ziemlich beständig. Im kurzwelligen Ultraviolett erfolgt Reduktion; am wirksamsten ist der durch Glas absorbierbare Teil des ultravioletten Spektrums, weshalb der Versuch mit Quarzlampen und -gefäßen zu machen ist (Ross, Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 378).

Kohlenoxychlorid (Phosgen) wird nur im ultravioletten Lichte zu Kohlenoxyd und Chlor gespalten, nicht aber im sichtbaren Lichte, welches im Gegenteil die Addition von Kohlenoxyd und Chlor befördert (Coehn und Becker[1]).

Ultraviolette Strahlen zerstäuben Metalle (Lenard und Wolf 1889). Im Lichte der Quecksilberquarzlampe zerstäuben Silber, Kupfer, Zinn usw. unter Flüssigkeiten zu kolloidalen Lösungen (The Svedberg, Jahrb. f. Phot. 1910, S. 403).

Beim Zerstäuben von Metallen durch ultraviolettes Licht wirken nach The Svedberg die sichtbaren Stahlen bis 400 $\mu\mu$ kaum ein, um so mehr Ultraviolett[2]). [Vgl. Lüppo-Cramer][3]).

Ultraviolettes Licht wirkt kräftig sterilisierend auf Trinkwasser (Billon-Daguerre, ferner Courmont und Nogier, Jahrb. f. Phot. 1910, S. 443 und 444).

Die Vegetation grüner Pflanzenteile wird durch Ultraviolett nachteilig beeinflußt. Die ultravioletten Strahlen bewirken das Absterben pflanzlicher Zellen in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit; ihre Wirkung ist, da sie nicht sehr tief eindringen, hauptsächlich eine Oberflächenwirkung. Das Schwarzwerden der Blätter und besonders die Farbenänderung der dem direkten Bogenlicht ausgesetzten Pflanzen ist in erster Linie auf die in diesem Licht enthaltenen ultravioletten Strahlen zurückzuführen. Diese Erscheinung ist die Folge des Absterbens des Protoplasmas und nicht, wie man bisher annahm, die unmittelbare Wirkung des elektrischen Einflusses (Maquenne und Demousty, Jahrb. f. Phot. 1910, S. 445).

Zerlegung des Wassers durch ultraviolette Strahlen. An Kernbaums Arbeit anknüpfend, macht Stöckl im Bayer. Ind.- und Gewerbebl. (1910, Nr. 15, S. 144) aufmerksam, daß der Meteorologe Hann in seinem Lehrbuch der Meteorologie (1906, S. 8) angibt, daß die atmosphärische Luft in 100 km Höhe sehr reich an Wasserstoff ist. Wahrscheinlich rührt dieser Wasserstoff, wie Stöckl vermutet, von der photochemischen Zersetzung des Wasserdampfes her, da das Sonnenlicht in großen Höhen noch reich an kurzwelligen Strahlen ist. Der leichte Wasserstoff bleibe dann in den höchsten Schichten der Atmosphäre.

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 427.
2) Kolloid-Zeitschrift 1910, S. 129.
3) Phot. Korresp. 1910, S. 272.

Hermann Thiele berichtet über einige Reaktionen im ultravioletten Licht (vgl. Thiele, Wolf, Arch. f. Hyg., Bd. 60, S. 9; Compt. rend. 1907, Bd. 1, S. 492). Thiele benutzte eine Hochspannungsquecksilberlampe von Heraeus. Das Reaktionsgefäß war ein Meßkolben aus Quarzglas; es wurde, um die Wärmestrahlung der Lampe zu verringern, mit Wasser gekühlt. Der Gang der untersuchten Gasreaktionen wurde durch Messung der Volumenänderung verfolgt. Die Vereinigung des Knallgases im ultravioletten Licht wird durch Trockenheit der Gase nicht verhindert, sondern eher beschleunigt. Auch Kohlenoxyd und Sauerstoff vereinigen sich bei ultravioletter Bestrahlung. Die prozentualen Mengen des Reaktionsproduktes sind kleiner als bei der Verbrennung des Knallgases. Bei längerer Belichtung nimmt die Geschwindigkeit der Reaktion ab. Die Reaktion des Deaconprozesses, Chlorbildung aus HCl und Luft, erfolgt schneller bei Belichtung. Die Beschleunigung tritt auch auf, wenn die Gase getrocknet sind. Ein Gemisch von Methylalkoholdampf und Luft zeigt bei Bestrahlung eine Kontraktion von 2,3 Prozent. Ferner wurden Versuche über die Bildung von Ozon im ultravioletten Licht angestellt. Aus ihnen geht als wahrscheinlich hervor, daß es sich bei der Knallgasvereinigung nicht um eine primäre Bildung von Ozon handelt. Die Versuche von Bordier und Nogier („Compt. rend. de l'Acad. des scienes", Bd. 147, S. 354; „Compt. rend." 1908, Bd. 2, S. 1228) und die aus ihnen gefolgerten Schlüsse fanden keine experimentelle Bestätigung. Ein Gemisch von Äthylen und Wasserstoff zeigte bei Belichtung von 6 Stunden eine Kontraktion von 1 Prozent. Azetylen gibt für sich im ultravioletten Licht merkliche Kontraktion unter Bildung eines weißen Niederschlages, der noch näher untersucht werden soll. Wird verdünnte Bromwasserstoffsäure bestrahlt, so findet bei Luftzutritt rasch Bräunung statt. Die Zersetzung des HBr tritt aber nicht oder nur spurenweise ein, wenn man mittels H den O wegnimmt und den Versuchskolben unter Vorlegung glühenden Kupfers evakuiert. Die Zersetzung von Wasserstoffsuperoxyd wird dagegen durch ultraviolettes Licht sehr beschleunigt. Ebenso wird die Zerlegung von Kaliumperkarbonat durch ultraviolette Strahlen erheblich beschleunigt. Von Ammoniumpersulfat wurden in 3 Stunden 27 % zerlegt. Versuche mit Kaliumnitrat in zehntelnormaler Lösung ergaben nach $2^1/_2$ Stunden eine Umwandlung von 6,3 Prozent Nitrat in Nitrit und Sauerstoff.

Die Bildung von Ameisensäure unter dem Einfluß des Lichtes nach der Gleichung $CO + H_2O = HCO_2H$ ist sehr unerheblich; dagegen

erfährt die Ameisensäure durch die Wirkung des Lichtes tiefeingreifende Veränderungen. Außer CO_2 und CO enthält das hierbei resultierende Gasgemisch noch Methan und Wasserstoff. Beim Verdampfen hinterläßt die belichtete Säure einen hellgelben, hygroskopischen, sauer reagierenden, bitter schmeckenden Niederschlag, der in Wasser zum größten Teil löslich, in sehr verdünntem Alkohol vollständig löslich ist. Es entstehen also aus der Ameisensäure durch die Wirkung des Lichtes offenbar hochkomplizierte Körper, eine Tatsache, die für die lebende Pflanze von Bedeutung ist. Das Verhalten von Ammoniumoxalat zeigt Ähnlichkeit mit dem der Ameisensäure; das entwickelte Gas besteht zum großen Teil aus CO_2.

Weitere Versuche wurden über das Verhalten von Eiweißkörpern angestellt. Peptonlösung (0,1 % Pepton, 1,6 % NaCl) wurde bald intensiv gelb und rot nach Beendung der Belichtung. Ähnlich verhält sich eine verdünnte Lösung von Hühnereiweiß. Filtrierpapier, 3 Stunden dem Tageslicht ausgesetzt, ergab eine Gewichtsabnahme von 0,8 mg, während das im Dunkeln gehaltene Kontrollfilter 0,1 mg zugenommen hatte (Zeitschr. f. angew. Chemie 1909, Bd. 22, S. 2472; Chem. Zentralbl. 1910, Bd. 1, S. 891).

J. Amann beobachtete photochemische Reaktionen ultramikroskopisch und zieht aus seinen Untersuchungen folgende Schlüsse: Die organischen Doppelsalze des Eisens und der Alkalimetalle sind häufig lichtempfindlich. Diese Lichtempfindlichkeit läßt sich auf verschiedene Weise erklären: 1. Durch einfache Zersetzung des Doppelsalzes mit Reduktion des Ferrisalzes zu Ferrosalz (Ferriammoniumoxalat). 2. Durch eine gleiche Reduktion, begleitet von einer Ausflockung des Kolloids und der Bildung des Gels unter Einfluß des Lichtes. Diese Reaktion ist im Dunkeln oder im chemisch unwirksamen Licht rückläufig (Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 432).

Eine große Reihe von Reaktionen organischer Substanzen im ultravioletten Licht haben auch Berthelot und Gaudechon studiert, z. B. auf Azetylen, Äthylen; Cyan, sowie Ammoniak werden bei Gegenwart von Sauerstoff oxydiert; Azetylen und Sauerstoff geben Kohlendioxyd, Kohlenoxyd und Ameisensäure; Kohlenoxyd mit Wasserstoff gibt Formaldehyd, der sich dabei polymerisiert, was mit Rücksicht auf den Aufbau von Stärkezucker aus Formaldehyd in der lebenden Natur von besonderem Interesse ist.

b) Ultraviolettempfindliches Papier.

Ein ultraviolettempfindliches Papier mit Paraphenylendiamin hat Schall (vgl. Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 442; 1909, S. 252 und 1910, S. 439) gefunden. Man tränkt ein Stück Kreidepapier mit einer mit Salpetersäure versetzten wässerigen Lösung von *p*-Phenylendiamin (1 : 14) und trocknet über einer nichtleuchtenden Bunsenflamme schnellstens. Es wird 1 g frisch umkristallisiertes p.-Phenylendiamin zu 14 ccm Wasser und 4 ccm verdünnter Salpetersäure (2 Vol. konz. Salpetersäure vom spez. Gew. 1,2 auf 3 Vol. Wasser) unter Schütteln zum Lösen gebracht; die Lösung dunkelt rasch, bleibt aber einige Zeit brauchbar. Im Sonnenlicht wird das Papier blau; besonders wirksam ist das Licht der Quecksilberquarzlampe; gewöhnliches Glas hemmt die Lichtwirkung. Neuerdings weist Schall darauf hin, daß die Empfindlichkeit dieses Papiers für ultraviolette Strahlen kürzester Wellenlänge besonders groß ist und man damit Messungen der Lichtintensität des Sonnenlichtes in hohen Regionen und eventuelle Konstatierung der Ursachen der Absorption vornehmen könne. Für sichtbares Licht ist derartiges Papier kaum lichtempfindlich.

DREIZEHNTES KAPITEL.

WIRKUNG VON FARBIGEN UND FARBLOSEN MEDIEN IN BEZUG AUF PHOTOGRAPHIE.

1. Lichtverlust beim Durchgang des Lichtes durch verschiedene Gläser.

Wenn Licht durch farblose oder gefärbte Medien dringt, so werden verschiedene Strahlen des Spektrums mehr oder weniger stark absorbiert und gewissermaßen das weiße Licht entmischt. Damit ist ein Verlust der Gesamthelligkeit des Lichts verbunden.

Rood gab folgende Tabelle über die Absorption des Lichtes durch Gläser:

Glassorte	Dicke des Glases in Zollen	Lichtverlust in Prozenten
Crownglas	1/12	8,91
„ einseitig matt	1/12	58,87
Orangegelbes Glas	1/20	51,26
Tiefrotes Glas	1/10	89,95

Nach Herzberg und Schulze (Phot. Nachrichten 1889, S. 167 aus: „La Nature“) verschluckt gewöhnliches durchscheinendes Mattglas ungefähr 27 % des Lichtes, dünnes Spiegelglas 10 %; dagegen absorbierte eine gewöhnliche mit Staub bedeckte Glasplatte und eine Mattscheibe zirka 60 % Licht. Obschon diese Versuche mit optischen (nicht mit photographischen) Photometern angestellt wurden, sind sie doch für Photographen sehr interessant, weil der schädliche Einfluß von Schmutz auf den Glasdächern sehr deutlich daraus hervorgeht.

Über die selektive Absorption verschiedener Gläser im Ultraviolett s. Seite 47 und 301. — Vgl. ferner Tafel VI Fig. 3.

2. Lichtabsorption in farbigen Gläsern und Farbrasterplatten.

Der Lichtverlust in Gelbscheiben, welche man bei orthochromatischen Aufnahmen vor das Objektiv oder die Platte einschaltet, äußert sich in verlängerter Belichtungszeit. Selbstverständlich variiert diese

mit der Farbenempfindlichkeit der Platte und der Lichtdämpfung des Filters (s. S. 341). Durchschnittlich rechnet man in der photographischen Praxis auf eine Verlängerung der Belichtungszeit um das 3- bis 5fache.

Bei Autochromplatten oder ähnlichen Farbrasterplatten erfolgt die Belichtung durch eine Punktur- oder Rasterliniatur in den drei Grundfarben Orangerot, Grün und Blauviolett. Die Transparenz und Leuchtkraft dieser farbigen Rasterbestandteile, sowie ihre Anzahl ist variabel. So z. B. beträgt die Lichtdurchlässigkeit der

Autochromplatte	7,5 %
Thamesplatte	12 „
Omnicolorеplatte	10 „
Dufayplatte	21 „

wie Mees und Pledge mittels des Hüfnerschen Spektralphotometers ermittelt haben (Brit. Journ. Phot. Nr. 2617; Phot. Mitt. 1810, S. 237).

Um den absorbierenden Einfluß von Glas auf durchfallendes Licht genau zu erkennen, muß die Lichtabsorption der farblosen Glasmasse bekannt sein; wir haben dies auf S. 301 geschildert. Daran anschließend werden wir gefärbte Gläser besprechen.

Farbige Gläser[1]).

Das durch rote, gelbe usw. Gläser fallende Licht ist durchaus nicht identisch mit den einfachen Farben des Spektrums. Ein scheinbar einfarbiges Glas läßt fast immer Licht durch, welches durch das Prisma in mehrere Farben zerlegt wird; so z. B. besteht das durch orangefarbiges Glas fallende Licht aus Rot, Gelb und Grün, das rote Kupferoxydulglas läßt neben Rot noch Orange, das blaue Kobaltglas neben Blau und Violett auch Strahlen von Gelb und äußerstem Rot durch. Diese Verhältnisse lassen sich leicht beobachten, wenn man das fragliche Glas gegen den Himmel gewendet vor einen kleinen Spektralapparat hält. Die vom farbigen Medium absorbierten Strahlen fehlen nunmehr im Spektrum.

Aus allem geht hervor, daß man Versuche über photographische Farbenempfindlichkeit von Präparaten niemals unter farbigen Gläsern, sondern im Spektrum machen soll. Nur dann, wenn es auf wochen- oder monatelang andauernde Wirkung ankommt, nimmt man zu gefärbten Gläsern Zuflucht, indem man aber wohl darauf sieht, daß man die Gläser derartig wählt, kombiniert oder mit künstlichen Farbstoffen färbt, daß sie annähernd monochromatisches (einfarbiges) Licht durchlassen.

1) Die erste Untersuchung farbiger Gläser bezüglich ihres Verhaltens zu photographischen Platten führte Ed. Becquerel im Jahre 1843 durch (Annales de Chimie et de Physique 1843, tome 9).

Andererseits ist die Kenntnis der Absorption gefärbter Gläser gegen das Licht von großem Einflusse auf die Wahl derselben: für die Beleuchtung der Dunkelkammer; für die „Lichtfilter“ bei orthochromatischen Aufnahmen farbiger Objekte, d. i. zum Abschwächen gewisser farbiger Strahlen, welche bei der photographischen Aufnahme zu kräftig wirken; als Lichtfilter für Dreifarbenphotographie und für Spezialzwecke, z. B. Mikrophotographie usw.

Nachdem Becquerel 1843 das Verhalten farbiger Gläser gegen photographische Platten untersuchte, stellten Eder und Valenta (1904) zuerst die Absorptionsspektren von gefärbten Gläsern mit Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung der Glasmasse genau fest und zwar unter Benutzung eines Quarzspektrographen unter besonderer Berücksichtigung des gesamten Ultraviolett (Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mai 1904). Wir entnehmen dieser Abhandlung folgendes:

1. Goldrubinglas (Überfangglas), s. Fig. 170, Nr. 1. — Farbe bläulichrot. — Das Maximum der Absorption liegt zwischen D und $^1/_2E$. Das Absorptionsband erstreckt sich einerseits gegen D, andererseits gegen G. Das Goldrubinglas ist für Blau und Violett, sowie für den Beginn des Ultraviolett stark durchlässig. Zwischen der ultravioletten Linie N und O beginnt eine gegen das brechbare Ende rasch wachsende Absorption.

2. Kupferoxydul-Überfangglas (Kupferrubin), s. Fig. 170, Nr. 2. — Farbe rot. — Zeigt in dickeren Schichten eine Absorption bis über D Dünne Schichten zeigen ein Absorptionsmaximum bei D bis $^1/_3E$, darnach tritt ein deutlicher grünblauer Lichtschimmer auf und erst von beiläufig F angefangen wird die Absorption total. Für die brechbareren Strahlen ist rotes Kupferoxydulglas nicht durchlässig, weshalb es sich sehr gut zur Herstellung von Dunkelkammerscheiben für photographische Zwecke eignet.

3. Kupferoxydgläser (in der Masse gefärbt), s. Fig. 170, Nr. 3 und 4, können je nach der Zusammensetzung des Glassatzes blau, blaugrün bis grün gefärbt erscheinen. Bleifreies Kali-Natronglas (Glassatz A) gibt blaugrüne bis blaue Gläser, wogegen Bleisilikatgläser grüne Färbungen annehmen. Die Absorptionsverhältnisse dieser Gläser sind auffallend verschieden. Das mit Kupferoxyd gefärbte Kali-Natronglas gibt einen Absorptionsstreifen im Rot und läßt gelbes, grünes und blaues Licht bis nahe G durch; bei G findet sich ein kleines Absorptionsband, worauf die Absorption sich im Violett bei G, $^1/_2H$ vermindert und bei H rasch gegen das Ultraviolett ansteigt. Das Bleiglas, welches mit Kupferoxyd gefärbt ist, weist ein ähnliches Absorptionsband wie das vorige im Rot auf, es geht jedoch hauptsächlich gelbes und grünes, dagegen nur wenig blaues Licht durch, so daß eine kräftige Absorption schon im Blau stattfindet und sich ansteigend über Violett und Ultraviolett erstreckt.

Beim Bleiglase wird also im Vergleiche mit den reinen Alkaligläsern der Absorptionsstreifen vom brechbaren Ende des Spektrums gegen das weniger brechbare verschoben.

4. Chromoxydgläser, s. Fig. 170, Nr. 5, durch Eintragen von Chromoxyd in geschmolzene Glasflüsse erhalten, sind grün, und zwar von reinerem Grün (Grasgrün) als Kupferoxydgläser. Das Absorptionsband, welches sich von Rot bis gegen

Gelb erstreckt, zeigt in der Regel zwei schwache Maxima bei B und C gegen D. Gelbes und grünes Licht geht fast ungeschwächt hindurch. Bei der Fraunhoferschen Linie F beginnt die Absorption, welche langsam bis ins Blau (bei G) ansteigt; bei intensiv gefärbten Gläsern tritt starke Absorption schon im Blau und Violett ein, bei schwach gefärbten (besonders bei borsäurefreien gewöhnlichen Natrongläsern) er-

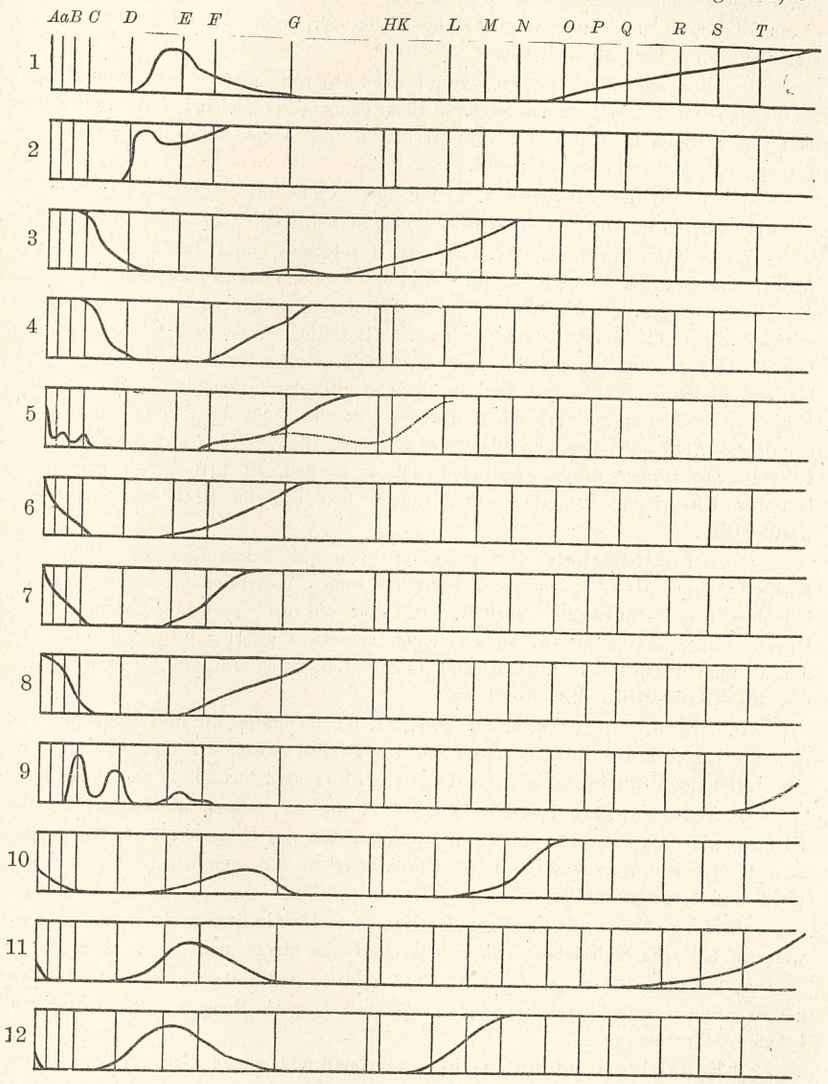


Fig. 170.
1 Goldrubin, rot. — 2 Kupferoxydul, rot. — 3 Kupferoxyd, Glassatz A, blaugrün. — 4 Kupferoxyd, Glassatz D, grün. — 5 Chromoxyd, Glassatz A, grün. — 6 Chromsaures Kali, Glassatz A, gelb. — 7 Chromsaures Kali, Glassatz D, gelb. — 8 Chromsaures Kupferoxyd, Glassatz A, blaugrün. — 9 Kobaltglas A, blau. — 10 Nickelglas D, braungelb. — 11 Mangan, Glassatz B, violett. — 12 Mangan, Glassatz D, violett.

streckt sich die mittlere Absorption von E bis H; sie wird erst im Ultraviolett stark. (S. punktierte Kurve.)

5. Chromatgläser, s. Fig. 170, Nr. 6 und 7, mittels Kaliumchromat in Glasschmelzen erhalten, zeigen eine gelbe Farbe. Die Absorption weicht von den vorher erwähnten Chromoxydgläsern insofern ab, als der Absorptionsstreifen von Blau weiter gegen Blaugrün und Grün vorrückt (bis gegen E), während im Rot und Orange gleichfalls eine Absorption eintritt.

Bei den bleifreien Gläsern verläuft die Absorptionskurve langsamer im Blau als bei den Bleigläsern; bei den letzteren rückt das Absorptionsband weiter von Dunkelblau gegen Hellblau resp. Grün vor; so daß es gegen das weniger brechbare Ende des Spektrums verschoben erscheint.

6. Kupferchromatgläser, s. Fig. 170, Nr. 8, sind feurig gelbgrün und ihre Absorptionsspektren entsprechen den Mischungen von Kupferoxyd mit Chromatgläsern.

7. Kobaltgläser, s. Fig. 170, Nr. 9 (bleifrei), sind bekanntlich blau; ihr Absorptionsspektrum ist seit langem bekannt. Dunkelblaue Kobaltgläser absorbieren das ganze Orange mit Ausnahme der dunkelroten Strahlen nächst A und a bis B; schwächer gefärbte Gläser lassen in diesem Absorptionsbande zwei Maxima (bei C im Rot und $C\,{}^4/_5\,D$ im Orangegelb erkennen, von denen das letztere sich über D hinaus bis ins Gelbgrün erstreckt. Für die grünen Strahlen zwischen D und E ist ein Minimum der Absorption vorhanden, dagegen tritt von E bis über F (Maximum $E\,{}^1/_2\,F$) ein drittes Absorptionsband im Blaugrün auf. Das Blau, Violett und Ultraviolett geht nahezu ungeschwächt durch Kobaltglas, und es ist namentlich die große Durchlässigkeit für Ultraviolett bemerkenswert, welche fast dasselbe Maß erreicht, wie für weißes Glas.

Borax mit Kobaltoxyd geschmolzen gibt bekanntlich ein schön blaues Kobalt-Boraxglas, welches sich bezüglich seines Absorptionsvermögens ganz ähnlich dem Kobalt-Silikatglase verhält. Es sind die drei analogen Maxima im Rot, Orange und Grün vorhanden, jedoch liegen sie etwas weniger weit gegen Rot (d. h. die Maxima entsprechen absorbiertem Lichte von etwas kürzerer Wellenlänge, als dies bei Kobalt-Silikatglas der Fall ist).

8. Nickel-Bleiglas, s. Fig. 170, Nr. 10, ist braungelb und zeigt ein wenig charakteristisches Absorptionsband im Rot, ein zweites zwischen F und G, während die Absorption im Ultraviolett sich von der Fraunhoferschen Linie M an geltend macht.

9. Mangangläser, s. Fig. 170, Nr. 11 und 12, zeigen die bekannte violette Färbung. Ein starkes Absorptionsband, welches sich von D bis G (Maximum zwischen E und F) erstreckt, sowie die große Durchlässigkeit für violettes und ultraviolettes Licht sind bemerkenswert.

Bleiarme Mangangläser zeigen das Maximum der Absorption etwas mehr gegen F, während bei sehr bleireichen Gläsern das Maximum etwas mehr gegen E liegt.

10. Urangläser, s. Fig. 171, Nr. 1 und 2, sind gelbgrün gefärbt, und zwar zeigen reine Alkalisilikatgläser oder solche mit kleinen Mengen Borsäurezusatz die bekannte Fluoreszenz.

Bleihaltige Urangläser sind dunkelgelb und zeigen keine Fluoreszenz.

Uran-Alkalisilikatglas zeigt mehrere Absorptionsbänder, ein schwaches bei D, ein stärkeres zwischen E und F und das stärkste bei $G\,{}^1/_2\,H$. Zu Beginn des Ultraviolett sinkt die Absorption, das Glas läßt ziemlich viel Ultraviolett nächst der Fraunhoferschen Linie L durch, dann stellt sich eine rasch zunehmende Absorption für das Ultraviolett ein (s. Kurve).

Bleihaltige Urangläser zeigen ein etwas abweichendes Verhalten. Das vorhin erwähnte schwache Absorptionsband bei D tritt zurück, bei $E\,{}^1/_2\,F$ und $F\,{}^2/_3\,G$ sind Absorptionsmaxima kenntlich, jedoch wird gegen das stärker brechbare Spektrumende das Licht viel stärker absorbiert, als dies bei den Alkalisilikat-Urangläsern der Fall ist; die Absorptionsbanden rücken vom brechbareren gegen das weniger brechbare Ende vor.

11. Silber-Überfangglas, s. Fig. 171, Nr. 3, ist orangegelb. Es zeigt eine starke Absorption für Blaugrün und Blau; die Absorption steigert sich von E an rasch und erreicht vor G ein Maximum. Das Absorptionsband sinkt im Violett allmählich bis über H hinaus, und es findet sich bei L ein Minimum, welches bis gegen O reicht, wonach die Absorption wieder steigt. Stark gefärbte Silbergläser lassen dieses Minimum im Ultraviolett weniger deutlich erkennen als schwach gefärbte Gläser. Es bieten somit die orangegelb gefärbten Silber-Überfanggläser bei ihrer Verwendung zu Dunkelkammerscheiben für photographische Zwecke weniger Schutz gegen Ultraviolett als das gewöhnliche gelbe „Holzglas“ (siehe unten); dagegen absorbiert das Silberüberfangglas das Blaugrün und Blau relativ weitaus stärker als letzteres.

Wenn trotzdem das orangegelbe Silberglas in der photographischen Praxis sich häufig günstiger als das „Holzglas“ erweist, so erklärt sich das aus dem Umstande, daß das Silberglas das Maximum der Absorption gerade für jenen Bezirk aufweist, für welchen die Bromsilbergelatine das Maximum der Empfindlichkeit besitzt.

Da ferner das diffuse Tageslicht und in noch höherem Grade Kerzenlicht relativ arm anultravioletten Strahlen ist, kommt im erwähnten Falle die obige Eigenschaft des Silberüberfangglases nicht störend zur Geltung, wohl aber vermag vom direkten Sonnonlichte eine merkliche Menge ultravioletter Strahlen durch Silberüberfangglas zu dringen[1]). An Feuer der Farbe übertrifft das Silberglas alle anderen gelben Gläser.

12. Grünes Eisenoxydulglas, s. Fig. 171, Nr. 4, erhalten durch Eintragen von Eisenvitriol in Glasflüsse und reduzierendes Schmelzen derselben, meist von trübem grünen Ansehen (sogenanntes Flaschengrün). Die Absorption des Lichtes ist bei diesen Gläsern nicht besonders charakteristisch; ein breites Band im Rot und Orange, dann ein schwaches breites Absorptionsband von $E\,{}^2/_3\,F$ bis gegen H. Von da an bis L vermindert sich die Absorption und steigt von L bis gegen T allmählich wieder an.

13. Charakteristisch sind gelbe Eisenoxydgläser, s. Fig. 171, Nr. 5, 6 und 7. Gewöhnliche Alkali-Kalkgläser werden durch Eintragen von Eisenoxyd in die Schmelze

---

1) Es ist somit die Angabe Hunts, daß „gelbe Silbergläser keine chemisch wirksamen Strahlen hindurchlassen“, eine irrige. Wir erwähnen dies ausdrücklich, weil diese Angabe in neue ausführliche Lehrbücher der Chemie und Photographie übergegangen ist, so z. B. in Graham-Ottos Lehrbuch der anorganischen Chemie, 5. Aufl. Bd. II, 4. Abt., 1. Hälfte, 1886, S. 256; in diesem Werke findet sich die ganz unrichtige Angabe, daß beiläufig denselben Zweck (wie Silberglas) Glastafeln erfüllen, welche mit einer sauren Lösung von Chininsulfat und Gummi überdeckt sind. Diese Angabe ist deshalb unrichtig, weil Chininsulfat nur das Ultraviolett bis über die Fraunhoferschen Linien H und K absorbiert und höchstens für Chlorsilberpapiere einen beiläufigen Schutz darbietet; denn diese haben das Maximum der Empfindlichkeit an der Grenze des Violett nächst H und K. Für Bromsilber, welches das Maximum der Empfindlichkeit im Hellblau besitzt, bieten Chininsulfatschichten nur einen sehr unvollkommenen Schutz und ist die Wirkung nicht im entferntesten mit jener von gelben Gläsern zu vergleichen.

hellgelb. Solche Gläser zeigen einen Absorptionsstreifen von Rot bis über Orange; Gelb und Grün dringen fast ungeschwächt durch; die Absorption erstreckt sich schwach ansteigend von *E* bis gegen *G* und wird im Ultraviolett sehr stark. Mit steigendem

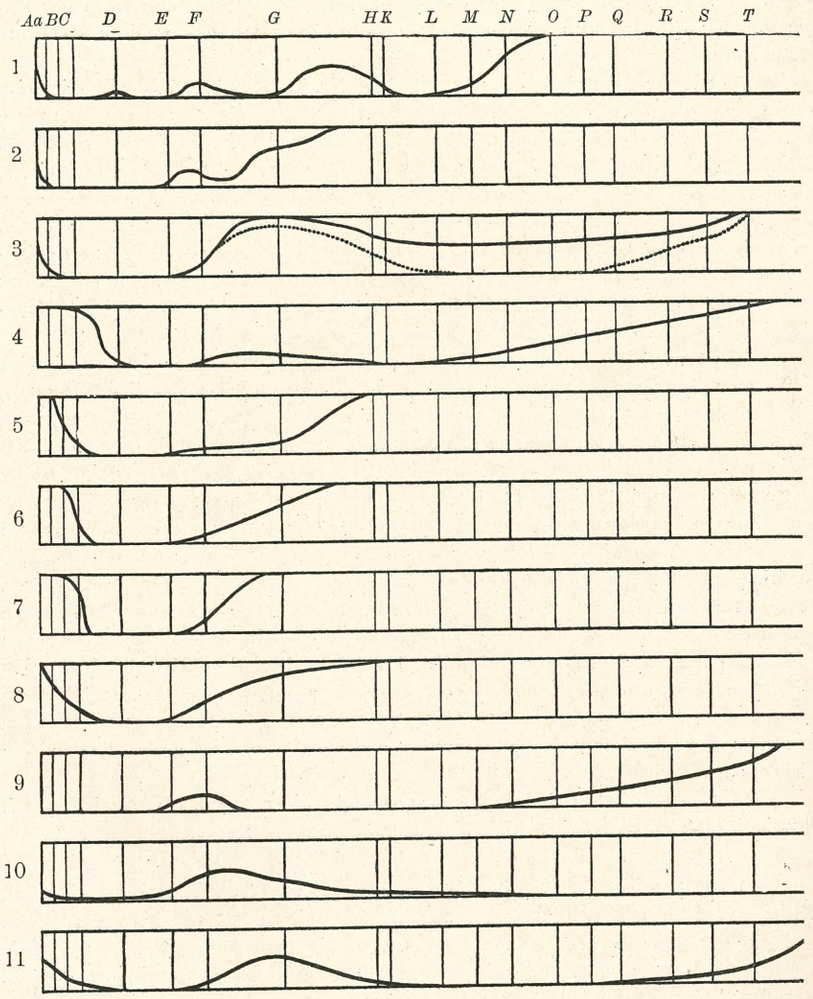


Fig. 171.

1 Uran, Glassatz *A*, gelb, fluoreszierend. — 2 Uran, Glassatz *B*, dunkelgelb, nicht fluoreszierend. — 3 Silber, orangegelb. — 4 Eisenoxydul, Glassatz *B*, flaschengrün. — 5 Eisenoxyd, Glassatz *B*. — 6 Eisenoxyd, Glassatz *C*. — 7 Eisenoxyd, Glassatz *D*. — 8. Holzglas, gelb. — 9 Selenglas. — 10 Silberspiegel auf Quarzplatten. — 11 Blattgold.

Bleigehalt der Glasmasse werden unter sonst gleichen Umständen die Eisenoxydgläser dunkler gelb und der Absorptionsstreifen wird von Blau weiter gegen Grün verschoben, indem die Bleigläser eine stärkere Absorption für die brechbareren Strahlen aufweisen.

14. Gelbes „Holzglas“ oder Kohleglas, s. Fig. 171, Nr. 8, durch Eintauchen von Holzstäben in bleifreie Glasflüsse erhalten, ist weniger feurig gelb als Silberglas, sondern zeigt stets einen bräunlichen Ton. Sie besitzen ein hohes Absorptionsvermögen für Ultraviolett und Violett und übertreffen in dieser Beziehung weit das Silberglas. Dagegen absorbiert „Holzglas“ merklich weniger Blau und steht hierin hinter dem Silberglas zurück (vgl. die Absorptionskurven Fig. 171, Nr. 3 und 8). Die gebräuchlichsten Gelbscheiben für photographische Dunkelkammern sind derartige Holzgläser. Wir bemerken, daß Kombinationen von je einer orangegelben Silberüberfangglasscheibe mit einer Holzglasscheibe bei photographischen Prozessen einen besseren Schutz gewähren als gleichartige Doppelscheiben einer Glasart; denn Silber und Holzglas ergänzen sich bezüglich der Absorption im Hellblau und Ultraviolett.

15. Rötliches Selenglas, s. Fig. 171, Nr. 9, zeigt eine schwach rosenrote Färbung. Es wurde von Herrn Reich in seiner Glasfabrik durch Eintragen von elementarem Selen in bleifreie Glasflüsse hergestellt. Das Absorptionsspektrum kann nur in Schichten von 2—8 cm beobachtet werden. Es zeigt ein schwaches Absorptionsband im Grün (*E* bis *F*) und ein schwaches Band im Ultraviolett.

Metallische Silberspiegel, s. Fig. 171, Nr. 10. Daß dünne Silberschichten auf Glas- resp. Bergkristallplatten viel Ultraviolett durchlassen, ist eine bereits seit langer Zeit bekannte Tatsache. Der Verlauf der Absorptionskurven mußte von uns jedoch erst neu sichergestellt werden, um einen Vergleich mit den vorhin beschriebenen Absorptionsspektren möglich zu machen. Wir versilberten deshalb Quarzplatten (senkrecht zur optischen Achse geschnitten und poliert) mit Hilfe der bekannten Glasversilberungsflüssigkeit aus Silbernitrat, Weinsäure, Invertzucker, Alkali und Wasser bestehend und photographierten das Absorptionsspektrum der so erzielten sehr dünnen Silberschicht. Es ergab sich die in Fig. 171, Nr. 10 dargestellte Absorption. Dieselbe ist schwach im Rot und Gelb und steigt über Grün zu einem mäßigen Maximum im Hellblau an; dann sinkt die Absorption allmählich gegen Ultraviolett, in dem sich eine nur äußerst geringe Absorption geltend macht, so daß selbst scheinbar undurchsichtige Silberspiegel fast das ganze Ultraviolett durchsetzen. Es läßt sich eine gewisse Analogie des Absorptionsspektrums von orangegelbem Silberüberfangglas und dünnen metallischen Silberschichten nicht verkennen, indem beide ein breites Absorptionsband vom Blaugrün bis zum Anhange des Ultraviolett zeigen und ferner beiden eine große Durchlässigkeit gegen ultraviolettes Licht zukommt. Das orangegelbe Silberüberfangglas aber zeigt eine große Durchlässigkeit gegen Orange und Gelbgrün, sowie eine äußerst intensive Absorption gegen Blaugrün bis Blau, während bei dünnen metallischen Silberschichten die Absorption im sichtbaren Spektrum sich zu keinem hervorragenden Maximum erhebt.

Dünnes Blattgold, s. Fig. 171, Nr. 11, erscheint im durchfallenden Lichte bekanntlich grün gefärbt. Wir haben das Absorptionsspektrum desselben photographiert, indem wir es zwischen Bergkristallplatten preßten und das Licht einer elektrischen Bogenlampe durchfallen ließen. Es zeigte sich eine Absorption im Rot und ein breites Absorptionsband im Blau, dessen Maximum bei *G* liegt. Gelbes, grünes, sowie blaugrünes Licht werden reichlich durchgelassen, ebenso Ultraviolett von *K* bis *O*, stärker brechbare Strahlen werden von Blattgold absorbiert, so daß Blattsilber auffallend durchlässiger hierfür als jenes ist. Auch hier fällt eine gewisse Ähnlichkeit des Absorptionsspektrums mit jenem von Goldrubin (s. oben) auf, welche noch größer ist als beim Silber. Das Maximum der Absorption des Goldrubinglases (zwischen *D* und *E*) liegt jedoch weiter gegen das brechbare Ende, als jenes des metallischen Blattgoldes.

Überblickt man die beschriebenen Untersuchungsergebnisse bezüglich der Absorptionsspektren von farbigen Gläsern verschiedener Zusammensetzung, so fallen gewisse Unterschiede der mit Metalloxyden gefärbten bleifreien und der bleihaltigen Gläser auf. Die Absorptionsspektren der letzteren sind bei den von uns untersuchten Gläsern weiter gegen das weniger brechbare Ende vorgerückt als bei den analog mit Metallverbindungen gefärbten bleifreien Glasflüssen. Dies gilt für Kupferoxyd-, Chromoxyd-, Mangan- und Eisenoxydgläser, und dementsprechend ändert sich die Farbennuance dieser Gläser mit steigendem Bleigehalte. Der Grund dieser Erscheinung dürfte in jenen Absorptionsphänomenen zu suchen sein, welche durch die Kundtsche Regel[1]) ausgedrückt werden, nach der „die Absorptionsstreifen um so mehr nach Rot hinrücken, je stärker die brechende Kraft des Lösungsmittels ist".

Wenn auch diese Regel bei weitem keine allgemeine Gültigkeit hat, und sehr viele Körper von ihr abweichend sich verhalten, so trifft sie doch bei den wichtigsten farbigen Glasmassen zu, indem die bleihaltigen Gläser durchschnittlich ein stärkeres Brechungsvermögen aufweisen als die bleifreien Gläser, und in der Tat bei ersteren die Absorptionsstreifen gegen das weniger brechbare Ende des Spektrums (d. i. gegen Rot) gerückt werden.

Die Regel scheint auch für viele gefärbte und durchsichtige Mineralien zu gelten.

Auch die Absorptionsspektren der Kobaltgläser und Borax-Kobaltschmelzen folgen ihr. Das Boraxglas besitzt einen kleineren Brechungsindex als gewöhnliches Crownglas[2]) und bei letzterem tritt die Verschiebung der Absorptionsstreifen im Sinne der genannten Regel ein. Die Absorptionsspektren von metallischem Silber und Silberüberfangglas zeigen, wie erwähnt, eine unverkennbare Analogie, wenn auch in diesem Falle die Kundtsche Regel nicht zuzutreffen scheint. Dagegen fügt sich merkwürdigerweise das Blattgold resp. dessen Absorptionsspektrum im Vergleiche mit dem in Glasflüssen gelösten Gold (Goldrubin) der Kundtschen Regel, indem das in einer Substanz von hohem Brechungsindex (in Glas gelöste) Gold die Absorptionsbänder weiter gegen das rote Ende des Spektrums verschoben zeigt, als dies beim Blattgolde für sich allein der Fall ist.

Die Analogie der Absorptionsspektren von Gold- und Silbergläsern mit den Absorptionsspektren dünner Schichten dieser Metalle selbst ist vielleicht kein Zufall, sondern kann als eine Auflösung der fein verteilten Metalle in Glasflüssen gedeutet werden. (Eder und Valenta a. a. O.)

Farbige Gläser, in der Masse gefärbt, welche genau bestimmte Spektralbezirke durchlassen, erzeugen die Glasschmelzereien von Dr. Schott in Jena auf Grund der Untersuchungen von Zsigmondi (Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1901, Bd. 21, S. 97; Drudes Annalen 1901, Bd. 4, S. 60); es wurden Glassorten mit den Oxyden von Chrom, Kupfer, Kobalt, Nickel, Manganeisen, Uran hergestellt und die durchgelassenen Lichtzonen des Spektrums bestimmt. Da diese Gläser zum Teil im Handel erhältlich sind, so sind sie für die Experimentatoren von praktischer Bedeutung.

1) H. W. Vogel, Praktische Spektralanalyse irdischer Stoffe, I. Teil, Berlin 1889, S. 124.

2) Gewöhnliches Crownglas hat durchschnittlich einen Brechungsexponenten von 1,52—1,53 für D, während Borax einem solchen von 1,51 entspricht. Siehe Landolt und Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, 2. Aufl., 1894, S. 385.

3. Genaue Bestimmung der Absorption farbiger Schichten mittels der quantitativen Spektralanalyse.

Das genaue Studium des Absorptionsspektrums von Farbstofflösungen läßt sich nur mittels der quantitativen Spektralanalyse machen und zwar durch Bestimmung des Extinktions-Koeffizienten, wie dies Vierordt für seine Methode der quantitativen Spektralanalyse in Anwendung brachte[1]).

Es sei J' die Lichtstärke, welche übrig bleibt, wenn Licht von der Lichtstärke J durch eine Flüssigkeitsschicht von 1 cm Dicke hindurchgeht. Der Extinktionskoeffizient (e) nach Vierordts Bezeichnung ist der negative Logarithmus der Lichtstärke (J'), das ist $e = -\log J'$.

Bezeichnet man als Konzentration (k) der Lösung die in 1 ccm Flüssigkeit enthaltene Anzahl der Gramme der gelösten Substanz, so wird das „Absorptionsverhältnis" (a) durch $a = \frac{k}{e}$ ausgedrückt.

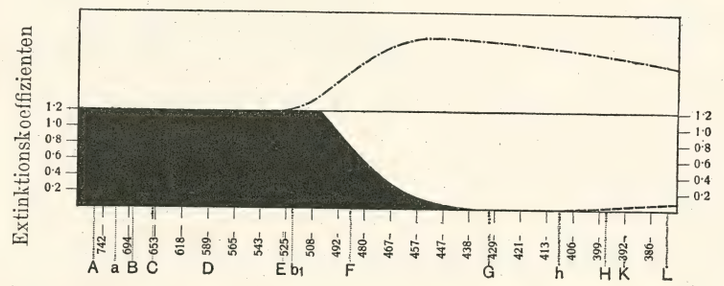


Fig. 172.

Absorptionsspektrum (prismatisches Spektrum) von Kupferoxydammoniak, bezogen auf Wellenlängen und Fraunhofersche Linien, sowie auf die Extinktionskoeffizienten. — Die obere Kurve stellt schematisch die Empfindlichkeit von Bromsilbergelatine gegen Sonnenlicht im prismatischen Spektrum dar.

Mittels dieser Methode hat Verfasser eine Anzahl von für photographische Zwecke wichtigen Absorptionsspektren von farbigen Flüssigkeiten bestimmt und graphisch dargestellt.

Blaue Kupferoxydammoniaklösung (verwendet als Lichtfilter usw.) in einer Konzentration von 20 g Kupfervitriol in Wasser unter Zusatz von Ammoniak zum Volumen von 1 Liter gelöst.

Die Fig. 172 und 173 zeigen die Absorptionskurve dieser Kupferlösung (nach Eder); hierbei sind die Wellenlängen des Lichtes als Abszissen, die Extinktionskoeffizienten als Ordinaten eingetragen. Fig. 172

1) Vgl. Vierordt, Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie der Absorptionsspektren und quantitativen Spektralanalyse, Tübingen 1873. — Vierordt, Die Quantitative Spektralanalyse 1876. — Traube, Physik.-chem. Methoden 1893 — Krüß: Kolorimetrie und quantitative Spektralanalyse, 1891. (?)

zeigt, wie die Lichtdurchlässigkeit des Kupferoxydammoniakfilters im Blau allmählich steigt, um bei $\lambda = 430$ voll durchlässig zu erscheinen. Die darüber angebrachte punktierte Kurve stellt schematisch die Schwärzungskurve der gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatte im Spektrum dar.

Fig. 173 zeigt die Absorptionskurve einer Lösung von Kaliummonochromat (40 g auf 1 Liter gelöst) und darüber die schematische Schwärzungskurve einer orthochromatischen Platte (Erythrosin). Man sieht, daß die Eigenempfindlichkeit des Bromsilbers durch dieses hellgelbe Filter gedämpft ist, aber die Zone der Gelbgrünempfindlichkeit nicht geschwächt wird.

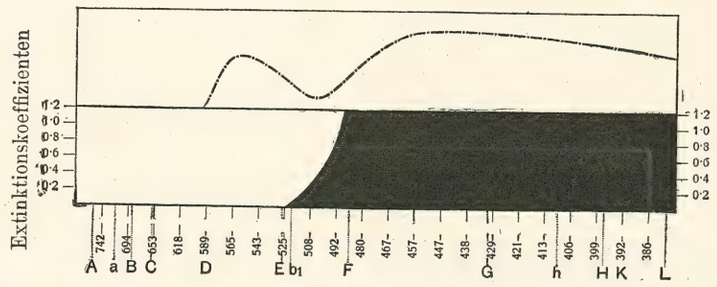


Fig. 173.
Absorptionsspektrum von Kaliummonochromat (analog dargestellt wie in Fig. 172). — Die obere Kurve stellt die photographische Empfindlichkeit von Erythrosin-Bromsilbergelatineplatten gegen das Sonnenspektrum dar.

Im nachstehenden geben wir die genauen Absorptionsspektren einiger Lichtfilter nach Eder[1]), wobei die Kurven mittels quantitativer Spektralanalyse bestimmt wurden.

Es ist keineswegs zulässig, aus dem Beginne, respektive Ende des Absorptionsspektrums, beziehungsweise der Lage des Absorptionsminimums eines Lichtfilters einen Rückschluß auf seine Verwendbarkeit zu machen. Es kommen nämlich viele Farbstoffe vor, welche für gar keine Zone des Spektrums genügend transparent sind und selbst an der Stelle der größten Durchlässigkeit das Licht meßbar dämpfen. Bei der bloßen Besichtigung des Absorptionsspektrums entgeht dies leicht dem Beobachter, aber vergleichende photographische Expositionsversuche oder besser quantitative Lichtabsorptionsmessungen bringen diese Einflüsse sehr merklich zum Erkennen.

Dies soll ein Beispiel klar machen: Das Säureviolett 4 B extra (Farbenfabriken vormals Bayer & Co. in Elberfeld) ist ein brillanter

1) Eder, Spektralanalytische Studien über Dreifarbendruck (Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1902).

violetter Farbstoff, ähnlich wie Methylviolett, aber viel lichtbeständiger. Es gelingt leicht ein gutes violettes Lichtfilter damit herzustellen, wenn man es ungefähr 1 : 2000 in Wasser löst. Dieses Lichtfilter schneidet für Dreifarbendruck genügend ab, und zwar kann man die qualitative Lichtabsorption ganz ähnlich begrenzen, wie mit Methylviolettlösung (1 : 10000). Trotzdem braucht eine Bromsilbergelatineplatte hinter Säureviolett eine viel längere Belichtung als hinter einem dieselbe Zone begrenzenden Methylviolettfilter (s. Fig. 174).

Der Grund liegt darin, daß beim Säureviolett die herausgeschnittene Spektralzone nicht voll transparent, sondern partiell stark gedämpft ist (nicht aber beim Methylviolett), was man bei qualitativen optischen Proben nicht merkt, wohl aber bei praktischen photographisch vergleichenden Expositionsversuchen oder mittels quantitativer Spektralanalyse.

Gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten sind für die Dreifarbenphotographie nicht ohne weiteres verwendbar, da ihre Eigenempfindlichkeit zu weit gegen Blaugrün reicht (vgl. die Photographie des Sonnenspektrums Tafel III, Nr. 1). Man muß deshalb bei der Aufnahme ein Violettfilter einschalten, um das Blaugrün zu dämpfen, und erhält dann gute Negative für die Gelbdruckplatten, wie sie an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt besonders mit Erfolg für den Drei- und Vierfarbenlichtdruck verwendet werden.

Als normales Lichtfilter für die Gelbdruckplatte entsprach z. B. ein Methylviolettfilter in der Konzentration 1 : 10000 Teilen Wasser in einer Dicke von 1 cm oder ein ähnlich absorbierender Farbstoff.

Demgemäß ergibt sich die in Fig. 174, Nr. 3, graphisch dargestellte Absorptionskurve eines Methylviolettlichtfilters (1 : 10000) in 1 cm dicker Schicht; es sind hierbei die Wellenlängen des Lichtes und die dazu gehörigen Extinktionskoeffizienten mit ihren genauen Zahlenwerten eingetragen.

Die Methylviolettlösungen bleichen leider nach mehreren Wochen im Lichte aus (abgesehen von Farbenänderungen durch chemische Reaktionen) und verlieren viel von ihrer Farbenintensität.

Vergleicht man damit Eders Befund, daß Kupferoxydammoniak oder ähnliche Lichtfilter für Gelbdruckplatten das Blaugrün gleichfalls zu wenig dämpfen, vergleicht man ferner die Absorptionskurve des guten Methylviolettfilters (1 : 10000) (s. Fig. 174) mit der Kurve eines Lichtfilters von stärkerer Kupferoxydammoniaklösung, welche immer noch zu wenig bei *F* absorbiert (s. Fig. 174, Kurve Nr. 4), so sind damit Standards gegeben, welche bei weiterer Ermittlung anderer Lichtfilterarten gute Anhaltspunkte geben werden.

Von den außerordentlich mannigfaltigen Grünfiltern, welche bisher vorgeschlagen wurden (Nickel-, Kupfersalze, Malachitgrün, Säuregrün, Kombinationen derselben mit gelben Farbstoffen, Bichromat usw.), hat der Verfasser eine große Anzahl versucht und sowohl auf gelbgrünempfindliche Bromsilbergelatine als auch auf grünempfindliche Bromsilberkollodien bezogen.

Für Zwecke des Farbenlichtdruckes verwendet der Verfasser gelbgrünempfindliche Erythrosinplatten (s. oben) oder die in der Emulsion selbst gefärbten ähnlichen orthochromatischen Platten (z. B. von Schattera in Wien), welche in der Regel bessere Gradation in den Lichtern zeigen als gebadete Platten.

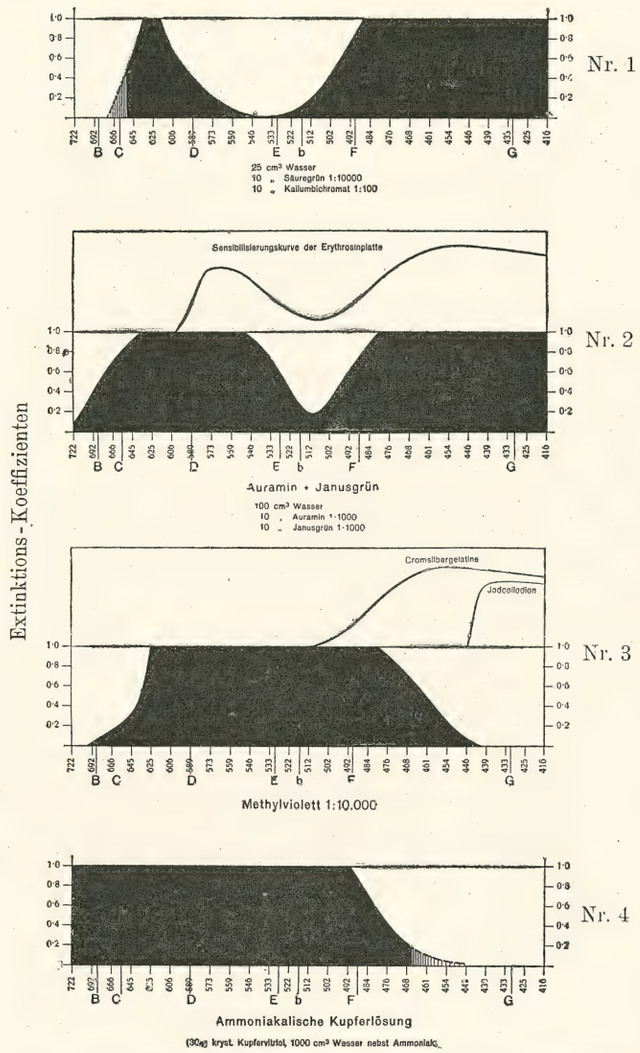


Fig. 174. Quantitative spektrokolorimetrische Prüfung von Lichtfiltern.

Sie brauchen starke Korrektionslichtfilter, deren optische Eigenschaften von größtem Einflusse auf das Gelingen sind. Die Dämpfung der Lichtstrahlen muß an der weniger brechbaren Seite des Spektrums, von Orangegelb gegen Gelbgrün (Region von der Fraunhoferschen Linie *C* bis über *D*) erfolgen, so daß die spektralphotographische Aufnahme auf einer Erythrosinplatte (Tafel III, Nr. 2) im Sinne von Tafel III, Nr. 3,

gestaltet, d. h., daß das Sensibilisierungsband vom Gelbgrün gegen Blaugrün geschoben wird. Solche Effekte kann man z. B. mit Gemischen von Janusgrün, mit gelben Farbstoffen (wie Auramin) erzielen, wie Kurve 2 in Fig. 174 andeutet. Die obere Kurve in dieser Figur deutet die Sensibilisierungskurve der Erythrosin-Bromsilbergelatineplatte an, die graphische Darstellung des Absorptionsspektrums von Janusgrün-Auramin (untere Kurve) zeigt dort ein Maximum des durchgelassenen Lichtes, wo die Empfindlichkeit der Erythrosinplatte ein Minimum hat, und man erhält durch Kombination beider eine Spektrumphotographie, worin die Hauptwirkung sich über Grün erstreckt.

Man kann mit einem solchen System in Dreifarbendruck gut arbeiten, wie Eder es früher schon angegeben hat, aber das Filter zeigte in der Folge manche Nachteile: es ist an keiner Stelle des Spektrums völlig durchlässig (s. Kurve 2, Fig. 174), braucht somit längere Belichtungen als Lichtfilter mit Neupatentblau (Fig. 175, Nr. 5), und überdies zersetzt sich gelöstes Auramin sowohl im Lichte als im Finstern von selbst, in dem es einen unlöslichen gelben kristallinischen Niederschlag fallen läßt. Übrigens ergibt dieses Filter die äußerste, kaum mehr zulässige Abschneidung von Gelbgrün.

Dadurch werden die Rotdrucknegative zu wenig im hellen Gelbgrün gedeckt und machen diese im Dreifarbendruck zu blaustichig. Aus diesen Gründen gab Eder dieses Janusgrün-Lichtfilter auf.

Ein anderes Lichtfilter, welches Baron Hübl empfahl[1]), besteht aus Säuregrün gemischt mit Kaliumbichromat[2]); ist es recht hell und für gewisse Zwecke, wo mäßige Dämpfung im Gelbgrün erforderlich ist, sehr brauchbar. Dieses Filter gibt die geringste in manchen Fällen noch zulässige, jedoch für die im Gelbgrün gewaltig empfindlichen Erythrosinplatten kaum mehr genügende Dämpfung nächst der Fraunhoferschen Linie *D* im Gelbgrün. Für manche Sorten grünempfindlicher Platten leistet dieses Lichtfilter (1 cm dick) gute Dienste, weshalb ich es hier erwähne. Die Dämpfung im Blau (nächst *F*) rückt aber hierbei etwas zu weit gegen Blaugrün vor.

Für Erythrosinplatten soll aber ein passendes Grünfilter für Dreifarbendruck das Gelbgrün mehr und das Blaugrün weniger dämpfen als das vorhin beschriebene Säuregrün-Lichtfilter. Dies erreichte man mit einem Gemisch von Ammoniumpikrat und Neu-Patentblau (Neu-Patentblau 4 B der Farbenfabriken vormals Fr. Bayer & Comp. in Elberfeld). Kurve 5 (I, II, III) in Fig. 175 zeigt die Absorptionskurven von drei verschiedenen Konzentrationen des blauen Farbstoffes und annähernd konstanter Konzentration des Ammoniumpikrates.

Als bestes Grünfilter für Erythrosinbadeplatte (Schatteras Erythrosinplatten) diente Eder die Mischung von 85 ccm Wasser, 30 ccm Ammoniumpikrat (1 : 200) und 15 ccm Neu-Patentblau (1 : 1000), deren Absorptionskurve in Fig. 175, Kurve 5 (I) dargestellt ist. Für orthochromatische Platten, deren Empfindlichkeitsmaximum nicht so sehr nach Gelb gravitiert, muß der Patentblauzusatz auf 10 ccm herabgesetzt werden (Kurve 5, II), während Monobromfluorescein-Kollodiumplatten den geringsten Blauzusatz zum Grünfilter (5 ccm) brauchen (Kurve 5, III), ja dieser ist oft schon zu stark und man wird mitunter gut tun, diese Platten ohne Farben-

1) Baron Hübl, Die Dreifarbenphotographie, mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarbendruckes und der photographischen Pigmentbilder in natürlichen Farben, Halle a. S., W. Knapp, 1897.

2) Das von Eder untersuchte Säuregrünfilter bestand aus 10 ccm Säuregrünlösung (1 : 10000), 10 ccm Kaliumbichromatlösung (1 : 100) und 25 ccm Wasser, Schichtdicke bei photographischen Aufnahmen 1 cm.

filter (resp. mit Wasserfilter) ein wenig nach zu exponieren oder der sensiblen Schicht einen kleinen Zusatz eines Eosinfarbstoffes zu geben.

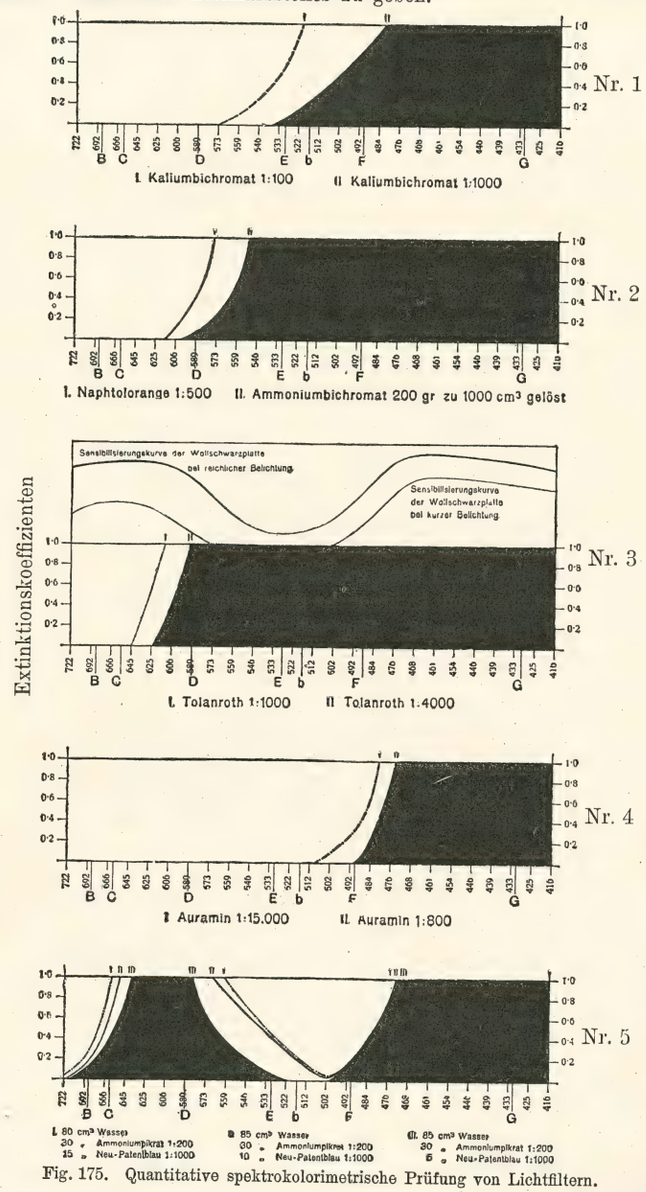


Fig. 175. Quantitative spektrokolorimetrische Prüfung von Lichtfiltern.

Die Dämpfung des Blauvioletts durch das oben angegebene Quantum Ammoniumpikrat ist für orthochromatische Aufnahmen zweckentsprechend (s. Fig. 175, Kurve 5).

Einprozentige Kaliumbichromatlösungen dämpfen das Blau und Blaugrün sehr stark und mit ziemlich steiler Kurve (s. Fig. 175, Kurve 1). Verdünntere Kaliumbichromatlösungen (1 : 1000) geben eine sanft ansteigende Absorptionskurve von Grün bis Blau (s. Fig. 175), dämpfen das blauviolette Licht bei Verwendung von Erythrosinplatten, so daß man genügend „farbentonrichtige“ monochrome Landschaftsphotographien oder andere Aufnahmen (monochrome Gemäldereproduktionen) damit herstellen kann. Diese Bichromatlösung (1 : 1000) ist ein Beispiel eines sehr guten milderen Dämpfungsfilters für orthochromatische Erythrosinplatten, bei denen die photographische Wirkung der blauen und violetten Pigmentfarben gedämpft werden muß (entsprechend „hellgelben“ Dämpfungsfiltern aus gelbem Glase), während die Bichromatlösung 1 : 100 dem in der orthochromatischen Photographie gebräuchlichen dunkelgelben Gase entspricht und das ein energisches Dämpfungsfilter für Blau darstellt. Da diese gelben Lichtfilter wohl „Standards“ für orthochromatische Aufnahmen mit Erythrosinplatten repräsentieren, so teilt Eder sowohl die quantitativen Messungen als auch eine graphische Darstellung ihrer Absorptionsspektren (s. Fig. 715, Kurve 1) mit.

Sehr dunkel gefärbte Bichromatfilter lassen sich mittels des in Wasser leicht löslichen Ammoniumbichromats herstellen, zum Beispiel Lösungen von 200 g zu 1 l. Ein mit so konzentrierter Bichromatlösung hergestelltes Lichtfilter unterdrückt von Grün ab das Blau und Violett so scharf, daß man sie in 1 cm dicker Schicht als Selektionsfilter verwenden kann, ja, es kann sogar als Orangefilter für Dreifarbendruck in Erwägung gezogen werden.

Diese 20prozentige Ammoniumbichromatlösung in 1 cm dicker Schicht steht als Orangefilter allerdings an der Grenze der Verwendbarkeit, weil es noch zu viel Gelbgrün und Grün durchläßt. Lichtfilter dieser Art sind nach meinen bisherigen Erfahrungen (namentlich mit rotempfindlichen Wollschwarzplatten und für die Druckfarbe Miloriblau) zu sehr hellorangefarbig; sie sollten mehr rotorange gefärbt sein.

Ein richtiges praktisch gut verwendbares Orangefilter gibt Naphtholorangelösung 1 : 500 in 1 cm dicker Schicht; sie geben eine Absorptionskurve, die vor der Fraunhoferschen Linie *D* beginnt und hinter derselben endet, wie Kurve 2 zeigt.

Das verwendete Naphtholorange war die Marke „Orange II“ der Badischen Anilin- und Sodafabrik (ein Tropaeolin, das Natronsalz des Sulfanilsäure-Azo-β-Naphthols). Es leistete Eder sowohl in Kombination mit Wollschwarz-Gelatineplatten als auch mit Äthylviolett-Monobromfluorescein-Bromsilberkollodium stets gute Dienste bei der praktisch durchgeführten Dreifarbenphotographie.

Als praktisch minderwertiges, schlecht wirkendes Lichtfilter für das Blaudrucknegativ sei das Tolanrot angeführt, welches Eder anfänglich in Konzentrationen 1 : 4000 vielfach versuchte, dann aber wieder aufgab, weil es das Farbenspektrum zu stark nächst *D* dämpft, also den entgegengesetzten Fehler als die konzentrierte Bichromatlösung aufwies.

Die konzentriertere Tolanrotlösung (1 : 1000 und stärker) gilt übrigens in 1 cm dicker Schicht gute rote Dunkelkammerscheiben, welche rotes Licht besser abschneiden als manche Sorten von rotem Kupferrubinglas, weshalb Eder auch diesen hierfür von E. Valenta[1]) bereits angeführten Farbstoff einer eingehenden quantitativ spektralanalytischen Untersuchung unterzog. Kurve 3 in Fig. 175 gibt die Untersuchungsresultate und ein Bild der Farbendurchlässigkeit und des Absorptionsspektrums.

1) Phot. Korresp. 1901, S. 37.

Die Absorption der Lichtfilter wird für technische Zwecke nicht quantitativ-spektralanalytisch festgestellt, sondern nur qualitativ eingeschätzt.

4. Lichtfilter im allgemeinen, Schutzfilter und Lichtfilter für orthochromatische Platten und Dreifarbenphotographie.

Lichtfilter nennt man jedes lichtabsorbierende Medium, welches vom Gesamtspektrum gewisse Spektralzonen zurückhält und anderen den Durchgang frei läßt.

Zu photographischen Zwecken unterscheidet man hauptsächlich drei Gruppen von Lichtfiltern:

1. Die Kompensationsfilter,
2. die Kontrastfilter und
3. die Selektionsfilter.

Zu 1: Die sog. Kompensationsfilter sollen keine sichtbare Spektralzone vollständig auslöschen, ihre Wirkung soll eine nur dämpfende sein. Ganz unwirksam soll dagegen das Ultraviolett gemacht werden.

Zu 2: Kontrastfilter. Um bestimmte Farben eines Objekts photographisch deutlicher hervorzuheben und zu markieren, wählt man ein in dieser Farbe möglichst komplementäres Filter, sog. Kontrastfilter.

Zu 3: Als Selektionsfilter bezeichnet man die Filtersätze, welche bei der indirekten Methode der Farbenphotographie ihre Verwendung finden. Ihre Aufgabe besteht darin, zur Auswahl einzelner Farbgruppen aus dem Kolorit des Objekts beizutragen.

Lichtfilter, welche den Zweck haben, bei photographischen Prozessen schädliches Licht abzuhalten und die zur Dunkelkammerbeleuchtung dienen, nennt man Schutzfilter.

Sehr oft aber überzieht man zu diesem Zwecke gewöhnliches Glas mit gelben Schichten (Gelatine, Kollodium, Zaponlack, Eiweiß usw.). Zu den Lichtfiltern gehören auch Flüssigkeitsfilter, z. B. mit Kaliumbichromatlösung (s. S. 342).

Bei Lichtfiltern mit gefärbten Gelatineschichten oder dergl. ist die Konzentration maßgebend, welche durch die sog. „Farbstoffdichte“, d. i. die Menge des Farbstoffs in Grammen auf ein Quadratmeter der farbigen Schicht, ausgedrückt wird. Eine ausführliche Monographie über Lichtfilter veröffentlichte Arthur Freiherr von Hübl „Die photographischen Lichtfilter“ (Halle a. S. 1910), worin die Eigenschaften der Filterfarbstoffe und die Herstellung von Lichtfiltern aller Art beschrieben sind.

Für Dunkelkammern des nassen Kollodiumverfahrens, für Silber- und Pigment-Kopierverfahren, sowie für andere Chromatverfahren bedient man sich der gelben Silber- oder Kohlegläser (s. o.), um das aktinische Licht abzuhalten.

Hellgelbe oder grünlichgelbe Gläser lassen mehr Blau und Blaugrün durch als dunkelgelbe; orangegelbe Gläser absorbieren stark bis Blaugrün; gesättigte Lösungen an Kaliumbichromat verhalten sich ähnlich; noch starker absorbieren gesättigte Ammoniumbichromatlösungen.

Vergleicht man die bereits in Kapitel IX beschriebene Lichtempfindlichkeit der photographischen Präparate gegen die verschiedenfarbigen Strahlen des Sonnenspektrums, so kann man leicht eine Auswahl treffen, um die photographische Dunkelkammer mittels entsprechender farbiger Gläser zu erhellen.

Für das nasse Kollodiumverfahren mit Jodsilber, sowie für die Daguerreotypie sind gelbe Dunkelkammergläser vollkommen entsprechend, weil dieselben das ultraviolette, violette und indigoblaue Licht vollkommen absorbieren und das hellblaue und blaugrüne Licht stark schwächen; das durchdringende grüne, gelbe und rote Licht wirkt aber auf nasse Kollodiumplatten sehr wenig ein. Solche gelbe Dunkelkammergläser sind auch für das Kopierverfahren mit Chlorsilber, Chromsalzen, Eisenoxalat zu verwenden. Dagegen genügt gelbes Glas nicht für hochempfindliche Bromsilbergelatineplatten oder Jodbromgelatineplatten, weil diese für hellblaues und blaugrünes Licht noch sehr empfindlich sind und solches Licht durch gelbes Glas und sogar orangegelbes Glas durchdringt. Allerdings verwendet man auch für diesen Zweck orangegelbe oder gelbgrüne Gläser, muß aber dann das Licht dämpfen und darf die Trockenplatten nur kurze Zeit diesem weniger schützenden Lichte aussetzen. Für Bromsilbergelatineplatten ist am sichersten das rote Überfangglas (Kupferoxydulglas) oder ähnliche rein rote Schichten, während das Rubin-Goldglas eine ziemliche Menge von blauem und violettem Lichte durchläßt, welches nach längerer Zeit auf die empfindliche Schicht wirkt.

Für Chlorsilberschichten ist sogar das weiße, durch Chininsulfat oder Aeskulin gegangene Licht sehr unwirksam und eventuell zur Erleuchtung der Dunkelkammer zu verwenden, weil es das ultraviolette Licht bis über den Anfang des Violett absorbiert, welches Licht auf Chlorsilber am meisten einwirkt; jedoch ist gelbes Glas sicherer, weil es auch das sichtbare Blauviolett absorbiert.

Bleichromat, in Gelatine emulgiert, absorbiert Blauviolett bis Ultraviolett.

Wichtig ist die Verwendung gelber Lichtfilter bei photographischen Aufnahmen mit orthochromatischen Platten, um das meisens allzustark photographisch wirkende Blau zu dämpfen; sie sollen das Grün, Gelb und Rot aber möglichst wenig absorbieren. Hierzu dienen hellgelbe bis orangegelbe Schichten von verschiedener Färbung. Am günstigsten sind jene Farbstoffe, welche das Violett und Blau mit steigender Konzentration allmählich stärker absorbieren und bei welchen die Absorption mit steigender Konzentration allmählich weiter gegen Grün rückt; übrigens leisten auch ziemlich schroff abschneidende Farbstoffe („strenge Lichtfilter") gute Dienste in der orthochromatischen Landschaftsphotographie. Man färbt mit den Farbstoffen Kollodium oder Gelatine und überzieht damit Glasplatten oder verwendet sie in Form von Häutchen.

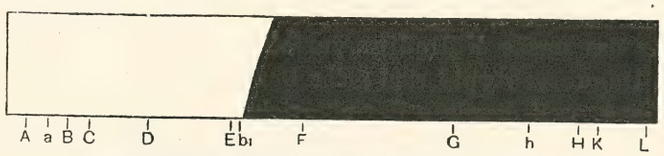


Fig. 176. Absorptionsspektrum von Filtergelb.

Gewisse reingelbe Farbstoffe, welche die Strahlen kürzerer Wellenlänge ziemlich schroff zwischen *E* und *F* im Blaugrün abschneiden, wirken recht gut behufs Zurückdrängung des Blau und Violett. Hierher gehört der als Gelbfilter für orthochromatische Aufnahmen, unter der Bezeichnung Filtergelb K von den Farbwerken vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. in den Handel gebrachte Farbstoff. Das Absorptionsspektrum der damit gefärbten Gelatine[1]) reicht bis zu den Fraunhoferschen Linien b_1 $^1/_2$ *F* (Fig. 176). Besonders bemerkenswert ist, daß der Farbstoff vollständig die ultravioletten Strahlen abschneidet. Sehr viele zu Lichtfiltern verwendete gelbe Farbstoffe (wie z. B. Tartrazin) lassen etwas Ultraviolett durch, welches wohl bei den meisten orthochromatischen Aufnahmen nicht besonders in Betracht kommt, weil dieser Teil des Spektrums größtenteils durch das Glas der Objektive verschluckt wird, aber es ist für manche Zwecke sehr wertvoll, ein Gelbfilter zu besitzen, welches das Ultraviolett so vollständig absorbiert, wie dies beim Filtergelb K der Fall ist. Deshalb ist dieser Farbstoff zur Herstellung von Kontrastfiltern und Dunkelkammerscheiben vor-

1) 1 g Filtergelb wird in 20 ccm Wasser gelöst. 100 ccm sechsprozentige Gelatinelösung werden mit 20 ccm dieser Gelblösung angefärbt und filtriert. Man gießt 7 ccm gelbgefärbter Gelatinelösung auf 100 ccm Plattenoberfläche und verkittet je eine Gelbscheibe mit einer reinen Spiegelscheibe mittels in Chloroform gelösten Kanadabalsams, welchen Merck in Darmstadt in den Handel bringt (Novak).

züglich geeignet (Novak, Phot. Korresp. 1906, S. 384; Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 302).

König gibt im Jahre 1908 folgende Rezepturen für Gelbfilter.

Lsg. 1)	1 g Rapidfiltergelb (Höchst), 200 ccm Wasser.	Lsg. 2) 15 g Gelatine (hart), 250 ccm Wasser, 20 ccm Alkohol.

Zum Gebrauche:

A)	1,5 ccm Lsg. 1, 60 ccm Lsg. 2, 10,5 ccm Wasser.	C) 6 ccm Lsg. 1, 60 ccm Lsg. 2, 6 ccm Wasser.
B)	3 ccm Lsg. 1, 60 ccm Lsg. 2, 9 ccm Wasser.	D) 12 ccm Lsg. 1, 60 ccm Lsg. 2.

Mit einer dieser vier Mischungen Nr. 156 A bis D überzieht man sauber geputzte Spiegelplatten, auf 100 qcm Plattenoberfläche ebenfalls 7 ccm der Farbgelatine. Die Gelbfilter werden aus je zwei derart gefärbten Scheiben zusammengekittet. — Man erhält so vier Gelbfilter, von denen jedes genau doppelt so stark gefärbt ist wie das vorhergehende. C verlängert bei guten gelbgrünempfindlichen Platten die Belichtungszeit auf das Doppelte.

Sehr gut für orthochromatische Aufnahmen sind auch die gelben Auraminfilter. — Methylorange, Aurantia usw. absorbieren bis ins Grün und sind strenge Filter.

Viele gelbe Teerfarbstoffe absorbieren im sichtbaren Teile Violett und mehr oder weniger Blau, lassen aber Ultraviolett durch, so z. B. Pikrinsäure[1]), Tartazin[2]) usw.

Tafel III Nr. 3 zeigt die allmähliche Dämpfung des Blau im Sonnenspektrum durch Vorschalten mäßig starker Gelbfilter, Nr. 4 die schroffe Absorption das ganzen violetten, blauen, grünen und gelben Lichtes durch dunkles Kupferrubinglas.

1) Intensiver gefärbte Pikrinsäurelösungen oder Gelatine- oder Kollodiumschichten schwächen den Gehalt des Tageslichtes an Ultraviolett so bedeutend, daß dasselbe keine Rolle bei photographischen Prozessen führt. Will man es aber völlig beseitigen, so muß man Aeskulin oder dgl. beimischen.

2) Ein sehr helles gelbes Dämpfungsfilter, wodurch ein Teil des einfallenden blauen und violetten Lichtes absorbiert wird, und welches manchmal bei Reproduktionen mit orthochromatischen Platten gute Dienste leistet, wurde von E. J. Wall (Brit. Journ. Phot. 1906, S. 751) angegeben. Um dasselbe herzustellen, werden 0,25 g Tartrazin in 100 ccm Wasser aufgelöst. 100 ccm sechsprozentige Gelatinelösung werden mit $4^1/_2$ ccm dieser Farbstofflösung angefärbt und filtriert. Von der angefärbten Gelatinelösung werden 7 ccm auf 100 qcm Spiegelglas gegossen. Je zwei Gelbscheiben werden mit Kanadabalsam verkittet.

Vergleichende Aufnahmen mit orthochromatischen Platten ergaben, daß die Expositionszeiten ohne Gelbscheibe mit dem Wallschen Dämpfungsfilter und dem mit Filtergelb hergestellten Novakschen Kontrastfilter sich verhalten wie $1 : 1^1/_2 : 2$.

Gelbfilter für Autochromaufnahmen.

Die Aufnahmen mit Autochromplatten erfordern bekanntlich zur richtigen Wiedergabe der Farbentöne eine Gelbscheibe.

a) Gelbfilter bei Aufnahmen mit Tageslicht stellt Dr. König in Höchst a. M. mittels der Farbstoffe der Farbwerke Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. in folgender Weise her:

Man versetze 100 ccm sechsprozentige Gelatine mit

12 „ Rapidfiltergelb K (1 : 200 Wasser)[1],
4 „ Kristallponceau (1 : 800 Wasser),
4 „ Wasser.

Die angefärbte Gelatine wird filtriert. Man gießt 7 ccm davon auf 100 ccm Plattenfläche und verkittet je zwei gefärbte Glasplatten mit Kanadabalsam in Chloroform gelöst.

Dieses Filter, welches sich für Tageslichtautochromaufnahmen sehr gut eignet, ist für Aufnahmen mit Blitzlicht zu streng.

b) Nach Dr. Novak (Eders Jahrb. f. Phot. 1911, S. 190) erhält man ein gutes Lichtfilter für Blitzlichtautochromaufnahmen bei Verwendung des Gemenges von 1 Teil Thoriumnitrat (wasserfrei) und 2 Teilen Magnesium mit folgender Vorschrift:

Man versetze 100 ccm sechsprozentige Gelatine mit

15 „ Rapidfiltergelb K (1 : 200 Wasser),
4 „ Kristallponceau (1 : 800 Wasser),
4 „ Wasser.

Die angefärbte Gelatine wird filtriert. Man gießt 7 ccm davon auf 100 ccm Plattenfläche und verkittet eine gefärbte und eine blanke Glasscheibe mit Kanadabalsam in Chloroform gelöst.

Gelbe Lichtfilter in der photographischen Schicht selbst. Bei allen farbenempfindlichen Platten tritt die Eigenempfindlichkeit des Bromsilbers für die blauen Strahlen noch zu sehr hervor, so daß man, um farbige Gegenstände in ihren richtigen Tonwerten wiederzugeben, genötigt ist, eine Gelbscheibe anzuwenden, welche die blauen Strahlen mehr oder weniger abschwächt.

Die Anwendung eines Gelbfilters bringt verschiedene Nachteile mit sich: die Schärfe des Bildes wird bei mangelhaft planparallelem Schliff der Gläser oft beeinträchtigt, die Filter sind an manchen Kameras nur schwierig oder gar nicht anzubringen und bedingen stets nicht nur durch Absorption, sondern auch durch Reflexion einen ziemlich großen Lichtverlust.

Man verlegt deswegen bei sogenannten orthochromatischen, d. h. gelbgrünempfindlichen Platten, das Gelbfilter mit bestem Erfolg in die Schicht, indem man der Emulsion geeignete gelbe Farbstoffe zusetzt.

Die Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. bringen (1910) gelbe Farbstoffe in den Handel, welche sowohl dem

1) Die genannten Filterfarbstoffe sind bei den Farbwerken Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. erhältlich.

Erythrosin, als auch dem Pinachrom oder Pinacyanol behufs Blaudämpfung zugesetzt werden, solche Gemische mit gelben Schirmfarbstoffen heißen „Pinorthol“ oder Erythrosin-Filtergelb.

Grüne Dunkelkammerfenster (resp. Flüssigkeitsfilter) lassen sich mittels Gemischen von Säuregrün (blaustichig) aus Naphtolgrün und Tartrazin herstellen; sie geben für sehr rotempfindliche Platten, welche ein Empfindlichkeitsminimum im Grün besitzen, einen guten Schutz (Haberkorn, Jahrb. f. Phot. 1907, S. 308). In neuerer Zeit kam Baron Hübl speziell auf das Naphtolgrün wieder zurück[1].

Rote Scheiben für Dunkelkammern ergibt das Kupferrubin. Die Kombination von Goldrubinglas und rotem Kupferglas gibt ein sehr unwirksames tiefrotes Licht, welches nahezu reines Rot ist. Der Effekt anderer Kombinationen ist aus der Fig. 170 und 171 zu entnehmen.

Rose bengal läßt Rot und Orange durch, zeigt ein Absorptionsband im Gelb und Grün, und ist dann wieder für Blauviolett durchlässig; schneidet man letzteres durch ein Gelbfilter ab, so bleibt nur ein schmaler Bezirk der Durchlässigkeit in Rot und Orange übrig. Noch weiter ins Dunkelrot schneidet eine Kombination von Methylviolett usw. mit gelben Farbstoffen oder Tolanrot ab. Diese und ähnliche Kombinationen mit grünen Teerfarben, welche oft ein schmales Band im Dunkelrot durchlassen, gestatten zahlreiche Variationen.

Tolanrot ist in starker Lösung nur für Rot bis Orangegelb (ähnlich wie rotes Kupferglas) durchlässig, ohne merklich Violett durchzulassen, während Anilinrot, Eosin usw. nur starke Absorptionsbänder im Grün zeigen, aber außer Rot und Orange, eventuell Gelb, auch viel Violett durchlassen. Eingehenderes s. Formanek, Spektralanalytischer Nachweis künstl. organ. Farbstoffe, Berlin 1900, 2. Aufl. 1908—1911. — Ferner H. Ley, Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution, Leipzig 1911.

Die für Dreifarbenphotographie verwendeten Platten von hoher Rotempfindlichkeit (z. B. gewisse Gelatineplatten, mit Cyanin oder manchen Isocyaninen sensibilisiert, Äthylviolett und Bromsilberkollodium) zeigen

1) Hübls Vorschrift („Lichtfilter“ S. 78) zur Herstellung von Grünfiltern für Autochromdunkelkammern lautet: 120 g Gelatinelösung (8 : 100), 1 g Naphtolgrün, 4 ccm Filterblaulösung (1 : 100). Das Filterblau der Höchster Farbwerke löst sich nur bei Zusatz von Ammoniak (1 Filterblau, 100 Wasser und 1 Ammoniak wird in der Wärme gelöst). Von dieser Farbgelatine trägt man 7 ccm pro 100 qcm Glasplattenfläche auf. Durch relative Vermehrung des Farbzusatzes etwa um ein Drittel werden dunklere Filter erhalten.

meistens ein Minimum im Grün und werden deshalb in besonderem grünem Dunkelkammerlicht entwickelt[1]). Gelbgrünempfindliche Platten können bei dunkelrotem Licht verarbeitet werden. Sog. panchromatische Platten sollen eigentlich für alle sichtbaren Farben empfindlich sein und verlangen Verarbeitung in absoluter Finsternis. In der Praxis erscheinen jedoch meistens diese Platten für Orangerot, nicht aber fürs dunkle Rot sensibilisiert und man benutzt Dunkelkammerscheiben, welche nur Licht von der Fraunhoferschen Linie nächst A bis B (etwas gegen C) durchlassen; oder man rechnet mit einem meist vorhandenen Minimum im Blaugrün und benutzt derart gefärbtes, jedoch stark gedämpftes Licht zur Erhellung der Dunkelkammer.

In neuerer Zeit erscheint die Herstellung von roten, gelben und grünen Dunkelkammerscheiben wesentlich erleichtert, nachdem die Höchster Farbwerke (Meister Lucius & Brüning) spektroskopisch geprüfte Farbstoffe in den Handel bringen, die in Gelatinelösung aufgelöst und auf Glas gegossen werden. Dies „Rot für Dunkelkammerlicht“ läßt nur Licht von λ 700 bis 620 $\mu\mu$ durch (geeignet für gelbgrünempfindliche Platten). Das „Grün für Dunkelkammerlicht“ läßt nur Rot von λ 700 bis 670 $\mu\mu$ und Blaugrün von λ 550 bis 515 $\mu\mu$ durch; es entsteht ein fahles angenehmes Mischlicht, welches für gewöhnliche und gelbgrünempfindliche orthochromatische Platten verwendbar ist. „Dunkelrot für Dunkelkammerlicht“ läßt nur das äußere Rot von λ 700 bis 670 $\mu\mu$ durch und einen ganz schmalen Bezirk von Blaugrün (λ 540 bis 520 $\mu\mu$); dieser Farbstoff erscheint am Tageslicht grün, bei Lampenlicht rot; es eignet sich für Orthochrom-, Pinachrom- und Pinaverdolplatten, ist aber für Pinacyanol- und Dicyaninplatten (welche für Dunkelrot sehr empfindlich sind) nicht sicher.

Genaue Gebrauchsanweisung gibt die Firma Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M.

5. Lichtfilter für Dreifarbenphotographie

sollen das Spektrum ungefähr in drei Teile, welche den Grundfarben (s. S. 12) entsprechen, zerschneiden, wovon der erste Teil Rot bis Gelb (z. B. etwas über die Fraunhofersche Linie D bis zu Beginn des Gelbgrün), der zweite, daran anschließend oder ein wenig ins Hellgelb oder Gelbgrün übergreifend, bis Blaugrün abschneidet, der dritte Teil hauptsächlich Blauviolett enthält. Man muß jedoch (je nach der Natur der farbenempfindlichen Platten) in der Praxis bei den verschiedenen Methoden der Dreifarbenphotographie die Intensität der Filter verändern, um gleichsam die Farbengradation der Negative zu beeinflussen, ganz ähnlich, wie man auch in der Schwarzphotographie den Charakter des Negatives den Eigentümlichkeiten des Kopierpapieres anpaßt. Ändert man jedoch die Grundfarben, dann müssen allerdings auch die Teilbilder verändert, also die Filter modifiziert werden. Darin liegt der Grund, warum man beim Dreifarbendruck mitunter etwas andere Filter zur Anwendung bringt als bei der Dreifarbenprojektion; jedoch ist der Unterschied nicht groß und man kann in der Praxis nur eine einzige Art von Lichtfiltern ohne viel Schaden verwenden. Man verwendet „additive“ und „subtraktive“ Filter, und verbindet mit diesen Bezeichnungen die Anschauung, daß die Notwendigkeit beider Filterarten durch einen prinzipiellen Unterschied zwischen der additiven und subtraktiven Farbenmischung bedingt wird. Die Bezeichnung Filter für „Dreifarbendruck“ und für „Dreifarbenlichtbilder“ ist zutreffender (Baron Hübl). Was die Farbe der Aufnahmefilter anbelangt, so ist zunächst zu berücksichtigen, daß dieselbe bei gleicher Wirksamkeit sehr verschieden sein kann, denn die spektroskopischen Eigentümlichkeiten des Filters müssen der Plattensensibilisierung angepaßt werden. Ein Gelbfilter kann ja bekanntlich vor einer mit Erythrosin sensibilisierten Platte dasselbe leisten, wie ein Grünfilter vor einer Pinachromplatte. Bei panchromatischen Platten dagegen steht die Farbe des Filters in engem Zusammenhange mit den Grundfarben[1]).

Für Zwecke der Dreifarbenphotographie hat besonders König helle Lichtfilter (orange, grün, blauviolett) zusammengestellt und in seinem Werke beschrieben. Die Filter selbst werden von den Farbwerken in Höchst a. M. in den Handel gebracht. Selbstverständlich übt die spektrale Zusammensetzung des Lichtes (Sonnenlicht, elektrisches Bogenlicht, Magnesiumlicht) einen beträchtlichen Einfluß auf die Farbenwiedergabe bei Farbrasterplatten aus; deshalb sind die Lichtfilter für Tageslicht und künstliches Licht entsprechend zu variieren.

Trockenfilter für Dreifarbenphotographie bei Tageslicht.
(Nach Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning.)

Für Pinachromplatten abgestimmt.

Von der nach den folgenden Vorschriften hergestellten Farbegelatine a bis c werden jedesmal 7 ccm auf je 100 qcm Plattenoberfläche gegossen.

Die Trockenfilter werden aus zwei solchen gefärbten Scheiben, die mit Kanadabalsam zu verkitten sind, zusammengesetzt.

100 ccm 6proz. Gelatinelösung werden jedesmal mit 20 ccm der Farblösung versetzt und filtriert.

1) Vgl. Eders Jahrb. f. Phot. 1911.

1) Hübl, Atelier des Photographen 1906, S. 84.

a) Blaufilter.

A. mit Kristallviolett.

4 g Kristallviolett werden unter Zusatz von
5—6 Tropfen Essigsäure in
350 ccm Wasser in der Wärme gelöst.

B. mit Filterblau.

1 g Filterblau wird in 180 ccm Wasser heiß gelöst.

Dieses Filter zeichnet sich vor dem Blaufilter A durch bedeutend größere Lichtechtheit aus.

b) Grünfilter.

4 g Rapidfiltergrün I werden in
300 ccm Wasser heiß gelöst.

c) Rotfilter.

5 g Rapidfilterrot I werden in
200 ccm Wasser warm gelöst.

6. Zusammenhang zwischen Lichtabsorption eines Lichtfilters und des photographischen Effektes auf lichtempfindlichen Platten.

Die Gelbscheibe ist bei Landschaftsaufnahmen mit orthochromatischen Platten oder Films sehr wichtig, fast unentbehrlich, muß jedoch vernünftig angewendet werden. Während für Hochgebirgs- und Seeaufnahmen die dunkelgelbe bis orangegelbe Sorte zu verwenden ist, wird für Landschaften in der Ebene, Städtebilder und auch Porträts in der Regel eine hellere Gelbscheibe genommen. Es kommen entsprechend nuancierte Gelbscheiben in den Handel, von blaßgelb bis reingelb, ferner Orangegelbscheiben, teils mit gefärbter Gelatine überzogen, teils massiv gefärbte Gläser; teils verwendet man Folien, teils Flüssigkeitslichtfilter.

Sind die orthochromatischen Platten sehr stark gelbgrünempfindlich, so genügen schwache Dämpfungsfilter für Blauviolett, um bei Gemäldereproduktionen oder Landschaftsaufnahmen farbentonrichtige Wiedergabe der Helligkeitswerte zu erhalten; mitunter sind solche Gelbscheiben ganz entbehrlich, dagegen sind bei mangelhaft orthochro matischen Platten sehr dicke gelbe Lichtfilter erforderlich.

Wallace gibt im Astro-physic. Journ. (Brit.-Journ. Phot. 1907, S. 8 und 25) eine Formel zur Bestimmung jener Lichtabsorption von farbigen Lichtfiltern, welche zur Erzielung eines gewissen photographischen Effektes bei farbenempfindlichen Platten erforderlich ist. Wenn man das Spektrum auf einer photographischen Platte photographiert und die Schwärzung des Negatives in den verschiedenen Spektralregionen mischt, so sei D die Schwärzung für eine bestimmte Wellenlänge des Lichtes, c ist der gewünschte Schwärzungsgrad des Negatives, γ der Entwicklungsfaktor und e der Absorptionskoeffizient

des Lichtfilters in der gegebenen Region des Spektrums. Dann gilt die Formel:

$$e = \frac{D - c}{\gamma}.$$

Die Experimente Wallaces bekräftigen seine Formel.

7. Absorption von Licht in Wasser und farblosen organischen Substanzen.

Absorption von Licht durch dicke Wasserschichten in Seen. Schon im Jahre 1883 wies F. A. Forel nach, daß die absolute Dunkelheitsgrenze für Chlorsilberpapier im Genfer See im Frühling in einer Tiefe von 45 m, im Winter von 100 m liegt. Später wurde durch die Versuche von Dr. G. Asper im Züricher und Wallensteiner See und von Fol und Sarasin im Genfer See gezeigt, daß für hochempfindliche Bromsilbergelatineplatten die Grenze doppelt so tief liegt. (Vgl. Forel, Revue Suisse 1889, S. 84 und Phot. Wochenbl. 1889, S. 351, wo auch neuere Versuche beschrieben sind.)

Über das Absorptionsspektrum des Wassers s. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Bd. III, S. 390, ferner auch H. Ley, Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution, Leipzig 1911.

Methylalkohol und Äthylalkohol sind sehr durchlässig für Ultraviolett bis ca. λ 400; auch die normalen Fettsäuren absorbieren wenig Ultraviolett. Dagegen absorbieren Benzol, Phenol und ihre Abkömmlinge sehr stark das Licht kürzerer Wellenlängen; auch Terpene zeigen im Ultraviolett starke Absorption. (Wir verweisen auf Kaysers Handbuch der Spektroskopie 1905, Bd. III.)

Bei einer norwegischen Tiefsee-Expedition fand Helland-Hansen, daß bis zu 1000 m Tiefe Licht in bedeutender Menge mittels Bromsilbergelatineplatten nachweisbar ist, während die Platten in 1700 m Tiefe nicht mehr die geringste Einwirkung zeigten. Die ultravioletten und blauen Strahlen gehen am tiefsten, dann folgen die grünen, und die geringste Tiefe erreichen die roten Strahlen (Phot. Korresp. 1910, S. 460).

8. Ultraviolett durchlässige Lichtfilter. — Woods schwarzes Lichtfilter.

Manche Farbstoffe oder Farbstoffkombinationen lassen nur unsichtbares Ultraviolett durch. Hierher gehört das Woodsche Filter[1]) mit Nitrosodimethylanilin, welches in Kombination mit Kobaltglas und grünem Glas das sichtbare Licht ausschaltet und nur eine Zone Ultraviolett durchläßt. Es ist für das Auge scheinbar undurchsichtig, aber gestattet die Aufnahme photographischer Bilder.

1) Astrophys. Journ. 1903, Bd. 17, S. 133. — Physik. Zeitschr. Bd. 4, S. 337.

Hartley empfiehlt zu demselben Zwecke eine Kombination von Nitrosodimethylanilin mit salzsaurem Rosanilin.[1])

Das von Zeiß in Jena erzeugte dunkle Violett-Uviolglas absorbiert alle Strahlen mit Ausnahme der blauen, violetten und ultravioletten. Kombiniert man es mit einer gelben Gelatinefolie, die entweder mit dem von R. W. Wood für diesen Zweck empfohlenen Dimethylnitrosoanilin oder einem anderen hierfür geeigneten, gelben Farbstoff[2]) gefärbt war, so erhält man eine völlig undurchsichtige schwarze Schicht, von der man kaum glauben sollte, daß sie, als Filter vorgeschaltet, doch das Exponieren einer Platte gestattet. Es wirkt hierbei nur ultraviolettes Licht. Man muß 250 fach länger belichten als mit freiem Objektiv ohne Filter. Viele Farben (schwarze, rote, gelbe, grüne) reflektieren reichlich Ultraviolett, so daß sie photographische Bilder geben (Hübl, Wiener Mitt. 1907, S. 155).

Zur Herstellung von Ultraviolettfilter kombiniert Kalahne[3]) Woods Nitrosodimethylanilin, welches für das Intervall λ 400—280 $\mu\mu$ durchlässig ist, mit Jenaer Blauviolettglas, um für die sichtbaren Strahlen noch größere Undurchlässigkeit zu erzielen. Lehmann kombiniert den Woodschen Farbstoff mit Jenaer Blau-Uviolglas, welches die Ultraviolettdurchlässigkeit des Nitrosodimethylanilin besser ausnützt als anderes Glas; es ist aber im Rot ein wenig durchlässig. Zur Gewinnung reinen ultravioletten Lichtes durch Absorption benutzt Lehmann Nitrosodimethylanilin in Kombination mit Jenaer Blau-Uviolglas und Kupfersulfat. Die beiden Wände der Küvette für die Kupfersulfatlösung sind als Filter ausgebildet und bestehen aus Blau-Uviolglasplatten. Auf die Außenfläche der einen Wand ist das Nitrosodimethylanilin in Gelatine präpariert. Das Filter dient zur direkten und photographischen Beobachtung ultravioletter Strahlen, vor allem aber zu Versuchen auf dem Gebiete der Photolumineszenz. Über das Verhalten von Silberspiegel s. S. 339.

Das von Wood zuerst für Ultraviolettfilter empfohlene Nitrosodimethylanilin ist durchlässig für Ultraviolett von λ 400 oder 386 $\mu\mu$ bis ca. λ 280 $\mu\mu$ und absorbiert kräftig von λ 386 bis 496 $\mu\mu$. Triamidoazobenzol läßt grünes, blaues, violettes und ultraviolettes Licht bis λ 320 $\mu\mu$ durch. Säuregelb (von Halliday) absorbiert von λ 466 $\mu\mu$ bis weit ins Ultraviolett, läßt aber einen schmalen Streifen von kurzwelligem Ultraviolett bei λ 330 $\mu\mu$ durch. Acridingelb

1) Vgl. Kayser, Spektroskopie, III, S. 540.

2) Vgl. Phot. Korresp. 1903, S. 483. E. Valenta: „Absorption und Sensibilisierungsvermögen einiger gelber Farbstoffe."

3) Physikalische Zeitschrift 1904, Bd. 5, S. 415.

läßt im Ultraviolett einen Streifen um λ 350 $\mu\mu$ durch. Kanariengelb ist von λ 386 bis 328 $\mu\mu$ durchlässig (Valenta, Phot. Korresp. 1903).

9. Lichtreflexion von Naturobjekten und farbigen Pigmenten.

Ein Körper reflektiert Licht um so regelmäßiger, je glatter seine Oberfläche ist; er reflektiert um so mehr diffus, je rauher die Oberfläche ist. Dabei dringen die Strahlen bis zu einer gewissen Tiefe ins Innere der Körper ein und werden dort nach Absorption eines der Farbe des Körpers entsprechenden Teiles zurückgeworfen. Über das diffuse Reflexionsvermögen eines Körpers für senkrecht einfallendes Licht, die sog. Albedo s. Seite 74.

Über Reflexionsgesetze von diffus reflektierenden Körpern, z. B. einer von der Sonne beschienenen weißen Mauer, siehe Liebenthal, Praktische Photometrie 1907, S. 78.

Der Lichtverlust bei der Reflexion von verschiedenen Gegenständen ist sehr variabel. Setzt man die optische Helligkeit des auf den Körper fallenden Tageslichtes = 100, so wird nur ein Teil des Lichtes reflektiert, und zwar ist der Lichtverlust in Prozenten des einfallenden Lichtes, wie nachfolgende Tabelle zeigt:

Gegenstand	Lichtverlust in Prozenten
Silberspiegel und andere hochpolierte Metallspiegel	8 bis 10
Glasspiegel mit Silberbelag	23,5
Frisch gefallener Schnee	22
Weißes glattes photographisches Rohpapier	30
Helles Orange, Gelb und Grün	45 bis 60
„ Blau	70
Dunkles Blau, Grün und Rot	84 bis 94
Weißer Sandstein	76
Dunkle, feuchte Ackererde	92
Schwarzes Papier	95
„ Tuch	99
Schwarzer Sammet	99,6

Bei farbigen Pigmenten kommt noch die selektive Absorption in Betracht, durch welche einzelne Zonen des Spektrums teils ausgelöscht, teils geschwächt werden, während die farbigen Strahlen (welche der Eigenfarbe des Pigments entsprechen) reflektiert werden. Es kommt hier noch der Unterschied zwischen Deck- und Lasurfarben in Betracht.

Die Wirkung von gefärbten Pigmenten (Malerfarben, gefärbten Zeugen usw.) ist ebensowenig wie die von gefärbten Gläsern identisch mit jener der Spektralfarben, ja der photographische Effekt einer Farbe ist außer von der Farbennuance noch von mehreren anderen Faktoren, insbesondere der Art der verwendeten photographischen Platte abhängig.

Babbage[1]) machte schon 1857 aufmerksam, daß die photographische Wirkung einer gefärbten Schicht im reflektierten Licht abhängt: 1. von der Farbe allein; 2. von der Natur des photographischen Verfahrens (Daguerreotypie, Kollodionverfahren usw.); 3. von der chemischen Zusammensetzung der Farbe; 4. von der Natur des Bindemittels oder Lösungsmittels der Farbe (Gummi, Öl, Alkohol usw.); 5. von der Natur der Oberfläche (geglättet oder nicht) und dem Stoffe selbst (Papier, Porzellan usw.); 6. es werden die relativ verschieden starken Intensitäten derselben Farben mitunter gleich stark zu verschiedenen Zeiten desselben Tages; 7. sind diese verschiedenen relativen Intensitäten verschieden an verschiedenen Tagen; 8. werden diese verschiedenen Intensitäten durch die Natur des photographischen Verfahrens geändert.

Dazu kommt noch, daß polychrome Objekte (Gemälde usw.) bei Tageslicht einen anderen Helligkeitswert der Farben aufweisen als bei Lampenlicht (das zu arm an Blauviolett ist) oder bei elektrischem Bogenlicht (das zu hell im Blau erscheint) oder anderen künstlichen Lichtquellen. Der Reproduktionsphotograph muß sorgfältig darauf achten.

Häufig ist dem reflektierten farbigen Licht etwas weißes[2]), vielleicht auch ultraviolettes Licht beigemengt. Hierüber gibt die Spektralanalyse Aufschluß.

Eder untersuchte (Denkschrift d. Akad. d. Wissensch. in Wien 1902) die Reflektionsspektren einiger typischer Druckfarben. Die Kurven 1 bis 8 entsprechen tunlichst genau den derartig gemachten Beobachtungen; jedoch sei ausdrücklich bemerkt, daß nur das praktisch dominierende Reflexionsspektrum der betreffenden Pigmente abzüglich der Beimengungen von diffusem reflektiertem Lichte hiermit nur qualitativ (schematisch) dargestellt ist. Die Kurven sind ohne weiteres verständlich; die hellen Partien entsprechen den leuchtenden Teilen des Reflexionsspektrums.

Zinnober (Nr. 1) absorbiert das Spektrum einseitig von ca. *D* ab bis ins Violett, dünne Schichten der Farbe lassen aber etwas Weiß des Papiers durchschimmern.

Chromgelb ist eine ziemlich gute Deckfarbe; trotzdem kann man bei dünnen Schichten auch das Absorptionsspektrum im durchfallenden Lichte bestimmen, ebenso wie das analoge Reflexionsspektrum (Fig. 177,

1) Kreutzer, Jahresber. f. Phot. 1857, S. 446.

2) Namentlich die in Eiweiß angeriebenen Farben reflektieren etwas weißes Licht; bei manchen Lasurfarben reflektiert die weiße Papierunterlage.

Nr. 2). Die Absorption in Rot ist gering; Chromgelb reflektiert ziemlich gut Rot, dann sehr gut Orange, Gelb und Gelbgrün bis ca. zu den Fraunhoferschen Linien *E* bis *F*. Schon im Grün bei $\lambda = 542$ wird die Lichtreflexion schwächer, noch schwächer bei $\lambda = 500$—480. Blauviolett und Ultraviolett wird stark absorbiert.

Der gelbe Lack, hergestellt aus Querzitronenrinde[1]), ist eine Lasurfarbe; er läßt selbst in dickerer Schicht mehr Grün durch als Chromgelb; die auf weißes Papier gedruckten Schichten reflektieren gut Rot, Orange, Gelb und Gelbgrün Fig. 177, Nr. 3, ja selbst bis $\lambda = 506$ wird noch Licht reflektiert, so daß ihm mehr Grünstich zukommt als dem normalen Chromgelb.

Alizarinrotlack gibt das Krapplackspektrum, d. h. es besitzt gute Durchlässigkeit in Rot (lasierend); das Absorptionsband beginnt bei $\lambda = 602$, Maximum bei $\lambda = 592$ bis gegen 500, sinkt bei $\lambda = 500$; im Blau ist es ziemlich durchlässig für Licht von der Wellenlänge $\lambda = 486$, noch mehr wird Licht von $\lambda = 470$ ab bis ins Blauviolett und ins Ultraviolett durchgelassen (Nr. 8).

Schweinfurtergrün reflektiert nur wenig Rot und Orange, nicht viel Gelb (bis *D*), sehr gut Grün und Blaugrün bis *F*, dagegen wird Blau schwach reflektiert (Fig. 177, Nr. 4). Das Schweinfurtergrün ist eine schlechte Druckfarbe und wird für Farbendruck nicht verwendet; für die Probe-Farbentafel ist es aber besonders geeignet, weil die mehr oder weniger richtige Wiedergabe desselben im Vergleiche mit Chromgelb und Ultramarinblau ein sehr gutes Merkmal bei photographischen Probeaufnahmen (Kriterium für die Verwendbarkeit photographischer Platten und Lichtfilter für Dreifarbendruck) bildet und besser als die meisten Anilinfarben für die photographische Probetafel verwendbar ist.

Das Absorptionsspektrum des Methylviolett ist wenigstens qualitativ gut bekannt. Das Spektrum des Methylviolettlackes (Fig. 177, Nr. 7) entspricht dem Spektrum dieses Farbstoffes. Übrigens hat Verfasser dieses Spektrum auch mittels quantitativer Spektralanalyse untersucht (s. S. 344.), da es in dieser Richtung noch nicht hinlänglich studiert war. Methylviolettlack ist nicht lichtecht; trotzdem wählte ihn Verfasser, weil sein Reflexionsspektrum relativ scharf begrenzt ist und deshalb eine gute Probetafel für photographische Reproduktionen (neben Ultramarinblau Nr. 6) liefert.

1) Der gelbe Lack des Handels ist eine sehr verschieden zusammengesetzte Druckfarbe. Der Querzitronlack wird mit Teerfarben nicht selten verschönt, ja es kommen sogar gelbe Lackfarben in den Handel, welche gänzlich aus Teerfarben hergestellt sind.

Das Absorptions-, resp. Reflexionsspektrum des Miloriblau (Berlinerblau) ist in Fig. 177 Nr. 5 abgebildet. Rot bis Orange wird verschluckt; bei schwachen Schichten tritt Durchlässigkeit im Hellgrün auf, stärkere Schichten dämpfen das ganze Grün bis Blau wie die punktierte Kurve andeutet.

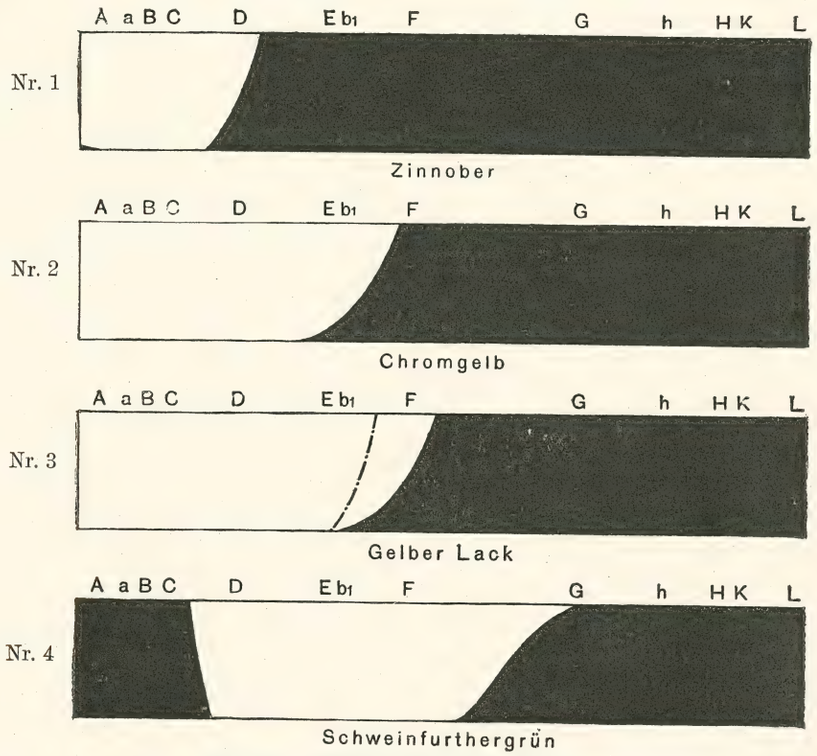


Fig. 177 A. Reflexionsspektra von Druckfarben.

Bemalte und bedruckte farbige Flächen reflektieren stets Farbengemische und zwar vor allem Farben aus den Nachbarzonen jener Stelle des Spektrums, deren Hauptfarbe sie aufweisen, z. B. Chromgelb reflektiert nicht nur reines Spektralgelb, sondern auch Orangerot und Grün, das sind die dem Gelb benachbarten Spektralfarben. Grüne Farbenpigmente reflektieren Gelb und Hellblau und dazu noch nicht selten eine Zone im äußeren Rot. Die meisten violetten Pigmente reflektieren nicht nur Blau, sondern auch beträchtliche Mengen Hellrot usw.

Diese Eigenschaft der Maler- und Druckfarben erschwert in hohem Grade die Möglichkeit, ihre photographische Wirkung durch passende Lichtfilter und farbenempfindliche Platten in entsprechen-

der Weise zu separieren, und erklärt andererseits die praktische Erfahrung, daß schlecht aneinander schließende Farbenfilter, welche Lücken im Spektrum übrig lassen, beim Dreifarbendruck dennoch alle Pigmente eines Gemäldes mehr oder weniger zur photographischen Wirkung gelangen lassen. Es sei hier der Vollständigkeit halber auf

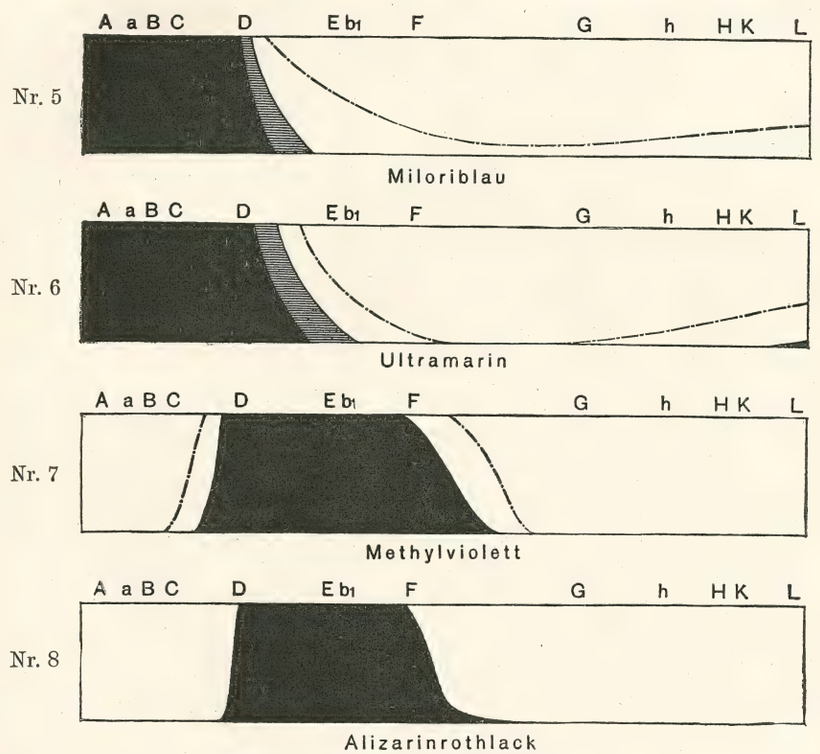


Fig. 177 B. Reflexionsspektra von Druckfarben.

den verschiedenen Helligkeitsreiz, welchen Pigmente von verschiedener Farbe auf das menschliche Auge ausüben, hingewiesen, welche Verhältnisse noch durch Auftreten des Purkinjeschen Phänomens verwickelter werden.

VIERZEHNTES KAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHIE IM ZUSAMMENHANG MIT METEOROLOGISCHEN UND KLIMATISCHEN VERHÄLTNISSEN.

Literatur:

Radau, Les radations chimiques du soleil. 1877. — Radau, La lumière et les climats 1878. — Bunsen und Roscoë, Poggendorffs Annalen d. Physik u. Chemie, Bd. 108, S. 193; Bd. 117, S. 529. — Roscoë, Poggendorffs Annalen, Bd. 128, S. 296. — Roscoë und Baxendell, Poggendorffs Annalen, Bd. 128, S. 291; Bd. 151, S. 268. — Roscoë und Thorpe, Jahresber. f. Chemie 1870, S. 160 und 1871, S. 179. — Marcand, Etude sur la force chimique contenue dans la lumière du soleil 1875. — Holetscheck, Photographische Korrespondenz 1877, S. 49 und 1878, S. 179. — Stelling, Zeitschrift für Meteorologie 1879, S. 41 und 222. — Pernter, Zeitschrift für Meteorologie 1879, S. 401. — Pizzighelli, Die Aktinometrie (bei W. Knapp in Halle a. S.). — Pernter, Meteorologische Optik, Wien und Leipzig 1902 bis 1906. — Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik, Leipzig 1903. — W. Schramm, Über die Verteilung des Lichtes in der Atmosphäre. Inaugural-Dissertation Kiel 1901.

Das Sonnenlicht, welches die Erde erhellt, ist ein Gemisch von direktem Sonnenlicht und zerstreutem Himmelslicht. Das direkte Sonnenlicht, dessen Strahlen parallel laufen, gibt scharfe Schlagschatten. Das zerstreute Himmelslicht (diffuse Tageslicht) gibt um so weniger scharfe Schatten, je vollständiger es zerstreut ist.

Clausius erkannte 1850 (s. dessen Meteorologische Optik), daß die Zerstreuung und Reflexion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre durch die in ihr schwebenden Körperchen verursacht werde und auch die blaue Farbe des Himmelslichtes damit zusammenhängt.

Das diffuse Tageslicht, mit dem der Photograph arbeitet, kommt mitunter unmittelbar vom blauen Himmelsgewölbe (z. B. sind die Schatten bei Freilichtaufnahmen hiervon erhellt); häufig kommt in unsere Ateliers und Wohnräume das diffuse Himmelslicht nicht direkt, sondern es wird von gegenüberstehenden Gebäuden reflektiert. Es wird dann stark geschwächt und nicht selten variabel gefärbt.

Diese Zerstreuung rufen kleine in der Atmosphäre suspendierte Partikelchen (Staub u. dergl.) hervor; hierdurch wird das direkte Sonnenlicht geschwächt (Extinktion). Dazu kommt noch die Absorption des Sonnenlichtes durch die Luft an und für sich (s. S. 13 und 53 dieses

Buches), in dem Strahlen ganz bestimmter Wellenlänge durch die Bestandteile der Atmosphäre absorbiert werden (selektive Absorption).

Die eingehenden Untersuchungen über das Himmelslicht verdanken wir Lord Rayleigh. Er bewies, daß in der Luft schwebende Teilchen, welche kleiner sind als die kleinsten Wellenlängen der zur Wirkung kommenden Strahlen, also kleiner als 0,00035 mm, das Sonnenlicht am kräftigsten zerstreuen und das blaue (und violette) Licht am stärksten reflektieren, so daß uns der Himmel blau gefärbt erscheint. Größere Partikelchen, wie Wassertröpfchen, Nebel oder Wolken reflektieren weißes Licht, weshalb bei beginnender Wolkenbildung das blaue Himmelslicht verblaßt und mehr oder weniger weißlich wird. Auch die Färbungen der Dämmerungserscheinung bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang werden durch diese größeren Teilchen in der Atmosphäre hervorgerufen.

Das blaue diffuse Himmelslicht, sowie auch teilweise die Farben der Dämmerung sind als Farben trüber Medien anzusehen. Die mathematische Theorie der Lichtzerstreuung durch trübe Medien hat Rayleigh (1871) begründet[1]).

Weil kurzwelliges (blaues) Licht stärker zerstreut wird als langwelliges, so erscheint das seitlich der Sonne liegende Himmelsgewölbe blau. Man beachte, daß das blaue Himmelslicht polarisiertes Licht enthält.

Die Polarisation des Lichtes tritt senkrecht zur Richtung der Sonnenstrahlen am stärksten auf, in der Richtung der Sonnenstrahlen selbst fehlt die Polarisation; von dazwischen liegenden Punkten sendet der Himmel teilweise polarisiertes Licht aus[2]).

Einfluß des polarisierten Lichtes und schwarzer Glasspiegel usw. bei der Photographie von Wolken, Regenbogen, glänzender Objekte usw.

Dr. A. Riggenbach hat in der Royal Meteorological Society für Wolkenphotographie die Anwendung eines schwarzen Spiegels empfohlen. Da nämlich der blaue Himmel eine große Menge polarisierten Lichtes aussendet, die weißen Wolken aber nicht, so ist man imstande, auf diese Weise jenes polarisierte Licht abzuschneiden, wenn man nur dem Spiegel die richtige Neigung zur Objektivachse gibt. Clayden konstruierte sich nun eine kleine 9 × 12 cm-Kamera so, daß sie leicht sowohl in einer senkrechten als in einer wagerechten Ebene gedreht werden und in jeder Lage festgestellt werden konnte. Am Objektiv befestigte er dann vermittelst eines drehbaren hölzernen Futters einen schwarzen Glasspiegel so, daß er mit der Objektivachse einen Winkel von 33 Grad bildete. Weil ein Spiegel aus einer auf der Rückseite geschwärzten Spiegelplatte photographisch ein doppeltes Bild gibt, so muß zu wirklichem schwarzen Glase gegriffen werden. Solche schwarze Spiegel zeigen die zartesten Wolkendetails mitunter besser als bei der üblichen Verwendung von Gelbscheiben und orthochromatischen Platten (Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 320). — Auch Kalkspatprismen

1) Pernter, Meteorologische Optik, S. 574.
2) Vgl. Jensen (Eders Jahrb. f. Phot. 1911, S. 63).

wirken ähnlich. — Bei Photographie glänzender Metallgegenstände usw. können ähnliche Vorrichtungen von Nutzen sein.

Über Photographie von Wolken im allgemeinen, sowie irisierenden Wolken s. Kaßner (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 246).

I. Verschiedener Gang der chemischen Intensität des Lichtes und der optischen Helligkeit.

Die chemische Wirkung des Sonnenlichtes ändert sich in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten sehr bedeutend und eine genaue Kenntnis des Ganges des Aktinismus des Lichtes ist für die Dauer der Exposition für den Photographen von höchstem Werte.

Die Intensität der Sonnenstrahlung kann durch Wärmewirkung gemessen werden. Die Messung kann optisch-photometrisch erfolgen, ferner auf photochemischem Weg erfolgen und umfaßt dann bestimmte Spektralbezirke oder mittels Langleys Bolometer für das gesamte Spektrum. Da jede dieser Methoden teilweise voneinander unterschiedene Bezirke des Spektrums umfaßt, so ist es erklärlich, daß Resultate dieser verschiedenen Methoden nicht ganz miteinander vergleichbar sind.

Die chemische Intensität des Lichtes geht durchaus nicht mit der optischen Helligkeit desselben Hand in Hand, da ja für das menschliche Auge die gelben und roten Strahlen die hellsten sind, dagegen für die photographische Platte die blauen und violetten.

Dies führt zu manchen scheinbaren Anomalien, wie z. B., daß eine grell beleuchtete, intensive Schlagschatten bildende, durch die sinkende Abendsonne erhellte Landschaft auf der Photographie fast keine Lichtkontraste bietet und dergleichen mehr.

Roscoë und Raxendell[1]) stellten schon 1866 fest, daß das Verhältnis der chemischen Intensitäten nicht mit dem der sichtbaren Lichtintensitäten übereinstimmt, indem die Atmosphäre eine 17,4mal größere absorbierende Einwirkung auf die kurzwelligen chemischen, als auf die langwelligen sichtbaren Strahlen ausübt, wenn die Sonnenhitze 25 Grad 16′ beträgt, und eine 26,4mal größere bei der Sonnenhöhe 12 Grad 3′.

Es steht außer allem Zweifel, daß dieser Satz Roscoës und Baxendells richtig ist, und Meteorologe Stelling sagt, daß auch aus seinen Beobachtungen sehr deutlich ersichtlich sei, wie zur Bestimmung der chemischen Helligkeitsverhältnisse eines Ortes die Schätzung der Bewölkung und Form derselben nicht genügend sei, sondern nur photochemischen Messungen deutliche Angaben liefern können.

Ultraviolettes und violettes Licht werden in größeren Schichten eines trüben Mediums stets viel stärker (fast ganz) ausgelöscht

1) Pogg. Ann., Bd. 128, S. 291. Jahrb. Chem. 1866, S. 81.

als langwelliges Licht. Deshalb ist das Sonnenlicht bei hohem Sonnenstande viel reicher an kurzwelligem blauviolettem und ultraviolettem Licht als bei Sonnenuntergang, worauf ja bekanntlich die rote Farbe bei Sonnenuntergang hinweist.

Bunsen bestimmte die Extinktion der chemisch wirksamen Strahlen (violettes Ende des Spektrums); er fand, daß der zur Erdoberfläche gelangende Betrag des direkten chemisch wirksamen Sonnenlichtes nur mehr 0,4349 der ursprünglichen Menge beträgt.

Die nach Clausius einerseits und nach Bunsen andererseits abgeleiteten Tabellen der Änderung der Lichtintensität mit wechselnder Zenitdistanz der Sonne stimmen übrigens ziemlich gut überein. (Holetschek.)

Aus den Untersuchungen von J. v. Wiesner ergab sich, daß der Himmel nicht gleichmäßig beleuchtet ist, daß vielmehr die Intensität seines Lichtes vom Gipfelpunkt des Himmels (Zenit) gegen den Horizont abnimmt. Die Mitwirkung des direkten Sonnenlichtes und die wechselnden Zustände der Atmosphäre modifizieren in der mannigfaltigsten Weise die Verteilung der Lichtintensität am Himmelsgewölbe. Bei vollkommen und gleichmäßig bedecktem Himmel wurde die Intensität des Zenitlichtes beträchtlich größer als das vom Horizont uns entgegenstrahlende Licht gefunden, wenn die Messung auf der zum Lichteinfall senkrechten Fläche vorgenommen wird. Das Zenitlicht des Himmels ist deshalb von überragendem Einfluß auf die Beleuchtung der Erdoberfläche, insbesondere auch auf die Pflanze. Die Blätter zahlloser Pflanzen, unter anderen die Hauptmasse der Blätter im Inneren der Baumkronen, haben die Tendenz, sich horizontal zu stellen, was eben unter der Wirkung des Zenitlichtes geschieht.

II. Abhängigkeit der Lichtintensität von der Sonnenhöhe bei ganz reinem Himmel.

Die chemische Lichtintensität ändert sich mit dem Sonnenstande oder genauer gesprochen mit der Sonnenhöhe; sie ändert sich also 1. mit der Tageszeit, 2. mit der Jahreszeit.

Die Beleuchtungsstärke des Sonnenlichtes an der Erdoberfläche ist für den Zenitstand der Sonne ungefähr 100000 Lux (Fabry) und unter Berücksichtigung der Durchlässigkeitsfaktoren der Atmosphäre bei einer Sonnenhöhe von 30° ungefähr 65—70000 Lux (Hertzsprung). Der blaue Himmel beleuchtet bei Sonnenuntergang eine horizontale Fläche mit zirka 2000 Lux, bei 98° Zenitdistanz der Sonne mit nur noch 0,2 Lux[1]).

1) Vgl. Schaum, Photochemie und Photographie 1908, S. 134.

Der Zusammenhang, in welchem die chemische Wirkung des zerstreuten blauen Himmelslichtes und des direkten Sonnenlichtes mit der Sonnenhöhe stehen, wurde zuerst von Bunsen und Roscoë mit ihrem Chlorknallgas-Photometer, später mit dem Pendelphotometer (Chlorsilberpapier) studiert, woran sich in neuerer Zeit insbesondere die Untersuchungen Wiesners und seiner Schüler mit dem Chlorsilberphotometer anschließen.

Die Sonnenstrahlen erleiden bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre eine beträchtliche Schwächung; durch dieses den direkten Sonnenstrahlen entzogene und nach allen Seiten hin zerstreute Licht erhält aber auch gleichzeitig die Atmosphäre eine Leuchtkraft, welche für unsere Erde nicht nur in optischer Hinsicht von hoher Wichtigkeit ist, sondern auch starke chemische Wirkungen äußert.

Die Schwächung, welche die optische Intensität des Sonnenlichtes bei dem Durchgange durch die Atmosphäre erleidet, ist ungefähr $^1/_4$. Setzt man die Intensität des Sonnenlichtes vor seinem Eintritte in die Atmosphäre = 1, so ist jene optische Lichtmenge, welche nach dem Durchgange durch die Atmosphäre bei senkrechter Durchstrahlung noch an der Erdoberfläche ankommt, nach

Bouguer	0,8123,
Lambert	0,589,
Seidel	0,7942,
Trépied	0,88.

Nach anderen Angaben ist der Gesamtverlust des in die Atmosphäre einfallenden Sonnenstrahls auf dem vertikalen Weg zur Meeresoberfläche etwa 16 %, so daß nur 84 % das Meeresniveau erreichen. Mit dieser Zahl kann man den Verlust des Lichtes der Gestirne bei verschiedenen Zenithöhen während ihres Durchgangs durch die Atmosphäre berechnen (Pernter, Meteorolog. Optik, S. 574).

Die älteren Beobachter nahmen an, daß die Atmosphäre für alle Strahlen einen einzigen Absorptionskoeffizienten haben. Dies ist aber unrichtig, wie die Beobachtungen von Rayleigh (s. S. 13) zeigen. Auch der amerikanische Forscher Langley[1]) fand, daß die verschiedenen Strahlengattungen in verschiedenem Maße durch die Atmosphäre hindurchgelassen werden, und zwar werden die violetten Strahlen am meisten absorbiert, die grünen, gelben, roten immer weniger, die dunkeln Wärmestrahlen am wenigsten. In Prozenten ausgedrückt werden folgende

1) S. P. Langley, Researches on solar heat and its absorption by the Earths atmosphere. Professional papers of the Signal Service n. VV. Washington 1884. — Siehe Dr. Spitaler (Eders Jahrb. f. Photogr. für 1888. 2. Jahrg. S. 377).

Mengen der einzelnen Strahlengattungen durch die Atmosphäre hindurchgelassen:

	Ultraviolett,	Violett,	Blau,	Grünlichblau,	Gelb,	Rot,	Infrarot.
Proz.:	39	42	48	54	63	70	76

Nach Andresen (Phot. Korresp. 1898, S. 502) werden von optischem hellen Licht (von λ 515 bis Rot) 82,6 Proz. bei senkrechter Durchstrahlung der Atmosphäre durchgelassen; von rotem Licht (λ 610 bis Rot) 81,3 Proz.

Es ist nun von großem Interesse, zu sehen, wie die gesamten Lichtmengen des weißen Sonnenlichtes mit Rücksicht auf ihre Absorption in der Atmosphäre im Laufe des Jahres über die verschiedenen Orte der Erde verteilt sind, da ja die Sonnenhöhe im Laufe des Jahres für einen beliebigen Ort der Erde sich beständig ändert, je nachdem die Sonne nördlich oder südlich vom Äquator wandert. Es fragt sich mit anderen Worten, wie ist die von der Sonne gespendete Lichtmenge an einem beliebigen Orte der Erde im Laufe des Jahres und wie ist sie an einem beliebigen Tage des Jahres über die Erde verteilt. Jedoch muß man hierbei nicht nur die Breitenkreise der betreffenden Orte an der Erdoberfläche berücksichtigen, sondern auch die Absorption der Lichtstrahlen durch die Atmosphäre, und hierfür setzte Dr. Spitaler (a. a. O.) den Absorptionskoeffizienten 0,6, wie er etwa den Strahlen des mittleren Teiles des Spektrums entspricht, bei seinen unten auseinandergesetzten Berechnungen an.

Bunsen und Roscoë stellten zuerst ein Gesetz über die Abhängigkeit der chemischen Intensität mit der Sonnenhöhe auf, und zwar fanden sie, daß 1. die chemische Intensität des gesamten Tageslichtes einzig eine Funktion der Sonnenhöhe ist; 2. das Maximum mit der größten Sonnenhöhe eintritt, d. h. am Mittage[1]); 3. daß die Kurve zu beiden Seiten des Mittags symmetrisch ist, d. h. in gleichen Zeitabständen vom Mittage herrscht die gleiche chemische Intensität — in allen Fällen ganz reinen Himmel vorausgesetzt.

Marchand glaubte aus seinen Beobachtungen zu Fécamp in Frankreich mit dem Eisenchlorid-Oxalsäure-Photometer das Gesetz gefunden zu haben: „daß die chemische Wirkung, beginnend vom Sonnenaufgange, in einer geometrischen Progression wächst, von der jedes Glied, dividiert durch die korrespondierende Sonnenhöhe, Zahlen liefert, welche für jeden Grad der Höhe um 0,00000729 ccm zunehmen; das erste Glied der Reihe für 1 Grad Sonnenhöhe ist aber 0,000923 ccm“ (bezogen auf sein Eisensalz-Photometer, s. u.).

1) Diese Angabe reicht für unsere Breitengrade aus; für Orte, welche eine größere Mittagshöhe der Sonne aufweisen als 85 Grad nicht mehr.

Dies Gesetz läßt sich nach Pernter durch die Formel

$$\frac{H+S}{h} = 0{,}000923 + 0{,}00000729\ (h - 1\ \text{Grad})$$

ausdrücken[1]). Aber Pernter hält diese einfache Gleichung nicht für die richtige Deutung der Originalbeobachtungen Marchands, sondern zieht den Schluß, daß: 1. das Maximum der Intensität sich zu Fécamp entschieden auf Nachmittag zwischen 12 und 1 Uhr verzögert; 2. die chemische Intensität nun weniger rasch als früher zuzunehmen beginnt; 3. in gleich weit von Mittag abstehenden Zeiten die chemische Intensität nachmittags entschieden größer als vormittags ist und zwar um so ausgeprägter, je näher die Stunden am Mittag liegen.

III. Die Verteilung der chemischen Lichtwirkung des Sonnenlichtes an der Erdoberfläche.

Die Gesetze der Verteilung der chemischen Lichtwirkungen haben Bunsen und Roscoë am genauesten studiert[2]).

Sie maßen die chemische Wirkung der Sonnenstrahlen mit dem Chlorknallgas-Photometer und fanden:

1. Die auf den Erdkörper fallenden, noch nicht durch die Atmosphäre geschwächten Sonnenstrahlen üben eine Kraft von 35,3 Lichtmetern aus, d. h. sie verbinden auf einer Grundfläche, auf welcher sie senkrecht auffallen, in der Zeit einer Minute eine 35,3 m hohe Chlorknallgasschicht zu Salzsäure, wenn sie sich in einer unendlich großen Knallgasatmosphäre bis zur völligen Extinktion erschöpften.

2. Daß die Sonnenstrahlen, wenn sie die Atmosphäre bis zum Meeresniveau, wo ein mittlerer Druck von 0,76 m herrscht, in senkrechter Richtung durchstrahlt haben, nur noch eine Wirkung von 14,4 Lichtmetern ausüben, daß mithin $^2/_3$ ihrer chemischen Kraft durch Extinktion und Zerstreuung in der Atmosphäre verloren gehen.

3. Daß Veränderungen in der Temperatur und in dem Feuchtigkeitszustande der Luft keinen sehr erheblichen Einfluß auf die Lichtzerstreuung der nebelfreien und wolkenlosen Atmosphäre ausüben, und daß mithin die chemischen Wirkungen bei entgegengesetztem, gleich weit vom Kulminationspunkte der Sonne abstehendem Stundenwinkel ohne Gefahr eines merklichen Fehlers gleichgesetzt werden können.

4. Daß eine dünne Bewölkung das chemische Beleuchtungsvermögen der Atmosphäre bedeutend erhöhen kann, unter Umständen sogar um das Vierfache.

Daß dichtere Wolkenschichten, wie sie einem Regen oder Gewitter vorangehen, die chemische Wirkung des Himmelsgewölbes derart schwächen können, daß das Chlorknallgas-Photometer zu ihrer Nachweisung nicht mehr ausreicht.

5. Daß unter sonst gleichen Umständen die chemische Beleuchtung der Tiefländer und der Hochflächen sehr ungleich sein muß und daß diese Beleuchtung mit

1) H = Intensität des zerstreuten Tageslichtes, S = die der direkten Sonnenstrahlen, h = Sonnenhöhe.

2) Poggendorffs Annalen. — Ferner ausführlich abgedruckt in Pizzighelli, „Die Aktinometrie“, 1884 (bei Knapp in Halle a. S.); Separatabdruck aus der Photographischen Korrespondenz.

zunehmender Höhe über dem Meere in einem rascheren Verhältnisse wächst, als der gleichzeitigen Abnahme des atmosphärischen Druckes entspricht und daß die Ungleichheiten in der Beleuchtung um so stärker hervortreten, je niedriger die Sonne über dem Horizonte steht.

Bunsen und Roscoë gaben noch viele Tabellen und Kurven der chemischen Lichtwirkung des zerstreuten direkten Sonnenlichtes, deren Mitteilung hier zu viel Raum in Anspruch nehmen würde[1]).

IV. Chemische Intensität des Lichtes für Wien und Orte, welche dieselbe geographische Breite haben, zu verschiedenen Zeiten.

Nach den Formeln Bunsen und Roscoës konstruierte Holetschek[2]) Kurven für die chemische Intensität des Lichtes[3]) für Wien oder Orte,

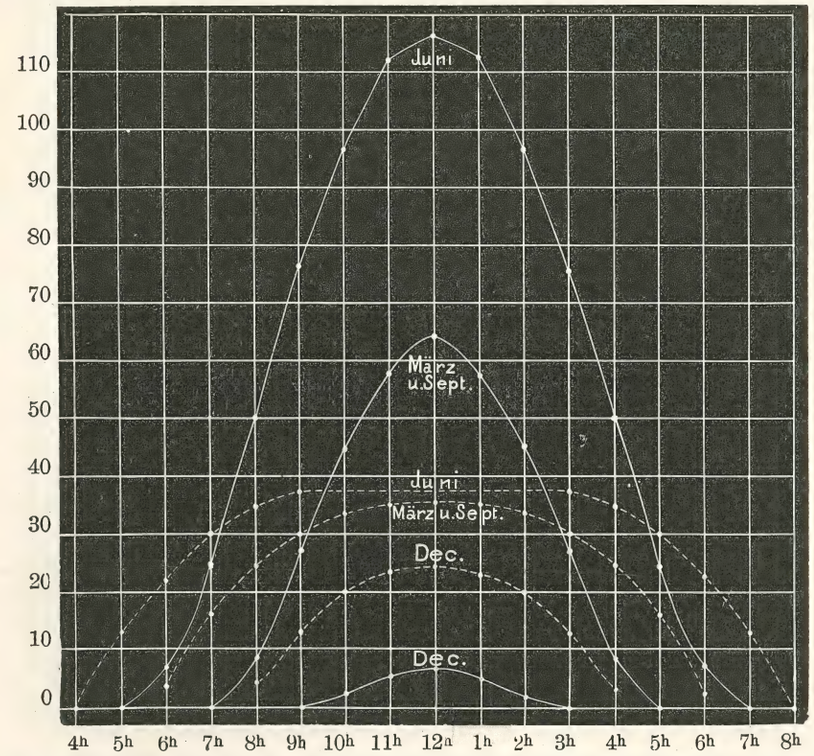


Fig. 178. Intensitätskurven des blauen Himmelslichtes (punktiert) und des Sonnenlichtes (nicht punktiert).

welche mit Wien ungefähr dieselbe geographische Breite haben (Fig. 178 und 179).

1) Dieselben sind auch abgedruckt in Pizzighellis zitiertem Buch.

2) Photogr. Korresp. 1877, S. 53.

3) Bezogen auf ein horizontales Flächenelement.

Die punktierten Linien von Fig. 178 zeigen den Gang der Intensitäten des blauen Himmelslichtes, die nicht punktierten, also kontinuierlich ausgezogenen Kurven die des direkten Sonnenlichtes. Auf der Horizontallinie sind die einzelnen Tagesstunden in gleichen Intervallen als Abszissen

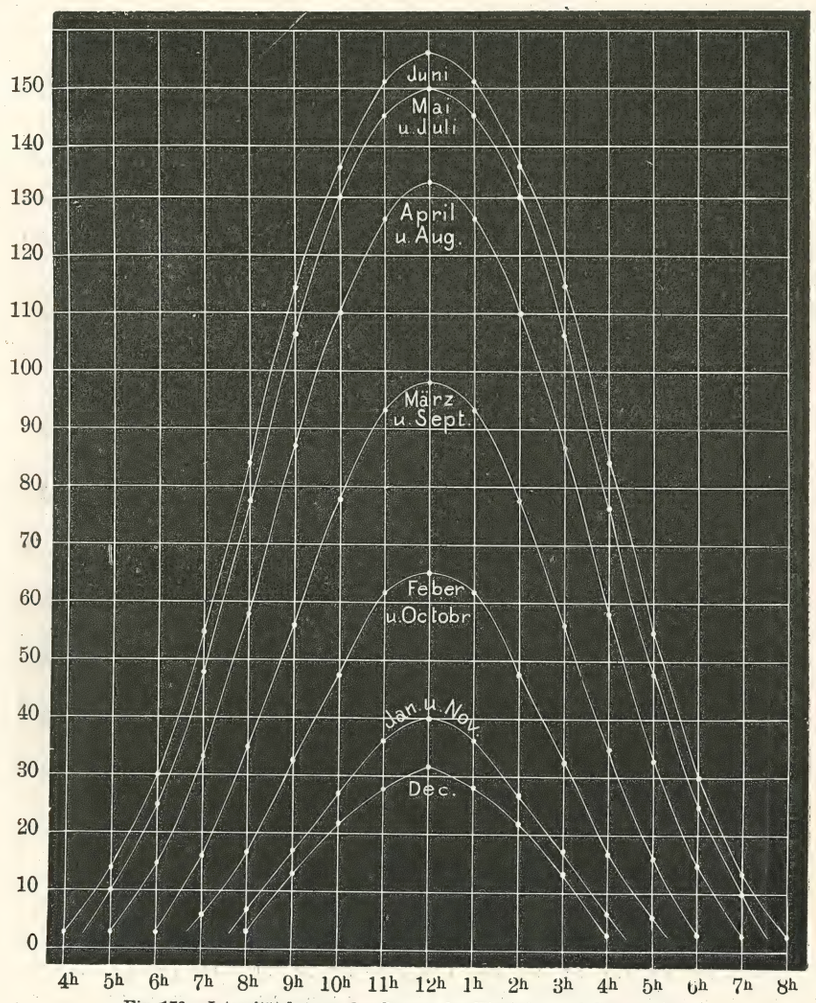


Fig. 179. Intensitätskurven der Summe des Himmels- und Sonnenlichtes.

aufgetragen; die darauf senkrecht errichteten Ordinaten entsprechen der zur bezüglichen Tagesstunde hervorgebrachten chemischen Wirkung in Lichtgraden.

In Fig. 179 ist die Summenwirkung des blauen Himmelslichtes und des direkten Sonnenlichtes gegeben.

Dr. Holetschek rechnete ferner die chemischen Lichtintensitäten für die einzelnen Tagesstunden eines jeden Monats für Wien und alle Orte derselben geographischen Breite. Die Resultate stellte er in folgenden Tabellen zusammen.

A) Chemische Intensität des blauen Himmelslichtes.

Nachstehende Tabelle lehrt, daß die chemische Intensität des blauen Himmelslichtes mit der steigenden Sonnenhöhe allmählich zunimmt und zwar anfangs rasch, später aber immer langsamer. Im Juni tritt sogar der überraschende Fall ein, daß die Intensität zu Mittag etwas kleiner ist als die Nachbarwerte bei 11 Uhr vor- und 1 Uhr nachmittags; ebenso ist diese Mittagsintensität für Juni kleiner als für Mai und Juli. Die Intensität der atmosphärischen Lichtzerstreuung hat ihren größten Wert (38,30 Lichtgrade) dann, wenn die Sonne 61,5 Grad über dem Horizont steht. Steigt die Sonne noch höher, so nimmt die chemische Wirkung des blauen Himmelslichtes nicht mehr zu, sondern im Gegenteil ab, wenn auch nicht beträchtlich, so daß für den Fall, wenn die Sonne im Zenit stünde (Tropengegenden), also eine Höhe von 90 Grad hätte, die Intensität nur mehr 37,63 Lichtgrade betragen würde. Diese kleine Verminderung um 0,67 Lichtgrade hat zwar nur ein theoretisches Interesse und keine praktische Bedeutung, mußte aber hier dennoch besprochen werden, damit man nicht etwa in der Zahl beim 21. Juni (38,27) einen Fehler vermute. Ob aber diese Abnahme in der Natur wirklich besteht, läßt Holetschek dahingestellt; aus der Formel wenigstens folgt sie.

	Vormittag								
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h	4h
21. Januar . . .	26,53	25,53	22,30	16,42	7,41	—	—	—	—
20. Februar . .	32,22	31,43	28,93	24,14	16,31	5,13	—	—	—
20. März . . .	36,23	35,77	34,10	30,65	24,64	15,32	2,78	—	—
21. April . . .	38,07	37,90	27,13	35,12	30,99	24,14	14,18	1,64	—
22. Mai	38,30	38,29	38,02	36,85	33,98	28,66	20,62	10,23	—
21. Juni . . .	38,27	38,30	38,18	37,27	34,77	30,06	22,75	13,14	2,07
21. Juli . . .	38,30	38,29	38,02	36,85	33,98	28,66	20,62	10,23	—
21. August . . .	38,07	37,90	37,13	35,12	30,99	24,14	14,18	1,64	—
23. September .	36,23	35,77	34,10	30,65	24,64	15,32	2,78	—	—
21. Oktober . . .	32,22	31,43	28,93	24,14	16,31	5,13	—	—	—
21. November .	26,53	25,53	22,30	16,42	7,41	—	—	—	—
21. Dezember . .	23,63	22,57	19,14	12,90	3,48	—	—	—	—
	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
	Nachmittag								

B) Chemische Intensität des direkten Sonnenlichtes.

Nachstehende Tabelle enthält die chemischen Wirkungen des Sonnenlichtes auf ein horizontal liegendes Flächenelement; da der Barometerstand fortwährend Schwankungen unterworfen ist, denen man in einer einfachen Tabelle nicht Rechnung

tragen kann, so wurde der für Wien gültige mittlere Barometerstand genommen, nämlich 746 Millimeter.

	Vormittag							
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h
21. Januar	13,27	10,97	5,44	0,80	0,00	—	—	—
20. Februar	33,54	29,81	20,09	8,27	0,76	0,00	—	—
20. März	62,25	57,64	44,45	26,44	9,18	0,47	0,00	—
21. April	93,29	88,17	73,51	51,96	27,87	8,27	0,25	—
22. Mai	111,77	106,65	91,85	69,52	43,65	19,24	3,50	0,01
22. Juni	117,44	112,36	97,77	75,62	49,26	24,11	6,06	0,12
21. Juli	111,77	106,65	91,85	69,52	43,65	19,24	3,50	0,01
21. August	93,29	88,17	73,51	51,96	27,87	8,27	0,25	—
23. September	62,25	57,64	44,45	26,44	9,18	0,47	0,00	—
21. Oktober	33,54	29,81	20,09	8,27	0,76	0,00	—	—
21. November	13,27	10,97	5,44	0,80	0,00	—	—	—
21. Dezember	7,40	5,81	2,24	0,10	0,00	—	—	—
	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
	Nachmittag							

Die chemische Intensität des Sonnenscheins nimmt wohl wesentlich zu, wenn man sich in bedeutende Höhen der Atmosphären erhebt, d. h. wenn der Luftdruck geringer wird; diese Unterschiede sind aber doch nur gering im Vergleich zu den Verschiedenheiten, welche von der geographischen Breite abhängen. So z. B. wäre für die Meereshöhe von Heiligenblut, das einen mittleren Barometerstand von 650 mm hat, die Intensität der Sonne am Mittag des 21. Juni 132, 20. März 23, September 73 und am 21. Dezember 10 Lichtgrade, während die Tabelle für Wien der Reihe nach die Werte gibt: 117, 62 und 7, so daß die Intensität für Heiligenblut an diesen Tagen um 15, 11 und 3 Lichtgrade größer ist als für Wien.

Diese Intensitäten unterscheiden sich wesentlich von denen der vorhergehenden Tabelle. Im Sommer ist die chemische Wirkung der Sonne bedeutend kräftiger als im Winter, zu Mittag am 21. Juni 16mal größer als am 21. Dezember, während das blaue Himmelslicht im Juni kaum zweimal so stark wirkt als im Dezember. Ein auffallender Unterschied liegt auch darin, daß die chemische Wirkung des Sonnenlichtes in den Sommermonaten größer, in den Wintermonaten dagegen kleiner ist als die jedesmalige Intensität des blauen Himmelslichtes.

Da das direkte Sonnenlicht für die Vergrößerungsphotographie von Bedeutung ist, so sieht man, wie ungünstig in diesem Falle die Wintermonate sind, da im Dezember selbst zu Mittag die Intensität der Sonne (7) nur etwa so groß ist wie im Juni um 6 Uhr morgens oder abends.

Es muß nochmals in Erinnerung gebracht werden, daß diese Verhältnisse außer Wien nur für die Orte gelten, die mit Wien ungefähr dieselbe geographische Breite und ziemlich dieselbe absolute Meereshöhe haben. Überdies haben sie ihre volle Gültigkeit nur für ein horizontales Flächenelement; für ein vertikales gestalten sich die Wirkungen bei allen Sonnenhöhen, die kleiner als 45 Grad sind, günstiger und dies findet während der ganzen Winterzeit statt und außerdem in den Morgen- und Abendstunden der Sommermonate.

C) Gemeinschaftliche Wirkungen des Sonnen- und Himmelslichtes.

	Vormittag								
	12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h	4h
21. Januar	39,80	36,50	27,74	17,22	7,41	—	—	—	—
20. Februar	65,76	61,24	49,02	32,41	17,07	5,13	—	—	—
20. März	98,48	93,41	78,55	57,09	33,82	15,79	2,78	—	—
21. April	131,36	126,07	110,64	87,08	58,86	32,41	14,43	1,64	—
22. Mai	150,07	144,94	129,87	106,37	77,63	47,90	24,12	10,23	—
21. Juni	155,70	150,66	135,94	112,89	84,03	54,17	28,81	13,26	2,07
21. Juli	150,07	144,94	129,87	106,37	77,63	47,90	24,12	10,23	—
21. August	131,36	126,07	110,64	87,08	58,86	32,41	14,43	1,64	—
23. September	98,48	93,41	78,55	57,09	33,82	15,79	2,78	—	—
21. Oktober	65,76	61,24	49,02	32,41	17,07	5,13	—	—	—
21. November	39,80	36,50	27,74	17,22	7,41	—	—	—	—
21. Dezember	31,03	28,38	21,38	13,00	3,48	—	—	—	—
	12h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
	Nachmittag								

Diese Tabelle entsteht ganz einfach durch Addition der entsprechenden Zahlen in den zwei vorhergehenden Tabellen; sie gibt also die Summenwirkung des blauen Himmelslichtes und des direkten Sonnenlichtes auf ein horizontales Flächenelement, deren Kenntnis besonders für die Landschaftsphotographie erwünscht ist.

Es ist wohl leicht, aus den Lichtintensitäten die Expositionszeit im Kopfe zu rechnen, da diese beiden Größen im verkehrten Verhältnisse stehen so daß man die Expositionszeit ohne Mühe aus einer der Tabellen, wenn man sie einmal für einen bestimmten Tag und eine bestimmte Stunde für sein Atelier aus der Erfahrung kennt, für jede andere Zeit bestimmen kann.

Schwier berechnete eine Lichtintensitätstabelle für blaues Himmelslicht für Berlin und alle Orte gleicher geographischer Breite, welche aus Vogels Lehrbuch der Photographie entnommen ist.

D) Tabelle der chemischen Lichtstärken für Berlin und alle Orte gleicher geographischer Breite.

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
21. Januar	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. Februar	29,95	29,12	26,53	21,65	14,07	2,77	—	—	—
21. März	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. April	37,68	37,45	36,55	34,40	30,42	24,05	15,11	2,77	—
21. Mai	38,26	38,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. Juni	38,35	38,28	38,02	37,01	34,59	30,24	23,71	14,65	5,94
21. Juli	38,26	39,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. August	37,64	37,41	36,48	34,29	30,24	23,80	14,76	2,77	—
21. September	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. Oktober	29,63	28,86	26,07	21,28	13,61	2,77	—	—	—
21. November	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. Dezember	19,74	18,64	15,43	9,21	—	—	—	—	—

Ich will noch kurz erwähnen, daß die Tabellen für blaues Himmelslicht bei allen Belichtungen im Schatten Geltung haben (Aufnahmen im Atelier, Kopieren im Schatten usw.), die für direktes Sonnenlicht in jenen Fällen, wo die Sonnenstrahlen durch eine Linse gesammelt und dann photographisch benutzt werden (Vergrößerung in der Solarkamera) und die Tabellen endlich für die Summenwirkung des Himmelslichtes und Sonnenlichtes dort, wo im Freien unter Mitwirkung des Sonnenlichtes gearbeitet wird, also auch das blaue Himmelslicht sich dazugesellt. Hierher gehören alle Belichtungen im Sonnenlicht im gewöhnlich gebrauchten Sinne des Wortes, z. B. Kopieren an der Sonne usw.; auch die besonnten Stellen einer Landschaft sind dem kombinierten Einfluß beider Lichtarten unterworfen, die im Schatten befindlichen nur dem des blauen Himmelslichtes.

Diese Tabellen geben das ideale chemische Wetter für Wien und Berlin, wie es bei einer nebel- und wolkenlosen Atmosphäre stattfindet. Eigentlich haben alle Zahlenangaben überdies nur dann ihre volle Gültigkeit, wenn das ganze Himmelsgewölbe zur Wirkung kommt, wenn also die photographischen Aufnahmen im Freien gemacht werden. Dessenungeachtet behalten sie aber für jedes Atelier ihre Richtigkeit, da ja in diesem Falle sämtliche Zahlen proportional abnehmen; dies gilt ganz besonders für die Expositionszeiten, die ohnehin nur Relativzahlen sind. Solange man also in einem und demselben Atelier arbeitet, bleiben die wechselseitigen Verhältnisse der Zahlen untereinander genau dieselben.

Ganz regellos werden aber die chemischen Wirkungen der atmosphärischen Lichtzerstreuung, wenn die Bläue des Himmels durch Nebelschleier oder Wolken getrübt wird (s. u.).

E) Die Lichtverteilung auf der Erdoberfläche.

D. Spitaler[1]) hat mit dem Absorptionskoeffizienten 0,6, wie er etwa den Strahlen des mittleren Teils des Spektrums entspricht (s. S. 368),

Geographische Breite	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Januar	408	332	250	161	80	22	1	—	—	—
Februar	437	385	315	232	146	68	15	0	—	—
März	**451**	433	391	329	251	166	84	23	0	—
April	433	**451**	445	414	361	288	203	113	31	24
Mai	396	442	465	464	438	388	315	212	195	203
Juni	373	430	**467**	**481**	**469**	**432**	**367**	**280**	**313**	**324**
Juli	384	432	465	471	452	408	340	222	250	259
August	418	**446**	451	431	388	323	242	150	69	72
September	**444**	438	408	356	286	204	119	45	5	0
Oktober	441	399	338	261	176	94	30	2	0	—
November	415	348	266	178	96	32	2	0	—	—
Dezember	397	319	231	142	64	14	0	—	—	—
Jahresmittel	416	405	374	327	267	203	146	87	72	74

Anmerkung: Wo in der Rubrik ein Strich ist, findet überhaupt gar keine Bestrahlung statt.

1) Eders Jahrb. f. Photogr. für 1888, 2. Jahrg., S. 379.

für jeden 10. Breitenkreis der Erde und für je einen mittleren Monatstag des ganzen Jahres die Lichtmenge berechnet, welche der Erde im Laufe eines Tages von der Sonne zugestrahlt wird. Man erhält dadurch ein Bild über die Lichtverteilung auf der Erde im Laufe des Jahres. Als Einheit dieser Zahlenwerte wurde jene Lichtmenge gewählt, welche ein Punkt des Äquators während eines Tages zur Zeit des Frühlingsäquinoktiums bei der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne ohne Vorhandensein einer Licht und Wärme absorbierenden Atmosphäre erhält und diesen Betrag mit 1000 bezeichnet. Es sind somit die Zahlen nur Relativzahlen, die mit einem konstanten Faktor multipliziert werden müßten, um sie in irgendwelchen Lichteinheiten auszudrücken.

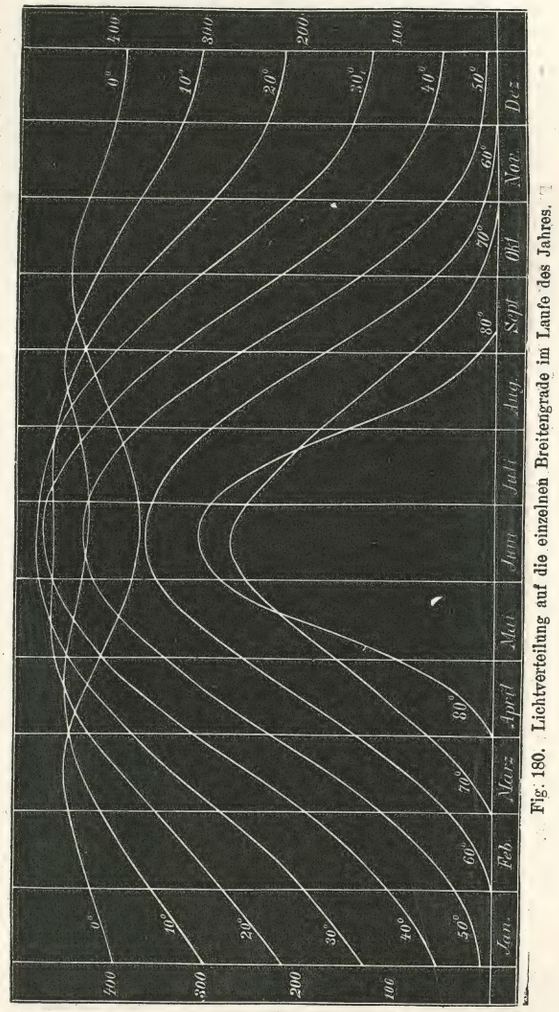


Fig. 180. Lichtverteilung auf die einzelnen Breitengrade im Laufe des Jahres.

Der Einfachheit wegen ist die Tabelle nur für die nördliche Hemisphäre gegeben, da sie mit kleinen Veränderungen, die von der wechselnden Entfernung der Erde von der Sonne herrühren, und mit passender Änderung der Jahreszeiten, Januar statt Juli usw. auch für die südliche Hemisphäre gilt.

Ein viel übersichtlicheres Bild der Lichtverteilung auf der Erde erhält man, wenn man diese Zahlen durch Kurven darstellt. In beistehender Zeichnung veranschaulicht das eine Kurvensystem (Fig. 180)

die Lichtverteilung auf den einzelnen Breitenkreisen im Laufe des Jahres, das andere (Fig. 181) die Lichtverteilung in den einzelnen Monaten über die nördliche Hemisphäre. Es wurden beim zweiten Kurvensystem, um das Bild nicht unnötigerweise zu überladen, nur die Linien vom Januar bis zum Juni eingezeichnet, indem die Linien der folgenden Monate einen ganz ähnlichen Verlauf nehmen.

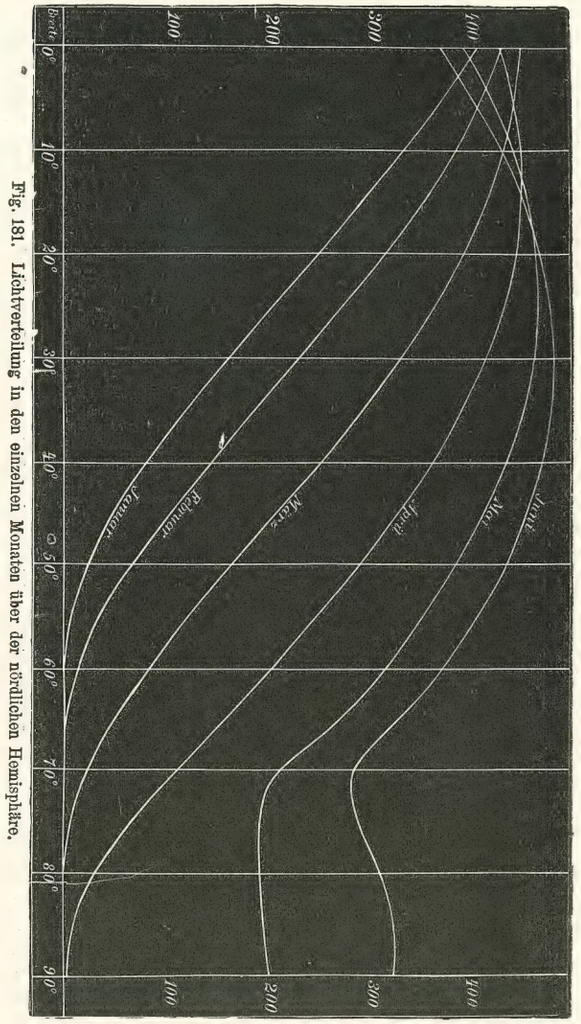


Fig. 181. Lichtverteilung in den einzelnen Monaten über der nördlichen Hemisphäre.

Dem Laufe der Sonne entsprechend, die bis zur Breite von ungefähr 23 Grad zweimal im Jahre den Zenit passiert, erkennt man in den Kurven des Äquators und 10. Breitengrades zwei Maxima der Lichtwirkung, für den Äquator im März und September, für den 10. Breitengrad im April und August. Am 20. Breitengrad sind die beiden Maxima schon in ein einziges im Juni zusammengeflossen; es verläuft aber die Kurve von Mai bis Juli sehr flach. Je weiter wir gegen höhere Breiten fortschreiten, desto steiler werden die Kurven, zumal aber am 70. und 80. Breitengrad, sowie am Pol selbst, indem eine Zeitlang die Sonne gar nicht über den Horizont heraufkommt.

Sobald aber die Sonne in diesen Gegenden über den Horizont heraufgerückt ist, dann geht sie auch den ganzen Tag nicht unter,

sondern weilt während des ganzen arktischen Sommers über demselben.

Betrachten wir aber den Verlauf der Lichtkurven über die verschiedenen Breitenkreise in den einzelnen Monaten, so sieht man, daß das Maximum der täglichen Lichtwirkung vom Äquator, wo es vom September bis März geweilt hat, wenn wir die südliche Hemisphäre außer acht lassen, allmählich gegen Norden rückt und im Juni seinen höchsten Stand bei 30 Grad Breite erreicht, entsprechend der langen Tagesdauer um diese Zeit in dieser Breite. Am Pole und den benachbarten Breitenkreisen erkennt man einerseits am Fehlen der Kurve den Polarwinter ohne Sonnenstrahlung, andererseits an der Abnormität der Kurven die 24stündige Lichtwirkung der Sonne im Sommer.

Es ist aber wohl zu beachten, daß diese Zahlen für die direkte Sonnenstrahlung bei ganz heiterm Himmel gelten (s. u.).

Nach Bunsen und Roscoës direkten Messungen der chemischen Intensität des zerstreuten Tages- und des direkten Sonnenlichtes wurden die Lichtintensitäten für verschiedene Breitengrade mit großer Annäherung an die Wirklichkeit berechnet. Man erhielt für einen ganzen Tag zur Zeit des Frühlingsäquinoktiums folgende Relativzahlen der gesamten chemischen Strahlung des Himmels und der Sonne:

Ort	Breite	Chemische Intensität		
		der Sonne	des Himmels	Total
Pol	90°	0	20	20
Melville-Insel	75°	12	106	118
Reykiavik	64°	60	150	210
Petersburg	60°	89	164	253
Manchester	53°	145	182	327
Heidelberg	49°	182	191	373
Neapel	41°	266	206	472
Kairo	30°	364	217	581
Bombay	19°	438	223	661
Ceylon	10°	475	226	701
Borneo	0°	489	227	716

Vergleicht man diese Zahlen, welche dem „Handbuche der Klimatologie“ von Hann (1883) entnommen sind, so findet man mit D. Spitalers Tabelle für den Monat März (Zeit des Frühlingsäquinoktiums) eine ganz gute Übereinstimmung, so daß uns obige Tabelle tatsächlich ein Bild der direkt von der Sonne herrührenden chemischen Lichtverteilung auf der Erde gibt. Es würde sicherlich keine große Schwierigkeit machen, aus diesen Zahlen empirisch auch die Intensität des zerstreuten Lichtes abzuleiten, um durch Vereinigung der beiden

Zahlen ein vollständiges Bild der gesamten chemischen Lichtverteilung auf der Erdoberfläche zu erhalten.

Für die chemische Lichtwirkung an Orten von verschiedenen Breitengraden, für eine Stunde als Zeiteinheit und zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche gab auch Marchand folgende Tabelle:

Breite	Summe der chem. Wirkung	Breite	Summe der chem. Wirkung
0 Grad . .	43,836	50 Grad . .	20,390
10 „ . .	41,522	60 „ . .	14,770
20 „ . .	37,178	70 „ . .	9.458
30 „ . .	31,826	80 „ . .	4,544
40 „ . .	26,170	90 „ . .	0,071

Oft machen sich bedeutende Schwankungen der chemischen Intensitäten des Lichtes bei gleichen Sonnenhöhen in verschiedenen Orten geltend, wie dies namentlich aus den Untersuchungen Roscoës hervorgeht. — Er fand z. B. für folgende Orte von gleicher Sonnenhöhe nachstehende chemische Intensitäten (auf Chlorsilberpapier) des zerstreuten Tageslichtes[1]).

Sonnenhöhe	Heidelberg	Cheetham Hill	Owens College
20 Grad	0,33	0,19	0,10
25 „	0,480	0,20	0,11
30 „	0,650	0,23	
35 „	0,820	0,26	
40 „	1,00		
50 „	1,37		
60 „	1,60		

Sehr wichtige Angaben über die Belichtungszeit beim Photographieren in verschiedenen Breitengraden berechnete J. Alfred Scott in Dublin. Die Scottschen Tabellen zeigen in einfachen, klaren Zahlen das Verhältnis der Expositionszeiten für die verschiedensten Breitengrade in jedem Monate und zu jeder Stunde des Tages an, selbstverständlich bei vollkommen sonnenklarem Himmel. Als Einheit wird in diesen Tafeln jene Expositionszeit angenommen, welche innerhalb unserer Breitengrade in der hellsten Stunde des hellsten Monats, d. i. um 12 Uhr mittags im Monat Juni, für irgend eine beliebige Aufnahme erforderlich wäre.

Besonders J. Beck wies auf die Richtigkeit dieser Tabellen hin[2]), wovon wir folgendes entnehmen:

Durch einen Blick können wir uns nun über die früher aufgeworfene Frage, um wie vieles man im Süden kürzer zu belichten habe

1) Pogg. Ann., Bd. 128, S. 296.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 156.

als bei uns, aus den nachfolgend abgedruckten Scottschen Tabellen eine vollkommen klare und bestimmte Antwort holen.

Wir brauchen nur zwei entsprechende Tafeln gegenüber zu vergleichen; also z. B. die Tabelle unseres Breitengrades (Tabelle II) mit der Tabelle des Wendekreises (Tabelle V). Da finden wir innerhalb der Monate April bis August 12 Uhr mittags für unsere Breitengrade die Verhältniszahl 1, in der Tabelle des Wendekreises die Verhältniszahl $^3/_4$ — erfahren demnach mit der präzisen und prompten Antwort zugleich auch die, nach den landläufigen Anschauungen ziemlich überraschende Tatsache, daß es mit dem kürzeren Exponieren im tiefen Süden gar nicht so weit her sei: Man hat in der günstigen Jahreszeit (April bis August) um 12 Uhr mittags am Wendekreise nur um ein Viertel kürzer zu exponieren als bei uns.

Um das Vielfache kürzer zu exponieren hat man im Süden jedoch während der Wintermonate, und zwar aus dem altbekannten Grunde, daß im tiefen Süden Sonnenhöhe und Tageslängen innerhalb sämtlicher Jahreszeiten ziemlich konstant bleiben, während bei uns im Laufe des Winters bis zum Solstitium die Zenitdistanzen der Sonne immer größer, die Tage immer kürzer werden.

Infolge dieses Umstandes verhalten sich auch die Verhältnisse der Expositionszeiten zwischen Juni und Dezember mittags am Wendekreise nur wie $^3/_4$ zu $1^1/_4$, in unseren Breitengraden wie 1 zu 4.

Je weiter aber noch die Stunden vom Mittage abrücken, um so größer werden die Unterschiede zwischen jenen Expositionszeiten, die während des Winters in unseren Breitengraden nötig sind, gegen jene, die man im Süden anzuwenden hat. So ist z. B. von November bis Januar um 9 Uhr morgens oder um 3 Uhr nachmittags bei uns schon 12- bis 16mal länger zu belichten als im Juni um 12 Uhr mittags, am Wendekreise nur $1^3/_4$- bis 2mal. — Vor 9 Uhr morgens und nach 3 Uhr nachmittags kann man in Norddeutschland usw. während des Winters überhaupt kaum mehr photographieren; am Wendekreise ist dies schon um 7 Uhr früh und bis 5 Uhr nachmittags möglich. (Dagegen kann man am Wendekreise im Sommer — wie auch sonst während des ganzen Jahres — vor 6 Uhr früh und nach 6 Uhr abends niemals eine Aufnahme machen; im hohen Norden kann dies im Sommer schon um 4 Uhr morgens und bis 8 Uhr abends ganz gut geschehen.)

Beim Arbeiten im wolkenlosen Ägypten und anderen sonnigen Gegenden des Südens machen sich aber Abweichungen von der gewöhnlichen Expositionsregel geltend. Man findet in der Landschaft helle,

grelle Lichter, beinahe ohne Übergang, unmittelbar neben tiefdunklen, schweren, fast detaillosen Schatten. Demzufolge kann nach J. Beck hier — trotz der Theorie — von einem kürzeren Exponieren keine Rede sein; im Gegenteil muß man hier — der schweren Schatten wegen — länger exponieren, als man es unter denselben Umständen bei uns zu Hause nötig hätte.

Die Ursache, welche das Auftreten dieser großen Lichtkontraste, insbesondere der tiefdunklen, schweren Schatten, veranlaßt, ist klar. Die reinere Luft des Südens — eben wegen ihrer Klarheit und Lichtdurchlässigkeit — zerstreut das Sonnenlicht nicht so reichlich als unsere Luft, und daß infolgedessen die Schatten, weil nur wenig durch zerstreutes Licht aufgehellt, vielfach schwerer und dunkler sein müssen als in unseren Breitengraden.

Am überraschendsten tritt die Erscheinung der tiefdunklen Schatten unter dem Einflusse der trockenen, kristallklaren Wüstenluft Ober-Ägyptens hervor.

J. Beck hatte drei Wochen lang, während welcher Zeit er sich teils am Nil, teils in der Wüste aufhielt, absolut keine Gelegenheit, Probeentwicklungen vornehmen zu können; trotzdem war er von der Richtigkeit seiner Beobachtungen derart durchdrungen, daß er beinahe sämtliche Aufnahmen länger exponierte, als dies nach der Theorie erlaubt gewesen wäre. Und die Resultate haben ihm nachträglich glänzend Recht gegeben.

Nach all dem Vorhergeschickten faßt J. Beck demnach seine Erfahrungen bezüglich des Exponierens im Süden, wie er sie zum Teile schon gleich nach seiner damaligen Rückkunft publiziert hatte (Wiener Phot. Blätter 1898, S. 267, und Phot. Korresp. 1899, S. 45) und seitdem zu wiederholten Malen in Afrika, Spanien, Griechenland usw. wieder zu erproben Gelegenheit hatte, in folgendem zusammen:

Es darf, wie J. Beck mit Recht hervorhob, im Süden nur dann relativ kürzer belichtet werden, wenn sich fast sämtliche Teile des aufzunehmenden Gegenstandes in vollem Lichte befinden. Sind aber ausgebreitete oder wesentliche Partien des aufzunehmenden Objektes von Schatten bedeckt, dann hat man nicht nur nicht kürzer, sondern mindestens ebenso lange — bei trockener, besonders klarer Luft sogar bis doppelt so lange — zu belichten, als es bei uns unter gleich günstigen Lichtverhältnissen der Fall wäre, selbstverständlich unter Berücksichtigung jener Abweichungen, welche sich aus der Verschiedenartigkeit der Jahreszeiten (resp. der Zenitdistanzen und Tageslängen) innerhalb unserer Breitengrade und denen der betreffenden südlichen Breite ergeben.

Tabellen

über die verhältnismäßigen Expositionszeiten zu allen Tagesstunden innerhalb sämtlicher Monate des Jahres, für verschiedene Breitengrade berechnet von Professor J. Alfred Scott in Dublin.

Tabelle I.

Für Gegenden in der beiläufigen nördlichen Breite von 60° (Norwegen usw.).

Vormittag	Nachmittag	Juni	Mai Juli	April August	März Septbr.	Februar Oktober	Januar Novbr.	Dezbr.
12		1	1 1/4	1 1/4	1 3/4	2 1/4	2 1/4	3 1/2
11	1	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/4	3	8
10	2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	4	14
9	3	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/4	3 1/2	7	
8	4	1 1/2	1 3/4	2 1/4	3 1/2	6		
7	5	2	2 1/2	3 1/2	6			
6	6	2 1/2	3 1/2	6				
5	7	4	8					
4	8	7						

Tabelle II.

Für Gegenden in der beiläufigen nördlichen Breite von 53° (Britische Inseln, Norddeutschland, Canada usw.).

Vormittag	Nachmittag	Juni	Mai Juli	April August	März Septbr.	Februar Oktober	Januar Novbr.	Dezbr.
12		1	1	1 1/4	1 1/2	2	3 1/2	4
11	1	1	1	1 1/4	1 1/2	2 1/2	4	5
10	2	1	1	1 1/4	1 3/4	3	5	6
9	3	1	1 1/4	1 1/2	2	4	12	16
8	4	1 1/2	1 1/2	2	3	10		
7	5	2	2 1/2	3	6			
6	6	2 1/2	3	6				
5	7	5	6					
4	8	12						

Tabelle III.

Für Gegenden in der beiläufigen nördlichen Breite von 40° (Vereinigte Staaten, Armenien, Spanien, Italien, Japan).

Vormittag	Nachmittag	Juni	Mai Juli	April August	März Septbr.	Februar Oktober	Januar Novbr.	Dezbr.
12		1	1	1	1	1 1/4	1 1/2	2
11	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2
10	2	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/2
9	3	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3 1/2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2 1/4	2 3/4	4	8
7	5	2	2 1/2	2 3/4	4	7		
6	6	3 1/2	5	8				
5	7	9						

Tabelle IV.
Für Gegenden in der beiläufigen nördlichen Breite von 30° (China, Ägypten, südliche Teile der Vereinigten Staaten).

Vormittag	Nachmittag	Juni	Mai Juli	April August	März Septbr.	Februar Oktober	Januar Novbr.	Dezbr.
12		3/4	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2
11	1	1	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2
10	2	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2	2
9	3	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	3	5
7	5	2	2 1/2	2 3/4	3 1/2	6	9	
6	6	6	8	14				

Tabelle V.
Für Gegenden in der beiläufigen nördlichen Breite von 23° (Indien, Mexiko).

Vormittag	Nachmittag	Juni	Mai Juli	April August	März Septbr.	Februar Oktober	Januar Novbr.	Dezbr.
12		3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4
11	1	1	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4
10	2	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2
9	3	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	3
7	5	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3 1/2	4	6	15
6	6	6	7	12				

Tabelle VI.
Für Gegenden in der Nähe des Äquators (Brit. Guyana, Nordbrasilien, Zentralafrika, Sumatra, Borneo usw.)

Vormittag	Nachmittag	Juni Dezember	Januar Mai, Juli November	Februar April, August Oktober	März September
12		1	1	3/4	3/4
11	1	1	1	1	1
10	2	1	1	1	1
9	3	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
8	4	2	1 3/4	1 3/4	1 3/4
7	5	3 1/2	3 1/2	3	3

Tabelle VII.
Für Gegenden südlicher Breite, beiläufig 23° (Nordaustralien, Madagaskar, Südbrasilien).

Vormittag	Nachmittag	Dezbr.	Novbr. Januar	Oktober Februar	Septbr. März	August April	Juli Mai	Juni
12		3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4
11	1	1	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4
10	2	1	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2
9	3	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	3
7	5	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3 1/2	4	6	15
6	6	6	7	12				

Tabelle VIII.
Für Gegenden südlicher Breite, beiläufig 30° (Südaustralien, Capland, Argentinien usw.).

Vormittag	Nachmittag	Dezbr.	Novbr. Januar	Oktober Februar	Septbr. März	August April	Juli Mai	Juni
12		3/4	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2
11	1	1	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2
10	2	1	1	1	1	1 1/4	1 1/2	2
9	3	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	3	5
7	5	2	2 1/2	2 3/4	3 1/2	6	9	
6	6	6	8	14				

Tabelle IX.
Für Gegenden südlicher Breite, beiläufig 40° (Australien, Melbourne, Neu-Seeland usw.).

Vormittag	Nachmittag	Dezbr.	Novbr. Januar	Oktober Februar	Septbr. März	August April	Juli Mai	Juni
12		1	1	1	1	1 1/4	1 1/2	2
11	1	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2
10	2	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2 1/2
9	3	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2	2 1/2	3 1/2
8	4	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2 1/4	2 3/4	4	8
7	5	2	2 1/2	2 3/4	4	7		
6	6	3 1/2	5	8				
5	7	9						

Anmerkung: Diese Tabellen setzen vollständig sonnenklares Wetter voraus. Die in den Rubriken erscheinenden Zahlen geben nicht die Expositionszeit selbst an, sondern sind nur Verhältniszahlen für die Exposition, d. h. sie geben an, um wie vieles man zu einer bestimmten Stunde irgend eines Monats länger oder kürzer zu belichten habe als während der Sommermonate unserer Breitengrade zu Mittag (Verhältniszahl 1).

(Beispiel: Wenn irgend ein Objekt im Juni um 12 Uhr mittags eine Expositionszeit von 1/2 Sekunde erfordern würde, so ist am selben Tage um 6 Uhr nachmittags (Tabelle II) 2 1/2 mal so lange = 1 1/4 Sekunden zu exponieren. — Im Dezember finden wir um 12 Uhr die Zahl 4, also 4 × 1/2 = 2 Sekunden, im Dezember um 3 Uhr nachmittags die Zahl 16 = 16 × 1/2, d. i. 8 Sekunden usw.)

Siegfried Strakosch veröffentlicht in den Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. in Wien (November 1908) eine Arbeit, betitelt: „Ein Beitrag zur Kenntnis des photochemischen Klimas von Ägypten und dem ägyptischen Sudan.“ Diese Abhandlung enthält die Beobachtungen über den Verlauf der chemischen Lichtstärke an durchweg sonnigen Tagen in der Zeit von 8 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags zwischen dem 15. Februar und dem 3. März 1908 in Kairo, Luxor,

Assuan und Khartum. Durch Vergleich der Beobachtungen ergab sich für gleiche Sonnenhöhen eine Zunahme der chemischen Intensität mit dem Fortschreiten nach dem Süden. Strakosch scheint die Vermutung nicht unberechtigt, daß die Zunahme der Lichtstärken in der Richtung gegen den Äquator zu auf der Höhenzunahme der Atmosphäre in der Richtung von den Polen zum Äquator beruhe. (Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 267.)

V. Verhältnis der chemischen Intensität des direkten Sonnenlichtes zu der des zerstreuten Himmelslichtes.

Das Verhältnis der Helligkeit von direktem Sonnenlicht zum zerstreuten Tageslicht (Himmelslicht) ist vom Sonnenstande abhängig. So lange die Sonnenhöhe dem Horizont nahe steht überwiegt das zerstreute Himmelslicht, bei etwa 50° Sonnenhöhe sind die Intensitäten desselben und des direkten Sonnenlichtes gleich, bei noch höherem Sonnenstande überwiegt das direkte Sonnenlicht bedeutend.

Aus der oben gegebenen Holetschekschen Tabelle ist ersichtlich, daß die Intensität des Sonnenlichtes (richtig gesagt, die Summe des direkten Sonnen- und blauen Himmelslichtes) um die Mittagsstunde um das Zweifache (Winter) bis Vierfache (Sommer) größer als die des zerstreuten Tageslichtes ist, daß gegen Morgen und Abend im Sommer das Sonnenlicht immer noch ungefähr doppelt so stark wirkt, dagegen im Winter zwischen diesem und dem diffusen Lichte nur ein sehr geringer Unterschied besteht.

Diese Zahlen stimmen mit den Angaben der praktischen Photographen überein. In der Regel rechnet man für das Kopieren im Schatten drei- bis viermal so viel Zeit als im Sonnenlicht. Landschafter exponieren eine direkt vom Sonnenlicht beleuchtete Landschaft ungefähr halb so lang als bei zerstreutem Licht.

Absolut genaue Zahlen über das Verhältnis zur chemischen Intensität des direkten Sonnenlichtes zu der des zerstreuten lassen sich nicht geben. Nach Roscoë und Baxendell[1]) ist dieses Verhältnis für eine bestimmte Sonnenhöhe an verschiedenen Orten kein konstantes, sondern es wechselt mit der Durchsichtigkeit und anderen Zuständen der Atmosphäre.

Nach J. v. Wiesner[2]) ist nicht nur die Zunahme der Stärke des direkten Sonnenlichtes gegenüber dem Himmelslicht um so größer je höher der Sonnenstand ist, sondern man muß bei der Feststellung

1) Pogg. Ann. Bd. 128, S. 291.

2) So die populäre Darstellung dieses Gegenstandes von Wiesner in d. Österr. Rundschau 1910, S. 50.

dieser Verhältniszahl auch die Seehöhe des Beobachtungsortes berücksichtigen.

Bis zu einer nicht unbeträchtlichen Sonnenhöhe ist bei geringer Erhebung des Beobachtungsortes über dem Meeresniveau die Lichtstärke des ganzen Himmels größer als die des direkten Sonnenlichtes und erst bei großen Sonnenhöhen stehen diese beiden Lichtstärken im Gleichgewicht oder es überragt die Lichtstärke der Sonne die des Himmels um das Anderthalbfache bis Doppelte. Bei starker Erhebung über die Meeresfläche erfolgt aber eine große Steigerung der Intensität der direkten Sonnenstrahlen. So habe ich im Yellowstonegebiete auf einer Seehöhe von 2000 bis 3000 m festgestellt, daß das Sonnenlicht im äußersten Falle siebenmal so stark als das Himmelslicht werden kann. Es ändert sich mit der Seehöhe auch die Stärke des Gesamtlichtes (Sonnen- und Himmelslicht zusammengenommen); aber diese Größe ändert sich auch mit der geographischen Breite. Die Sache liegt nicht so einfach, als daß man aus Sonnenhöhe, Seehöhe und geographischer Breite die jeweilige (chemische) Gesamtintensität des Lichtes berechnen könnte. Es spielen hier wechselnde, zum Teil auch noch unbekannte Zustände der Atmosphäre eine so große Rolle, daß nur durch lange fortgesetzte Beobachtungen der Zusammenhang zwischen der Lichtstärke und dem Beobachtungsort festzusetzen ist. Es herrschen also bei dem Zustandekommen des Lichtklimas ähnliche Verhältnisse wie bei dem des Wärmeklimas: hier wie dort muß die direkte Beobachtung zu den erforderlichen Feststellungen herangezogen werden.

Otto Freiherr von Myrbach-Rheinfeld untersuchte die Abhängigkeit des Transmissionskoeffizienten der Atmosphäre für die Sonnenstrahlung von Feuchtigkeit, Luftdruck und Wetterlage in Innsbruck. Zugrunde liegen 792 Messungen der Sonnenstrahlung, die im ersten Halbjahr 1908 in Innsbruck mit einem Angströmschen Kompensationspyrheliometer ausgeführt wurden; aus ihnen wurden die Werte des Transmissionskoeffizienten berechnet. Sie zeigen eine gewisse Abhängigkeit vom Dampfdruck und nach Elimination dieses Einflusses auch einen überraschenden Zusammenhang mit dem Luftdruck. Dieser Zusammenhang läßt sich zurückführen auf den Einfluß der Wetterlage und führt zu dem Schlusse, daß die Atmosphäre bei aufsteigenden Strömungen viel weniger durchlässig ist als bei vertikalem Gleichgewicht, bei absteigenden Strömungen hingegen bedeutend transparenter. (Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 456.)

John Sebelien berichtet über die Schwankung der Stärke des ultravioletten Lichtes bei natürlicher Beleuchtung (Chem.-Ztg. Bd. 28, S. 1259; Chem. Zentralbl. 1905, Bd. 1, S. 323). Verfasser hat mit dem Ederschen Gemisch von Quecksilberchlorid- und Ammoniumoxalatlösung taglich Messuugen des ultravioletten Lichtes südlich von Christiania vorgenommen. Die monatlichen Durchschnittsmengen schwankten für den Tag berechnet zwischen 3,6 mg und 262 mg Quecksilberchlorürabscheidung. Für einzelne Beobachtungstage waren die Schwankungen noch viel größer, nämlich von einigen Zehnteln Milligramm (im Dezember der beide Jahre)

bis 590,4 mg am 23. Juli 1899. Im ganzen war wohl die ultraviolette Strahlung mit der Dauer und Stärke des sichtbaren Sonnen- und Tageslichtes steigend und fallend, aber im einzelnen war durchaus keine Proportionalität zwischen diesen Größen nachzuweisen. Die ultraviolette Bestrahlung kann für verschiedene, dicht nebeneinander liegende Flächen sehr verschieden sein. Im allgemeinen besteht ein umgekehrtes Verhältnis zwischen dem Niederschlag von Quecksilberchlorür und Sonnenfleckenzahl. Während das ultraviolette Licht bei größeren Sonnenhöhen unzweifelhaft am größten ist in direktem Sonnenlicht, tritt es bei niedrigeren Sonnenhöhen dagegen mehr in zerstreutem Himmelslicht hervor. Der Umschlag scheint bei etwa 30 Grad Sonnenhöhe zu liegen. Es zeigte sich häufig keine sichere Abhängigkeit zwischen den ultravioletten Intensitäten und der Sonnenhöhe, da die Lichtdurchlässigkeit der Atmosphäre durch terrestrische Einflüsse stark beeinflußt wird (Chem.-Ztg. Bd. 29, S. 879; Chem. Zentralbl. 1905, Bd. 2, Nr. 12, S. 876; Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 445).

VI. Die Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten bei scheinbar klarem Himmel im Laufe eines Tages und Absorption der aktinischen Strahlen in der Atmosphäre.

Die im Vorhergehenden behandelten Gesetzmäßigkeiten treten nur bei einer ideal klaren Witterung ein, welche nur äußerst selten vorkommt.

Oft machen sich eigentümliche Schwankungen in der photographischen Wirkung des Lichtes im Laufe eines ganz wolkenlosen Tages geltend, wo man sie nicht erwarten sollte.

Schon Daguerre hat gefunden, daß ein photographischen Bild bei gleicher Sonnenhöhe vormittags sich schneller bildet als nachmittags, also um 11 Uhr schneller als um 1 Uhr[1]).

Diese Angabe wurde durch die photographische Erfahrung während 20 Jahren bestätigt, ohne daß die Ursache der Erscheinung näher bekannt war.

Crookes fand 1856, daß zu allen Jahreszeiten das Spektrum vom Mittag Strahlen von höherer Brechbarkeit enthält, als die Spektra von anderen Stunden des Tages und daß zur Zeit des Sommersolstitiums dieses in einem höheren Grade stattfindet als in den anderen Jahreszeiten[2]).

Nach Cornu ist das Sonnenspektrum bei gleicher Sonnenhöhe im Winter ausgedehnter als im Sommer, infolge des geringeren Wassergehaltes der Atmosphäre[3]).

Roscoë entging diese Unregelmäßigkeit nicht und er versuchte

1) I. Kapitel, S. 135.
2) Pogg. Ann. Bd. 97, S. 616; Lumière 1856, S. 21.
3) Beibl. z. d. Ann. Phys. Chem. 1878, S. 339.

das Gesetz des Verlaufes der chemischen Intensität während eines normalen wolkenlosen Tages durch die Gleichung:

$$J_h = J_o + ah$$

auszudrücken, worin J_h die normale Intensität bei der Sonnenhöhe h, J_o und a zwei Konstante bedeuten. Diese Konstanten sind aber an jedem Beobachtungsort andere[1]).

Nach Pernter aber läßt sich aus den Beobachtungen Roscoës und Thorpes eine Störung dieses regelmäßigen Ganges finden und es fand in Lissabon (1865) um 2 Uhr herum an wolkenlosen Tagen regelmäßig eine bedeutende Herabdrückung der chemischen Intensität statt, in Catania dagegen (Winter 1870) fiel das Maximum auf 11 Uhr und mittags. Nachmittags trat eine erhebliche Verminderung der Intensität ein, so daß die Zeiten gleicher Sonnenhöhe vormittags eine größere Intensität aufwiesen als nachmittags.

Janssen fand die Ursache der Abnahme der chemischen Wirkung der Sonne im Lauf des Nachmittags in der Zunahme des Wasserdampfes, der bei höherem Stande der Sonne die Atmosphäre erfüllt und alsdann schwächend, weil absorbierend, auf die chemische Kraft der Sonnenstrahlen wirkt. Insbesondere wird das Ultraviolett stark geschwächt.

Wiesner und seine Schüler haben unter anderem gefunden, daß die größte Lichtintensität des Jahres nicht auf den Tag der größten Sonnenhöhe (21. Juni), sondern, je nach der Lokalität, mehr oder minder verspätet auftritt, daß — selbst unbedeckten Himmel vorausgesetzt — sich zu Mittag nicht selten eine Depression der Intensität einstellt, die im ägyptischen Wüstengebiet sehr scharf zutage tritt, aber auch bei uns zeitweise zu beobachten ist. So ist ferner im Zusammenhalte meiner Beobachtungen mit den von Siegfried Strakosch im Sudan gewonnenen anzunehmen, daß die klar vorm Auge liegende Steigerung der Lichtstärke in der Richtung vom Pol zum Äquator eine gewisse Hemmung erfährt, die wohl auf die mit der Abnahme der geographischen Breite erfolgende Zunahme der Höhe der Atmosphäre zurückzuführen sein dürfte.

Im allgemeinen ist die Menge des Wasserdampfes in der Atmosphäre kurz nach Mittag am größten. Da nun von da ab die Sonne selbst sinkt, so sind es zwei Ursachen — nämlich die Menge des Wasserdampfes und der tiefere Stand der Sonne, welche des Nachmittags eine entschiedene Abnahme der photographischen Kraft der Sonne herbei-

1) Z. B. schwankt J_0 von $-0{,}0199$ (Catania) bis $+0{,}056$ (Parà) und a von 0,0033 (Manchester) bis 0,01229 (Parà). Nach Pernter scheint die Konstante a mit der Annäherung an den Äquator zu wachsen.

führen, während am Morgen, da während der Nacht die Dämpfe meistenteils niedergeschlagen sind und die Sonne erst einen relativ kleinen Teil wieder verdampft hat, die photographische Kraft der Sonne notwendig größer sein muß[1]).

Die Lichtabsorption der Luft ist wesentlich und wird nach Wild (1868[2]) besondern durch folgende Umstände beeinflußt:

Suspendierter Staub vermindert die Durchsichtigkeit der Luft in einem sehr hohen, die übrigen Umstände durchweg überwiegenden Grade. Ferner verringert auch die Bewegung der Luft, insofern dadurch Schichten von verschiedener Dichtigkeit gebildet werden, oder Staub aufgewirbelt wird, beträchtlich ihre Durchsichtigkeit. Möglichst staubfreie Luft übt eine stärkere Absorption auf das Licht aus, wenn sie mit Wasserdampf nahezu gesättigt ist, als wenn sie trocken ist.

Nach Lecher bewirkt auch die Kohlensäure der Luft eine starke atmosphärische Absorption der Sonnenstrahlen[3]).

Nach Roscoë und Thorpe (1870) ist auch die Temperatur der Luft von Einfluß und zwar ist bei gleicher Sonnenhöhe die chemische Intensität des Lichtes um so größer, je höher die mittlere Temperatur der Luft ist.

H. W. Vogel beobachtete die Wirkung des direkten Sonnenspektrums auf Bromsilberplatten (Kollodium) zu verschiedenen Tageszeiten. Er konstatierte, daß an jedem Tag bei konstantem Wetter die chemische Einwirkung mit der Sonnenhöhe stieg, daß aber selbst ganz zarte Dunstschleier äquivalent mit einer Höhendifferenz von 10 Grad sein können. Um 7 Uhr früh zeigte sich gewöhnlich eine Wirkung im Indigo und Blau, am kräftigsten bei G, nach F und H hin abnehmend, in der Regel vor diesen Linien verschwindend. Daneben zeigte sich stets eine sehr merkliche Gelbwirkung, am kräftigsten in D, in Orange rasch, nach E langsam abnehmend. Mit vorrückender Tagesstunde wuchs die Intensität im Indigo beträchtlich, weniger im Grün und Gelb, zugleich traten die ultravioletten Strahlen auf. Um Mittag erreichte die chemische Wirkung an allen Stellen die höchste Intensität und nahm nachmittags in der Regel symmetrisch ab, nur abends 5 Uhr war meist ein positiver oder negativer Unterschied gegen früh 7 Uhr zu bemerken. An einem Tage zeigte sich eine ganz besonders starke Wirkung in Gelb und geringe in Blau und Violett. Abhängigkeit von Barometer und Psychrometer ließ sich nicht nachweisen. Das Wasser in flüssiger zerteilter Form übt den größten Einfluß auf die Durchsichtigkeit der Luft aus[4]).

Da die Absorption der ultravioletten Strahlen in der Atmosphäre so bedeutend ist, so hoffte Cornu[5]) dadurch, daß er sich zu bedeuten-

1) Phot. Arch. 1870, 160; Naturforscher III, 1.
2) Pogg. Ann. Bd. 134, S. 568.
3) Wiener Akad. Berichte 1880.
4) Pogg. Ann. 1875, 156, 319; Jahresber. Chem. 1875, 146.
5) Comptes rendus Bd. 88, S. 1285; Bd. 59, S. 808; Naturforscher 1880, Bd. 13, S. 21 und 233.

den Höhen erhob, die ultraviolette Grenze des Sonnenspektrums in merklicher Weise hinauszuschieben. Er fand aber bei seinen Versuchen, daß die ultraviolette Grenze des Spektrums sich selbst bei Höhendifferenzen von 1910 m nur in geringem Grade erweitert (s. S. 9 und 13).

Wiesner und Somec stellten das Anwachsen der Gesamtintensität der chemisch wirksamen Strahlen mittels Silberpapieren fest, z. B. betrugen die Intensitätszunahmen beim Aufstieg im Luftballon auf 4078 m Seehöhe 47 %, in einem anderen Fall bei einer Höhendifferenz von 3528 m sogar 101 % der auf der Erde herrschenden chemisch wirksamen Lichtintensität (Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 336).

Der Gang der chemischen Intensität während des wolkenlosen Tages ist nicht nur von der Sonnenhöhe abhängig, sondern auch von der Feuchtigkeit, dem Barometerstande und allem dem, was die Opaleszenz der Atmosphäre beeinflußt.

An den verschiedenen Orten und zu verschiedenen Jahreszeiten scheint es fast zweifellos der Wechsel des Feuchtigkeitszustandes der Luftschichten zu sein, welcher die Intensitäts-Maxima verschiebt und die Intensität erniedrigt und auch wohl zu bestimmten Stunden eine besonders hervortretende Herabdrückung derselben bewirkt.

Da bei der Änderung der chemischen Intensitäten des Lichtes an normalen wolkenlosen Tagen sich Differenzen in der Regelmäßigkeit wahrnehmen lassen, so müssen selbe vom Wassergehalt, Feuchtigkeitszustande der Luftschicht, dem dadurch bedingten variablen Zerstreuungsvermögen für Licht usw. sich ergeben.

Da, wo trockene Nordostwinde vorherrschen und die hohe Temperatur der Verdichtung des Wasserdampfes gerade entgegenwirkt, werden größere Intensitäten sich ergeben. In den nördlicheren, von feuchten Südwest- und Westwinden beherrschten Regionen, wo übrigens die Temperatur auch niedriger ist, wird das Gegenteil eintreten.

VII. Einfluß der Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes.

Welchen Einfluß hat die Bewölkung auf die chemische Intensität des Tageslichtes?

Diese Frage ist nicht leicht zu beantworten, da ja der gleiche Grad der Bewölkung einen sehr verschiedenartigen Einfluß ausüben kann, je nach der Dicke und Dichte der Wolkenschichten, der Färbung, der Form und besonders der Lage der Wolken gegen die Sonne.

Roscoë wies schon 1863 und 1864 nach, daß Nebel und Wolken die chemische Wirkung des Sonnenlichtes weit bedeutender schwächen, als man es nach unseren menschlichen Lichtempfindungen glauben

sollte; schon ganz zarte Nebel üben eine mächtige absorbierende Wirkung auf die chemischen Strahlen aus, wenn das Auge noch keine reine Lichtverminderung bemerkte. So z. B. betrug am 18. März die Intensität nur $^1/_{25}$ von derjenigen, welche sonst zu dieser Zeit bei heiterem Himmel stattfand; die Ursache war ein kaum bemerklicher dünner Nebelschleier vor der Sonne. Weniger auffallend war die Wirkung eines Nebelschleiers vom 28. September 1864, wo die Intensität so geschwächt wurde, daß sie $^1/_4$ der normalen betrug. Als der Nebel im Verschwinden war und die Sonne durchblickte, stieg die Intensität zwar etwas, erreichte aber nur den dritten Teil der normalen[1]). Nach Roscoë sind Fälle genug bekannt, in welchen binnen 15 Minuten die Intensität ums Doppelte stieg oder sank.

Es kann aber auch mitunter ein teilweise bewölkter Himmel intensiver wirken als ein rein blauer. Bunsen fand einmal, daß ein leichter Wolkenschleier das Beleuchtungsvermögen des zur Beobachtung verwendeten Himmelsstückes um mehr als das Vierfache erhöhen kann[2]).

So beherrschen die Wolken als mächtige Schirme oder Reflektoren die Zufuhr des Lichtes.

Oft ist bei einem feinen Siebregen das zerstreute Tageslicht so hell, daß in einer Landschaft Licht- und Schattenseiten deutlich hervortreten; gewöhnlich aber ist die Reflexbeleuchtung auf der Schattenseite so hell, wie die Beleuchtung der sonst richtigen Lichtseite (Krone[3]).

Im allgemeinen rechnet man für photographische Aufnahmen bei trübem Wetter ungefähr die dreifache Exposition als im zerstreuten Licht bei klarem Himmel.

Stelling rückte der Lösung der Frage über den Einfluß der Bewölkung auf die chemische Intensität der Wirkung näher (1878), indem er sich die Aufgabe in drei Teile teilte: 1. Einfluß der teilweisen Bewölkung bei hellem Sonnenschein; 2. Einfluß der teilweisen Bewölkung, Sonne hinter den Wolken verborgen; 3. Einfluß des vollkommen bedeckten, eintönig grauen Himmels.

Es ergab sich das merkwürdige Resultat, daß eine teilweise Bewölkung wenig Einfluß auf die Gesamtintensität des Lichtes übte, wenn die Sonne selbst frei schien; der Einfluß machte sich bald als eine kleine Intensitätsvermehrung, bald als eine kleine Verminderung bemerkbar.

Die Bedeckung der Sonne und teilweise Bewölkung des Himmels bringt immer eine Erniedrigung der Intensität und zwar von 14 bis

1) Phot. Korresp. 1877, S. 64.
2) Pogg. Ann. Bd. 108, S. 237.
3) Phot. Korresp. 1872, S. 170.

40 %, im Mittel von 30% mit sich. Je höher die Sonne steht, desto tiefer ist die Erniedrigung der Intensität.

Durch einen vollkommen bedeckten, eintönig grauen Himmel wird die Intensität um mehr als die Hälfte, sogar um 75% geschwächt. Im allgemeinen sinkt die Intensität am meisten, wenn sich zu eintönig grauer Bewölkung noch Nebel oder Niederschläge gesellen (Verlust bis 89%).

Ähnliche Angaben machte Marchand[1]).

Eigentümlich ist es, daß die Maxima der Lichtintensität nicht immer mit den klarsten Tagen zusammenfallen, was man erwarten möchte (Stelling).

VIII. Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten im Laufe des Jahres.

Selbstverständlich sind die chemischen Lichtintensitäten zu verschiedenen Jahreszeiten zunächst von der Sonnenhöhe abhängig (s. S. 13).

Ebenso wie während eines Tages selbst bei scheinbar klarem Himmel die Intensität der chemischen Strahlen unregelmäßig steigt und fällt, so machen sich im monatlichen Gang der Intensität während des Jahres Abnormitäten geltend, welche um so größer scheinen, als hierbei der Einfluß der Bewölkung den Einfluß aufspart. Dies gilt namentlich für die Beobachtungen Marchands, weil er bei seiner Methode (s. u.) die Summe der täglichen Lichtwirkung erhielt, ohne Rücksicht auf die Klarheit oder Trübe des Himmels.

Die chemische Intensität schwankt nach Roscoë im Laufe des Jahres sogar um das 153fache; es ist das eine so enorme Schwankung, wie wir sie bei der Temperatur nicht im entferntesten vorfinden.

Die Lichtintensität zu Fécamp für die einzelnen Monate des Jahres nimmt nach Marchands 11jährigen Beobachtungen folgenden Verlauf:

	Mittel		Mittel
Januar	1,84	Juli	21,49
Februar	3,98	August	18,93
März	6,44	September	13,60
April	14,09	Oktober	6,90
Mai	18,11	November	2,90
Juni	21,04	Dezember	1,74

Aus Marchands Beobachtungen geht hervor, daß die Intensität zu Fécamp nach dem Sommersolstitium bedeutend höher ist als vor demselben in gleichen Distanzen von der letzten Dekade des Juni und

1) Vgl. Pizzighelli, „Aktinometrie“ (S. 131).

daß das Maximum in den Monat Juli fällt und der August eine höhere Intensität aufweist als der Mai. Das Minimum fällt auf den Januar.

In Kew ist der monatliche Gang der chemischen Intensität (1865 bis 1867) im Mittel folgender[1]):

Januar	14,5	Juli	110,6
Februar	23,0	August	91,7
März	32,5	September	88,5
April	75,1	Oktober	26,9
Mai	98,8	November	16,7
Juni	87,3	Dezember	10,0

Auch hier fällt das Maximum auf den Juli, und August und September behaupten das Übergewicht gegen Mai und April.

Als Monatsmittel der chemischen Intensität des Lichtes in Petersburg für 1 Uhr nachmittags (1874—1875) gibt Stelling folgende Tabelle, in welcher eine andere Einheit als in jeder der beiden vorigen angenommen ist:

Januar	0,027	Juli	0,227
Februar	0,064	August	—
März	0,120	September	—
April	0,163	Oktober	—
Mai	0,277	November	0,035
Juni	0,292	Dezember	0,017

IX. Abnorme Fälle von Unschärfe durch wallende Bewegung der Atmosphäre. — Photographie einer Luftspiegelung.

Die erhitzte Luft verursacht durch ihre wallende Bewegung häufig ganz unscharfe Bilder — eine dem Astronomen wohlbekannte Erscheinung.

Man hat beobachtet, daß z. B. ein Getreidefeld zur Mittagszeit im Hochsommer durch die lebhafte Bewegung der durch die Sonne erhitzten Luft Erscheinungen der Unschärfe im Bilde veranlaßte[2]). Ähnliches verursacht auch die von einem brennenden Feuer aufsteigende Luft.

Ein eigentümlicher Fall von Unschärfe im Negativ, welche durch warme Luftströmungen bewirkt wird, ist bei einer Aufnahme im Innern eines der Schiffe des Kölner Domes beobachtet worden. Das Bild war überall ganz scharf, ausgenommen an einer gewisse weißen Stelle, die sich zufälligerweise in der Mitte des Schiffes befand; daselbst waren alle einzelnen Gegenstände unscharf. Der Grund lag darin, daß eines

1) Mit dem Pendelphotometer und auf eine andere Einheit bezogen als die vorige.

2) Brit. Journ. Almanac 1881.

der großen gemalten Fenster während der Exposition geöffnet war und durch dasselbe die Sonne eintrat; dadurch geriet die Luft im Innern des kühlen Domes in Bewegung und veranlaßte diese Erscheinung[1]).

Eine ähnliche Unschärfe des Bildes zeigte sich in einer Landschaft, und es fand sich später, daß an der betreffenden Stelle kurz vor der Aufnahme heiße Schlacken aus einem Hochofen hingeworfen worden waren[2]).

Man hat auch absichtlich durch künstliche Mittel die Atmosphäre vor einem aufzunehmenden Porträt in zitternde Bewegung gebracht, in der Absicht, weiche Porträts, welche man dann Vibrotypen nannte, herzustellen. Kurtz erzielte diesen Effekt, indem er 6—8 Bunsensche Gasbrenner vor und unter die Linse stellte und das Porträt durch eine Schicht heißer Luft aufnahm; dadurch vibrierten die Linien, ohne die Konturen zu ändern[3]). Hartmann brachte die Luftvibration durch eine vor dem Objektiv angebrachte, in einer Rinne von 6 Zoll brennende Spiritusflamme hervor; die Bilder erhalten eine leise Unschärfe. Prümm hält dafür, daß diese Unschärfe den Bildern nicht zum Nachteil, doch auch nicht wesentlich zum Vorteil gereiche. Reichardt erhielt bei einer Spirituslampe aber eine solche Unschärfe, daß die Bilder gänzlich unbrauchbar waren[4]).

Hier soll auch die Photographie einer Luftspiegelung erwähnt werden. Symons photographierte die Kirche zu Tenby; auf einem der Negative bemerkte man einen undeutlichen Streifen unter dem Wetterhahn des Turmes; in gewöhnlicher Stellung weiß man nicht, was man aus dem Streifen machen soll; stellt man jedoch das Bild auf den Kopf, so erkennt man ganz deutlich ein Boot von 1 Zoll Länge mit Fahnen und Segel. Es ist festgestellt, daß um diese Zeit, als die Aufnahme geschah, ein von dem Pembroke-Dock frisch vom Stapel gelassenes Kanonenboot sich auf dem Wasser befand. Symons ist als der erste zu betrachten, welcher das märchenhafte Phänomen der Lufstspiegelung photographiert hat[5]). Eine andere Photographie einer Luftspiegelung am Meere ist im Bullet. de l'Association de Photogr. 1887 abgebildet. — Oldal[6]) photographierte eine Luftspiegelung (Fata morgana) in Südungarn und H. Streintz[7]) eine solche bei Leiden in Holland; letzterer diskutierte diese Phänomene, und K. Heller gelang die Photographie des sog. Brockengespenstes[8]).

1) Krone, Helios 1870, Bd. 1, S. 137.
2) Phot. Arch. 1871, Bd. 11, S. 244.
3) Phot. Mitt. 1880, Bd. 17, S. 55.
4) Ibid. Bd. 17, S. 187.
5) Phot. Mitt. Bd. 16, S. 151.
6) Phot. Korr. 1892, S. 15.
7) Phot. Korr. 1892, S. 225.
8) Phot. Korr. 1905, S. 115.

X. Lichtrichtungsanzeiger (Aktisonometer).

Dieses von A. Steinhauser in Wien[1]) erfundene Instrumentchen hat zunächst den Zweck, jederzeit ermitteln zu können, von welcher Seite her ein bestimmtes Objekt (ein Gebäude, eine Landschaft) zu beliebiger Tagesstunde und Jahreszeit durch die Sonne beleuchtet wird, um die zur photographischen Aufnahme bezüglich der Beleuchtungsrichtung überhaupt geeigneten Tagesstunden sowie die günstigste derselben in Erfahrung zu bringen.

Es besteht, wie Fig. 182 zeigt, aus einer Blechdose mit abnehmbarem Deckel, welche in der Mitte einen zur Orientierung dienenden Kompaß, weiter fünf übereinanderliegende Kartonscheibchen 1, 2, 3, 4, 5 enthält. Fig. 183 stellt die Dose samt Kompaß von oben gesehen dar,

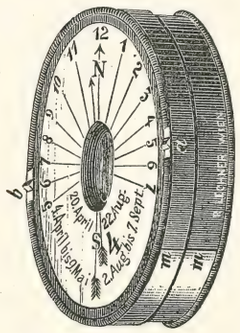


Fig. 182.

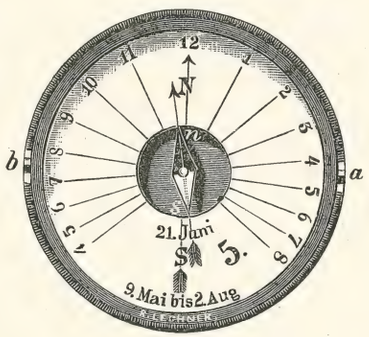


Fig. 183.

Lichtrichtungsanzeiger (Aktisonometer) von Steinhauser.

wenn Scheibchen 5 zu oberst liegt. Auf dem Scheibchen sind radiale, an ihren Endpunkten mit 12, 1, 2, 3 usw., nach der anderen Seite hin mit 11, 10, 9 usw. bezifferte Linien verzeichnet, welche, sofern das Scheibchen orientiert ist, den Schatten darstellen, den ein im Scheibchenmittelpunkt zu denkender Vertikalstab auf die horizontale Scheibchenfläche, bezüglich zu den Stunden 12, 1, 2, 3 usw. sowie 11, 10, 9 usw. Uhr werfen würde. Die Scheibe ist richtig gestellt (orientiert), wenn der kleine links und nächst der 12 Uhr-Schattenlinie befindliche Pfeil (Deklinationsstrich) die Verlängerung der Magnetnadelachse bildet und die Pfeilspitze nach Norden weist.

Da sich die Richtung der Schattenlinien für die einzelnen Tagesstunden im Laufe des Jahres (wegen steter Änderung der Sonnendeklination) von Tag zu Tag ändert, so sind fünf solche Schatten-

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 398. — Ausführlicheres s. Lechners Mitteilungen 1894.

scheibchen vorhanden, von welchen jedes, strenge genommen, nur ein oder zwei (am Scheibchen angegebene) Tage im Jahre vollkommen richtig ist, aber doch ohne Bedenken eine mehr oder weniger lange Reihe von Tagen benutzt werden kann.

Aus den gleichfalls auf den einzelnen Scheibchen angegebenen Zeiträumen, innerhalb welcher sie zu gebrauchen sind, ergibt sich, daß im Laufe des Jahres aufeinanderfolgend zur Verwendung kommen: Scheibchen Nr. 1, dann 2, 3, 4, 5, hierauf wieder 4, 3, 2 und 1. Das jeweilig im Gebrauch stehende liegt zu oberst, der Wechsel erfolgt nach Abnahme des Dosendeckels.

Aus den Schattenlinien ist es nun selbstverständlich leicht, den Schluß zu ziehen, einerseits bezüglich der Richtung, in welcher die umliegenden Objekte zu den verschiedenen Tagesstunden und Jahreszeiten vom Licht getroffen werden, andererseits bezüglich der Himmelsrichtung, in welcher der Beobachter jeweilig die Sonne bei bedecktem Himmel oder bei Vorhandensein sie verdeckender Körper zu suchen hätte.

Befindet sich zu der mit Hilfe der Schattenscheibe in Erfahrung gebrachten günstigsten Aufnahmestunde zwischen dem Objekt O, Fig. 184, und der Sonne ein schattenwerfender Körper B (Berg), so wird O nur beleuchtet, wenn die Sonne bereits so hoch steht, daß sie über den schattenwerfenden Körper hinweg zu scheinen vermag.

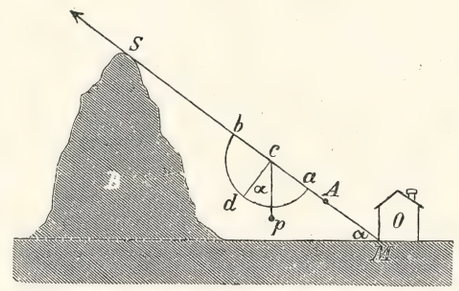


Fig. 184.

Nach Fig. 184 müßte die Sonne bereits mindestens α Grade über dem Horizont stehen, um O (in der Richtung SM) von oben bis unten beleuchten zu können. Zum Zweck der Messung des Winkels α enthält das Instrumentchen einen kleinen, auf bekanntem Prinzip beruhenden Höhenwinkelmesser, dessen Wesen sich aus Fig. 184 ergibt.

Bringt man den Durchmesser ab des Halbkreises abd (dessen Ebene vertikal steht) in die Richtung der Visierlinie MS, so schließt ein vom Mittelpunkt c herabhängendes Lot p mit dem auf ab senkrecht stehenden Halbmesser cd einen Winkel (α) ein, welcher dem Neigungswinkel (α) der Visierlinie gleicht. Man liest somit den Winkel α auf der Gradteilung des Quadranten da ab, welche in d mit 0 beginnt und in a mit 90 endet.

Die den Punkten a und b entsprechenden Absehen, über welche man (mit dem Auge in A) hinweg visiert, befinden sich auf dem Rand des Instrumentdeckels (siehe Fig. 182 und 183), der geteilte Viertelkreis hingegen sowie das Lot am teilweise durchsichtigen Boden des Gehäuses. Man achte beim Höhenmessen darauf, daß der Deckel auf dem Gehäuse so aufsitzt, daß die eingeritzten Marken m, Fig. 182, einander gegenüberstehen.

Beim Visieren hat man, der Natur der Sache entsprechend, das Gesicht jener Himmelsrichtung zuzuwenden, in der zur geplanten Aufnahmestunde die Sonne zu suchen wäre.

Das Instrumentchen wird mit der Linken in Augenhöhe leicht, und zwar zunächst so gehalten, daß sich das vertikal herabhängende Pendel annähernd auf 0 stellt. Mit der Rechten wird die Drehung vollführt, bis die Visur von a über b den Zielpunkt S trifft.

Nun dreht man behutsam das Instrument so um eine (gedachte) horizontale Achse, daß die zuvor nach rechts gewendeten Schattenscheibchen horizontal nach abwärts gekehrt erscheinen, um auf der nun oben befindlichen Kreisteilung die Stellung des Lotes ablesen zu können, welches sich schon nach geringer Drehung an die Winkelteilung legt und infolge der Reibung unverändert liegen bleibt.

Bekommt man auf Grund der soeben beschriebenen Höhenwinkelmessung die in Graden ausgedrückte Höhe α des Punktes S, also die Höhe, in welcher mindestens die Sonne über dem Horizont stehen muß, soll sie das Objekt O zur gewissen Tagesstunde und Jahreszeit beleuchten, so ist es noch nötig, aus der nachfolgenden Tabelle der Sonnenhöhen zu entnehmen, wie hoch tatsächlich die Sonne über dem Horizont zur bezüglichen Stunde und Jahreszeit steht. Beträgt ihre Höhe mit Bezug auf die Fig. 184 weniger als α Grad, so liegt O zur geplanten Aufnahmezeit im Schatten und muß dann eine andere Tagesstunde gewählt werden, sofern direkte Sonnenbeleuchtung gewünscht wird.

Eventuell kann man auch leicht ermitteln, zu welcher Jahreszeit die Sonne die erforderliche Höhe erreicht und die gewünschte Beleuchtungsform bewirkt.

Die Sonnenhöhentafel enthält die Sonnenhöhen in Graden:

1. Für die verschiedenen Stunden des Tages. Hierzu ist zu bemerken, daß die Sonne immer zu gleich vom Mittag abstehenden Stunden, also um 11 und 1 Uhr, dann um 10 und 2 Uhr usw. dieselbe Höhe besitzt.

2. Für die nördlichen Breiten von 44, 48 und 52°. Nachdem sich die Sonnenhöhen mit der Breite nicht unwesentlich ändern, so war dies notwendig, um die Tafel auch für Orte brauchbar zu machen,

deren Breite etwa zwischen 38 und 58° liegt. Aus den Differenzen der Werte für 44 und 48°, sowie jener für 48 und 52° kann jeder nur einigermaßen mathematisch Gebildete leicht die entsprechenden Werte der Sonnenhöhen für andere Breiten (mit genügendem Genauigkeitsgrade) ableiten.

3. Nur für gewisse Tage des Jahres.

Es kommt nur der absolut höchste und niederste Sonnenstand einmal im Jahre (am 21. Juni, resp. 21. Dezember), jeder andere hingegen an zwei Tagen des Jahres vor.

So steht die Sonne beispielsweise zu den verschiedenen Tagesstunden am 31. Januar ebenso hoch wie zu den gleichen Stunden des 11. November, am 18. Februar so hoch wie am 23. Oktober usw.

Auf Grund vorstehender Bemerkungen, sowie der nachfolgenden Beispiele wird das Verständnis der Sonnentafel keiner Schwierigkeit mehr unterliegen.

Am 21. Dezember beträgt beispielsweise laut Tafel um 12 Uhr mittags die Sonnenhöhe unter 52, 48, 44° Breite, beziehungsweise 14,6°, 18,6°, 22,6°.

Am selben Tage beträgt sie ebensowohl um 9 Uhr vormittags als um 3 Uhr nachmittags unter 48° Breite 8,1°.

Am 5. März, sowie am 7. Oktober beträgt die Sonnenhöhe unter 44° Breite um 11 Uhr vormittags, sowie um 1 Uhr nachmittags 38,4°.

Frägt man um die Höhe, welche die Sonne um 8 Uhr früh am 2. Juli unter 52° Breite erreicht hat, so bedenke man, daß dieser Tag zwischen dem 21. Juni und 2. August liegt, für welche Tage die Tafel 36,6, resp. 32,1° gibt. Es liegt demnach die gesuchte Sonnenhöhe zwischen diesen Werten, welche Erkenntnis für sich schon in den weitaus meisten Fällen genügt.

Bedenkt man aber, daß zwischen dem 21. Juni und 2. August laut Tafel 42 Tage liegen, zwischen dem 21. Juni und 2. Juli aber, wie man leicht ausrechnet, 11 Tage, so folgt, daß die fragliche Sonnenhöhe dem Werte 36,6° wesentlich näher als 32,1° liegt.

Man kann daher die in Frage stehende Sonnenhöhe etwa zu 35° schätzen.

Wollte man endlich diesen Wert so genau bestimmen, als dies mit der Tafel überhaupt möglich ist, so mache man folgende Schlüsse:

Während der 42 Tage, vom 21. Juni bis 2. August, ändert sich die Sonnenhöhe um $36{,}6 - 32{,}1 = 4{,}5°$, mithin durchschnittlich per Tag um $4{,}5 : 42 = 0{,}107$, folglich für die 11 Tage vom 21. Juni bis 2. Juli um $0{,}107 \times 11 = 1{,}177$, rund 1,2°.

Sonnen-Deklination	Tage		Breitengrad	Sonnenhöhe in Graden												Zeitgleichung		
				12h	11h	10h	9h	8h	7h	6h	5h	4h	3h	2h	1h	Tag	Korr. in Min
−(22°−27′)	21. Dezember	21. Dezember	52	14,6	13,5	10,2	5,1	−1,8	−9,6	−18,3						4. Januar	+ 5
	41	40	48	18,6	17,4	13,7	8,1	+1,1	−7,9	−17,2							
			44	22,6	21,2	17,2	11,0	+3,3	−6,1	−16,0						16. Januar	+ 10
−(17°−35′)	31. Januar	11. November	52	20,4	19,2	15,8	10,3	3,4	−4,9	−13,8						10. Februar	+ 14
	18	19	48	24,4	23,1	19,2	13,1	5,6	−3,4	−13,0							
			44	28,4	26,9	22,6	16,0	7,7	−1,8	−12,1						11. März	+ 10
−(11°−43′)	18. Februar	23. Oktober	52	26,3	25,0	21,3	15,5	8,2	−0,2	−9,2						28. März	+ 5
	15	16	48	30,3	28,8	24,6	18,2	10,3	+1,5	−8,7							
			44	34,3	32,7	28,0	21,0	12,3	+2,6	−8,1						15. April	0
−(5°−52′)	5 März	7. Oktober	52	32,1	30,8	26,8	20,7	13,1	4,6	−4,6						14. Mai	− 4
	17	15	48	36,1	34,5	30,1	23,3	15,0	4,7	−4,3							
			44	40,1	38,4	33,3	25,8	16,7	6,7	−4,1						14 Juni	0
(0°−0′)	22. März	22. September	52	38,0	36,5	32,2	25,8	18,0	9,3	0,6						25. Juli	+ 6
	13	15	48	42,0	40,3	35,4	28,3	19,6	10,0	0,6							
			44	46,0	44,0	38,5	30,6	21,1	10,8	0,6						31. August	0
+(5°−52′)	4. April	7. September	52	43,9	42,2	37,7	30,9	22,8	13,9	4,8						14. September	− 5
	16	16	48	47,9	46,0	40,7	33,1	24,2	14,4	4,5							
			44	51,9	49,7	43,7	35,2	25,4	14,9	4,2						29. September	− 10
+(11°−43′)	20. April	22. August	52	49,7	47,9	43,0	35,9	27,5	18,4	9,3						2. November	− 16
	19	20	48	53,7	51,6	45,9	37,9	28,6	18,7	8,8							
			44	57,7	55,2	48,7	39,7	29,6	18,9	8,2						2. Dezember	− 10
+(17°−35′)	9. Mai	2. August	52	55,6	53,6	48,3	40,8	32,1	23,0	13,8						14. Dezember	− 5
	43	42	48	59,6	57,2	51,0	42,5	32,9	23,0	13,0							
			44	63,6	60,7	53,5	44,0	33,6	22,8	12,2						24. Dezember	0
+(23°−27′)	21. Juni	21. Juni	52	61,5	59,2	53,4	45,5	36,6	27,4	18,3						Bürgerliche Zeit = wahre Zeit mehr Korrektur.	
	43	42	48	65,5	62,7	55,8	46,9	37,0	27,0	17,2							
			44	69,5	66,0	58,1	48,1	37,4	26,6	16,1							

Die zu suchende Sonnenhöhe beträgt somit: 36,6 — 1,2, das sind 35,4°.

Am 21. Juni beträgt die Sonnenhöhe um 5 Uhr nachmittags unter 48° Breite 27,0, unter 52° Breite 27,4°. Sie ändert sich daher für jeden Breitengrad um 0,1, wird daher beispielsweise unter 57° Breite $27{,}4 + (0{,}1 \times 5)$, das sind 27,9°, betragen.

Die Sonnenhöhe beträgt am 18. Februar und 23. Oktober um 6 Uhr früh unter 48° Breite −8,7°, d. h. die Sonne steht noch 8,7° unter dem Horizont.

Da die Dämmerung beginnt, wenn die Sonne nur mehr 18° unter dem Horizont steht und ihr Maximum erreicht bei der Sonnenhöhe 0, so wird um 6 Uhr früh des genannten Tages die Dämmerung schon ziemlich vorgeschritten sein.

Sämtliche Zeitangaben sind in wahrer Sonnenzeit ausgedrückt, die mittels der Zeitgleichung in bürgerliche Zeit umgewandelt werden kann.

XI. Photographie bei Mondlicht.

Die Besprechung der sogenannten Astrophotographie oder astronomischen Photographie ist nicht Gegenstand dieses Werkes, wohl aber ist die Herstellung von photographischen Aufnahmen von Landschaften oder dergl., welche nachts durch Mondlicht erhellt werden, von Interesse für den Photographen.

Die Beleuchtungsstärke des Vollmondlichtes beträgt bei Zenitstand ca. 0,2 Lux, der gestirnte Nachthimmel 0,0005 Lux[1]).

Diese Zahlen geben die optische Helligkeit an. Die photographische Helligkeit auf photographischen Platten liegt etwas anders.

Abney fand, daß die photographische Wirkung des Vollmondlichtes = 0,266 englische Normalkerzen in einem englischen Fuß Abstand ist. Das gesamte Sternenlicht übt auf Bromsilbergelatine nur $^1/_{44}$ der Wirkung des Vollmondlichtes aus (Jahrb. f. Phot. 1897, S. 351).

Das Mondlicht ist mehr gelblich als Sonnenlicht. Das Verhältnis der einzelnen Lichtintensitäten im Spektrum ist

	für rotes	gelbes	grünes	blaues Licht
	bei *C*	*D*	*Eb*	$F^1/_2\,G$
für Sonnenlicht	45	100	250	2971
für Mondlicht	87	100	155	363

wodurch sich die relativ geringe photographische Wirksamkeit des Mondlichtes auf gewöhnliche photographische Platten erklärt.

Eine sehr bemerkenswerte Studie über die Helligkeit des Sonnenlichtes und einiger künstlicher Lichtquellen veröffentlichte Karl Schaum in Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 98.

1) Vgl. Schaum, Photochemie und Photographie 1908, S. 134 und 160.

Photographie von Mondlandschaften.

Die Möglichkeit Photographien von Landschaften, welche durch Mondlicht beleuchtet sind, aufzunehmen, wurde in den ersten Jahren der Photographie bezweifelt.

Breeze stellte zuerst in der Londoner Weltausstellung von 1862 Mondscheinbilder nach einer weißen Statue aus. Auf nassen Platten dauerte angeblich die Exposition 17 Minuten. Ogier in New-Jersey machte 1870 derartige Bilder und zwar war der Gegenstand eine Strandpartie mit Klippen, deren Umrisse neben dem Widerschein des Mondlichtes im Wasser ziemlich deutlich wiedergegeben waren[1]).

Über die photographische Aufnahme von Mondlandschaften in der Kamera mit nassen Platten machte auch Krone (1872) Versuche[2]).

Nach Krone wirkt das mittlere zerstreute Tageslicht in Dresden im Dezember oder Januar zur Mittagszeit ungefähr ebenso stark auf Jodbromtrockenplatten als ein Magnesiumlicht (in einer Hohlspiegellampe verbrannt; Quantität des Magnesiums?) in einer Distanz von zwei Meter. In einer Vollmond-Winternacht wirkt Mondlicht 6000mal schwächer als Magnesiumlicht. „Somit verhält sich die photographische Intensität des Mondlichtes unter den bezeichneten Verhältnissen zur mittleren Intensität des winterlichen zerstreuten Tageslichtes oder des erwähnten Magnesiumlichtes wie 1 : 6000. Für eine nasse Kollodiumplatte muß eine Vollmondlandschaft mindestens 10 Minuten belichtet werden, wenn bei zerstreutem Tageslicht 0,1 Sekunde genügt."

Die Schwierigkeiten bei der Aufnahme von Landschaften, welche durch Mondlicht erhellt sind, wurden wesentlich verringert durch die Einführung des Bromsilbergelatine-Verfahrens. Photographische Ansichten von Mondlandschaften sind gegenwärtig keine Seltenheit mehr und namentlich in England wurden mit Porträtobjektiven derartige Ansichten mehrfach aufgenommen. Sehr günstig ist es aber, nur in ganz hellen Mondnächten zu arbeiten und helle Gebäude mit weißen Wänden als Vordergrund zu wählen.

Um in hellen Herbstnächten eine Ansicht mit Gebäuden auf Bromsilbergelatineplatten von 23 Grad Warnerke aufnehmen zu können, muß man mit einem mäßig abgeblendeten Antiplanet oder Aplanat (Blende $= {}^1/_{10}$ des Fokus) $1{}^1/_2$ bis $2{}^1/_2$ Stunden belichten (Eder 1889).

Cussons und Comp. erhielten in einer sehr hellen Vollmondlandschaft im Oktober mittels einer Porträtlinse das Bild eines Gebäudes in ${}^1/_2$ Stunde[3]). Andere mußten aber länger belichten. Holmers erhielt eine hellbeleuchtete Mondlandschaft

1) Vogel, Phot. Mitt. 1870.
2) Phot. Archiv 1872, S. 112.
3) Phot. News 1880, S. 570 und 610; 1881, S. 12.

erst nach 1 Stunde und 20 Minuten Exposition[1]). Henderson exponierte mit einem Steinheilschen Aplanat (2. Blende) auf mit gekochter Emulsion präparierten Platten 7 Stunden[2]), Burton brauchte mit einer Porträtlinse sogar 8 Stunden[3]) und schätzt, daß eine Mondlandschaft 300000 bis 3000000 länger als eine Sonnenlandschaft belichtet werden muß[4]). Dunmore erhielt ein Mondlichtbild auf Bromsilbergelatine durch eine Exposition von 7 Uhr abends bis Mitternacht. Es war dies eine Stadtansicht mit tief verschneiten Häusern und Gärten[5]).

Nach Janssen soll eine vom Vollmond belichtete Landschaft eine 240000mal geringere Helligkeit besitzen, als wenn sie vom Sonnenlichte beschienen wäre (Annuaire du bureau des longitudes 1895). De Pulligny prüfte diese Angabe durch Photographie eines Hauses, welches er am 1. Juli mittags bei Sonnenschein und dann nachts zwischen 10 und 11 Uhr bei Mondlicht photographierte. In letzterem Falle war mit einem Objektiv mit der Öffnung 1 : 9 nach 10 Uhr nachts die approximativ richtige Belichtung etwas mehr als eine Stunde; somit war die Angabe Janssens ziemlich genau bestätigt (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 434).

Den Gehalt des Mondlichtes an chemisch wirksamen Strahlen untersuchte auch Scheller (Wiener Akademie-Anzeiger 1911). Er verglich die direkt (ohne Benutzung eines Objektives) durch das Licht des Mondes erzielte Schwärzung von photographischen Platten (mit Entwicklung) mit der Lichtwirkung einer Hefnerkerze. Während die optische Helligkeit des Mondlichtes bloß 0,25 Hefnerkerzen beträgt, wurde die photochemische mit 2,75 Normalkerzen ermittelt. Das letzte Mondviertel ist photographisch viel wirksamer, als das erste; während das erste Mondviertel nur zirka ein Zehntel der chemischen Wirksamkeit des Lichtes bei Vollmond besitzt, weist das letzte Mondviertel ein Sechstel dieser Wirkung auf, die Ursache in der Oberflächenbeschaffenheit des Mondes; die sogenannten „Meere" (die dunkleren Partien) der Mondfläche reflektieren mehr photographisch wirksame Strahlen als die hellen Stellen, die Gebirge.

Jahr[6]) in New York photographierte im März 1882 das aus weißem Marmor erbaute Mausoleum des ermordeten Präsidenten Garfield bei Mondlicht auf Gelatineplatten. Später wurden vielfach solche Aufnahmen gemacht, welche in Anbetracht der gesteigerten Empfindlichkeit moderner Trockenplatten wenig Schwierigkeiten machen, besonders wenn man lichthoffreie orthochromatische Platten benutzt[7]).

1) Phot. News 1881, S. 46.
2) Ibid. 1881, S. 21.
3) Ibid. 1881, S. 622.
4) Ibid. 1880, S. 598.
5) Phot. Mitt. 1881, Bd. 18, S. 78.
6) Phot. Mitt. Bd. 19, S. 55. — S. ferner Phot. Mitt. Bd. 21, S. 30.
7) Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 338; 1902, S. 451; 1910, S. 485.

FÜNFZEHNTES KAPITEL.

DIE PHOTOGRAPHIE BEI KÜNSTLICHEM LICHT.

I. Verschiedene Helligkeit künstlicher Lichtquellen in optischer und photographischer Beziehung.

Optische Helligkeit.

Die verschiedenen zu Beleuchtungszwecken dienenden Lichtquellen geben Licht von sehr verschiedenen Helligkeitsgraden und beleuchten demgemäß die von ihnen bestrahlten Objekte für das menschliche Auge mehr oder weniger hell. Wenn man von hellem oder grellem Lichte spricht, so ist solches gemeint, welches dem menschlichen Auge hell, d. i. „optisch hell", erscheint (s. S. 78). Da hierbei wesentlich die physiologische Beschaffenheit des Auges in Betracht kommt, so spricht man auch von einer „physiologischen Leuchtkraft" oder „optischen Helligkeit" der Lichtquellen, im Gegensatz zu der „chemischen oder photographischen".

Eine Übersicht über die optische Helligkeit verschiedener Lichtquellen möge folgende Tabelle geben, welche wohl nur ungefähr orientierende Näherungswerte gibt.

	Hefnerkerzen
Gebräuchliche elektrische Bogenlampe mit gewöhnlicher Kohle (je nach dem Energieverbrauch) von 6—10 Ampere	400—1000 u. mehr
von 15—20 Ampere	2000—5000
Elektrische Dauerbrandlampe	300—3000 u. mehr
„ Effektbogenlampe mit 6—10 Ampere	1300—2500
Quecksilberdampflampe (je nach der Größe)	ca. 300—800 u. mehr
Gewöhnliches elektrisches Glühlicht (Kohlefaden)	8, 16, 32 oder mehr
Metallfadenlampe (Wolframlampe)	gewöhnlich 25 50 (eventl. bis 1000)
Nernst-Projektionslampe bei 110 Volt	ca. 400—500
„ „ 220 Volt	bis 1000
Kalklicht aus Sauerstoff und Leuchtgas bei gewöhnlichem Druck	23—90
Kalklicht unter mehreren Atmospären Druck	ca. 400—600
Gewöhnliches Magnesiumband, von welchem 7,4 mg pro Sekunde verbrennen	125

	Hefnerkerzen
Öllampe	10—11
„ mit Sauerstoff angefacht	60
Leuchtgasflamme im Fischschwanzbrenner	6—10
„ im Argandbrenner	16—20
Azetylenlicht, ungefähr	60—100
Auersches Gasglühlicht	60—85
„ „ mit Preßluft	100—400
Petroleumlampe, Flachbrenner	5—7
„ Rundbrenner (15 mm Durchmesser)	6,5
„ „ (25 mm Durchmesser)	14
Hefner-Altenecks Amylazetatlampe	1
Stearinkerze	0,7—0,9
Die senkrechte Beleuchtungsstärke der Sonne im Zenit ungefähr	100000—160000

Verschiedenheit zwischen optischer Helligkeit und photographischer Wirksamkeit. — Bestimmung des Beleuchtungswertes.

Bei Versuchen, Photographien bei künstlichem Lichte herzustellen, ergibt sich, daß manches unserem Auge sehr hell erscheinende Licht, namentlich gelb oder rot gefärbtes Licht, auf gewöhnliche photographische Platten sehr wenig oder gar nicht einwirkt, wenn eben die sensible Schicht keine bemerkenswerte Rot- oder Gelbempfindlichkeit besitzt. Dagegen sind manche blaßblaue Flammen von bedeutender photochemischer Wirkung, wenn sie eben Strahlen aussenden, für welche die gewöhnlichen photographischen Platten ihre Maximalempfindlichkeit haben (Blau, Violett, Ultraviolett). Man sagt, solche Lichtquellen haben eine große „chemische oder photographische Leuchtkraft" oder „Helligkeit".

Von Lichtquellen mit großer „chemischer" Helligkeit sagt man auch, sie senden stark aktinisches Licht aus (vgl. S. 77 und 81).

Die chemische oder photographische Wirksamkeit von Lichtquellen hängt einerseits von der spektralen Zusammensetzung oder Färbung der emittierten Strahlen, andererseits von der Farbenempfindlichkeit der lichtempfindlichen Schichten ab. So wird z. B. Bromsilber (in Form von Gelatineemulsion) durch das Licht einer Stearinkerze unverhältnismäßig stärker affiziert als Jodsilber (in Form von nassen Kollodiumplatten).

Chlorsilberschichten, welche hauptsächlich für das Violett und Ultraviolett empfindlich sind, werden von gewöhnlichem Kerzenlicht, ja sogar von ziemlich hellem gelblichen Lampenlicht (z. B. Gas-, Petroleum- oder Glühlampen mit Kohlefaden) wenig photographisch verändert, weil diese Lichtquellen sehr arm an Violett und Ultraviolett sind.

Ähnlich verhält sich Chlorbromsilberpapier mit Entwickler, welches als „Gaslichtpapier" eine große Rolle im photographischen Kopierprozeß

spielt; es hat seinen Namen daher, weil man es bei großem Lichtabstand in die Kopierrahmen bei Gaslicht ohne Schaden einlegen und in geringer Distanz beim selben Licht belichten kann. Bei dem geringen Gehalte des Lichtes an Violett und Ultraviolett kommt man eben bei größerer Entfernung der Lichtquelle bald unter den „Schwellenwert" der Empfindlichkeit (vgl. S. 208).

Dagegen wirkt gelbliches Kerzen- oder Lampenlicht schon sehr kräftig auf Bromsilbergelatine, weil es ziemlich reich an blauen Strahlen ist und Bromsilber für diese seine Maximalempfindlichkeit aufweist. Färbt man solche Bromsilbergelatine mit Eosin oder Erythrosin, so steigt seine Gelbgrünempfindlichkeit gewaltig (s. Wirkung von Farbensensibilisatoren S. 261); da aber das Kerzenlicht besonders reich an gelben und gelbgrünen Strahlen ist, so wirkt solches Licht auf Eosin- oder Erythrosinplatten (orthochromatische Platten) viel kräftiger ein als auf gewöhnliche Bromsilberplatten.

Gewöhnliches Bromsilber ist für gelbes Natriumlicht sehr wenig empfindlich; eosinhaltiges Bromsilber (orthochromatische Platten) ist mindestens 100mal empfindlicher. Das blaue Phosphoreszenzlicht der Balmainschen Leuchtfarbe wirkt relativ viel stärker auf gewöhnlichen Bromsilbergelatine- als auf orthochromatischen Platten, während beim Bogenlicht das Verhältnis sich umkehrt (Eder 1885[1]).

Bromsilbergelatine zeigt nach der Sensibilisierung mit Eosin gegenüber gelblichem Gaslicht (Argandbrenner) eine Empfindlichkeitssteigerung um das 2 bis 3fache, gegenüber Tageslicht aber keine wesentliche Erhöhung der Gesamtempfindlichkeit; ähnliches gilt für Chlorsilbergelatine (zuerst nachgewiesen von Eder 1885[2]).

Man benutzt in der praktischen Photographie zur Aufnahme von Interieurs, welche mit gelblichem Lampenlicht beleuchtet sind, erfolgreich sog. orthochromatische Platten, welche unter diesen Verhältnissen z. B. 4mal empfindlicher erscheinen als gewöhnliche Bromsilberplatten, während sie gegenüber Tageslicht oder Magnesiumlicht usw. ungefähr gleichempfindlich erscheinen.

Die Qualität und Farbenempfindlichkeit der sensiblen Schicht ist also von großer Bedeutung für die Beurteilung der chemischen Wirksamkeit von Lichtquellen im Vergleich mit ihrer optischen Helligkeit.

Das Verhältnis der chemischen Lichtintensität zur optischen nennt man relative Aktinität, wie bereits auf S. 81 ausführlich erwähnt wurde.

Die relative Aktinität zweier Lichtquellen ist nur für ein und dieselbe Art sensibler Schichten konstant; sie ändert sich mit der

1) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., Wien, April 1885.

2) Eder, Photometrische Versuche über die sensibilisierende Wirkung von Farbstoffen auf Chlorsilber und Bromsilber bei verschiedenen Lichtquellen (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., Wien, Dez. 1885).

Farbenempfindlichkeit der photographischen Schichten und ist für Bromsilber-, Chlorsilber-, orthochromatische Platten usw. verschieden.

Darauf, daß die chemische Wirksamkeit eines Lichtes auf Daguerreotypplatten und dessen optische Helligkeit durchaus nicht proportional sind, machten schon Fizeau und Foucault 1844[1]) gelegentlich ihrer vergleichenden Untersuchungen über elektrisches Licht, Kalk- und Sonnenlicht aufmerksam.

Babo sprach in der Mitte der fünfziger Jahre aus, daß „die Menge der chemisch wirksamen Strahlen des blaßblauen Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlichtes in keinem Verhältnis zu ihrer (physiologischen) Lichtstärke steht" und daß diese dem Auge ganz schwach erscheinende Flamme eine außerordentlich größere photographische Wirksamkeit zeigt, als die helle Leuchtgasflamme[2]).

Sehr deutlich wird der Unterschied zwischen optischer Helligkeit und chemischer Wirksamkeit zweier Flammen durch die Versuche Bunsens und Roscoës (1859) nachgewiesen. Sie fanden, daß eine gewöhnliche Leuchtgasflamme (Steinkohlengas) fast 200mal heller dem Auge erscheint als die blaßblaue Kohlenoxydflamme, dagegen wirkt die erstere auf Chlorknallgas doch nur 1,972mal kräftiger. Eine 200mal größere Helligkeit bringt also in diesem Falle eine kaum 2mal stärkere chemische Wirkung mit sich.

Bei der Kohlenoxydflamme stellten Bunsen und Roscoë fest, daß bei ein und derselben Lichtquelle die chemischen Leuchtkräfte den physiologischen proportional sind; z. B. nimmt bei Verminderung der Gaszufuhr die physiologische und chemische Helligkeit im selben Verhältnisse ab.

Diese Regel scheint auch für andere derartige künstliche Lichtquellen (Amylazetatlicht, Azetylen usw.) gültig zu sein.

1) Ann. de chim. et de phys. (3), Bd. 11, S. 370. (Nach Fizeau und Foucault verhielt sich die optische Leuchtkraft (Helligkeit) eines Oxyhydrogenkalklichtes zu einem elektrischen Lichte aus 46 Elementen wie 1 : 34,3 und auch der chemische Effekt auf eine Daguerreotypplatte stand in demselben Verhältnisse. Dagegen wirkte das direkte Sonnenlicht (mittags) photographisch 4mal stärker als das elektrische Licht von 46 kleinen Elementen, aber nur $2^1/_2$mal stärker als das elektrische Licht bei Anwendung großer Elemente.)

2) Polytechn. Zentralbl. Horn, Phot. Journ. 1855, S. 9.

SECHZEHNTES KAPITEL.

ELEKTRISCHE LICHTQUELLEN.

Von den in der Praxis üblichen elektrischen Lichtquellen sind hauptsächlich zwei Arten zu unterscheiden, 1. Glühlicht, 2. Bogenlicht.

I. Glühlicht.

Bei diesem wird ein elektrischer Leiter durch den Stromdurchgang zur Glut gebracht und dessen Leuchtkraft als Lichtquelle verwendet. Um den Leiter vor Verbrennung zu schützen, schließt man ihn in eine luftleere Glashülle ein. Diese Kombination heißt Glühlampe. Unter Ökonomie der Lampe oder spezifischem Wattverbrauch versteht man den Wattverbrauch für je eine Hefnerkerze ihrer Leuchtkraft.

Die Kohlenfadenglühlampe (Grove 1840, Edison 1881), welche lange Zeit die einzig gebräuchliche Type war, besaß Glühfäden aus Kohle. Das Licht dieser Lampe ist bei normaler Spannung rötlichgelb und von geringer photochemischer Wirkung, die Temperatur des Fadens beträgt zwischen 1600°—1800°. Die Flächenhelle oder der Glanz (siehe S. 73), d. i. die pro 1 qmm des Fadens ausgestrahlte Lichtintensität, beträgt 0,25 Hefnerkerzen (HK), die Ökonomie beträgt zwischen 2,5 bis 4,3 Watt.

Die Ökonomie der Lampe ist um so günstiger, je höhere Spannungen man der Lampe zuführt, weil dadurch die Temperatur des Fadens steigt (s. Tabelle), das Licht wird weißer, aktinischer. Die Beleuchtung mit überspannten Glühlampen wird häufig in der Photographie angewendet (s. unten).

Je günstiger die Ökonomie, desto rascher sinkt die Lebensdauer und die nützliche Brenndauer der Kohlenfadenlampe, d. i. jene Zeit, bis zu welcher die Lampe um 20% in der Leuchtkraft abgenommen hat. Bei einer Lampe mit 4 Watt pro Kerze ist diese ca. 600 Stunden, bei 3 Watt 300 Stunden, bei 1,5 Watt 50 Stunden.

Bei einer Temperatur von zirka 2100° verbrennt der Kohlenfaden.

Da die Ökonomie der Lampe mit steigender Temperatur zunimmt, war das Bestreben darauf gerichtet, für den Faden ein Material zu verwenden, welches die höchsten Temperaturen ohne Zerstörung

Tabelle der Lichtstärke von Glühlampen mit Kohlenfaden für 115 Volt 16 Normalkerzen.

Untersucht bei Spannungen von 91 bis 181 Volt. (Nach Sahulka.)

Spannung in Volt	Stromverbrauch in Amp.	Verbrauchte Leistung in Watt	Gem. Normalkerzen (HE)
91,0	0,352	32,1	4,0
100,0	0,393	39,3	7,9
110,3	0,436	48,1	14,5
120,0	0,476	57,1	23,8
130,0	0,520	67,6	33,8
140,0	0,562	78,7	54,9
150,0	0,604	90,6	—
159,4	0,648	103,3	116,0
170,0	0,690	117,3	155,2
181,0	0,724	131,0	201,1

aushält. Den ersten Erfolg erreichte Howell mit den metallischen Kohlefadenlampen. Der Faden wird einer Temperatur von 3000° bis 3600° ausgesetzt, wodurch der Faden metallisiert wird, d. h. der Kohlefaden bekommt einen positiven Temperaturkoeffizienten des elektrischen Leitwiderstandes; er vergrößert, wie die Metalle beim Erhitzen, seinen Widerstand, während der Widerstand der gewöhnlichen Kohle bei steigender Temperatur sinkt. Die Ökonomie dieser Lampen ist 2,2 Watt bei einer nützlichen Brenndauer von 500 Stunden.

Einen weiteren Fortschritt bedeuteten die Metallfadenlampen, deren erste die Osmiumlampe von Auer von Welsbach (1902) war.

Da aber Osmium nur in geringen Mengen und zu hohem Preise erhältlich war, suchte man nach anderen geeigneten Metallen.

Dieses Ziel wurde erreicht in den Tantal- und den verschiedenen Wolframlampen. Der Faden der Tantallampe besteht aus gezogenem Tantalmetall. Die Ökonomie der Lampe ist ca. 1,8 Watt, die Lebensdauer ist bei den Metallfadenlampen mit der nützlichen Brenndauer im allgemeinen identisch. Noch ökonomischer sind die Wolframlampen, welche den Großteil der modernen Metallfadenlampen ausmachen. Diese haben die Ökonomie von 1,1 Watt, der Glanz ist 0,3 HK pro 1 qmm. Die Lebensdauer ca. 1000 Stunden. Das Licht ist bedeutend weißer als bei der Kohlenfadenlampe und von größerer photochemischer Wirkung, vorteilhaft sind die Wolframintensivlampen bis 1000 HK und mehr, welche wegen ihres warmen Lichtes sich sehr wohl in vielen Fällen zum Ersatze von Bogenlampen eignen. Sämtliche Metallfadenlampen haben wegen des geringen spez. Widerstandes

des Fadenmaterials sehr lange und dünne Fäden, welche an Glasspindeln oder Häkchen, die im Innern der Lampe befestigt sind, aufgehängt werden. Die Wolframlampen gehen durch Stoß sehr leicht zugrunde und eignen sich im ganzen besser für Brennen in hängender Lage. Die „Nernstlampe“ von Professor Walter Nernst besitzt als Leuchtkörper einen oder mehrere Stäbchen oder Bügel aus einem Gemisch von seltenen Erden. Da diese nur in erhitztem Zustande leiten, ist die Anbringung eines Heizkörpers erforderlich. Die Ausschaltung desselben erfolgt bei Erglühen des Leuchtstäbchens automatisch mit Hilfe eines kleinen Elektromagneten. Um die Stäbchen vor Spannungsschwankungen, gegen welche sie sehr empfindlich sind, zu schützen, werden Eisendraht-

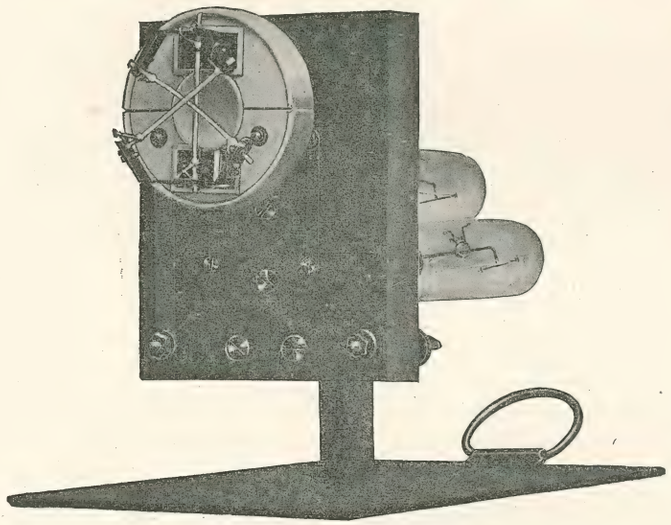


Fig. 185. Nernst-Projektionslampe.

widerstände in luftleeren Birnen vorgeschaltet. Die Ökonomie der Lampe beträgt 1,7 Watt, die Flächenhelle 1—1,6 Hefnerkerzen pro 1 qmm, die Fadentemperatur 2100°, die Lebensdauer eines Stäbchens 700 Stunden.

Die Nernstlampe eignet sich besonders für Projektionszwecke und für Zwecke der Spektralanalyse[1]), und ist eine gebräuchliche Form aus Fig. 185 ersichtlich[2]); häufig werden auch die Stäbchen parallel angeordnet. Dieselbe ist schon mit Vorschaltwiderständen versehen. Die Lichtstärke geht bis 1000 Kerzen. Der Vorteil der Lampe liegt in der

1) Vgl. Phot. Rundschau 1904, S. 99; Gaumont, Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 392; 1905, S. 319.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 364.

vollständigen Ruhe und Gleichmäßigkeit des Lichtes[1]), welches immer im Fokus bleibt; das Spektrum des Nernstlichtes ist kontinuierlich und bei heller Weißglut kräftig bis ca. λ 4000 im Ultraviolett.

II. Bogenlicht.

Die Erfindung des Bogenlichtes stammt von Humphrey Davy 1808. Derselbe beobachtete, als er die Pole seiner Batterie mit zwei Holzkohlestücken verband und langsam voneinander entfernte, daß zwischen ihnen eine glänzende Lichterscheinung entstand. Er nannte dieselbe Lichtbogen, weil seine Kohlen horizontal angeordnet waren und die erwärmte Luft die Flamme bogenförmig aufwärts trieb. Die Bezeichnung ist geblieben, trotzdem z. B. bei senkrecht übereinander angeordneten Kohlen keine Spur eines Bogens vorhanden ist. Als Elektroden des Bogens verwendet man in der Praxis Kohlenstifte, welche aus einer hochkomprimierten (100—400000 Atmosphären) Masse von pulverisiertem Ruß- oder Petroleumkoks mit einem Bindemittel (gewöhnlich Teer) bestehen. Die Stifte werden nach dem Pressen noch im elektrischen Ofen bis 1700° gebrannt. Man unterscheidet Homogenkohlen, welche einheitlich aus gepreßter Masse bestehen, und Dochtkohlen, welche in der Mitte einen Längskanal besitzen, welcher mit einer Masse aus Graphit mit Wasserglas angefüllt ist. Der Zweck des Dochtes ist, den Lichtbogen zentral festzuhalten[2]). Die Theorie der Bogenlampe ist ziemlich kompliziert. Nach den heutigen Anschauungen der Elektronentheorie erklärt sich die Entstehung des Lichtbogens so, daß die Luft zwischen den Kohlen durch die Erhitzung und verdampften Elektrodenteilchen stark ionisiert ist und den Übergang des elektrischen Stromes vom positiven zum negativen Pol ermöglicht. Der Bogen verhält sich demnach wie ein elektrischer Leiter, wovon bei der Anordnung von Blasmagneten (s. u.) Gebrauch gemacht wird.

Der Lichtbogen erfordert zu seiner Entstehung eine Spannung von ca. 42 Volt. Da jedoch die vorhandene Spannung in den meisten Fällen viel höher ist (110 oder 220 Volt), so ist man gezwungen, einen Teil der Spannung nutzlos in Widerständen abzudrosseln oder mehrere Lampen in Serie zu schalten. Es muß daher bei Angaben über die Ökonomie von Bogenlampen immer beachtet werden, ob sich dieselbe unter Vorschaltung eines entsprechenden Widerstandes versteht.

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 336.

2) B. Monasch, Der elektrische Lichtbogen bei Gleich- und Wechselstrom. J. Springer, Berlin 1904; derselbe, Elektrische Beleuchtung, 2. Aufl., Hannover 1910. K. Schaum, Photochemie und Photographie. Barth, Leipzig 1908.

Je nach der Stromart der Lampe unterscheidet man Gleich- und Wechselstrombogenlampen; nach der Zusammensetzung der Kohlenstifte und nach der Art ihres Abschlusses unterscheidet man:

1. gewöhnliche oder Niederspannungsbogenlampen mit gewöhnlichen Kohlenstiften,

2. Doppelspannungs-(Bivolt-)Lampen mit sehr harten Kohlenstiften und großer ziemlich luftdichter Glocke,

3. Dauerbrandlampen mit kleiner luftdichter Glasglocke,

4. Lumineszenzlampen, das sind die Effekt- oder Flammbogenlampen mit besonders präparierten Kohlenstiften, und Magnetitlampen.

Bei den Gleichstromlampen erfolgt der Transport der Masseteilchen immer vom positiven zum negativen Pol. Der erstere wird daher

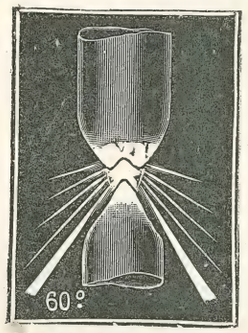


Fig. 186. Lichtausstrahlung der gewöhnlichen Bogenlampe.

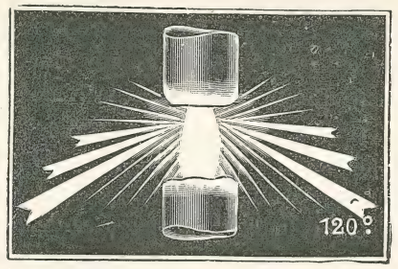


Fig. 187. Lichtausstrahlung der Dauerbrand-Regina-Bogenlampe.

stärker abbrennen und deshalb größer dimensioniert werden müssen. Die positive Kohle brennt kraterförmig aus, während die negative spitz bleibt. Die Temperatur der negativen Kohle beträgt ca. 2870°, des Kraters 3500°. Noch höher ist die Temperatur des Bogens. Dagegen sendet der Krater den größten Teil des optisch wirksamen Lichtes aus, ca. 85%, seine Flächenhelle beträgt 150 HK pro 1 qmm, die negative Kohle ist an der Lichtabgabe nur mit 10% beteiligt, der Bogen nur mit 5%, dagegen geht vom Bogen der größte Teil der photographisch sehr wirksamen ultravioletten Strahlung aus.

Aus diesen Umständen ergibt sich eine ungleichmäßige Lichtverteilung bei den Bogenlampen, indem die maximale Lichtintensität unter einem bestimmten Winkel ausgestrahlt wird, während die Lichtstärke in horizontaler und vertikaler Richtung nach auf- und besonders abwärts wegen des Schattens der Kohlenstifte selbst viel kleiner ist, wie dies aus Fig. 186 und 187 unmittelbar ersichtlich ist; die Zahlen 60° und 120° geben den Winkel an, welchen die Strahlen der Maximalhelligkeit unter sich einschließen.

Denkt man sich durch die Achse der Kohlen eine Ebene gelegt und vom Strahlenmittelpunkte aus in den verschiedenen Richtungen die in der Einheit gemessenen Lichtstärken aufgetragen (Fig. 188), so zeigt sich, daß diese für die einzelnen Austrittswinkel bei vertikal angeordneten Kohlen bei Gleichstromlampen für die einzelnen Austrittswinkel sehr verschieden sind. Die Lichtwirkung ist in der horizontalen Richtung und nach aufwärts sehr gering, während die Lichtstärke unter einem Winkel von etwa 40° nach abwärts ihr Maximum erreicht. Beim Wechselstrombogen verteilt sich die Lichtmenge ziemlich symmetrisch nach oben und unten, wie Fig. 189 zeigt[1]). Für die Reproduktionsphotographie ist das nach einer Richtung stärker konzentrierte Licht der Gleichstrombogenlampe in der Regel vorteilhafter.

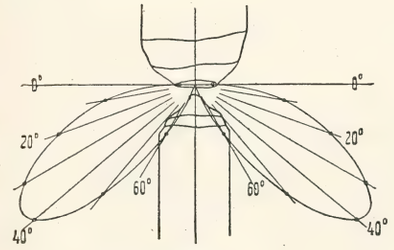


Fig. 188.
Lichtverteilung beim Gleichstrombogen.

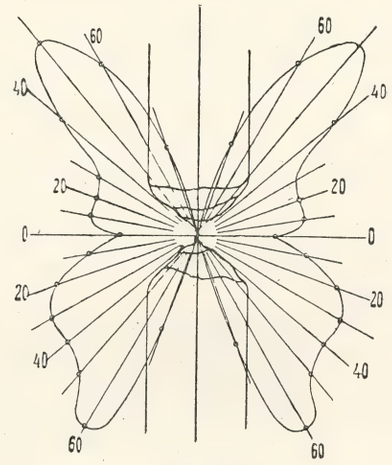


Fig. 189.
Lichtverteilung beim Wechselstrombogen.

Der Winkel, den die maximale Lichtintensität mit der horizontalen einschließt, beträgt[2]):

	Gleichstrom	Wechselstrom
Gewöhnliche Niederspannungslampe	40° mit Überfangglocke	35° mit Reflektor und Überfangglocke
Dauerbrandlampe	20° mit matter Innen- u. Außenglocke	46° mit matter Innen- u. Außenglocke
Effektlampe mit nebeneinanderstehenden Kohlen	63° mit Glocke	45° mit Glocke

Eine andere Art der graphischen Darstellung der Lichtverteilung der Gleichstrombogenlampe zeigt Fig. 190, welche auf dasselbe hinauskommt, wie die Darstellung in Fig. 188.

1) Luegers Lexikon der gesamten Technik, 1905, II, S. 169 und 170.
2) J. Zeidler, Die elektrischen Bogenlampen.

Die Photometrierung der Bogenlampe unter verschiedenen Winkeln ergibt deutlich die ungleichmäßige Lichtverteilung der Bogenlampe.

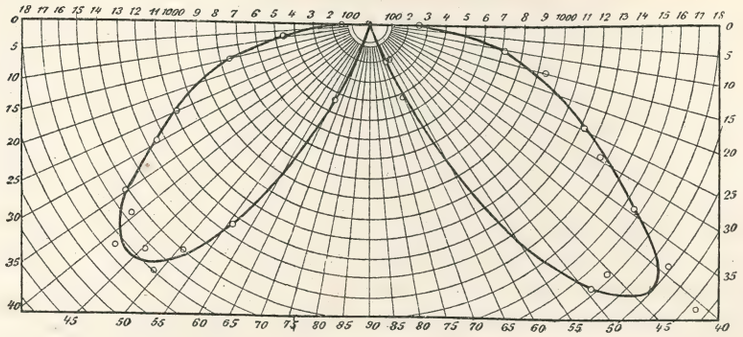


Fig. 190.
(Aus Experimentalvorlesungen über Elektrotechnik von D. K. E. F. Schmidt. Halle a. S. W. Knapp 1898. Fig. 178, S. 251.)

Man war daher genötigt, um eine einheitliche Beurteilung der Bogenlampen durchführen zu können, den Begriff der mittleren räumlichen

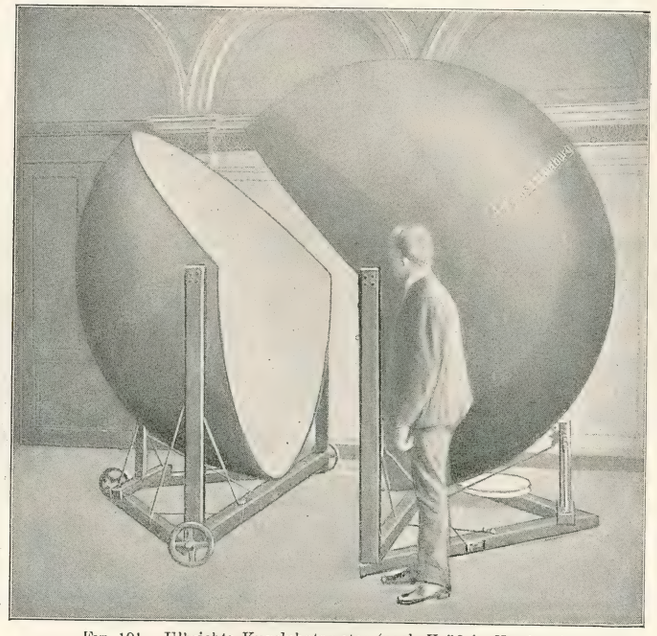


Fig. 191. Ulbrichts Kugelphotometer (nach Krüß in Hamburg).

(sphärischen) Lichtstärke einzuführen. Man versteht darunter die Lichtstärke, welche eine Lichtquelle haben müßte, welche nach allen

Richtungen gleichstarkes Licht ausstrahlt und im ganzen soviel wie die Bogenlampe, bei der die Lichtverteilung eine ungleichmäßige ist. Unter unterer oder oberer hemisphärischer Lichtstärke ist der Mittelwert der Lichtstärken in allen Richtungen unterhalb oder oberhalb der durch die Lampenmitte gehenden Horizontalebene zu verstehen. Die Bestimmung der sphärischen Lichtstärke kann aus der Kurve (Fig. 190) rechnerisch oder graphisch bestimmt werden, oder einfacher mit Hilfe von Lichtintegratoren wie das Kugelphotometer von Ulbricht[1]), welches aus einer innen diffus reflektierenden weißen Hohlkugel besteht, und mit einer einzigen Messung die sphärische Lichtstärke einer im Mittelpunkte der Kugel befestigten Bogenlampe ergibt (Fig. 191). Die ausgestrahlte Lichtmenge hängt von der zugeführten Stromstärke ab (siehe unten Tabelle der Ökonomie). Die nachstehenden zwei Tabellen geben an, wie die Lichtstärke bei steigender Stromstärke zunimmt.

Die pro Quadratmillimeter der Kraterfläche ausgestrahlte mittlere sphärische Lichtstärke wächst mit der Stromdichte in der positiven Kohle bei offenem Bogen (vgl. Monasch, Der elektrische Lichtbogen 1904, S. 174).

Um die Lichtverteilung der Bogenlampen gleichmäßiger zu gestalten, bedient man sich der Überfangglocken aus Matt-, Holophan-,

Tabelle über die Lichtstärke gewöhnlicher Geichstrombogenlampen mit Reinkohlen.
(Nach Paul Bögner).

Stromstärke (Ampere)	Mittlere hemisphärische Lichtstärke	
	des nackten Lichtbogens (Hefnerkerzen)	der Lampe mit Glocke (Hefnerkerzen)
3	137	91
4	230	152
5	320	210
6	435	290
7	560	370
8	685	455
9	820	540
10	960	635
12	1280	845
15	1790	1180
18	2340	1545
20	2660	1770

1) Elektrot. Zeitschr. 121, 595, 900; 26, 512, 1905; 27, 50, 1906; 28, 777, 1907.

Tabelle über die Lichtstärke von Flammenbogenlampen mit nebeneinanderstehenden Kohlen.

(Nach Paul Bögner.)

Stromstärke (Ampere)	Gleichstrom: Mittlere hemisphärische Lichtstärke		Wechselstrom: Mittlere hemisphärische Lichtstärke	
	des nackten Lichtbogens (Hefnerkerzen)	mit Glocke (Hefnerkerzen)	des nackten Lichtbogens (Hefnerkerzen)	mit Glocke (Hefnerkerzen)
6	1300	1000	—	—
8	1780	1370	1425	1100
10	2450	1880	1975	1529
12	3700	2845	2710	2090
15	—	—	4000	3080

Opal- oder Alabasterglas. Die Wirkung solcher Glocken ist aus Fig. 192 leicht ersichtlich. Der Lichtverlust durch diverse Mattglocken ist verschieden. Alabasterglocken absorbieren nur ca. 16 %, Opalglas ca. 25 % und Milchglas 30 bis 60 %.

Die Helligkeit der Bogenlampe steigt mit der Stromstärke, jedoch in höherem Verhältnis als diese (Fig. 193), woselbst die volle Kurve die maximalen, die gestrichelte die sphärischen Lichtstärken angibt. Da die Kohlen ständig abbrennen, würde der Bogen nach einiger Zeit wegen der zu großen Elektrodendistanz verlöschen. Die Kohlen müssen daher in möglichst konstanter Entfernung gehalten werden. Außerdem ist es nötig, beim Einschalten die Kohlen einen Augenblick zur Berührung zu bringen und voneinander zu entfernen. Dies erfolgt in vielen Fällen, besonders wo es sich nicht um lange Brenndauern handelt, einfach durch Handregulierung. Die automatischen Regelwerke werden elektrisch ausgelöst, und unterscheidet man je nach der Schaltung derselben Hauptschluß-, Nebenschluß- und Differentiallampen. Ihr Prinzip besteht darin, daß ein Eisenkern durch den elektrischen Strom in ein Solenoid hineingezogen wird, wobei der Eisenkern selbst mit der Kohle in Verbindung steht, oder auch nur ein Uhrwerk auslöst, welches die Kohle bewegt. Eine gute Lampe soll dreimal in der Minute regulieren. Da in jeder Regulier-

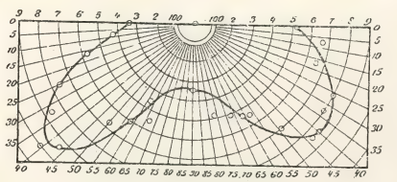


Fig. 192.
(Aus Experimentalvorlesungen über Elektrotechnik von D. K. E. F. Schmidt. Halle a. S. W. Knapp 1898. Fig. 179, S. 251.)

periode die Stromstärke und damit die Helligkeit sinkt, müssen Beruhigungswiderstände vorgeschaltet werden, damit die Helligkeitsunterschiede in engen Grenzen gehalten werden, sonst zuckt die Lampe.

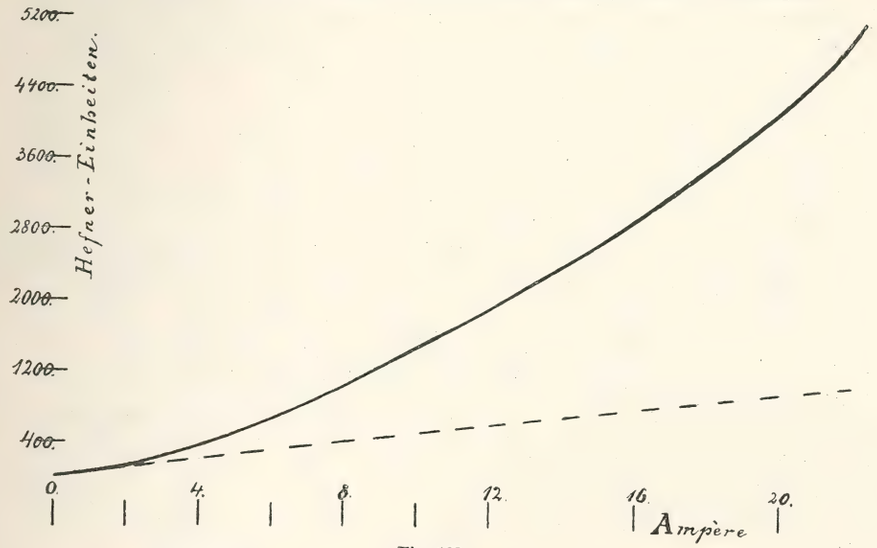


Fig. 193.
(Aus Experimentalvorlesungen über Elektrotechnik von D. K. E. F. Schmidt. Halle a. S. W. Knapp 1898. Fig. 177, S. 249.)

Charakteristik der verschiedenen Bogenlampen.

a) Gewöhnliche Niederspannungslampe mit unbeschränktem Luftzutritt.

Die positive Kohle brennt ca. doppelt so schnell ab als die negative. Für normale Beleuchtungszwecke ist die positive Kohle als obere angeordnet; gewöhnlich ist dieselbe als Dochtkohle ausgeführt, was den Zweck hat, den Lichtbogen im Mittelpunkte zu fixieren. In Projektionsapparaten und Scheinwerfern wird die Anordnung mit horizontaler positiver Kohle und nach vorne gerichtetem Krater bevorzugt (Fig. 194 bis 199).

Nachstehende Figuren stellen verschiedene Typen von Handregulierlampen dar. Fig. 194 und 195 stellen Lampen der Stralsunder Bogenlampenfabrik dar. Beide gestatten nicht nur Regulierung des Bogens, sondern auch Verstellbarkeit desselben nach allen Richtungen.

Fig. 196 zeigt die Konstruktion einer Bogenlampe mit Einrichtung zum raschen Zentrieren bei BC und MH, wie sie E. Liesegang in Düsseldorf für seine Projektionslampen verwendet.

Eine ebenfalls für Projektionszwecke speziell geeignete Lampe der Firma Paul Kleye in Leipzig stellt Fig. 197 dar. Das feine Regu-

lieren der Lampe geschieht mittels des Handgriffes *A*. Durch Hochheben desselben wird ein mit *A* in Verbindung stehender Wurmtrieb ausgelöst und kann durch die Schraube *B* eine grobe Einstellung der Lampe rasch erfolgen. Durch Handgriff *C* kann die Lampe gehoben und gesenkt, mittels *D* seitlich gedreht werden. Das genaue Justieren

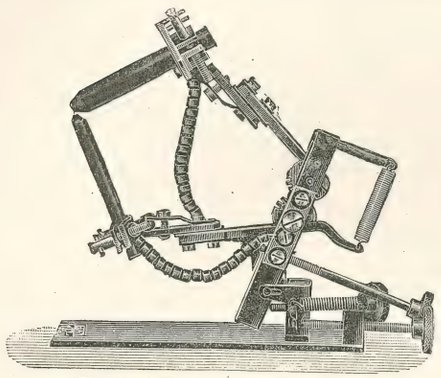


Fig. 194. Verstellbare Bogenlampe.

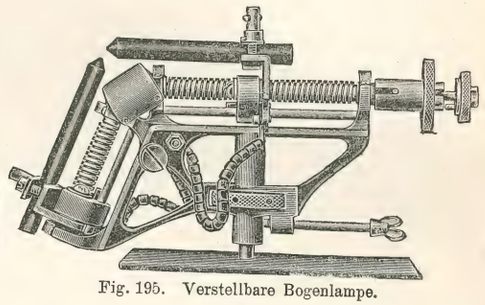


Fig. 195. Verstellbare Bogenlampe.

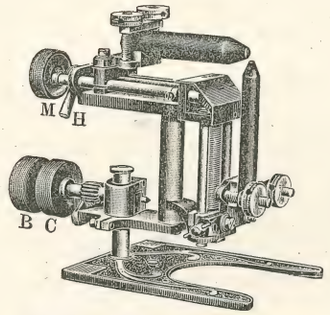


Fig. 196. Liesegangs Projektionslampe.

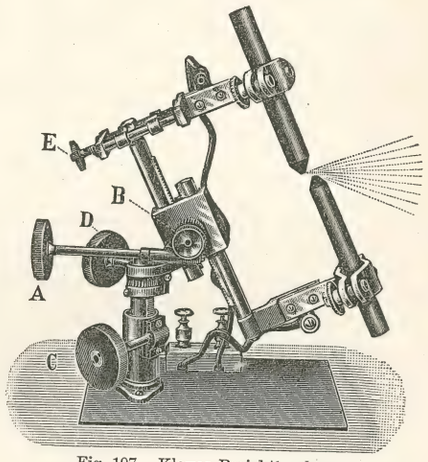


Fig. 197. Kleyes Projektionslampe.

beider Kohlen, was für Projektionszwecke sehr wesentlich ist, geschieht mittels Schraube *E*. Die Lampe ist gut isoliert und können alle Verstellungen während des Brennens derselben vorgenommen werden.

Wo eine eigene Leitung für den Bogenlampenanschluß nicht vorgesehen ist, eignen sich besonders die Schwachstrombogenlampen, welche wegen ihres geringen Stromkonsums, ca. 6 Amp., den direkten Anschluß an die Lichtleitung, Gleich- oder Wechselstrom, gestatten. Eine solche Lampe, wie sie von der Firma Lechner in Wien erzeugt wird, zeigt Fig. 198.

Eine vorzüglich automatisch regulierende Lampe, welche einen sehr ruhigen und gleichmäßigen Lichtpunkt und Beleuchtungskegel gibt,

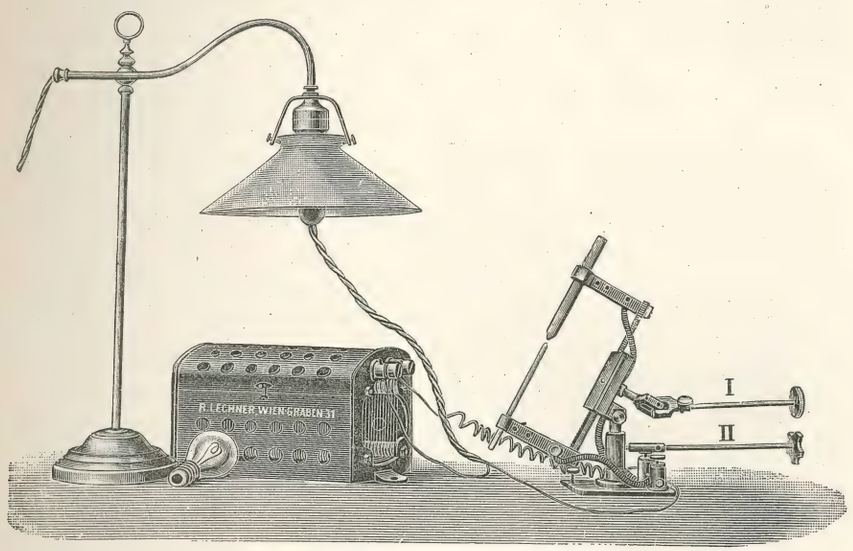


Fig. 198. Lechners Schwachstrombogenlampe.

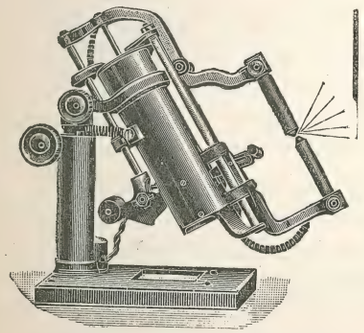


Fig. 199. Ewon-Lampe von Geiger.

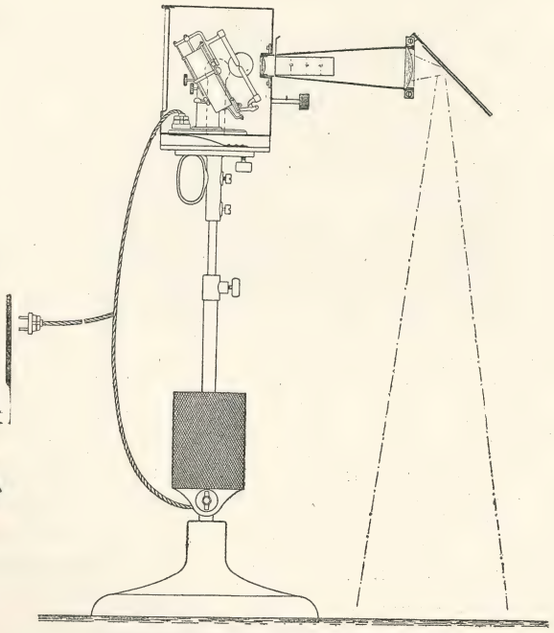


Fig. 200. Ewon-Scheinwerfer von Geiger.

ist die „Ewon-Lampe“ von Gustav Geiger in München[1]). Bei derselben bewegen sich beide Kohlen durch Winkelhebelverdrehung derart, daß der Bogen an einem fixen Punkt verbleibt (Fig. 199). Die Lampe ist sehr handlich und wird unter anderen für Vergrößerungen, Projektionen, Mikrophotographie usw. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt verwendet. Dieselbe Lampe wird in Form eines kleinen Scheinwerfers gebracht. Fig. 200 zeigt den „Miniaturscheinwerfer Ewon“ von Geiger mit Stativ, Widerstand und Spiegel. Mit Hilfe des Spiegels ist man in der Lage, durch Drehen des Tubus das Licht nach jeder Richtung zu lenken (empfehlenswert für Mikrophotographie, dokumentarische Photographie, Reproduktionen nach mäßig großen Originalen usw.).

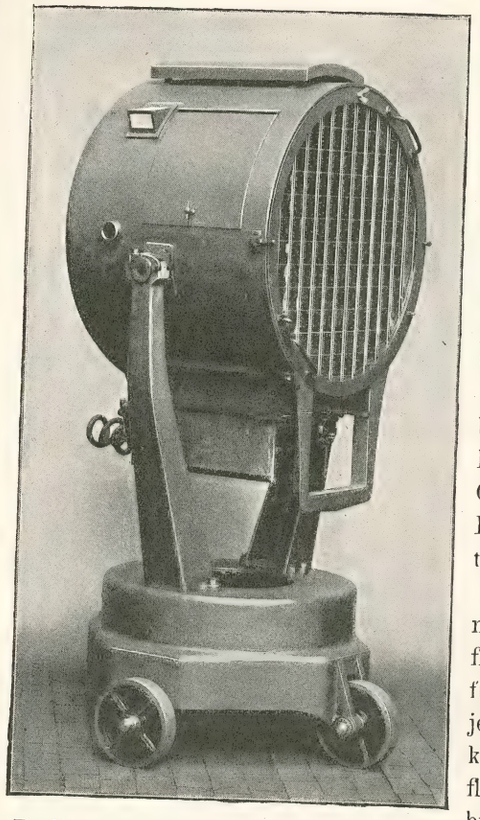


Fig. 201. Scheinwerfer mit fahrbarem Untersatz und geschliffenem Kreuzstreuer von Siemens & Halske.

Wegen der durch die Kraterbildung bedingten einseitigen Lichtausstrahlung eignen sich die Gleichstromlampen besonders für Projektions- und Bodenbeleuchtungszwecke.

Bei Wechselstromlampen brennen beide Kohlen gleichmäßig flach ab, sie sind ungünstiger für Bodenbeleuchtung und Projektion. Ist die Wechselzahl kleiner als 40 pro Sekunde, so flimmert das Licht infolge Abbrechens und Wiederentstehens des Lichtbogens.

Bogenlampen mit Scheinwerfern.

Gewöhnliche Bogenlampen sehr großer Dimensionen stellen die in Ateliers nicht selten verwendeten Scheinwerfer dar.

Für möglichst gleichmäßige und intensive Beleuchtung von Vorlagen, die auf photographischem Wege reproduziert werden sollen, sind

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 244.

Scheinwerfer mit Kreuzstreuer sehr geeignet. Die vom Glasparabolspiegel nahezu parallel reflektierten Lichtstrahlen der Bogenlampe werden zunächst durch einen vorgesetzten einfachen Streuer mit vertikal angeordneten geschliffenen Zylinderlinsen auf einem Streuungswinkel von gewöhnlich 20° in der Horizontalebene ausgebreitet. Hierdurch wird eine Übereinanderlagerung der Bilder sämtlicher Linsen bewirkt und ein Ausgleich der Unregelmäßigkeiten des Scheinwerferlichtes erzielt. Vor diesen Streuer wird ein zweiter mit horizontal angeordneten Zylinderlinsen gesetzt, welcher das Licht in gleicher Weise, wie vorher beschrieben, in der Vertikalebene streut (Fig. 201).

Der Kreuzstreuer wird häufig weggelassen und der Lichtbogen im Brennpunkte eines Parabolspiegels aus Glas, Neusilber oder Magnalium angeordnet. An Stelle des Spiegels kann auch eine diffus reflektierende Fläche vorgesehen sein. In vielen Fällen werden Parabolspiegel und Kreuzstreuer kombiniert.

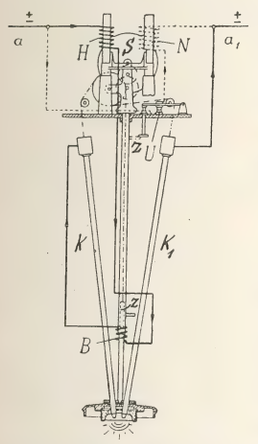


Fig. 202.
(Aus Elektrische Beleuchtungsanlagen von F. Grünwald. XI. Aufl. Halle a. S. W. Knapp 1907. Fig. 141, S. 190.)

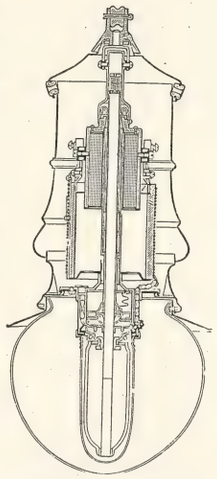


Fig. 203. Querschnitt der Reginalampe.

b) Sparbogenlampen.

Bringt man unmittelbar über dem oberen Kohlenstifte einen Hohlkörper, „Sparer“, aus Schamotte an, so tritt durch Abhaltung von Zugluft eine Beruhigung des Lichtbogens, durch Erhöhung der Temperatur eine bessere Lichtökonomie und durch verringerte Luftzufuhr eine Verringerung des Abbrandes und Erhöhung der Brenndauer um ca. 30% ein, gleichzeitig dient der Sparer als Reflektor und erzeugt durch Glühendwerden selbst Licht. Besonders vorteilhaft wirkt der Sparer bei Lampen mit schräg nebeneinanderstehenden Kohlen (Fig. 202).

c) Doppelspannungslampen.

Wird der Luftzutritt zu den Kohlen beschränkt, so schwindet die Krater- und Spitzenbildung mehr und mehr, die Kohlen brennen flach ab und der Lichtbogen springt schnell von einem Punkt zum andern. Wegen Fehlens der Krater- und Spitzenbildung wird die nach einer Seite ausgestrahlte Lichtmenge sehr ungleichmäßig, da der Bogen am Rande

der Kohlen wandert, immer den Punkt des geringsten Widerstandes suchend. Bei den Doppelspannungslampen rotiert wegen Verwendung dünner Kohlenstifte der Lichtbogen rund um den Rand der Kohle. Wegen geringen Luftzutrittes sinkt der Abbrand bedeutend. Das Licht ist von bläulichvioletter Farbe und sehr reich an chemisch wirksamen Strahlen. Die für den Lichtbogen erforderliche Spannung beträgt ca. 80 Volt, so daß die Lampe in einem 110 Volt-Netze mit Vorteil in Einzelschaltung gebrannt werden kann. Hierher gehören die „Helia-Lampe“ der Regina-Bogenlampen-Fabrik Köln-Sülz und die „Excello-Kugelflammenlampe“ von Körting & Matthiesen-Leipzig.

d) Dauerbrandlampen.

Bei diesen ist durch eine kleine, nahezu luftdicht unmittelbar an den Lichtbogen gelegte Glasglocke ein fast luftdichter Abschluß des Lichtbogens herbeigeführt. Das Licht ist photochemisch sehr wirksam. Die Bogenspannung beträgt bis 90 Volt. Für Raumbeleuchtungszwecke erhalten die Lampen Überfangglocken, welche bei Reproduktionslampen wegfallen. Die erste derartige Lampe wurde von Jandus 1893 hergestellt. Gegenwärtig werden solche Lampen von vielen Firmen erzeugt, so die „Reginalampe“ (Fig. 203) der Regina-Bogenlampenfabrik, die Dauerbrandlampe von Körting & Matthiesen und der Stralsunder Bogenlampenfabrik, der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben, Prag, speziell für photographische Aufnahmen[1]), ferner die Liliputlampe der Siemens-Schuckertwerke, hauptsächlich für Beleuchtungszwecke in kleinen Einheiten (110 HK). Für photo-chemigraphische Zwecke werden solche Lampen mit diffus reflektierenden Schirmen montiert.

Die Brenndauer der Dauerbrandlampe ist sehr hoch, bis 300 Stunden, doch empfiehlt es sich, nicht über 100 Stunden zu gehen, da die Bedienungskosten bei höherer Brenndauer infolge des häufig nötigen Putzens der Luftabschlußglocke nicht geringer werden.

e) Lumineszenzlampen.

Hierher gehören die Effekt- oder Flammbogenlampen, bei welchen der Docht der positiven Kohle mit Fluoriden von Calcium (gelbes Licht), Strontium (rotes Licht) oder Barium (weißes Licht) getränkt wird. Obwohl die günstige Wirkung dieses Verfahrens schon früher bekannt war, so brachte doch erst Bremer 1898 diese Lampen zu praktischer Bedeutung. Der günstige Effekt entsteht dadurch, daß die entstehenden Dämpfe

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 244.

des betreffenden Metalls eine bedeutende Leuchtkraft haben, so daß der Bogen etwa 25 % der Gesamtlichtemission enthält und die Ökonomie bedeutend verbessert wird[1]). Da die Länge des Bogens hier größer ist, 15 bis 35 mm gegen 5 mm bei der gewöhnlichen Bogenlampe, kann durch Anordnung von Sparern und sogenannten Blasmagneten der Lichtbogen noch vergrößert und die Leuchtkraft erhöht werden. Die Wirkung des Blasmagneten besteht in der abstoßenden Wirkung, die ein Magnet gegen einen Stromkreis ausübt, da der Lichtbogen wie ein elektrischer, stromdurchflossener Leiter sich verhält. Der größte Lichtgewinn wird bei gelbem (Calcium-) Lichte erzielt und beträgt das 2- bis 3fache des gewöhnlichen Bogenlichtes, doch eignet sich Calciumlicht wegen des Mangels an roten Strahlen schlecht für das Erkennen von Farben. Für Reproduktionszwecke und Atelierbeleuchtung verwendet man gewöhnlich das weiße Bariumlicht. Vorteilhaft ist die Verwendung vergoldeter Spiegelreflektoren, welche die roten Strahlen gut reflektieren[2]). Ein Nachteil der Effektkohlen liegt darin, daß der Abbrand sehr groß ist, daher häufiger Kohlenwechsel nottut und schädliche Stickstoff-Dioxyddämpfe sich entwickeln. Auch ist das Licht unruhiger als bei gewöhnlichen Bogenlampen, da der lange Bogen gegen Zugluft sehr empfindlich ist. Die Ökonomie ist von allen Kohlenbogenlampen die beste. Die Ursache liegt darin, daß hier weniger Temperaturstrahlung als Lumineszenzwirkung vorliegt[3]); weniger Bedeutung für die Praxis besitzt die von C. P. Steinmetz erfundene Magnetitlampe[4]).

Bei der Wahl der Bogenlampe für bestimmte Zwecke sind die Ökonomie und die Bedienungs- und Kohlenkosten zu berücksichtigen. Die Ökonomie ist in optischer Hinsicht am günstigsten bei den Effektbogenlampen, dann folgen die Doppelspannungslampen und die gewöhnlichen Bogenlampen mit unbeschränktem Luftzutritt; am ungünstigsten sind die Dauerbrandlampen. In bezug auf Aktinität ändert sich das Verhältnis. Dieses Verhältnis der Ökonomie kann dadurch eine Modifikation erfahren, daß die Dauerbrandlampen in Einzelschaltung in einem 110 Volt-Netze brennen können, während bei gewöhnlichen Bogenlampen und Effektbogenlampen dies sehr unökonomisch wäre. Bezüglich der Kohlenkosten und der Bedienung sind die Effektbogenlampen am ungünstigsten, es folgen die gewöhnlichen offenen Bogenlampen, während Doppelspannungslampen und Dauerbrandlampen am günstigsten sind.

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 391; 1905, S. 319; 1910, S. 351.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 375.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 365.
4) Siehe Schaum l. c. S. 191.

f) Das elektrische Quecksilberlicht.

Der erste Versuch Quecksilberbogenlampen herzustellen ging von Way (1860) aus; er ließ einen dünnen Faden metallischen Quecksilbers an der Luft mit Hilfe eines starken elektrischen Stromes von 60 Grove-Elementen brennen und erzielte ein sehr aktinisches Licht[1]). Die entweichenden Quecksilberdämpfe sind aber giftig und Way büßte seine Versuche mit dem Leben.

Die erste brauchbare Quecksilberlampe konstruierte Arons[2]) (1892), indem er den Lichtbogen in einer fast luftleer gemachten, eigentümlich geformten Glasröhre (Fig. 204) erzeugte, wobei man mit mäßigen Stromstärken ein intensives, außerordentlich aktinisches, bläulichweißes Licht erhält. Diese Quecksilberbogenlampe wurde 1901 von Cooper Hewitt vervollkommnet. Hewitt brachte den Widerstand der Gassäule des Quecksilberbogens mit den Dimensionen der Röhre in richtigen Zusammenhang und brachte die Elektroden an beiden Enden einer langen geschlossenen Glasröhre[3]) an, als positive Elektrode benutzte Hewitt eine Eisenelektrode. — Später wurden Wolframanoden benutzt[4]).

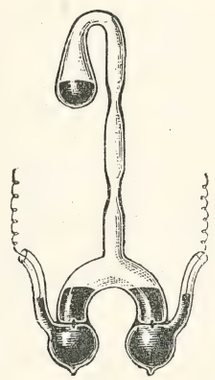


Fig. 204.
Arons Quecksilberlampe.

Die Original-Cooper-Hewitt-Lampen liefern in der Röhrenlänge von 1,20 m etwa 700 bis 800 Normalkerzen (optisch), bei 60 cm Länge die Hälfte. Sie sind achtmal sparsamer als Glühlicht und zwei bis dreimal sparsamer als Bogenlicht. Lebensdauer 2000 bis 5000 Brennstunden.

An der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien werden Hewittsche Quecksilberdampflampen mit bestem Erfolge für Reproduktionszwecke (nasses Kollodiumverfahren, Autotypie mit Trockenplatten) verwendet (Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 341).

1) Quecksilberlicht schwärzt rasch Chlorsilber (Phot. News 1861, S. 279; Kreutzers Zeitschrift f. Phot. 1862, Bd. 5, S. 20). — Monckhoven fand das Licht sehr wirksam, aber warnt vor dessen Giftigkeit (Bull. Soc. franç. 1871, S. 210). — Bedford kopierte 1861 Negative auf Chlorsilberpapier mit einer Way-Lampe (Kreutzers Zeitschr. f. Phot. 1862, Bd. 5, S. 20; Phot. News 1861, S. 279).

2) Wiedem. Annal. Phys. 1892, Bd. 47, S. 767; 1896, Bd. 58, S. 73; Eders Jahrb. f. Phot. 1896, S. 26 und 423; 1900, S. 520.

3) Z. B. haben die Glasröhren eine Länge bis 3 m und einen Durchmesser bis 5 cm; kleinere Röhren sind etwa 20 cm lang und $2^1/_2$ cm weit.

4) Urbain, Scal und Feige benutzten Wolframanoden in den Quecksilberdampflampen und erzielten mit stark erhitzten Anoden ein sehr intensives, weißes Licht, namentlich reich an Ultraviolett (Compt. rend., Bd. 152, S. 255; Eders Jahrb. f. Phot. 1911, S. 354).

Hewitt beobachtete, daß der elektrische Strom in einer Vakuumröhre von Eisenelektroden zum Quecksilber nur in der Richtung Eisenquecksilberdampf-Quecksilber durchgeht, in umgekehrter Richtung (das ist vom Quecksilber zum Eisen) aber selbst bei Spannungen von Tausenden von Volts nicht den Durchgang gestattet; dies gibt uns das elektrische Analogon zum einseitig wirkenden Rückschlagventil der Mechanik und setzt uns in die Lage, Ströme wechselnder Richtung, also Ein-, Zwei- und Dreiphasenwechselstrom in pulsierenden Gleichstrom zu verwandeln.

Die Hewittsche Quecksilberdampflampe erfordert einen Gleichstrom von 50 bis 500 Volt, braucht 0,4 Watt pro Kerzenstärke, ist also sehr wohlfeil im Betrieb. Das Spektrum, in dem das Rot fast gänzlich fehlt, ist sehr reich an chemisch wirkenden blauen und violetten Strahlen, daher vorzüglich für photographische Zwecke geeignet; wegen der geringen optischen Helligkeit kann man ohne Schmerz direkt in die Lampe blicken. Dabei liefert eine Lampe, die pro leuchtenden Quadratzentimeter gerechnet nur $^1/_{2000}$ der optischen Helligkeit einer Bogenlampe hat, bei 8 Ampère Stromverbrauch dieselbe photographische Wirkung wie eine Bogenlampe von 25 Ampère (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 392).

In Deutschland liefern Schott & Gen. in Jena Quecksilberdampflampen. Die aus gewöhnlichem Glas hergestellten Schottschen „Hageh"-Lampen[1]) (entsprechend dem chemischen Symbol für Quecksilber = Hg) lassen Ultraviolett bis λ 350 $\mu\mu$ durch. Wird „Uviolglas" (d. i. Bariumphosphatkronglas) benutzt, so senden derartige „Uviolglas-Quecksilberlampen Licht bis λ 253 $\mu\mu$ aus, während Quarzglas (s. u.) durchlässig bis ins äußere Ultraviolett ist.

Während das Licht der Quarzglas- und Uviollampen vermöge ihres Reichtums an ultraviolettem Licht sehr schädigend auf die Augen wirkt und heftige Entzündungen hervorruft, ist das Licht der Hewitt- oder Hageh-Lampe unschädlich, und deshalb ist von den genannten Lampen diese Konstruktion zur allgemeinen Beleuchtung bevorzugt worden; Quarzglaslampen sollen für Zwecke der Zimmerbeleuchtung schützende Glasschirme haben, da das von ihnen ausgestrahlte intensive ultraviolette Licht sehr starke physiologische Wirkungen zeigt.

Das bläuliche fahle Quecksilberlicht, welchem die roten Strahlen fehlen, ist für das Auge nicht unangenehm, jedoch eignet es sich nicht zur Beleuchtung farbiger Objekte, indem z. B. Zinnober schwarzbraun erscheint, Chromgelb stark grünstichig usw. Dies hängt mit der spek-

1) Sie ist etwa 45 bis 80 cm lang, Röhrendurchmesser ca. 22 mm, Quecksilberinhalt 300 g.

tralen Zusammensetzung des ausgesendeten Lichtes zusammen. Die enorme Helligkeit der blauvioletten und ultravioletten Strahlen macht das Quecksilberlicht sehr aktinisch.

Quecksilber-Quarzglaslampe.

Heraeus in Hanau und sein Mitarbeiter Küch nutzten (1903) die enorme Durchlässigkeit des Quarzes für Ultraviolett und seine Widerstandsfähigkeit gegen große Hitze zur Konstruktion einer Quecksilber-Quarzglaslampe aus, wobei sie mittels eines neuen Verfahrens aus farblosem geschmolzenen Quarz die Lampen (ähnlich wie Glas) blasen ließen[1]). Hierbei entsteht in den relativ kleinen Röhren ziemlich hohe Temperatur und höherer Dampfdruck des Quecksilberdampfes, wobei das Licht mehr dem Weiß sich nähert und enorm aktinisch wird, da die ultravioletten Strahlen ungeschwächt austreten.

Die mittlere Temperatur in der Lampe steigt von relativ niedrigen Werten (etwa 600° C bei 30 Volt in 4 Ampère) bis zu sehr hohen Werten (über 1700° C bei 60 Volt und 4 Ampère). Bei höherer Belastung der Lampe mit starken elektrischen Strömen spielt die Temperaturstrahlung eine wesentliche Rolle (Küch und Retschinsky, Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 341).

Wegen der entstehenden sehr hohen Temperatur ist gewöhnliches Glas für die Quecksilberlampe nicht geeignet. Für derartige Anwendung ist aber Quarzglas wohl brauchbar; es erweicht erst über 1400°, hat sehr geringen Ausdehnungskoeffizient, verträgt schroffsten Temperaturwechsel und ist für ultraviolette Strahlen viel durchlässiger als Glas (Haagn, Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 357).

Bei der Quecksilberquarzlampe liegt nach Pflüger in Bonn die Hälfte der Gesamtstrahlung im Ultraviolett. Der gewöhnliche Quecksilberdampf ist ein schlechter Elektrizitätsleiter, während der ionisierte Quecksilberdampf vorzüglich leitet. Die Stromstärke beim Einschalten beträgt 3 Ampère und fällt im normalen Betriebszustand auf 1 Ampère[2]).

In der Regel belastet man die Lampe, ihrer dauernden Haltbarkeit wegen, nur bis 175 Volt und 4 Ampère und erzielt alsdann eine räumliche mittlere Lichtstärke von 3180 HK = 0,209 Watt pro Hefnerkerze. Daß das Quecksilberlicht sehr reich an ultravioletten Strahlen ist, ist hinreichend bekannt; ebenso, daß das Quarzglas für letztere bis zu 185 $\mu\mu$ durchlässig ist. In der Regel werden die Lampen mit 220 Volt Spannung verwendet, jedoch werden auch Lampen für 110 Volt Spannung hergestellt.

Neuerdings erzeugt die Quarzlampen-Ges. Hanau kleinere Einheiten der Quarzlampe von 800 HK, und deren neue Metallfadenquarzlampe hat bei 100 bis 140 Volt nur 2,5, bei 200 bis 240 Volt nur 1,5 Ampère Stromverbrauch, also eine Ökonomie von 0,25 Watt pro Hefnerkerze. Sie stellt die billigste elektrische Beleuchtungsquelle der Gegenwart vor.

Paul von Schrott[1]) untersuchte die Heraeus-Küch-Lampe photometrisch und in bezug auf ihre Verwendung als Kopierlampe für Lichtpausen, Silber- und Platinpapier; auch für Kopierung von Autotypien auf Chromeiweiß oder Chromfischleim für Zwecke der Zinkotypie usw. Z. B. steht eine solche Lampe in der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien für solche Reproduktionsarbeiten in Verwendung.

Das ultraviolette Licht der Quecksilberquarzlampe führt Sauerstoff rasch in Ozon über, weshalb die Atmosphäre in der Nähe solcher Lampen alsbald Ozongeruch aufweist; dieses Licht reizt die Augen und die Haut des Menschen bei längerer Einwirkung stark; wirkt stark bakterientötend, Farbstoffe bleichend und ist ein gewaltiges Mittel zur Einleitung photochemischer Reaktionen im Ultraviolett, welches in keinem photochemischen Laboratorium fehlen soll.

III. Geißlersche Röhren. — Moorelicht.

Man kann Gase zum Leuchten bringen, wenn man einen hochgespannten elektrischen Strom durch sie schickt.

Schlägt der elektrische Funke eines Ruhmkorffschen Induktoriums durch verdünnte Gase, so leuchten diese je nach dem Grade ihrer Verdünnung und der Art der elektrischen Erregung mehr oder weniger hell auf und senden ein entsprechend der Natur des betreffenden Gases verschieden gefärbtes Licht aus, welches bald ein Linien-, bald ein Bänderspektrum zeigt und je nach den Versuchsbedingungen charakteristisch für die Gase ist.

Solche mit stark verdünnten Gasen gefüllte Röhren nennt man Plückersche oder Geißlersche Röhren[2]); sie enthalten meistens an

1) Für die Quarz-Quecksilberlampen hat das künstliche Quarzglas große Bedeutung. Auf die Herstellung von Quarzglas erhielt Dr. H. Mehner in Steglitz ein D. R. P. Nr. 203712 vom 8. Februar 1905. Zur Erhitzung des Schmelzgutes wird die mittels Brennspiegels gesammelte Strahlung eines elektrischen Lichtbogens verwendet. Die Quarzglasschmelze wird zwecks Läuterns in einem abgeschlossenen Raum unter erhöhtem Gasdruck bis zur Dünnflüssigkeit erhitzt, wodurch dem Verdampfen der Schmelze entgegengearbeitet wird. Der benutzte Ofen besitzt eine spiegelnde Haube von der Form eines Rotationsellipsoides über dem Herde mit einem elektrischen Lichtbogen im oberen und dem Herde im unteren Brennpunkte (Chem.-techn. Repert. der Chem.-Ztg. 1909, S. 34; Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 246).

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 318.

1) Zeitschr. f. wissensch. Phot. 1909; Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 353.

2) Der Physiker Plücker veröffentlichte zuerst Ende der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts Untersuchungen über die Gasspektra; der Glasbläser Geißler in Bonn stellte die hierzu dienenden Röhren zuerst her.

beiden Enden eingeschmolzene Platindrähte, mit denen man die Pole einer Induktionsrolle verbindet; in vielen Fällen erweisen sich Aluminiumelektroden an Stelle der Platindrähte vorteilhafter.

Das durch Elektrizität in luftverdünnten Geißlerschen Röhren erzeugte Licht ist trotz seiner scheinbaren Schwäche photographisch gut wirksam. Dove (1861) und Roger (1864) gelang es, das geschichtete Licht der Geißlerschen Röhren zu photographieren. Der erstere erhielt Photographien, welche deutlich das geschichtete Licht als eine Reihe perlenartig aneinander sich reihende Kugeln darstellte. — Rood photographierte 1864 auch die schwach leuchtenden Büschel positiver und negativer Elektrizität und konnte sogar am Tageslichte (bei hintergestelltem weißen Papier) die Phänomene photographieren[1]). — Norley photographierte im Jahre 1871 ein solches Licht, welches so schwach war, daß es selbst im Dunkeln kaum sichtbar war, in 30 Minuten, infolge des bedeutenden Gehaltes an ultravioletten Strahlen[2]). Die Bromsilbergelatineplatte ermöglicht in der Folge in zahlreichen Fällen die Photographie derartiger Lichtphänomene (vgl. Wolf Czapek, Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik, Berlin 1911).

Später gelang es, das Spektrum des Lichtes Geißlerscher Röhren zu photographieren und es ist dies ein großes Gebiet der wissenschaftlichen Spektralanalyse geworden. Es soll hier jedoch nicht näher darauf eingegangen werden, obschon der Verfasser in Gemeinschaft mit E. Valenta zahlreiche spektralanalytische Untersuchungen über Argon-, Brom-, Chlor-, Schwefelspektren usw. in Geißlerschen Röhren anstellte und in den Berichten der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien publiziert hatte. An dieser Stelle soll nur die Geißlersche Röhre als Lichtquelle für Beleuchtungszwecke erörtert werden, wie dies durch das Moorelicht ermöglicht wurde.

Moorelicht.

Das Moorelicht wurde zuerst von D. Mc. Farlan Moore, New York, 1896 angewendet. Der Beleuchtungskörper besteht aus langen evakuierten Röhren, welche durch zwei Elektroden an den Enden mit hohen Spannungen (4—5000 Volt) beschickt werden. Es ist also das Prinzip der Geißlerröhren angewendet, gasförmige Leiter bei sehr geringem Drucke in sogenannten Vakuumröhren zum Leuchten zu bringen. Gegenwärtig werden Anlagen mit Rohren von 20 bis 70 m Länge in einem Stück bei 5 cm Durchmesser gebaut. Die Rohre werden aus 2 m langen Stücken an Ort und Stelle zusammengeschmolzen. Der hochgespannte Wechselstrom wird aus gewöhnlichem niedergespannten Wechselstrom durch eigene kleine Öltransformatoren erzeugt. Die Rohre

1) Fortschritte der Physik 1864, S. 257.
2) Phot. Mitt. 1871, Bd. 8, S. 102.

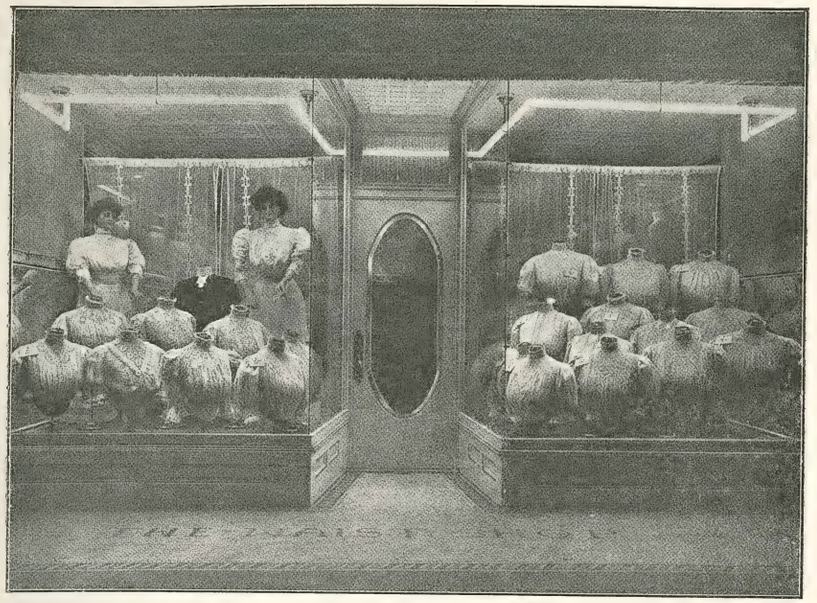


Fig. 205. Aufnahme eines mit Moorelicht beleuchteten Schaufensters (Photographie bei Moorelicht).

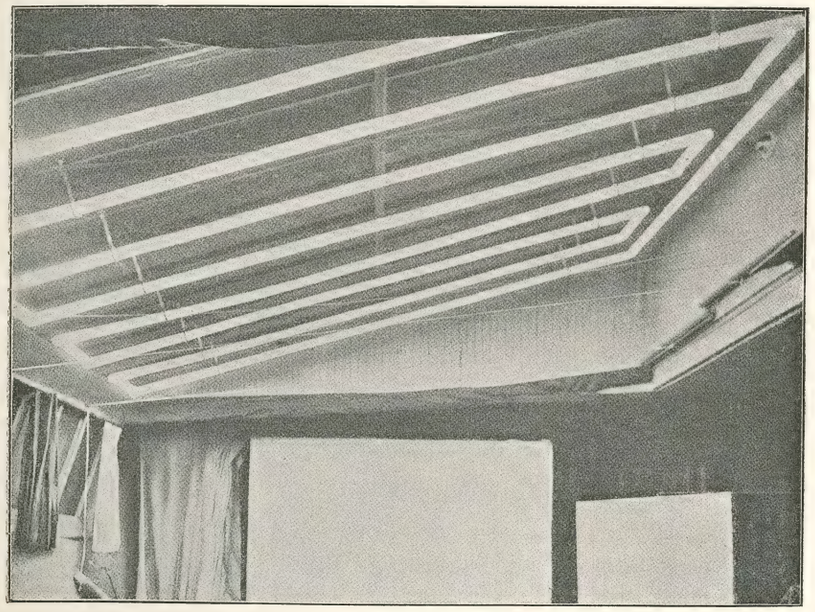


Fig. 206. Moorelicht-Anlage in einem photographischen Atelier als elektrisches Oberlicht (Photographie bei Moorelicht aufgenommen).

besitzen ein Ventil, welches bezweckt, das Vakuum der Röhre konstant zu halten, da sonst die Lichtstärke sich ändert.

Da nach den Messungen Weddings[1]) auf 1 qcm Röhrenoberfläche 0,21 HK kommen, so folgt, daß das Licht ungemein mild ist und keine Blendungen eintreten. Da die Rohre, um eine bestimmte Lichtintensität zu erzielen, sehr lang gehalten werden müssen, resultiert eine ungemein gleichmäßige Lichtverteilung, so daß das Moorelicht in dieser Hinsicht allen anderen Lichtquellen überlegen ist. In bezug auf Ökonomie ist das gelbe Moorelicht dem Tantallicht gleichwertig, ca. 1,5 Watt pro 1 HK, während die Ökonomie des weißen Moorelichtes ca. 3,5 Watt pro HK ist.

Die Farbe des Moorelichtes ist bei etwas Stickstoff in der Röhre warm, tonig, dem Sonnenlicht sehr ähnlich. Kohlensäure gibt ein rein weißes Licht, welches wegen seines kontinuierlichen Spektrums dem Tageslicht ganz gleichwertig ist. Die Farbe ist so rein, daß Bogenlampen mit Reinkohlen grau erscheinen. Welchen Einfluß andere Gase auf die Lichtfarbe nehmen, ist noch nicht genügend untersucht.

Auch in bezug auf aktinische Wirkung und Eignung für den Porträtphotographen und Reproduktionstechniker müssen Versuche noch abgewartet werden.

Immerhin geben die Illustrationen Fig. 205 und 206, welche wir mit Erlaubnis der Moorelichtgesellschaft reproduzieren, den Beweis, daß photographische Aufnahmen bei Moorelicht gut gelingen; sie zeigen auch die Art der Beleuchtung, wie sie für photographische Ateliers gedacht ist.

In Berlin konstituierte sich die Moorelichtgesellschaft ca. 1909. Im Jahre 1911 wurde eine solche Einrichtung mit Moorelicht an der k. k. Hof- und Staatsdruckerei auf Anregung von P. v. Schrott aufgestellt; ferner wurde am elektrotechnischen Institute der k. k. Technischen Hochschule in Wien eine Moorelichtanlage eingeführt.

IV. Tabelle über die Eigenschaften verschiedener Lichtquellen.

Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Eigenschaften verschiedener elektrischer Lichtquellen in bezug auf Ökonomie, Nutzbrenndauer, Lebensdauer, Spannung und Lichtstärke.

1) Wedding, Das Moorelicht, Elektrot. 1910, Heft 20 u. 21.

Eigenschaften der verschiedenen Lichtquellen.

Lichtquellen	Ökonomie Watt pro 1 HK	Nutzbrenndauer	Lebensdauer h	Spannung und Lichtstärkeeinheiten	Bei Einzelschaltung im Netz bei 110 Volt
Kohlenfadenlampe	2,6	130	300	5 bis 100 HK bis 220 Volt	
	3,1	300	700	"	
	4,0	500	1000	"	
Tantallampe . .	1,6	400—600	1000 u. mehr	16 bis 100 HK bis 220 Volt	
Wolframlampe . .	1,1	1000	1000 u. mehr	16 bis 1000 HK bis 220 Volt	
Nernstlampe . .	1,7	400 - 450	400—450	bis 1000 HK 85 bis 280 Volt	
Bogenlampen:					
gewöhnliche Gleichstrom mit unbeschränktem Luftzutritt . .	0,76 – 0,42	—	ein Kohlenstift brennt 10—20	mit 42 Volt gerechnet	2,1—1,16
gewöhnliche Wechselstrom m. unbeschränktem Luftzutritt . .	0,98—0,66	—		do.	3,6—2,4 wenn 2 in Serie 1,05—0,58 bzw. 1,8—1,2
Dauerbrandlampen:					
Reginalampe . .	1,075	—	bis 300	80 Volt	1,5—1,1
Liliputlampe . .	1,09—0,8	—	bis 20	80 Volt	1,5—1,1
Effektlampe . . .	0,163	—	10—20	45 Volt	0,4
Quecksilberdampflampe . . .	0,87	1000	1000	110 u. 220 Volt Einzelschaltg.	
Quarzlampe nach Dr. Küch . .	0,26	1000	1000	110 u. 220 Volt Einzelschaltg. von 800 HK an	
Moorelicht . . .	1,6	—	—	beliebig	

SIEBZEHNTES KAPITEL.

VERWENDUNG DES ELEKTRISCHEN LICHTES IN DER PHOTOGRAPHIE.

I. Geschichtliche Notizen über die Verwendung des elektrischen Lichtes in der Photographie.

Die ersten Angaben über die chemische Wirkung des elektrischen Kohlenlichtes machte Brande[1]); er fand, daß unter seiner Wirkung Chlorknallgas unter Explosion sich zu Salzsäure verbindet. — Berres benutzte den galvanischen Bogen im April 1840 zur Mikrophotographie auf Daguerreotypplatten. — Silliman und Goode photographierten im November 1840 bei galvanischem Lichte von 90 Daniellschen Elementen ein Medaillon mittels einer einfachen Linse auf Daguerreotypplatten in 20 Sekunden, welche Versuche Silliman 1851 mit Erfolg wiederholte[2]). — De Monfort erhielt 1846 mittels elektrischen Lichtes wohl nicht Porträts, aber das Daguerreotyp eines Buketts mit einer einfachen Linse in 15 Minuten[3]). — Talbot bekam 1851 mit jodiertem Eiweiß mit Eisenhervorrufung auf einer rasch gedrehten Scheibe durch momentane Belichtung durch einen starken elektrischen Funken ein klares scharfes Bild[4]). — Gaudin stellte unter einem Negativ auf Kollodiumplatten eine positive Kopie bei elektrischem Lichte her. Dasselbe war durch einen parabolischen Spiegel konzentriert und so wirksam, daß trotz eines vorgeschobenen blaßgelben Glases die Exposition nur einige Sekunden dauerte[5]).

Zur eigentlichen Porträtphotographie lebender Personen, sowie zur Photographie von Gipsfiguren, benutzten es Aubree, Millet und Leborgne um dieselbe Zeit und sie nahmen die Priorität dieser Anwendung des elektrischen Lichtes in Anspruch; sie benutzten 50 Bunsensche Elemente[6]).

Später beschäftigte sich Lucenay (1852), sowie Gaudin und Delamarre mit Porträtaufnahmen bei elektrischem Lichte und wendeten ihre Aufmerksamkeit passenden Reflektoren und Schirmen zu (s. S. 436).

1) Annales de Chimie et de Physique, Bd. 19, S. 205.

2) Daguerreian Journ. 1851, Bd. 1, S. 139 u. 334. Silliman's Americ. Journ. (1.) Bd. 43, S. 185.

3) Cosmos 1852, II, 39.

4) Daguerreian Journ. 1851, Bd. 2, S. 178; Phot. Archiv 1877, S. 170.

5) La Lumière 1853, Bd. 1, S. 159.

6) Daguerreian Journ. 1852, Bd. 3, S. 57; Comptes rendus, Bd. 33, S. 501; Chemisches Zentralblatt 1852, S. 16.

In der Sitzung vom 21. Dezember 1863 überreichte Nadar der französischen photographischen Gesellschaft Porträtphotographien, welche mittels des elektrischen Lichtes erhalten worden waren. Er exponierte die nassen Platten beim Licht[1]) von 50 galvanischen Elementen und unter Anwendung eines mit Kreide bestrichenen Reflektors 60 bis 85 Sekunden. Solche sehr gelungene Porträts (Brustbilder usw.) stellte er in der Londoner Ausstellung 1862 aus. Um dieselbe Zeit benutzte er das elektrische Licht zur Beleuchtung der Katakomben in Paris, deren Aufschriften usw. zu photographieren er beauftragt war (vgl. auch Magnesiumlicht). Bazain erzeugte bei elektrischem Licht Photographien 300 Fuß unter dem Meeresspiegel (Phot. Mitt. Bd. 3, S. 261).

Marguery versuchte 1898 mit Erfolg die Photographie von Landschaften und Architekturen, welche (bei Nacht) mittels elektrischen Bogenlichtes (mit Reflektoren) erhellt waren. Das Licht (mit 70 bis 75 Ampère Stromstärke erzeugt) hatte eine Helligkeit von 7500 Kerzen; die Gärten der Ausstellung in Rouen waren in zehn Sekunden, der 155 m entfernte Dom in vier bis acht Minuten ausexponiert (Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 452).

Beim galvanischen Lichte einer Wayschen Quecksilberlampe können Negative auf Chlorsilberpapier ganz gut kopiert werden, wie Bedford durch seine Vorlagen in der Londoner photographischen Gesellschaft 1861 bewies. Das Licht besitzt aber eine eigentümlich durchdringende Kraft, weshalb die Negative ziemlich dicht sein müssen, dichter als für das Kopieren bei zerstreutem Tageslicht[2]).

Malone benutzte das elektrische Licht von 40 Groveschen Elementen (Dubosqsche Lampe) zum Kopieren von Bildern auf Albuminpapier im Kopierrahmen und erhielt in $^1/_4$ Stunde eine Kopie; dabei zeigten die Kopien bedeutende Tiefe des Tones[3]).

Sensibilisiertes Albuminpapier in einer Distanz von 15 Zoll vom Licht eines Siemensschen elektro-dynamischen Brenners gibt nach 2 Minuten unter einem dünnen Negativ eine Kopie, ebenso Pigmentpapier[4]).

Über die Versuche von Woodbury, Dujardin, Garnier und Rodriguez s. S. 463.

Zu Vergrößerungen kann man das elektrische Licht an Stelle des Sonnenlichtes mit Vorteil verwenden. Einen derartigen Vergrößerungsapparat legte Dubosq[5]) am 15. Februar 1861 der französischen photographischen Gesellschaft vor. Dieser Apparat bestand aus einem kupfernen Kasten und Säulen, auf einem Holzsockel angebracht (Fig. 207).

Im Mittelpunkte des Gehäuses befinden sich die zwei Kohlenspitzen $+B$ und $-B$ (Fig. 208), die mittels des Regulators mit einer Batterie von 50 Elementen in Berührung gebracht wurden und die eine 5mal geringere Lichtkraft gaben als die Sonne

1) Lichtbogen zwischen Kohlenspitzen und mit einem Serrinschen Regulator.

2) Photogr. News 1871, Bd. 5, S. 279; Kreutzers Zeitschr. f. Photogr. 1862, Bd. 5, S. 20.

3) Humphreys Phot. Journ. 1861, Bd. 13, S. 348 aus Brit. Journ. of Phot; Kreutzers Zeitschr. f. Phot. 1861, Bd. 3, S. 110.

4) Bolas, Yearbook of Photogr. 1879, S. 55.

5) Bulletin Soc. franç. Bd. 7, S. 58; Kreutzers Zeitschr. f. Phot. Bd. 4, S. 55.

bei gleichen Öffnungen für den Durchgang des Lichtes. Ein System zwei plankonvexer Linsen (Kondensatoren) war etwas jenseits seines Brennpunktes in bezug auf das Kohlenlicht derart angebracht, daß man einen Kegel von konvergierenden Strahlen erhielt, in dessen Richtung ein Doppelobjektiv *E*, das vergrößernde System des Apparates, zu stehen kam, welches das Bild des zu vergrößernden Negatives *D*, das sich nahe der Linsen *C* befindet, vergrößert. Ein konkaver Spiegel *A* ist hinter dem leuchtenden Flammenbogen angebracht und konzentriert die Strahlen auf den Flammenbogen selbst, so daß dessen Glanz um das Doppelte vergrößert wird.

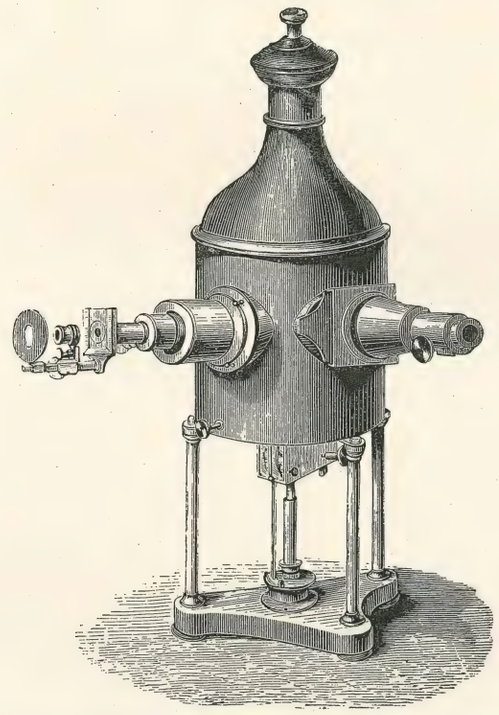


Fig. 207. Dubosqs Vergrößerungsapparat mit elektrischem Licht.

Einen ähnlichen Apparat benutzte Liesegang[1]) anfangs der sechziger Jahre und das Prinzip ist heute noch beibehalten, wenn auch die Form sich mannigfach geändert hat, worüber weiter unten (Kapitel Vergrößerungen) ausführlich berichtet werden wird.

Thouret legte im Juni 1864 der französischen photographischen Gesellschaft Vergrößerungen bei elektrischem Licht auf Chromsilberpapier vor[2]).

1) Liesegang, Handbuch der photographischen Verfahren mit Silberverbindungen, 1880, S. 480.

2) Bulletin Soc. franç. Phot. 1864, S. 169.

In großartigem Maßstabe wendet Winter in Wien seit 1877 bei der Herstellung seiner Vergrößerungen auf Leinwand usw. (Linographien) das elektrische Licht einer Siemensschen Maschine an. Er arbeitet hierbei mit demselben Lichte nach drei Seiten hin (s. Fig. 209).

Das elektrische Licht befindet sich bei *a*, bei *b* sind die Kondensatoren und bei *c* die zu vergrößernden Negative mit den Vergrößerungslinsen, ähnlich wie in der nachstehenden Zeichnung ersichtlich, angebracht; bei *d* befindet sich die Leinwand auf

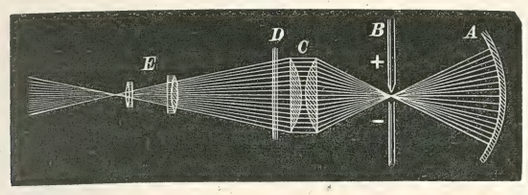


Fig. 208. Dubosqs Vergrößerungsapparat mit elektrischem Licht.

Schirmen aufgespannt, welche mittels Rollen auf Schienen laufen; durch Zwischenwände *d* sind die drei Räume separiert.

Das sensibilisierte (Jodbromsilber haltige) Gewebe wird wie sonst bei Vergrößerungen exponiert und zwar je nach dem Maßstabe der Vergrößerung und der Dichte der Negative 1 bis 5 und 15 Minuten und darüber, nämlich so lange, bis das Bild sichtbar zu werden beginnt, wonach mit saurer Pyrogalluslösung entwickelt wird[1]).

Heid in Wien exponiert seine Vergrößerungen auf Chlorsilberpapier und Leinwand beim Licht einer Siemensschen Maschine gleichfalls

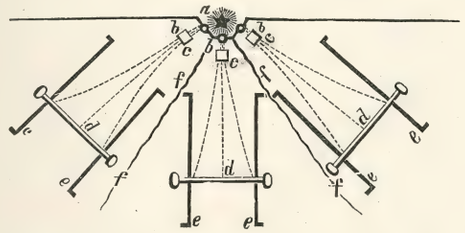


Fig. 209. Winters Vergrößerungsapparat.

bis das Bild schwach sichtbar ist und entwickelt dann mit Gallussäure; beim Vergrößern einer Visitkarte auf halbe Lebensgröße dauert dies ungefähr 10 bis 15 Minuten.

Das elektrische Licht wurde auch zu direkten Vergrößerungen auf Platinotyppapier benutzt und zwar in New York schon seit 1879 mit Erfolg; das Licht wurde in den Brennpunkt einer Sammellinse gebracht und nach einem Negativ das vergrößerte Bild auf ein Platinpapier entworfen. Die Exposition betrug 5 bis 30 Minuten[2]).

1) Phot. Archiv 1879, S. 35. Deutsches Patent Nr. 3498 vom 25. Juli 1877.

2) Willis, Phot. News 1881, S. 232.

Weiteres über Vergrößerungsapparate usw. s. das betreffende Kapitel.

Auch zur vergrößerten Photographie von mikroskopischen Objekten („Mikrophotographie“) wurde das Kohlenlicht von ungefähr 50 Bunsenschen oder Groveschen Elementen benutzt (Moitessier[1]), Woodward[2]) u. a.). Man erreicht hierbei den Vorteil, keines Heliostaten, Reflexionsspiegels usw. zu bedürfen und arbeitet zufolge der größeren Konstanz und Gleichmäßigkeit sogar sicherer als mit Sonnenlicht. Woodward schaltete vor dem Lichte eine Glaswanne mit blauer ammoniakalischer Kupferlösung ein, um die Augen zu schonen und die nicht wirksamen Strahlen abzuhalten.

II. Photographische Porträtateliers mit elektrischem Bogenlicht.

Durch die Fortschritte der künstlichen Beleuchtung und namentlich durch die Auffindung von Lichtquellen, welche sehr aktinisches Licht geben, ist man dahin gelangt, photographische Negative nach Porträten bei künstlichem Licht herzustellen. Diese Einführung erlaubte die Aufnahme bei Tag und Nacht und es wurden Ateliers errichtet, welche von Mittag bis Mitternacht für das Publikum geöffnet waren. Dabei mag zum Teil die Sucht nach Kuriosität mit im Spiele gewesen sein; überdies hatten die Ateliers mit künstlichem Lichte für lichtarme, nebelige Städte praktische Bedeutung.

Die Idee, Photographien in der Kamera bei künstlichem Lichte aufzunehmen und so im Atelier das Tageslicht entbehrlich zu machen, stammt aus dem Anfang der vierziger Jahre. Claudet dachte 1841 schon an die Herstellung von Porträtphotographien bei Nacht (s. unten), Lucenay (1852 s. o. S. 432) sprach sich ähnlich aus, Gaudin und Delamarre (1854 s. o.), sowie Moule gedachten 1857 schon des Vorteiles, den Reflektoren und farbige Gläser zur Dämpfung des allzu grellen bengalischen Lichtes gewähren (s. unten), so daß die später mehrfach erhobenen Prioritätsansprüche auf diese Idee zugunsten der Genannten zurückgewiesen werden müssen.

Ohne passende Reflektoren und Lichtblenden lassen sich keine hübschen Porträts bei künstlichem Licht erzielen; leider wird aber dadurch ein großer Lichtverlust bedingt. Es läßt sich nicht jede aktinische Lichtquelle zu praktischen photographischen Zwecken benutzen; es ist hierbei neben der Lichtkraft noch der Kostenpunkt, die leichte Handlichkeit, die Gefahrlosigkeit usw. maßgebend.

Lucenay brachte das elektrische Licht oder einen Zündsatz 1852 in den Brennpunkt eines parabolischen Reflektorschirmes, um parallele Strahlen zu erhalten. Für Porträts dämpfte er schon das Licht ab, indem er ein blaues Licht vorschob und statt eines glänzenden Reflektors einen unpolierten benutzte[3]).

Gaudin und Delamarre ließen sich 1854 sogar (ohne auf die Priorität Lucenays Rücksicht zu nehmen) die Anwendung des elektrischen Lichtes und des bengalischen Feuers zur Porträtphotographie patentieren, ohne daß das Patent zur Ausübung kam. Sie brachten das Licht im Brennpunkt eines parabolischen Spiegels

1) Moitessier-Benecke, Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung 1868.

2) Bullet. Soc. franç. 1878, S. 102.

3) Patent am 30. Oktober 1852. Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861, S. 18.

von $^1/_2$ m aus versilbertem Kupfer an; zwischen diesem Spiegel und der sitzenden Person wurde ein zweiter sphärischer Spiegel von nur 30 cm Durchmesser so befestigt, daß die Lichtquelle gleichfalls in seinem Brennpunkt sich befindet, wodurch einerseits die Lichtstrahlen von den Augen des Sitzenden abgehalten und andererseits wieder in den parabolischen Spiegel zurückgeworfen werden. Das reflektierte Licht traf die Person nicht unmittelbar, sondern fiel durch blaues Glas; das Lokal war mit blauem Papier ausgeklebt[1]).

In Österreich war Ost[2]) der erste Photograph, der die Beleuchtung des Ateliers mit elektrischem (galvanischem) Lichte bei Porträtaufnahmen einrichtete. Er beleuchtete mit zwei Flammen, und zwar mit einer Hauptflamme (durch 80 Bunsensche Elemente erzeugt), welche die Schlaglichter lieferte, und einer zweiten Flamme (durch 40 bis 50 Bunsensche Elemente), welche die Schlagschatten der ersteren mäßigte. Die zweite Flamme war kleiner, stand entfernter und beleuchtete von unten (Distanz über dem Boden 1 m), während die Hauptflamme höher stand (2 m über dem Boden). Den benutzten Apparat zeigt Fig. 210.

Der sphärische (eventuell parabolische) Spiegel wirft das Licht durch eine blaue, transparente Halbkugel aus Glas, welche letztere den Zweck hat, das Licht dem Auge wohltuender und den Blick offener zu machen. Dasselbe kann (aber nach Ost

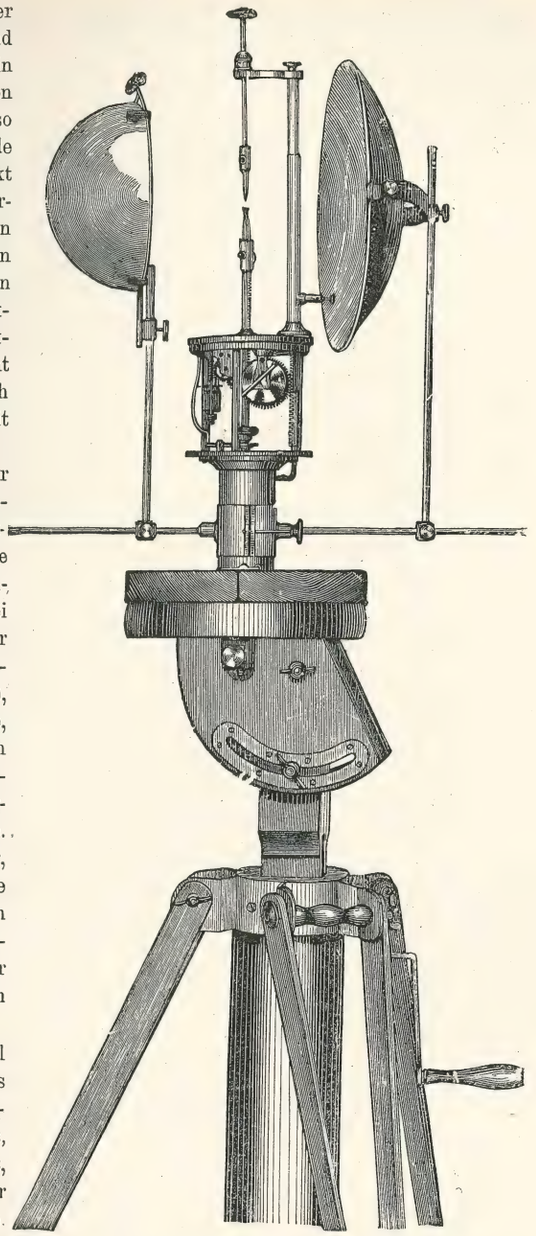


Fig. 210. Elektrische Lampe nach Ost.

1) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861, Bd. 3, S. 110 aus La Lumière, S. 109.

2) Phot. Korresp. 1864, Bd. 1, S. 12 und 72.

weniger gut) durch mit blauem Firnis getränkten Taffet erreicht werden. Die Expositionszeit betrug (auf nassen Kollodiumplatten) 7 Sekunden, steht also dem eines sonnenhellen Tages nach; gegenüber einem trüben Wintertage ist das elektrische Licht im Vorteil.

Einen ziemlich ähnlichen Apparat konstruierte Jarman[1]) wieder im Jahre 1881, welchen Fig. 211 zeigt.

A ist der automatische Regulator der Kohlenspitzen, *B* der Reflektor, *C* ein weiter oben angebrachter Reflektor, welcher Licht nach abwärts wirft, *D* ein kleiner halbtransparenter Papierschirm, welcher das auf die Person direkt auffallende Licht mildert, *P* und *N* die Verbindungen für die Leitungsdrähte, *E* das Stativ, welches Heben und Senken des Lichtes gestattet.

Die erste gut und praktisch funktionierende Einrichtung von Porträtateliers mit elektrischer Beleuchtung und die Einführung von Nachtateliers in die photographische Praxis verdanken wir Van der Weyde.

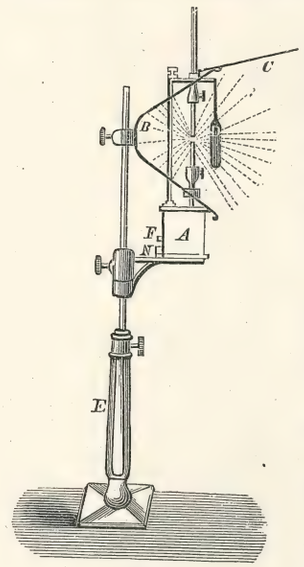


Fig. 211.
Elektrische Lampe nach Jarman.

Van der Weyde beschäftigte sich in neuerer Zeit mit der Verwendung des elektrischen Lichtes der Dynamomaschine im Atelier für Porträtphotographien. Schon 1876 nahm er ein einschlägiges Patent[2]) und 1878 ein anderes ähnliches, worin er das Licht mittels eines parabolischen oder anderen konkaven Reflektors zurückwarf und außerdem einen opaken oder halbdurchscheinenden Schirm zwischen der Lichtquelle und der sitzenden Person einschaltete, um das direkte Licht zu zerstreuen[3]).

Es läßt sich nicht leugnen, daß von Van der Weyde der Aufschwung der „Photographie bei Nacht“ datiert, da er die „Nachtateliers“ in der Praxis in sehr vorteilhafter Weise zur Ausführung brachte.

Van der Weyde stellte in der Pariser Weltausstellung 1878 sehr gelungene Versuche aus, das elektrische Licht im regulären Porträtgeschäft einzuführen[4]).

Ein ähnliches System wurde dann auch in zwei Pariser Ateliers, nämlich von Liébert und Petit eingeführt und zu Aufnahmen in den Abendstunden verwendet[5]).

Zur Beleuchtung wurde von Liébert das Licht einer Grammeschen Dynamomaschine verwendet. Die elektrische Flamme von 3000 bis 4000 Kerzen Leuchtkraft befand sich in der Nähe einer kleinen Reflexionsscheibe im Zentrum eines großen kugelartig gewölbten Schirmes von ca. $1^1/_2$ bis 2 m Durchmesser (Fig. 212). Das Innere des Schirmes war mit weißem Papier überzogen;

1) Phot. Yearbook für 1882, S. 155.

2) Abridgements of the Specifications relating to phot. III, 1878, S. 103.

3) Phot. News 1879, S 99. Als Reflektor kann im Notfall ein Regenschirm verwendet werden, dessen Stock abgeschnitten und dessen Innenseite mit weißem Papier ausgeklebt ist; mitten in die Höhlung wird die Lichtquelle gebracht.

4) Phot. Archiv 1879, S. 6.

5) Phot. Korresp. 1879, S. 34 und 211.

das Licht fiel also nicht direkt auf das Modell (wodurch grelle Lichter und Schatten und unschöne harte Bilder entstehen würden), sondern dasselbe erscheint der doppelten Reflexion des Lichtes zufolge sehr sanft beleuchtet, mit zarten Übergängen und reichen Halbtönen. Der Reflektor war am Plafond befestigt und nach allen Richtungen

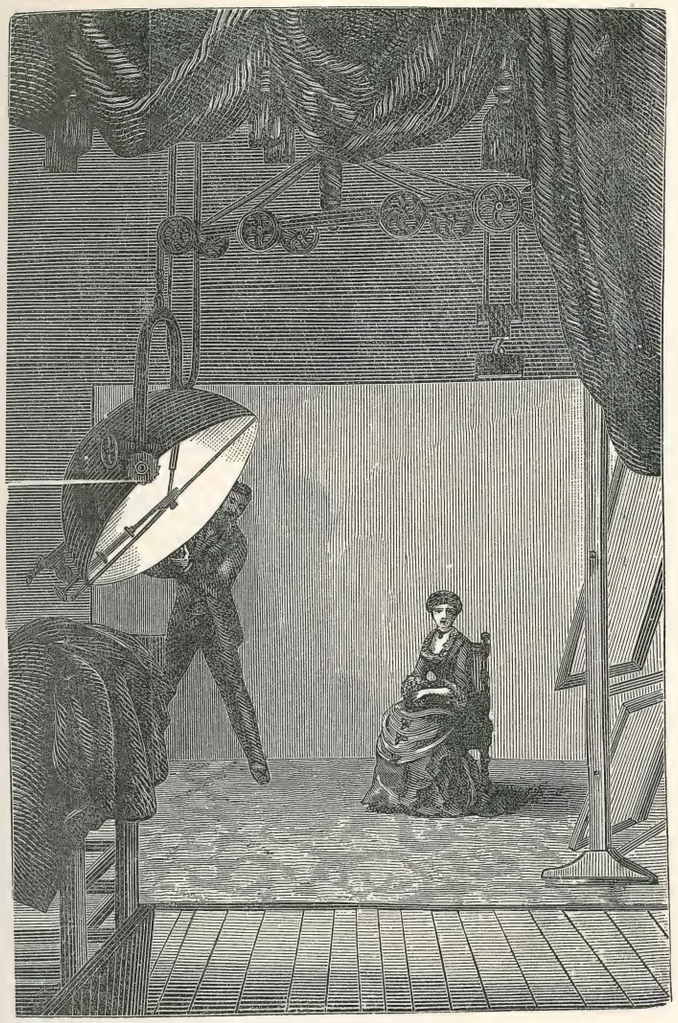


Fig. 212. Atelier bei elektrischem Licht von Liébert.

durch Rollen, Hebel und Gegengewichte beweglich (Fig. 212), so daß man die Lichtstrahlen verschiedenartig auf das Objekt auffallen und die Beleuchtung wechseln lassen konnte.

Levitsky in Petersburg arbeitete mit demselben Apparat wie Liébert[1]). Um Mitternacht nahm er ein großes Gebäude auf, welches durch vier elektrische

1) Phot. News 1881, S. 209.

Flammen beleuchtet war[1]). — In Wien wurde das erste photoelektrische Atelier im Februar 1882 von Stagel und Eckel in der Annagasse im I. Bezirk errichtet, welches jedoch bald wieder einging, weil es mit nassem Kollodium arbeitete und ziemlich lange exponieren mußte und im hellen Frühjahr in Wien für solche Ateliers wenig Bedürfnis war.

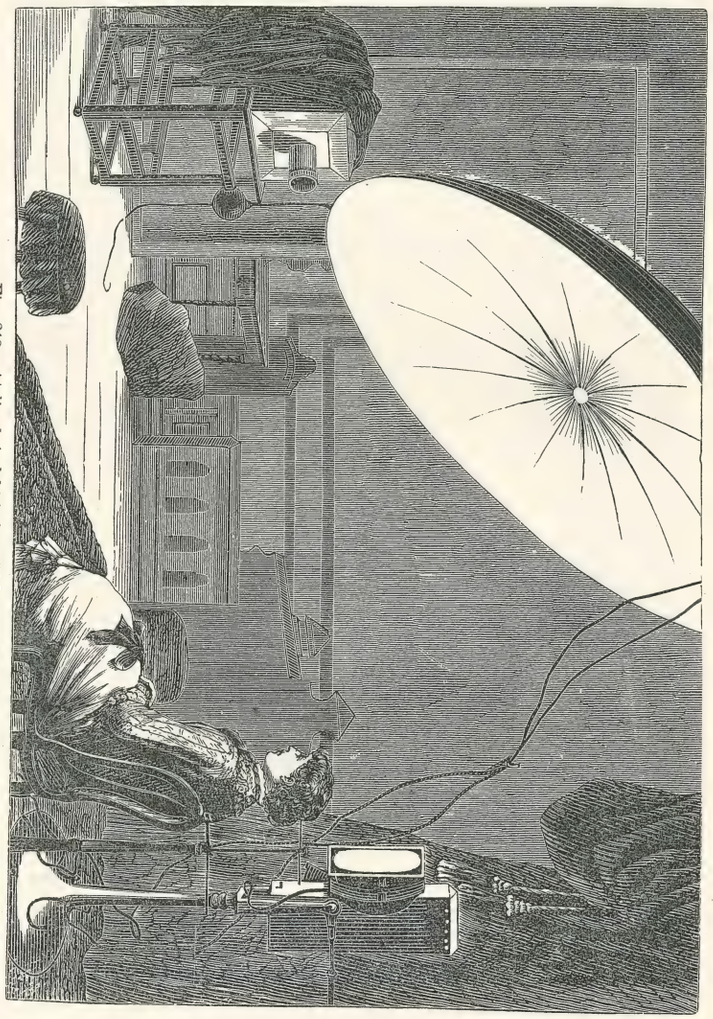


Fig. 213. Atelier bei elektrischem Licht von Ronzelen.

Eine andere Einrichtung als die Liébertsche hatte Ronzelen in Berlin in seinem Porträtatelier angebracht (Fig. 213). Das Licht befand sich nicht innerhalb des Papierreflektors wie beim vorigen, sondern auf einem eisernen Postament, welches auf dem Fußboden steht und hin und her geschoben werden kann. Da die direkte

1) Phot. Mitt. 1880, Bd. 17, S. 216.

Beleuchtung leicht zu tiefe Schatten gibt, so war folgende Einrichtung mit indirekter Beleuchtung getroffen: Ein Metallreflektor, in welchem das elektrische Kohlenlicht brennt, warf die Strahlen auf den ziemlich flachen, an der Decke aufgehängten Papierschirm von ca. 2 m Durchmesser und erleuchtet diesen sehr hell. Das gedämpfte Licht strahlt auf das zu porträtierende Objekt zurück. Dadurch wurde allerdings die Helligkeit auf 30% vermindert. Selbst ein Gruppe von ca. 5 Fuß Breite konnte mit dem Licht ziemlich gleichmäßig erleuchtet werden[1]).

Aus diesen älteren Konstruktionen entwickelten sich die modernen elektrischen Beleuchtungsvorrichtungen in Porträtateliers. Hierbei sind sowohl die Aufnahmen bei ausschließlich elektrischem Licht zu erwähnen, als auch die Verwendung elektrischer Bogenlampen zur Hilfsbeleuchtung an trüben Tagen zur Ergänzung des Tageslichtes.

Das gut regulierte und zweckdienlich diffus gemachte Licht einer einzigen gewaltigen Bogenlampe genügt für Porträtaufnahmen.

Es können alle Typen von Bogenlampen, wenn sie nur genügend hell sind, verwendet werden.

In früherer Zeit kannte man nur die gewöhnlichen Kohlenbogenlampen und benutzte sie in der Helligkeit von mehreren tausend Kerzen (s. S. 423). Zur Vermehrung der Helligkeit verwendete man später zwei oder mehr nebeneinandergestellte elektrische Bogenlampen.

Morgan nahm ein englisches Patent für einen Beleuchtungsapparat mit mehreren Bogenlampen, beweglichen Reflektoren und Diffusoren. Eine Einrichtung für zehn Lampen ist im „British Journ. of Phot.“ 1900, S. 266 abgebildet.

Wir wollen von den zahlreichen „Porträtlampen“ mit einfacher und mit mehrfachen Bogenlampen nur einige Beispiele anführen.

K. Weinert in Berlin erzeugt unter der Bezeichnung „Photolumen“ eine Doppellampe (zwei Kohlen-Bogenlampen), welche in einem reflektierenden Kasten eingeschlossen ist (Fig. 214); vorne befindet sich eine Mattglasscheibe, oben ist der Kasten offen, damit von der Decke diffuses Licht reflektiert wird. Überdies macht ein Schirm mit transparentem Stoff das Licht diffus.

Die Lampen (Fig. 214) sind automatische Lampen mit schräg nach vorn stehenden Kohlen. Die Regulierung derselben geschieht vollständig selbsttätig. Dieselben brennen mit der doppelten Klemmenspannung von je 75—80 Volt. Ferner sind die Lampen mit einem magnetischen Gebläse versehen, welches den Lichtbogen nach vorn bläst. Hierdurch wird das gesamte erzeugte Licht unter einem Winkel

1) Phot. Mitt. 1881, Bd. 17, S. 254 und 270. Auch Leipziger Illustrierte Zeitung 1881, S. 169.

von 45 Grad zur Horizontalen nach vorn und an die Decke geworfen. Die Lichtausstrahlung ist bei der erreichten hohen Klemmenspannung aktinisch sehr wirksam. Die Lampen brennen mit einem Kohlenpaare ca. 3—4½ Stunden, und in dieser Zeit können dauernd Aufnahmen gemacht werden, ohne das Geringste an der Lampe zu verändern. An der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien wurde diese Lampe mit einem Strom von 220 Volt mit bestem Erfolge im Porträtatelier verwendet. Die ganze Lampe ist handlich und bequem verschiebbar.

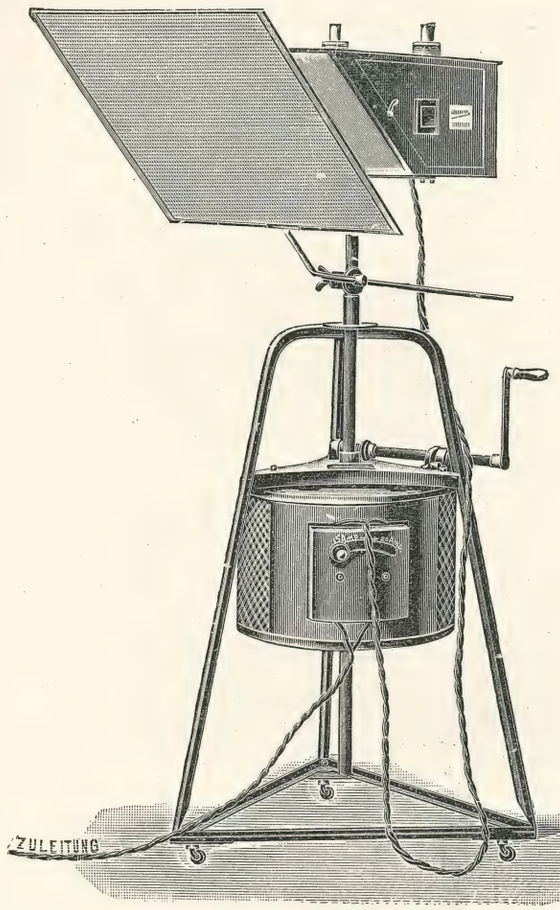
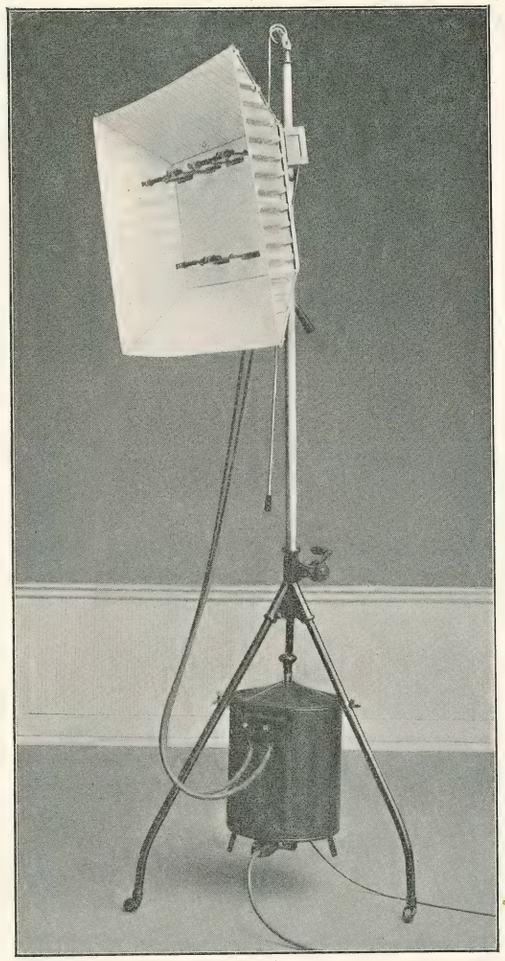


Fig. 214. Weinerts „Photolumen".

Eine einfache und lichtstarke elektrische Beleuchtungsvorrichtung mit drei Bogenlampen in einem Reflektor erzeugt J. Schmidt (D. R. P. Nr. 186378 und 199565). Die Firma Haake & Albers in Frankfurt a. M. bringt sie unter dem Namen „Empirie-Lampe" in den Handel. Man betreibt die Lampe mit etwa 110 oder besser mit 220 Volt Spannung. Fig. 215 zeigt die Außenansicht der Lampe.

Die „Empirielampe" besteht aus drei versetzt zueinander angeordneten Lichtbogen. Die versetzte Anordnung der Lichtbogen bedingt von vornherein eine große Lichtverteilung. Die Verteilung des Lichtes wird jedoch noch weiter gehoben durch das rippenartige Gehäuse derselben. Die ganze Konstruktion der Lampe ist nicht nur auf das vollendetste für die Praxis konstruiert, sondern weist auch in bezug auf die Regulierung Neuerungen auf, welche dem Operateur wesentliche Vorteile in der Handhabung derselben bietet. So zum Beispiel

werden die einzelnen Kohlenpaare durch eine eigene Vorrichtung selbsttätig nachgeschoben, sobald, wie es oft der Fall ist, ein Kohlenpaar stärker abgebrannt ist als das andere, oder die Lichtbogen infolge nachlässigen Einsetzens der Kohlenstifte in ungleicher Entfernung voneinander stehen. Die sämtlichen Teile der Lampe sind auf das bequemste ohne Handhabung eines Werkzeuges auseinanderzunehmen, ebenso ist der Regulierungsapparat (Widerstand) des leichteren Transportes wegen abnehmbar, da alle verbindenden Teile mit Flügelschrauben versehen sind. Ein bequemes Hoch- und Niederstellen wird durch eine Drehkurbel mit aufgewundenem Drahtseile, an welchem der Schirm befestigt ist, leicht erzielt.


Fig. 215. Schmidts „Empirie-Lampe".

Die Bewegung des Schirmes, um das Licht nach oben oder nach unten zu richten, wird vermittelst einer einfachen Bremsvorrichtung erreicht, welche den Schirm selbsttätig in jeder gegebenen Lage feststellt.

Beim Einschalten der Lampe brennen die drei Lichtbogen normal. Dieses Licht dient zunächst zum Einstellen des Bildes und zur Abstimmung der Beleuchtungsart. Im Augenblick der Exposition drückt man den im Mittelpunkt des Regulierungsgehäuses befindlichen Knopf nieder, womit die Steigerung des Lichtes erfolgt. Die aktinische Lichtkraft wird noch ganz bedeutend erhöht, wenn man nach der Steigerung des Lichtes den Lichtbogen (durch Linksumdrehen der Regu-

lierungswelle) noch weiter auszieht. Hierin liegt der wesentliche Vorteil einer Handregulierung, da bei einer automatischen Regulierung ein noch-

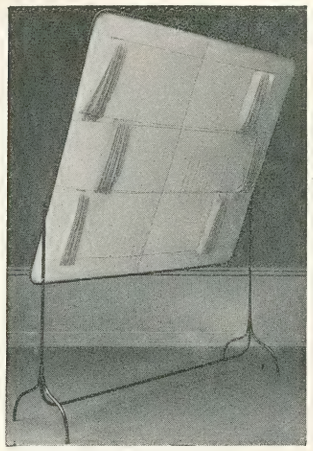


Fig. 216 Reflektorschirm.



Fig. 217. Reflektorschirm.

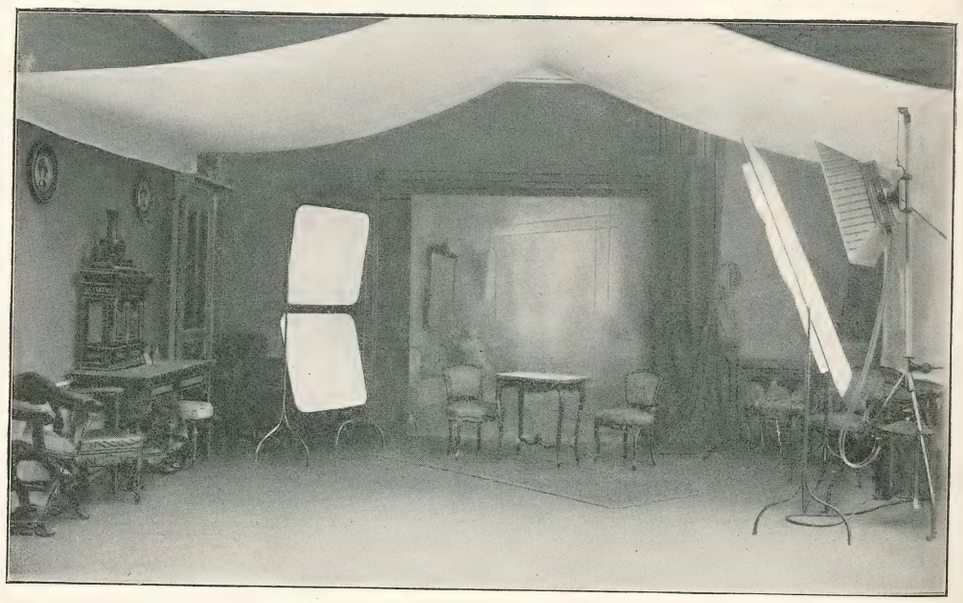


Fig. 218. Kunstlichtatelier mit der elektrischen „Empirie-Lampe“ ohne Tageslicht.

maliges Ausziehen des Lichtbogens unmöglich ist, abgesehen von den Unannehmlichkeiten, welche das stete Reinhalten eines automatischen Uhrwerkes zur Folge hat.

Sobald die Exposition beendet ist, drückt man auf eine pneumatische Birne und die Lampe brennt wieder wie vorher normal.

Die Beleuchtungsarten und Lichteffekte können auf verschiedene Weise erzielt werden. Wünscht man eine durchaus weiche Beleuchtung, so richtet man den Schirm nach aufwärts gestrebt, um ein indirektes Licht von der Decke auf das Modell zu werfen. Um kräftigere Lichteffekte zu erreichen nehme man das Licht direkt, jedoch muß die Lampe in einer entsprechenden Entfernung, ca. 3 bis 5 Meter vom Modelle, stehen und das Licht selbst muß durch einen Crêpestoff gedämpft werden. Hierfür erweisen sich als äußerst vorteilhaft Schmidts gesetzlich geschützte Abdämpfungs- und Reflektionsgestelle.

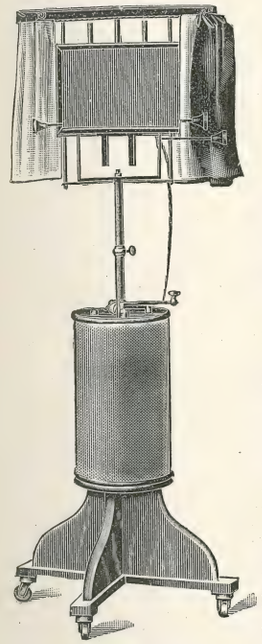


Fig. 219.
Müllers Bogenlampe.

Soll ausschließlich mit indirektem Licht gearbeitet werden, so empfiehlt es sich, den oberen Schirmteil der Lampe herauszunehmen, um das volle Licht nach der Decke zu leiten. Liebt man bei seiner Aufnahme noch die Einwirkung von hinterem Licht, so läßt sich auch der Seitenschirm der Lampe entfernen. Man stellt in diesem Falle einen glatten Stoffschirm hinter die Person, daß das hier aufgeworfene Licht indirekt das Modell trifft, um somit den Beleuchtungseffekt zu erhöhen. Außer für Porträtaufnahmen ist die „Empirie-Lampe“ gut für ausgedehnte Gruppen- und Bühnenaufnahmen, sowie für kinematographische Aufnahmen geeignet.

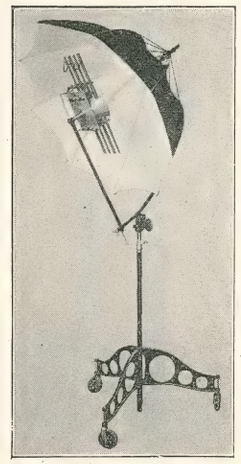


Fig. 220.
„Northlight“-Atelierlampe.

Auch zum Kopieren läßt sich dieselbe verwenden. Ein Zelloidinabzug kann in einer Dauer von 2 bis 3 Minuten angefertigt werden.

Fig. 216 bis 218 zeigen die Anwendung der „Empirie-Lampe“ samt den Beleuchtungsschirmen.

Auch Adolf Müller in Hamburg benutzt eine dreifache Bogenlampe mit Handregulierung für Spannungen von 200—250 Volt (regulierbar von 6—30 Ampère) zur Atelierbeleuchtung. Fig. 219 zeigt diese Müllersche Lampe.

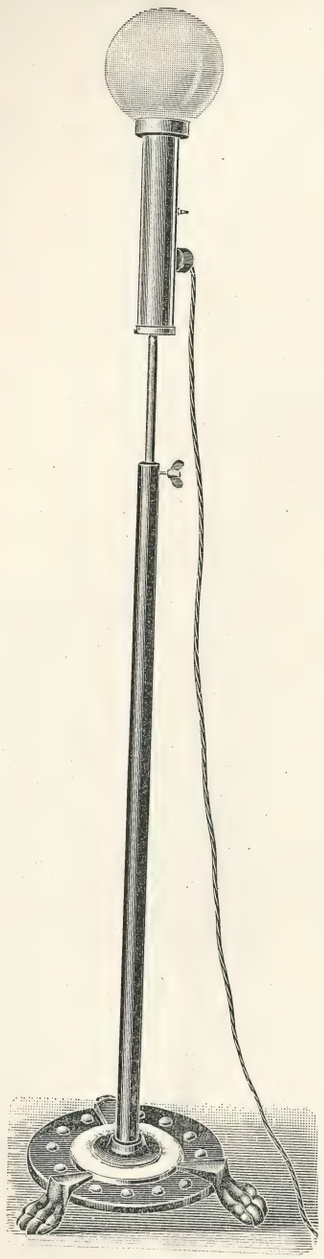


Fig. 221.
Trauts „Simplicissima"-Lampe.

Eine Bogenlampe für Porträtaufnahmen mit vierfachen Bogen und sonnenschirmartigem Reflektor bringt Marion in London unter dem Namen „Northlight"-Atelierlampe in den Handel (Fig. 220).

Jobson und Nikias in England ließen sich eine Bogenlampe mit eigentümlichem Reflektor, welcher durch zwei Öffnungen das Licht nach oben und nach der Seite wirft, patentieren (engl. Patent Nr. 28358, 1909, Brit. Journ. Phot. 1910, S. 916).

Eine handliche kleinere transportable Aufnahmelampe ist Trauts „Simplicissima", welche von der Firma Kieser & Pfeufer in München erzeugt wird. Sie kann sowohl an Gleich-, wie an Wechsel- und Drehstrom von 110 bis 120 Volt angeschlossen werden; jede Hausleitung mit 6 Ampère genügt. Die äußere Form der Trautschen „Simplicissima"-Lampe zeigt Fig. 221.

Hochspannungs-Dauerbrandlampen.

Anstatt der gewöhnlichen Kohlenbogenlampe oder Effektbogenlampe wird auch die luftdicht in hohlen Glaskugeln verschlossene elektrische Hochspannungs-Bogenlampe mit bestem Erfolge verwendet, weil ihr violett nuanciertes Licht sehr aktinisch ist.

Zu den Hochspannungslampen gehört die Regina-Bogenlampe (ca. seit 1904) der Reginalampenfabrik in Köln-Sülz (Deutschland); für Österreich Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Kolben in Prag-Vysočan. Die Regina-Bogenlampe ist eine Dauerbrandlampe (s. S. 422), welche geringeren Stromverbrauch und größere Aktinität als die gewöhnliche Kohlenbogenlampe liefert. Infolge der hohen Spannung entsteht der in einer Glaskugel eingeschlossene Lichtbogen in einer Länge von 25 bis 30 mm.

Fig. 222 zeigt die Außenansicht der in einem Blechkasten untergebrachten Reginalampe; der Kasten ist auf einer Seite offen, auf der anderen mit Mattglas verschlossen; zwei Seiten bestehen aus Blech; oben ist der Kasten gleichfalls offen. Wenn im Atelier durch geeignete Gardinen an der Decke Reflexflächen geschaffen werden können, so sind andere Reflektoren entbehrlich.

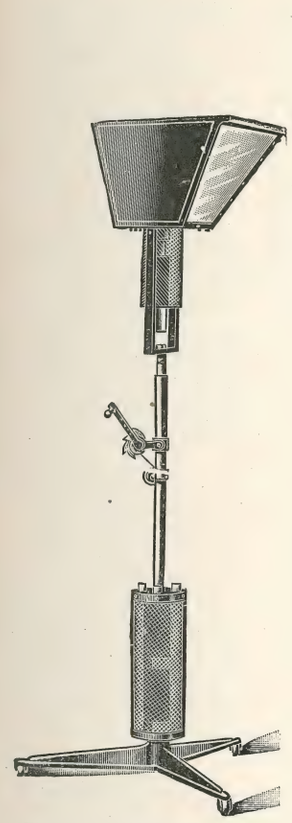


Fig. 222. Regina-Bogenlampe.

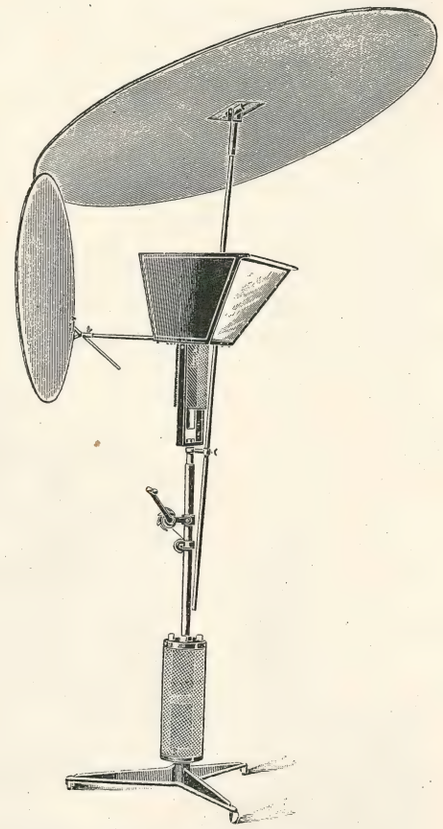


Fig. 223. Dieselbe mit Reflektorschirmen.

Sind keine anderen Reflektoren im Atelier vorhanden, so wird die Lampe selbst in der in Fig. 223 angedeuteten Art mit Reflektorschirmen ausgestattet. — Die Anordnung im Aufnahmeatelier zeigt Fig. 224.

K. Weinerts „Sonja-Universallampe" ist für Hochspannungsströme (sowohl für Gleichstrom als Wechselstrom) eingerichtet. Diese Lampe (Fig. 225) kann sowohl für photographische Aufnahmen, als

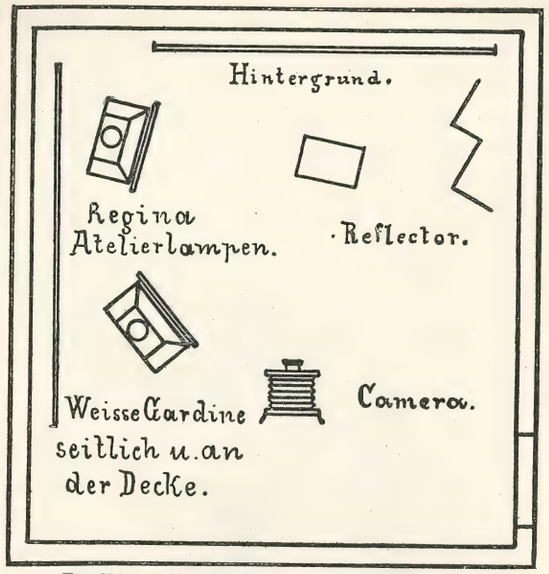


Fig. 224. Atelieranordnung mit Regina-Atelierlampe.

auch für Kopier- und Reproduktionszwecke, für Vergrößerungen usw. verwendet werden.

Die „Sonja-Universallampe“ brennt einzeln und zwar: Bei einer Netzspannung von 110 bis 120 Volt Gleich- oder Wechselstrom mit einer Klemmenspannung von 90 Volt und einer Stromstärke von 12 Ampère, und bei einer Netzspannung von 220 Volt Gleich- oder Wechselstrom mit einer Klemmenspannung von 140 Volt und einer Stromstärke von 15 Ampère.

Hierher gehört auch die in Fig. 226 abgebildete Adolf Müllersche (Hamburg) Dauerbrandlampe, welche Hochspannungslampe (220 Volt) ebenfalls das bekannte blauviolette Licht (s. Seite 436) aussendet.

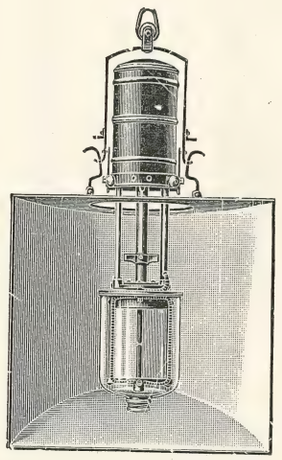


Fig. 225. Sonja-Universallampe mit Reflektor.

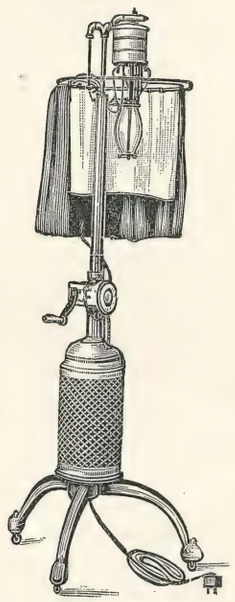


Fig. 226. Müllers Dauerbrandlampe.

Hochspannungslampen verwendet auch die Stralsunder Bogenlampenfabrik für ihre photographischen Lampen für Porträtphotographie. Fig. 228 zeigt die Anordnung der Lampe und Fig. 227 den Lichtregler. Er ist nach oben offen, damit das Licht auf die weißen Atelier-Obergardinen fallen kann. Schmale Blechklappen gestatten die Lichtregulierung.

Farbige Beleuchtung für Porträtphotographie.

Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß farbige Pigmente auf weißem Grunde mehr oder weniger zum Verschwinden gebracht werden, wenn man sie mit gleichartigem Licht beleuchtet (rote Pigmente mit rotem Licht usw.) und mit übertriebenem Kontrast sich dunkel abheben, wenn man auf sie komplementär gefärbtes Licht fallen läßt.

Dieses Phänomen kann für die photographische Praxis, sowohl in der Reproduktionsphotographie (s. folgenden Abschnitt III), wie in der Mikrophotographie usw. ausgenutzt werden.

Auch in der Porträtphotographie hat man farbige Beleuchtung versucht (Howard Farmer 1900; Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 320).

Howard Farmer benutzte starkes elektrisches Bogenlicht und schaltete farbige Lichtfilter ein. Die Lichtfilter, welche nur Rotgelb durchlassen, stellt Farmer her durch Baden von gelatinierten Platten in einer Eosin-Blaustichlösung (100 Teile einer $2^1/_2$proz. Eosinlösung in 3840 Teilen Wasser) während 10 Minuten, Abspülen und nachfolgendes Baden in einer $1^1/_4$proz. Brillantgelblösung (10 Minuten) und Trocknen ohne zu waschen; sie werden vor die Platte eingeschaltet. Solche Aufnahmen mit orthochromatischen Platten geben die Beleuchtungseffekte beim Porträt viel besser als gewöhnliche Trockenplatten, bei welchen hauptsächlich Blauviolett und Ultraviolett wirkt; namentlich die Unreinheiten des Teints sind mit gelbrotempfindlichen Platten viel besser getilgt, so daß die Platten weniger Retouche brauchen.

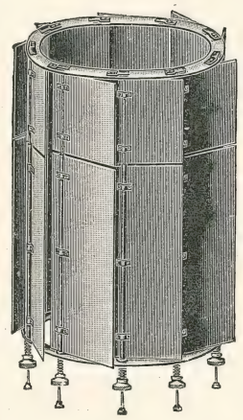


Fig. 227.

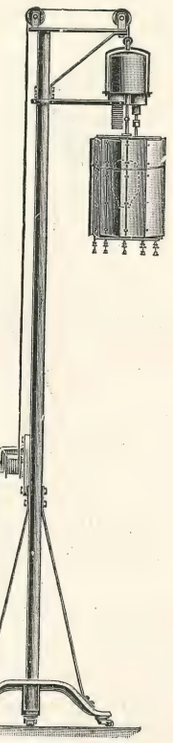


Fig. 228.

Stralsunder Bogenlampe.

Genau den entgegengesetzten Effekt erstrebte der Arzt Dr. Leopold Freund in Wien mit der Beleuchtung der menschlichen Haut mit bläulichgrünem Quecksilberlicht, welches sogar ganz blaßrote Hautauschläge, welche beim Licht der elektrischen Glühlampe fast unsichtbar sind, im Quecksilberlicht enorm stark (dunkel) hervortreten läßt, was z. B. beim ersten Auftreten syphilitischer Hautaffektionen großen diagnostischen Wert hat (L. Freund, Gesellsch. d. Ärzte, Dez. 1910).

Blitzlicht mittels elektrischer Bogenlampen.

Verbrennt man einen Aluminiumstift oder dgl. im elektrischen Starkstrom, so verdampft und verbrennt er unter kurzem Aufleuchten im Momente des Schließens des Stromkreises. Dieses Phänomen nutzte Jean Schmidt in Frankfurt a. M. zur Konstruktion seiner „Jupiter"-Lampe für Momentaufnahmen aus[1]). Gleichzeitig ist ein Glühlampensystem damit verbunden.

Der Apparat besteht aus einem auf einem Stativ befindlichen Hohlschirm, dessen äußerer Rand eine Reihe von Glühlampen trägt. Im Mittelpunkt desselben befindet sich eine Doppelbogenlampe, welche aus nur drei Kontaktarmen besteht. Die Glühlampen sind zunächst zu zweien in einen Stromkreis geschaltet und brennen bei halber Spannung normal. Sobald nun ein Druck auf eine Gummibirne erfolgt, betätigt sich der Schaltapparat, die Glühlampen werden auf die doppelte Spannung gebracht und glühen in diesem Momente mit hochaktinischem Lichte, augenblicklich darnach treten in der Bogenlampe gleichzeitig zwei Öffnungsfunken auf, welche vereinigt mit dem gesteigerten Glühlichte ein mildes aktinisches Licht verbreiten. Der so erzeugte Lichteffekt ermöglicht eine Momentaufnahme in nur $^1/_{30}$ Sekunde. Dieser außerordentliche Lichteffekt in so kurzer Zeit wird dadurch erreicht, daß die Bogenlampe als positive Elektrode einen Aluminiumstift besitzt, während die negative Elektrode durch eine Bogenkohle gebildet ist. Die Schaltvorrichtung ist derartig, daß der im Moment entstandene Bogen sofort wieder erlischt. Die in so kurzer Zeit entwickelte Lichtstärke ist so bedeutend, daß sowohl Einzelporträts, wie auch kleinere Gruppen mit mittleren Blenden lichtstarker Objektive gut ausexponiert werden können.

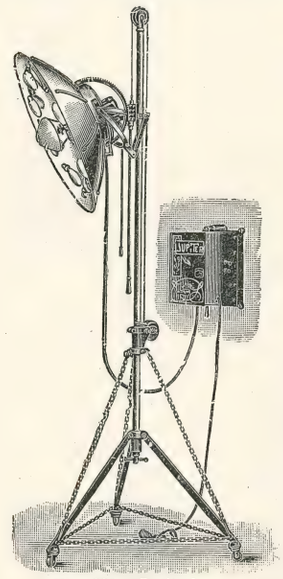


Fig. 229. Jupiterlampe.

Fig. 229 zeigt die Anordnung der Jupiterlampe (Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 360).

Die Jupiterlampe benötigt einen ganzen Strahlenkranz von Glühlampen und eine Bogenlampe mit einem Strom von 50 bis 60 Amp., während z. B. die Regina-Atelierlampe nur mit 6 bis 12 Amp. arbeitet.

Leider ergibt sich beim Aufblitzen des elektrischen Lichtes bei dieser Konstruktion eine sehr starke plötzliche Schwankung im elektrischen Stromkreis, so daß die damit verbundenen Störungen Widerspruch bei den Elektrizitätsgesellschaften verursachen und kaum mehr solche Lampen in Betrieb gesetzt werden.

III. Reproduktionsateliers mit elektrischem Licht.

Das elektrische Licht hat für die Reproduktion von Plänen, Landkarten, Gemälden eine noch größere Bedeutung als für die Porträtphotographie. Es ist wegen der Gleichmäßigkeit der Intensität des

1) Phot. Korresp. 1903, S. 162. Schmidt erhielt für diese Lampe ein deutsches Reichspatent Nr. 122313 vom 27. März 1900.

Lichtes und durch den Umstand, daß der Photograph leicht den richtigen Grad der Expositionszeit treffen kann, sehr wichtig; es werden die Resultate bei ein und demselben Genre von Arbeiten stets gleichartig sein und man hat es leicht in der Hand, das elektrische Licht in einem gewissen Winkel auf den Gegenstand fallen zu lassen, was bei Arbeiten aller Art von Wichtigkeit ist.

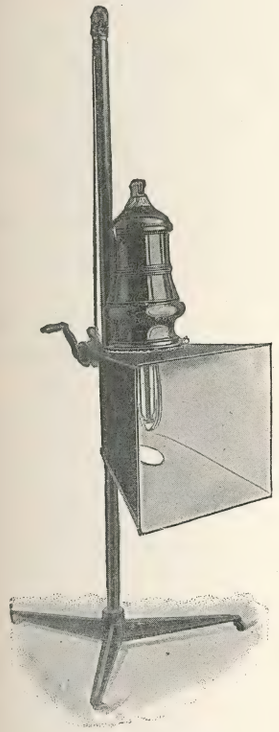


Fig. 230.
Reginalampe mit Reflektor.

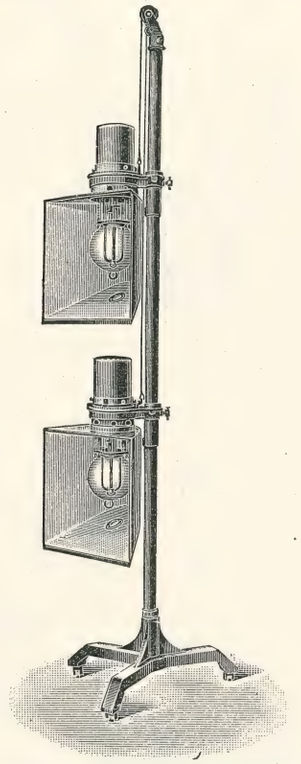


Fig. 231. Siemens-Schuckertlampen mit Kastenreflektor.

Reproduktionsanstalten, z. B. Autotypie- und Zinkographieanstalten, und Kunstanstalten können dieser Anforderung in der ungünstigen Jahreszeit nur mittels der Anwendung des elektrischen Lichtes nachkommen.

Die Einführung des elektrischen Bogenlichtes erfolgte zuerst in großen kartographischen Instituten. Es wurde in dem geographischen Institute von Lissabon seit 1876 eingeführt, im militärgeographischen Institute in Wien (1888), der Wiener Hof- und Staatsdruckerei, in Berlin, im photographischen Unterrichtsbetrieb an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien (seit 1890) usw. und in fast allen photographischen Reproduktionsanstalten der Welt.

In früherer Zeit wurde ausschließlich das gewöhnliche elektrische Kohlenbogenlicht mit ungefähr 2000 bis 3000 Kerzen Helligkeit angewandt.

In neuerer Zeit verwendet man für Reproduktionszwecke (monochrome Reproduktion von Schwarz-Weiß-Zeichnungen, Photographien usw.) die Hochspannungs-Dauerbrandlampen (s. S. 422), welche jedoch zufolge ihres bläulich-violetten Lichtes wenig geeignet zur Beleuchtung farbiger Objekte sind. Universell, auch für Reproduktion farbiger Originale, für Zwecke der Dreifarbenphotographie ist besonders die weiße Effektkohle mit großem Vorteil zu verwenden; jedoch ist auch andersfarbige Effektkohle hierfür brauchbar[1]).

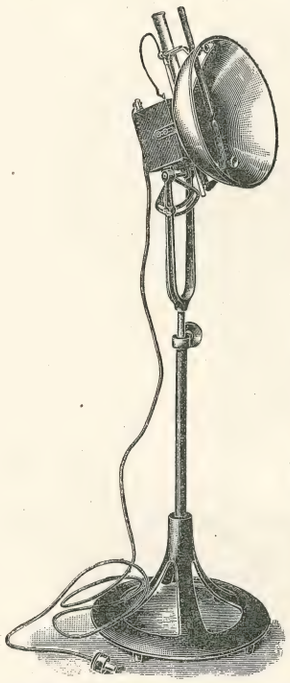


Fig. 232. Lampe von Penrose & Co.

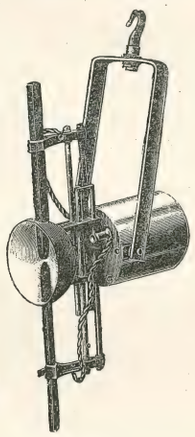


Fig. 233.

Die Anwendungsart ist dieselbe. Man muß nur den Winkel der besten Ausnutzung der hellsten Lichtkegel berücksichtigen.

In der Regel versieht man für Zwecke der Reproduktionsphotographie in chemigraphischen oder Autotypie-Anstalten die Bogenlampen mit Reflektoren, welche innen mit weißem Anstrich oder eingebranntem Email versehen sind.

Die Siemens-Schuckertwerke, die Reginabogenlampenfabrik u. a. bringen ihre Belichtungsapparate für photographische Zwecke mit Kastenreflektoren an, wie Fig. 230 und 231 zeigen. Für kleinere Objekte genügt eine einzige Lampe; bei großen Flächen muß man aber mit je zwei Bogenlampen beiderseits (zusammen vier Lampen) arbeiten.

Fig. 233 zeigt eine solche Lampe auf Ständer und verstellbarem und neigbarem Beleuchtungskörper; Fig. 232 eine ähnliche Lampe zum Hängen eingerichtet, wie sie Penrose & Co. in London ca. 1902 in den Handel brachten. In vielen Fällen, z. B. bei Aufnahmen von Originalen mit glänzender, gekörnter Oberfläche, Ölgemälden usw. ist diese Drehung sehr vorteilhaft, da man den Lichtkegel in bestimmtem Winkel auf das Original fallen lassen kann (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 251).

1) Rote Effektkohle gibt auch viel blaue Strahlen; gelbes Effektkohlenlicht zeigt einen unangenehmen Mangel an Rot.

Praktisch sind die Vorrichtungen, auf welchen die Firma Falz & Werner in Leipzig ihre Reproduktions-Bogenlampen verschiedener

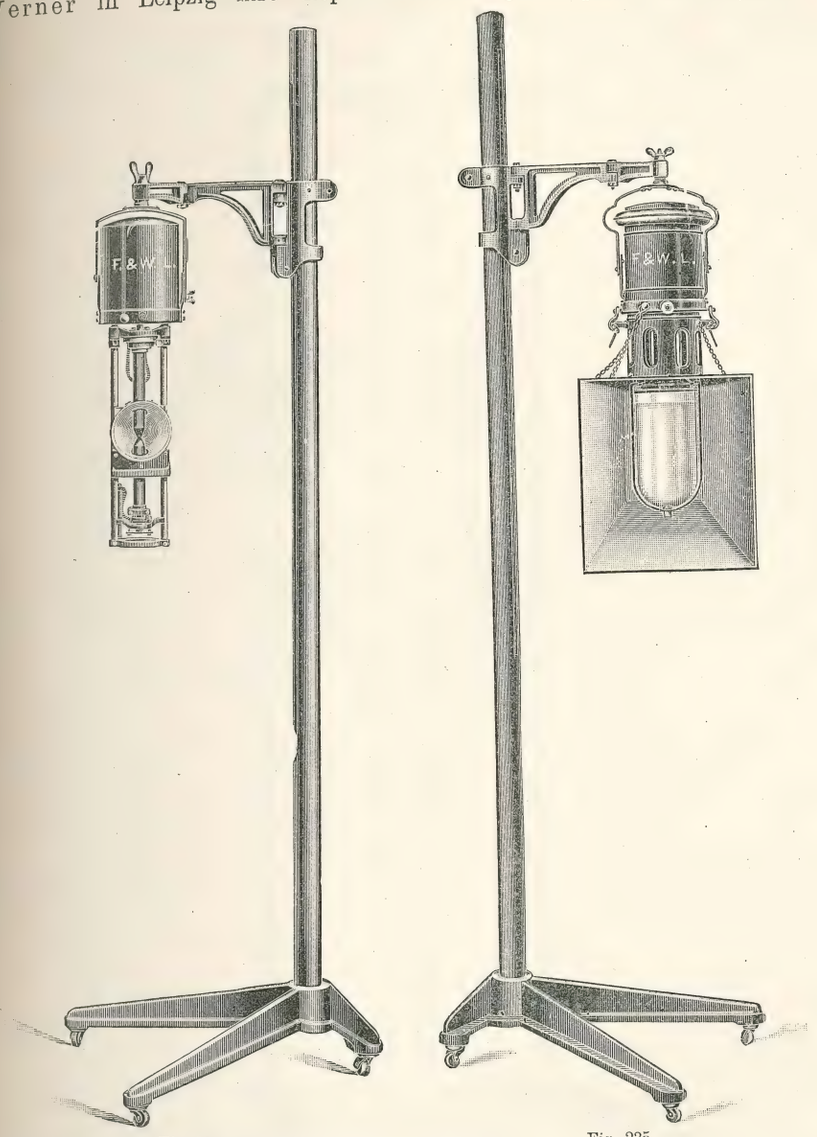


Fig. 234. Fig. 235.

Reproduktions-Bogenlampen.

Systeme angebracht hat (Fig. 234 und 235). Die Lampen werden durch Triebwerk hoch und tief verstellt, was bei den Stativen durch innerhalb der Röhren gleitende Gegengewichte sehr bequem ermöglicht ist

(Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 348). Die neuen Scheinwerfer-Bogenlampen Falz & Werners sind auf zwei Stativen derart angeordnet, daß das gesamte 40000 Kerzen starke Licht der vier Lampen in ein Quadrat von 30 cm Seitenlänge gebracht werden kann (Fig. 236).

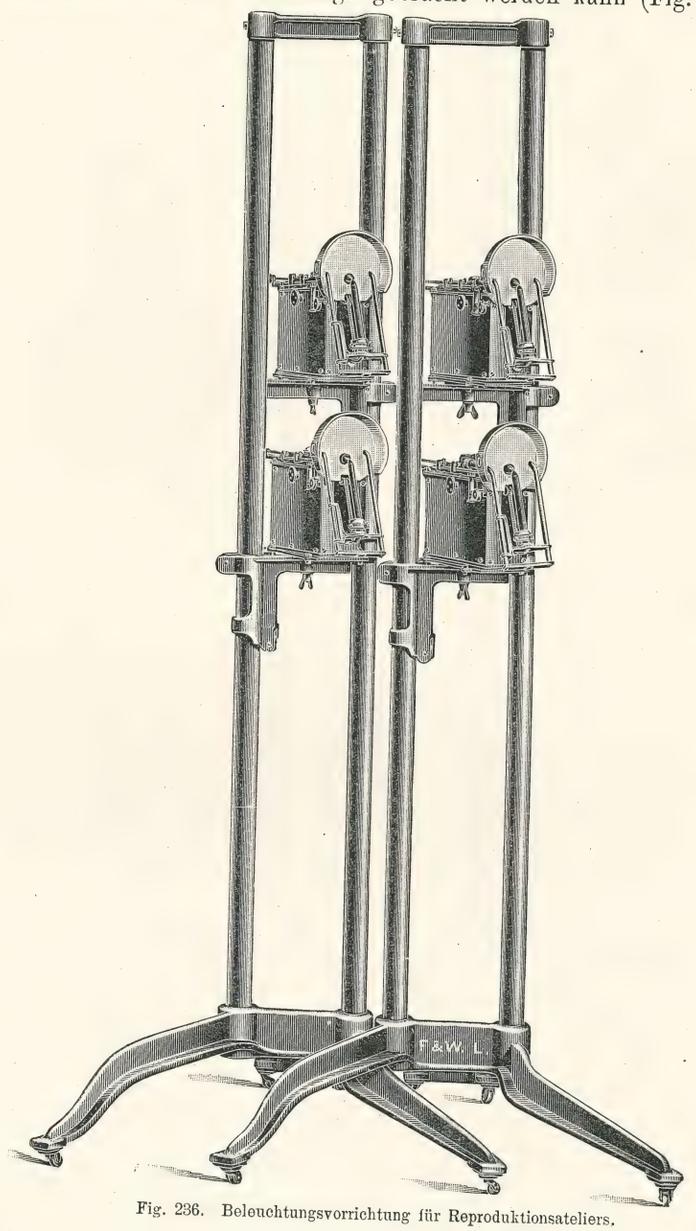


Fig. 236. Beleuchtungsvorrichtung für Reproduktionsateliers.

Eine besondere Konstruktion fahrbarer Lampenträger für Reproduktionsapparate ließen Falz & Werner in Leipzig patentieren (D. R. P. Klasse 57a, Gruppe 5, Nr. 232205; 1910).

Anstatt die Lampen zu zweien oder vieren auf Gestellen anzubringen, ordnet man sie in Reproduktionsateliers häufig an der Decke

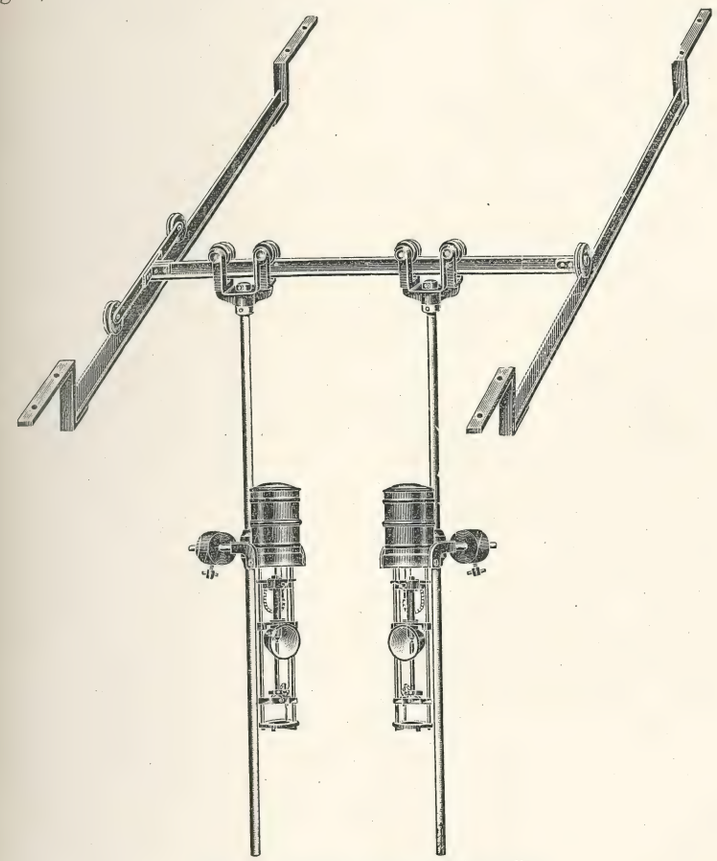


Fig. 237. Lampen für Reproduktionsateliers.

an, wie z. B. die Anordnung der K. Weinertschen Lampen (Berlin) in Fig. 237 zeigt. Die Lampen haben einen offenen Lichtbogen und emaillierte Reflektoren. Diese sind mitunter parabolisch, mitunter kugelförmig, mitunter kastenartig geformt. Auch andere Firmen verwenden eine ähnliche Anordnung, z. B. Penrose in London, Falz & Werner in Leipzig u. a.

Sehr beliebt ist die sehr aktinische und ökonomische Regina-Bogenlampe für Lichtpausen, chemigraphische Anstalten usw. mit

einem Reflektor von der in Fig. 238 abgebildeten Form montiert, ähnlich sind auch die Stralsunder Hochspannungslampen u. a. angeordnet.

Auch die Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen von Körting & Mathiesen in Leutzsch bei Leipzig sind ähnlich.

Fig. 239 zeigt die Einrichtung eines Reproduktionsateliers nach Falz & Werner in Leipzig mit zwei hängenden Reproduktionslampen und Kamera mit Umkehrungsprisma, weshalb die Achse der Kamera senkrecht zum Original gerichtet ist.

Weniger gebräuchlich ist derzeit die Verwendung der sehr kostspieligen elektrischen Scheinwerfer (s. S. 420 und 458) für Zwecke der Reproduktionsphotographie. Der Vollständigkeit halber bringen wir in Fig. 240 die Abbildung eines Siemens-Schuckertschen Scheinwerfers auf fahrbarem Untergestell und schematische Darstellung seiner Aufstellung (Jahrb. f. Phot. 1904, S. 107).

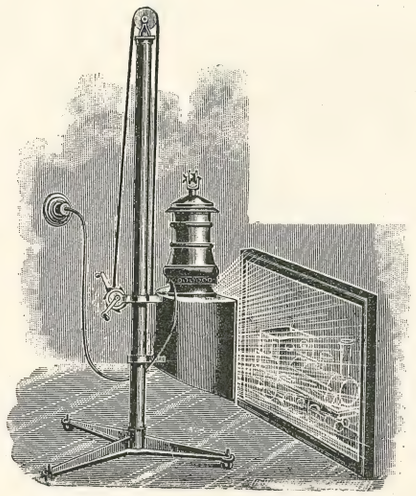


Fig. 238. Regina-Bogenlampe.

Die Beleuchtung der Strichzeichnung bei der Aufnahme soll derart sein, daß Reflexe in den glänzenden Zeichnungsstrichen ausgeschlossen sind und trotz der Rauheiten des Papiers ein glattes homogenes Planium resultiert. Am besten entspricht die künstliche Beleuchtung durch mehrere symmetrisch angebrachte elektrische Bogenlampen, die so weit seitwärts situiert werden müssen, daß die erwähnten Reflexe entfallen. Für die Beleuchtung können nur jene Strahlen der Lampe in Betracht kommen, deren Intensitäten ungefähr gleich sind und nahe dem Maximum liegen. Diese ausnutzbaren Strahlen bilden bei Kohlenbogenlicht ein Bündel von ca. 30 Grad Ausdehnung. Soll daher eine ganze Zeichnung, oder ein Teil derselben gleichmäßig beleuchtet werden, so muß die Entfernung des Lichtpunktes mindestens der doppelten Ausdehnung der zu beleuchtenden Fläche gleichkommen. Um den Beleuchtungseffekt bei Anwendung gewöhnlichen Kohlenbogenlichtes zu steigern, ist es zweckmäßig, die Achsen der Kohlen derart zu verstellen, daß der in der positiven Kohle entstehende leuchtende Krater an der dem Original zugewendeten Seite entsteht und die Lampen parallel mit dem Original um 45 Grad zu verdrehen, damit der lichtstarke ringförmige Raum in die Diagonale des Originals fällt. Eine mit 20 Ampère gespeiste Bogenlampe beleuchtet eine ein Meter entfernte Fläche mit derselben Intensität, wie sie einem guten Tageslichte zukommt. Das k. k. militär-geogr. Institut benutzt für die Beleuchtung des Originals vier derartige Lampen, welche auf ein Meter Entfernung eine Fläche von einem Meter Länge und Breite mit einer dem zerstreuten Tageslicht gleichen Intensität erhellen, wobei jede Lampe eigentlich nur den vierten Teil der Fläche beleuchtet. Größere Originale beleuchtet man aus größeren Entfernungen, die

Beleuchtungsintensität nimmt dann zwar sehr bedeutend ab, da man es aber in diesem Falle stets mit Reduktionen zu tun hat, so ist dieser Umstand ohne Bedeutung[1]).

Eine gute Einrichtung in dieser Art ist jene, welche Freiherr von Hübl im militär-geographischen Institute in Wien getroffen hat und welche hier, als typisch, ausführlicher beschrieben wird[2]).

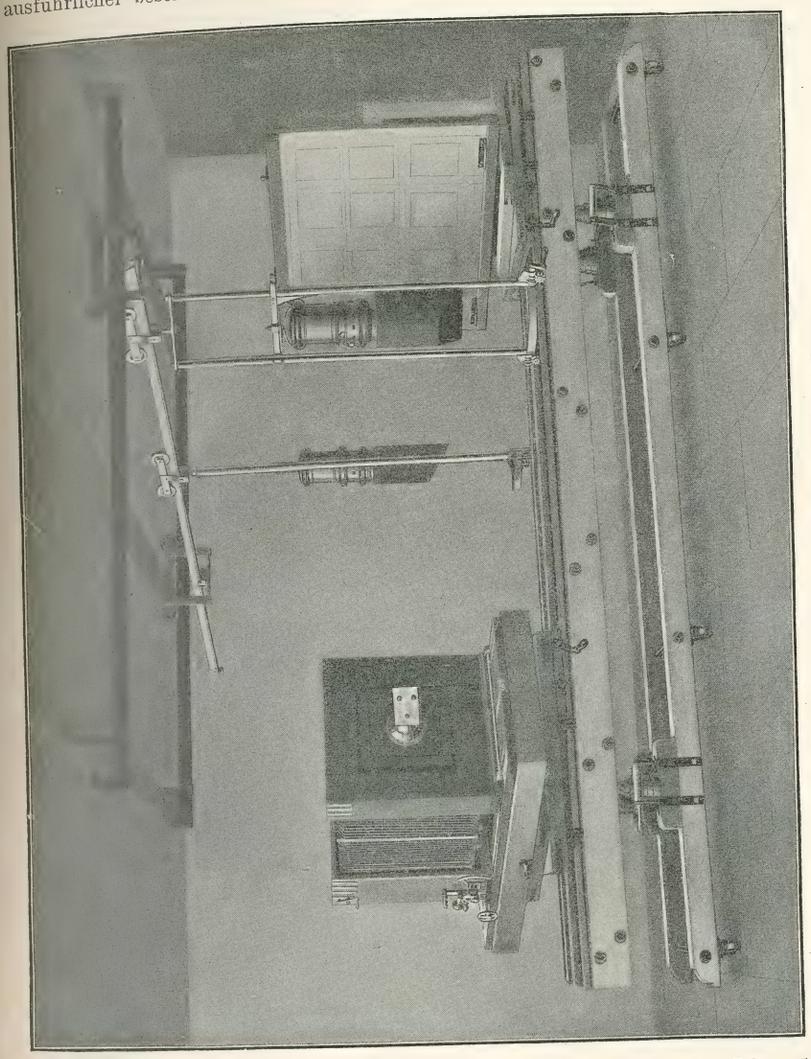


Fig. 239. Reproduktionsatelier nach Falz & Werner.

Das k. k. militär-geographische Institut hat zu Ende des Jahres 1888 das elektrische Licht für die Photographie installiert, so daß gegenwärtig alle Repro-

1) Freiherr von Hübl, Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 222.

2) Freiherr von Hübl, Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 223; Mitteilungen des k. k. militär-geogr. Institutes, IX. Bd., 1889.

duktionen ausschließlich mit elektrischem Lichte hergestellt werden; dieselben erfolgen überdies auch ohne Verwendung einer Kamera.

Fig. 241 zeigt im Längen- und Querschnitt die Anordnung der betreffenden Lokale.

Durch den elektrischen Gleichstrom werden im Belichtungszimmer B des Originals vier an einem eisernen fahrbaren Rahmengestelle R angebrachte Bogenlampen $L\,L$ gespeist, wobei jede Lampe 3000 Kerzen Lichtstärke liefert, und das Original mit einer Intensität von ca. 6000 Meterkerzen beleuchtet. Die Lampen hängen zu zweien übereinander bei L und L' und haben die oberen Lampen die positiven Pole oben geschaltet, die negativen aber unten, wodurch das Licht der oberen Lampen mehr nach

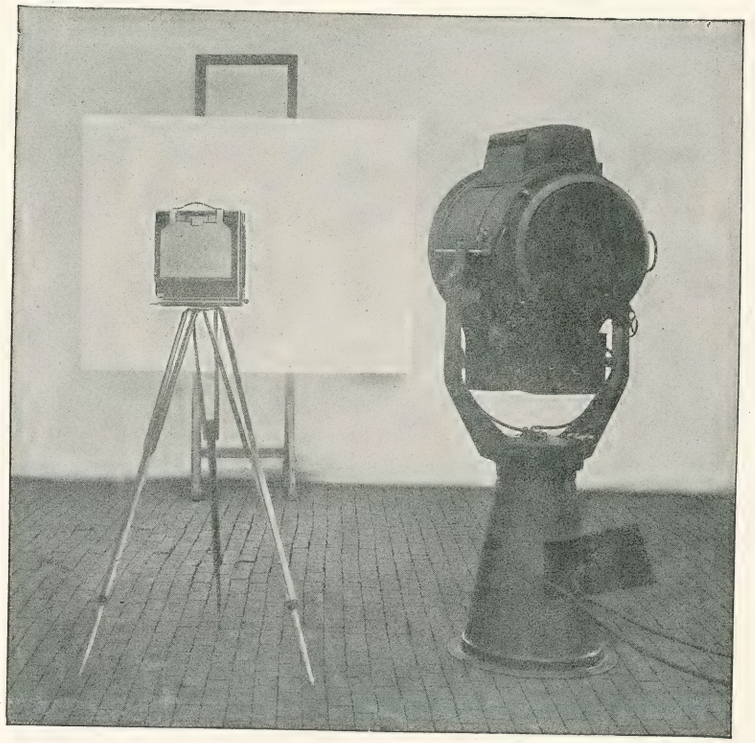


Fig. 240. Scheinwerfer von Siemens-Schuckert.

unten gerichtet, jenes der unteren Lampen aber mehr nach oben geleitet ist, somit das gesamte, von den vier Lampen ausgehende Licht das Original trifft und gleichmäßig beleuchtet. Je zwei Lampen sind miteinander parallel geschaltet. An der Wand bei W ist ein Vorschaltwiderstand und zwei Ampèremeter in die Leitungen geschaltet, um die Stromstärke zu regulieren.

Fig. 242 und 243 zeigen die Gestalt dieses Rahmens. Die vier Bogenlampen B sind ca. 45 Grad gegen die Horizontale geneigt und die Achsen der Kohlen sind, wie erwähnt, gegeneinander verstellt. — Bei Verwendung von anderen modernen elektrischen Bogenlampen ist die Stellung der Lampen sinngemäß entsprechend dem Winkel der maximalen Lichtausstrahlung zu wählen.

Der das Original tragende Tisch T ruht mit Rollen auf einer eisernen Schienenbahn $a\,a$, und läßt sich dem Objektiv nähern oder davon entfernen. Der Tisch selbst hat mechanische Vorrichtungen in Form von Schrauben und Drehachsen, um damit das Original zu heben, zu senken, nach links und rechts um eine vertikale Drehachse, nach oben und unten um eine horizontale Drehachse zu bewegen und zu verstellen, um das Originalbild mit seiner Mitte in die optische Achse des photographischen Objektives und parallel zur Einstellplatte im Aufnahmezimmer zu bringen.

In der Wand bei O, welche den Lichtraum vom Aufnahmeraum trennt, befindet sich die Öffnung für das an der Seite des Lichtraumes fest angemachte Objektiv.

Im Aufnahmeraum A, welcher beim Hantieren des Einstelltisches mit Glühlicht entsprechend beleuchtet wird, läuft auf einer Schienenbahn $c\,c$ der Einstelltisch E für die lichtempfindliche Platte. Er läßt in analoger Weise, wie dies beim Original-

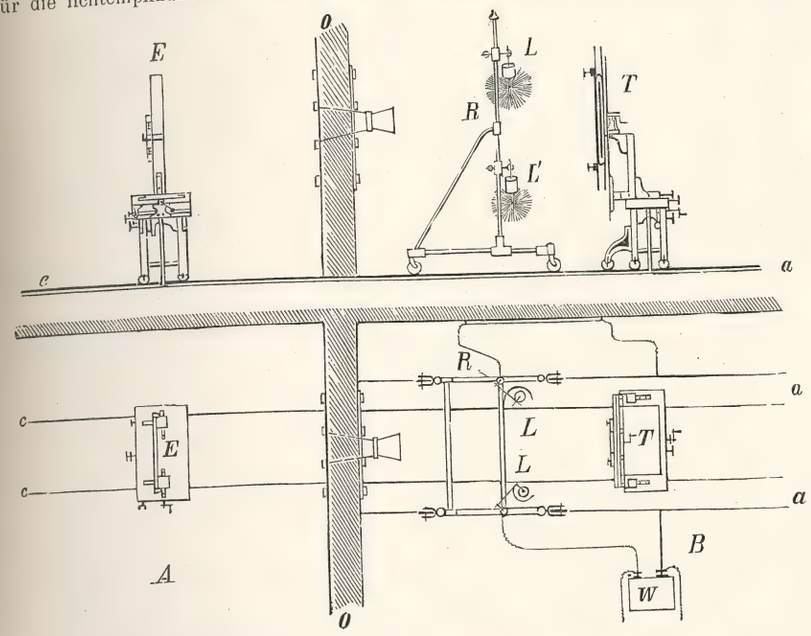


Fig. 241. Installation im k. k. militär-geographischen Institut zu Wien.

Tragtisch erörtert wurde, die Bewegung nach allen Richtungen zu, wodurch das Einstellen des Lichtbildes auf eine bestimmte Dimension in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit ohne viele Schwierigkeiten vor sich geht. In sinnreicher Art wird dann an Stelle der Einstellscheibe die lichtempfindliche Platte gesetzt, die Glühlampe abgestellt, das Objektiv geöffnet und die Exposition gemacht. Je nach dem Charakter des Originals, dann ob verjüngt, in gleicher Größe oder mit Vergrößerung gearbeitet wird, schwankt die Expositionsdauer auf nassen Kollodiumplatten zwischen 2 und 8 Minuten.

Da aber für jede Größe des Originals mit Rücksicht auf das Verhältnis der Größe der Aufnahme zur Reproduktion im Lichtraume das Original auf ganz bestimmte theoretisch-praktisch ermittelte Distanz zum Objektivapparat gestellt wird, so hat der Einstelltisch im Aufnahmeraume auch schon eine voraus bestimmte Entfernung von der Wand des Lokales, aus deren Öffnung die Lichtstrahlen kommen, daher handelt

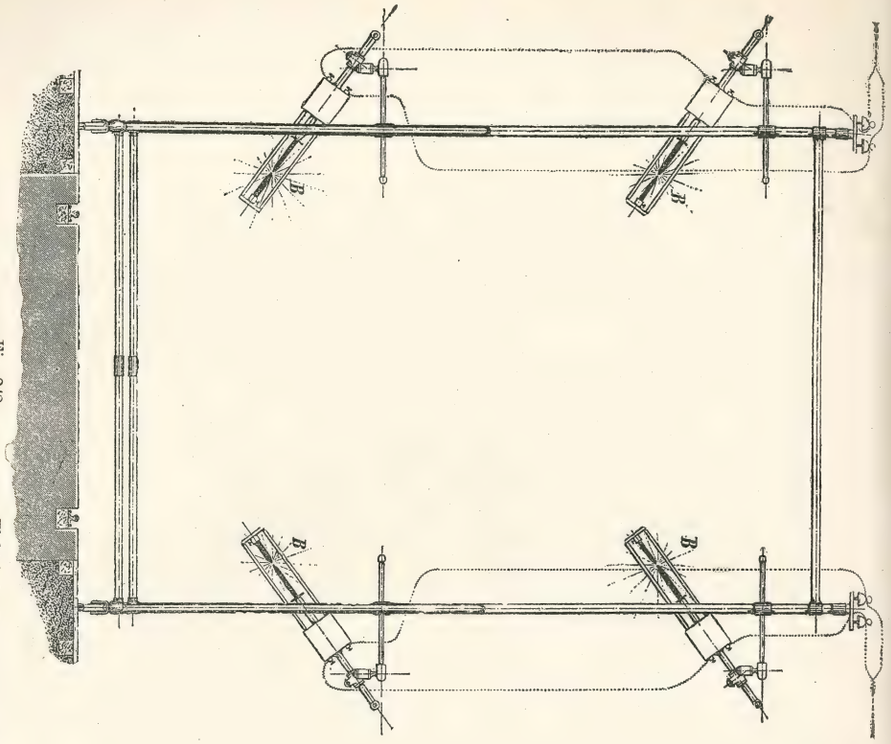


Fig. 242. Elektrische Bogenlampen für Reproduktionsphotographie.

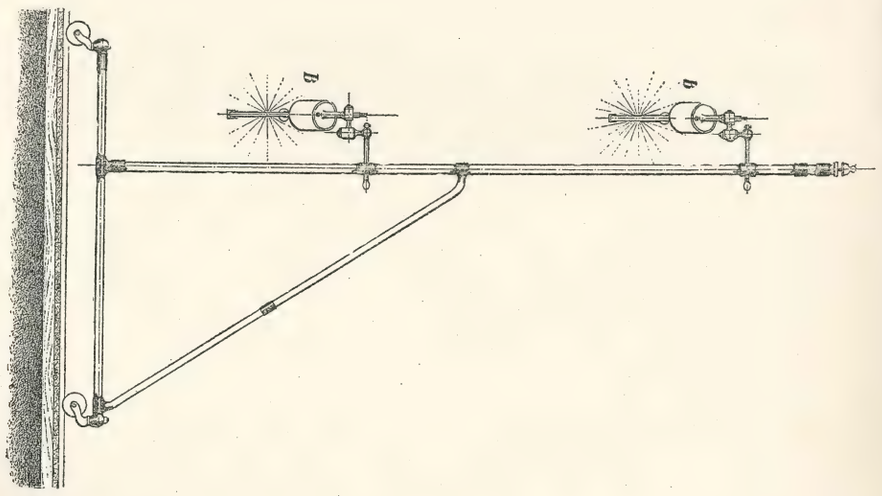


Fig. 243.

es sich dann nur noch darum, die feine Einstellung zu geben, was ganz wenig Zeit in Anspruch nimmt, und damit ist, wie gesagt, die Arbeit des Einstellens verhältnismäßig sehr kurz[1]).

Einfluß der Art des elektrischen Bogenlichtes auf die Reproduktion farbiger Objekte.

Für die photographische Aufnahme von Originalen in Schwarz-Weiß, z. B. Zeichnungen, Photographien usw., ja sogar von lebenden Personen, ist die sehr aktinische, violettliches Licht aussendende Hochspannungslampe (Reginalampe usw.) im allgemeinen vorzüglich verwendbar. Farbige Objekte (Gemälde) werden aber im fahlen violetten Lichte in ihren Farbenwerten so verändert, daß man weder korrekte orthochromatische Aufnahmen noch Dreifarbenphotographien damit herstellen kann. Dagegen eignet sich das weiße gewöhnliche Bogenlicht zwischen Kohlenstiften oder das grellere weiße Licht der „weißen Effektkohlen“ (s. S. 422) sehr gut für Zwecke der Gemäldereproduktion und Dreifarbenphotographie.

Farbige Beleuchtung in der Reproduktions- und Dreifarbenphotographie.

Farbige Objekte, welche farbentonrichtig mittels orthochromatischer Platten aufgenommen werden sollen, werden am besten mit weißem Lichte beleuchtet; ist die Blauwirkung zu aufdringlich, so ist die Anbringung von Gelbscheiben vor dem Objektiv üblich und allgemein bekannt. Ist die Lichtquelle an und für sich gelblich (z. B. Petroleumlicht, Kohlenfadenglühlicht), so sind die gelben Dämpfungsfilter entbehrlich.

Soll aber Licht im blauen Spektralbezirke gedämpft werden, damit die Blauwirkung gegenüber der Gelbwirkung herabgesetzt wird, so kann man denselben Effekt, wie beim Vorschalten von Gelbscheiben vor dem Objektiv, auch durch Vorschalten von gelben Gläsern unmittelbar vor die elektrische Bogenlampe erzielen; es wird in diesem Falle das ganze farbige Original mit gelblich nuanciertem Licht beleuchtet und dann wird die Anbringung einer Gelbscheibe vor dem Objektiv überflüssig.

In ähnlicher Weise ist es möglich, durch farbige Beleuchtung bunter Objekte gewisse photographische Effekte zu erzielen, da z. B. blaugefärbte Objekte beim Beleuchten mit komplementär gefärbtem gelben Lichte (welchem Blau fehlt) viel deutlicher (dunkel) sich abheben als bei weißem Lichte. Hiervon macht man bei der Mikrophotographie gefärbter

1) Vgl. Volkmer, Phot. Korresp. 1889, S. 416.

Objekte (Bazillen, Dünnschnitten usw.) vielfach Gebrauch. Bei der Photographie von blaßrötlichen Pigmenten auf weißem Untergrunde treten die rotgefärbten Stellen viel deutlicher (dunkel) auf der Photographie hervor, wenn man das Objekt mit dem fahlen grünlichblauen Licht der Quecksilberdampflampe beleuchtet, welchem die roten Strahlen fast ganz fehlen. Zinnober erscheint bei Quecksilberlicht fast ganz schwarz. Auf diese Weise lassen sich farbige Flecken, Striche, Teile einer Zeichnung bei der photographischen Aufnahme teils tilgen, teils besonders hervorheben, je nach selektiver Emission farbiger Lichtstrahlen der zur Beleuchtung dienenden Lichtquelle.

Auch für Zwecke der Dreifarbenphotographie hat man Versuche mit farbiger Beleuchtung des zu reproduzierenden Objektes gemacht (Gamble[1]) und das in drei Farben zu reproduzierende Original mit einem den Filtern korrespondierenden, farbigen Lichte beleuchtet.

Wenn man imstande ist, während der roten Filterplattenaufnahme z. B. rotes Licht zu verwenden, während der grünen grünes Licht und schließlich violettes Licht für die dritte Aufnahme, wären die Bedingungen hiermit geschaffen.

In dem ersten Falle ist dies mit Hilfe einer orangeroten Flammenkohle ermöglicht, womit eine Abkürzung der Expositionszeiten um 50 Prozent möglich ist gegenüber der Anwendung der offenen oder geschlossenen Bogenlampe und gewöhnlichen Kohlen. Auch das violette Licht, das für die violette Filteraufnahme wünschenswert, ist in den geschlossenen Bogenlampen und gewöhnlichen Kohlen geboten.

Die grüne Filteraufnahme kann mit weißer Effektkohle mit Einschaltung grüner Gläser erfolgen usw.

Wenn auch diese Art der Verwendung farbigen Lichtes in der Reproduktionsphotographie noch wenig Verwendung gefunden hat, so verdient sie doch Beachtung. (Über Verwendung farbigen Lichtes in der Porträtphotographie s. S. 449.)

IV. Elektrisches Bogenlicht zum Kopieren und Vergrößern.

Anwendung des elektrischen Lichtes zum Kopieren.

Wegen seiner Wirksamkeit kann elektrisches Licht auch zum Kopieren auf Chlorsilberpapier, Chromatgelatine und ähnlichen Präparaten benutzt werden (vgl. auch S. 433).

Woodbury wendete 1866 zuerst das ohne Batterie mittels eines elektromagnetischen Apparates erzeugte elektrische Licht zur Erzeugung seiner Photoreliefmatrizen an[1]). Er beobachtete, daß das elektrische Licht härtere Kopien als das Sonnenlicht gab und daß er länger als in der Sonne exponieren mußte[2]).

1) W. Gamble, Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 160.

Dujardin in Paris stellte mittels des elektrischen Lichtes die Chromatgelatineplatten her, welche er zur Herstellung der Druckplatten für die Photogravure und Zinkographie braucht: die Chromatgelatine wird zu diesem Zwecke unter einem Negativ nur 20 bis 40 Minuten belichtet[3]).

Nach Rodriguez machte man im Geographischen Institut in Portugal von dem elektrischen Lichte einer Grammeschen Dynamomaschine einen noch ausgedehnteren Gebrauch. Das elektrische Licht von 2000 Kerzen Helligkeit diente nicht nur für die Belichtung der mit Chromatgelatine überzogenen Papiere und Platten, sondern auch für Asphaltschichten, sowie zur Erhellung der Pläne und Karten usw., welche mit der Kamera (nasser Negativprozeß) aufgenommen werden sollen. Demgemäß können photolithographische Umdruckpapiere und Heliographien auf Kupfer und Zink bei elektrischem Licht hergestellt werden[4]).

Garnier exponierte seine Zuckerchromatplatten für Heliogravure unter einem Diapositive dem elektrischen Lichte 3 Minuten, während er in der Sonne 1 Minute brauchte[5]).

Meisenbach in München benutzte seit 1882 zum Kopieren seiner Autotypplatten das elektrische Bogenlicht. Die Exposition betrug bei einer Helligkeit von ca. 1200 Kerzen ungefähr 5—5½ Stunden, während er in der Sonne ungefähr zwei Stunden belichtete (Phot. Korresp. 1883, S. 328). J. Löwy in Wien versuchte 1883 das Kopieren von Lichtdruckplatten und mußte bei einem Bogenlichte von ungefähr 3000 Kerzen beiläufig 15 Minuten exponieren.

Das elektrische Licht wirkt bekanntlich auch auf Papier vergilbend und auf Farbstoffe bleichend ein. Miller stellte in München 1882 Versuche mit einer Beleuchtungsdauer von 200—300 Stunden an; auf alle Farbstoffe wirkte das Sonnenlicht kräftiger als das elektrische Licht, jedoch bleichte auch das letztere viele Farbstoffe, namentlich Anilinfarben (Phot. Korresp. 1883, S. 328). Prof. Perger am technologischen Gewerbemuseum prüft die Lichtechtheit der Farben durch Aussetzen an ein sehr starkes, durch Brenngläser konzentriertes Bogenlicht (Bericht des technolog. Gewerbemuseums in Wien 1890).

Für Kopierzwecke mit elektrischem Licht kommt namentlich das weiße Effektkohlenlicht, die Hochspannungsdauerbrandlampe und das Quecksilberlicht (s. o.) in Betracht.

In früherer Zeit verwendete man mitunter gewaltige gewöhnliche Kohlenbogenlampen, die mit 100 Ampère gespeist waren und mittels „Scheinwerfern“ (s. S. 420) das Licht konzentrierten. Da diese Einrichtungen kostspielig sind, so bediente man sich im k. k. militär-geographischen Institut in Wien des in Fig. 244 abgebildeten innen weiß

1) Phot. Archiv 1866, S. 227.
2) Ibid. 1868, S. 49.
3) Diese Daten wurden auch von Regierungsrat Volkmer in seiner Abhandlung (Phot. Korresp. 1889, S. 419) benutzt.
4) Rodriguez, La section photographique de la direction générale des travaux geographiques du Portugal 1877, S. 20.
5) Phot. Mitt. 1882, Bd. 18, S. 242.

gestrichenen Blechreflektors, dessen Dimensionen in der Figur angegeben sind.

Die Lampe liefert bei 1 m Entfernung von dem Bogenlichte ein homogenes Lichtfeld von 1,2 m Durchmesser[1]).

Große Kopierrahmen erfordern zwei Lampen, deren Aufstellung nach den Siemens-Schuckert-Werken für Flachrahmen von 1,6 m Länge mit eingezeichneten Maßen der Abstände Fig. 245, für Flachrahmen von 2 m Länge Fig. 246 zeigt.

Das frei einfallende Licht der elektrischen Bogenlampen wird durch das Glas der Kopierrahmen stark geschwächt, weil eben das Glas einen großen Teil des Ultraviolett absorbiert; grünliches Glas

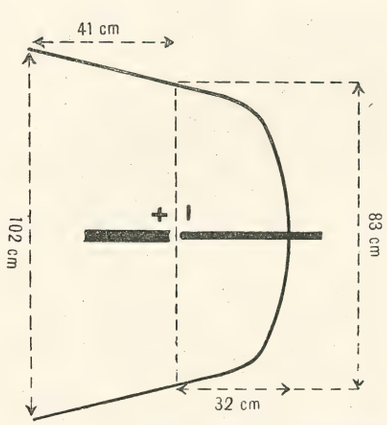


Fig. 244.

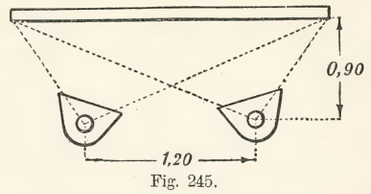


Fig. 245.

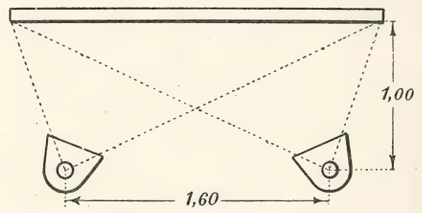


Fig. 246.

Lampen mit Blechreflektoren.

schwächt sogar das Violett merklich. Deshalb gehen ca. 50 % der bei Chlorsilberpapier wirksamen Strahlen im Glase der Kopierrahmen verloren.

Ökonomisch sind Effektkohlenlampen, welche oberhalb des Kopiertisches aufgehängt sind.

Zwei frei brennende Effektbogenlampen mit großen weißen Reflektorschirmen sind selbst für große Kopierrahmen gut geeignet, sowohl für Chromat-, als Silber- oder Eisen- resp. Gummidruck-, Platinpapiere usw.

Besondere Erwähnung verdienen die Hochspannungslampen mit langen Lichtbogen, deren Reichtum an blauvioletten Strahlen dieses Licht sehr aktinisch macht (s. S. 446).

Sehr viel Verbreitung haben die gut ökonomischen und stark aktinischen Hochspannungslampen für alle Arten von photographischen

1) Arthur Freiherr von Hübl, Das Kopieren bei elektrischem Licht, Halle a. S. 1908, S. 24.

Kopierungen gefunden. Fig. 247 zeigt die Anwendung der Regina-Kopierlampe (Regina-Bogenlampenfabrik, Köln-Sülz). Diese Dauerbrandlampe hat 200—250 Stunden Brenndauer bei einem Stromverbrauch von 4 Ampère bei 220 Volt, erfordert deshalb bei auffallend starker Wirksamkeit geringere Betriebskosten als gewöhnliche elektrische Bogenlampen. Z. B. erfordert die Herstellung einer Lichtpause 10 Minuten Kopierzeit mit etwa 60 Pf. Kosten. Die Regina-Bogenkopierlampe steht in Lichtpausereien, photographischen Anstalten usw. viel in Verwendung; im k. k. militär-geographischen Institut in Wien wird dieselbe für alle Kopierarbeiten bei künstlichem Licht fast ausschließlich verwendet.

Fig. 247.

Ähnlich wie die Reginalampen verhalten sich die Sonja-, die Janduslampen usw. — Die Reginalampe wirft ihre leuchtenden Strahlen schräg nach abwärts, zeigt aber eine sehr aktinische Strahlung des blauvioletten Flammenbogens in der horizontalen Richtung. Es kann ein Strahlenkegel von 40—60° ausgenutzt werden. Das Glas der Kopierrahmen erhöht die Kopierzeit bei Reginalampen oder dergl. um nur 10 %, weil offenbar die vom Glas absorbierbaren Strahlen größtenteils schon vom Lampenzylinder zurückgehalten werden.

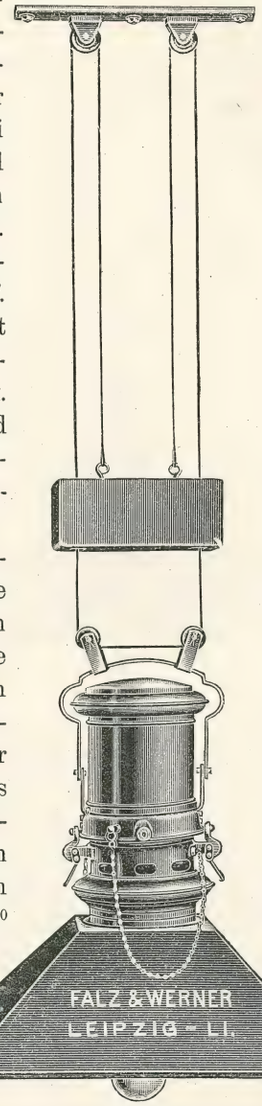


Fig. 248.

Falz & Werner in Leipzig ordnen die Hochspannungsdauerbrandlampe in einer Hängevorrichtung mit weiß gestrichenem Reflektor, wie Fig. 248 zeigt, an.

Um mehrere Kopierrahmen beim Lichte einer Lampe gleichzeitig kopieren zu können, kommt der in Fig. 249 abgebildete Regina-kopiertisch mit drehbarem Tisch in Verwendung.

Die Regina-Bogenlampenfabrik in Köln-Sülz bringt für photolithographische Anstalten, Lichtpausereien usw. große Reflektoren und tischförmige Untergestelle an, wie Fig. 250 zeigt.

Körting & Mathiesen wenden Hochspannungsdauerbrandlampen sowohl für Gleichstrom als Wechselstrom in einem, innen weiß gestrichenen reflektierenden Kasten an, an dessen Vorderwand ein Gestell mit mehreren Kopierrahmen geschoben werden kann, wie Fig. 251 zeigt.

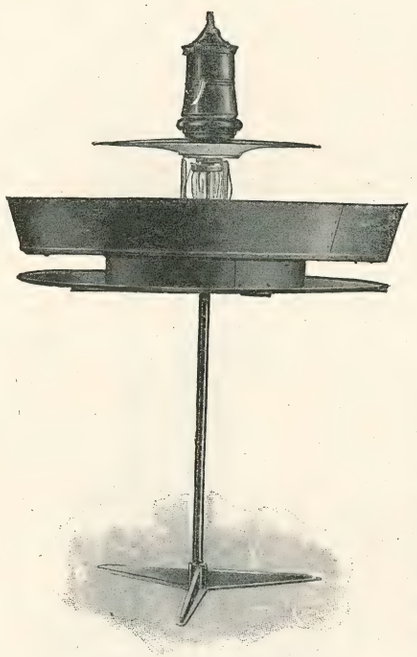


Fig. 249. Reginakopiertisch, komplett mit Ablegerahmen für die Photographien, mit drehbarem Tisch.

Eine andere, in Amerika gebräuchliche Kopiervorrichtung für Hochspannungslampen zeigt die Fig. 252; man kann um die in einen Kasten eingeschlossene Lampe sechs Kopierrahmen ringförmig anordnen und so das Licht gut ausnutzen (Wilson, Phot. Magaz. 1903, S. 421. Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 323).

Selbstverständlich lassen sich Porträt- und Kopierlampen kombinieren. Beispielsweise erzeugt die Boardman Electrical Patent Comp. in London (Brit. Journ. Phot. 1907, S. 50) eine kombinierte Porträt- und Kopierlampe (Fig. 253 und 254). Fig. 253 zeigt die elektrische Bogenlampe, welche gegen das Modell zu einen Schirm trägt; ein Reflektor aus weißem Stoff macht das Licht diffus. Fig. 254 stellt die Anordnung zum Kopieren vor; die Lampe trägt eine ringförmig angeordnete Serie von Kopierrahmen, welche rings um die Lampe aufgehängt werden (Eders Jahrb. 1907, S. 334).

Man benutzt auch für Kopierzwecke das diffuse und indirekte Bogenlicht von zwei, drei oder mehreren Bogenlichtern (wie sie auf S. 451 für Aufnahmezwecke erwähnt wurden). Z. B. gibt eine Dreibogenlampe unter diesen Umständen gute Platin- und Silberdrucke, ähnlich wie sie im Tageslicht erhalten werden (Brit. Journ. Phot 1910, S. 860 mit Figur).

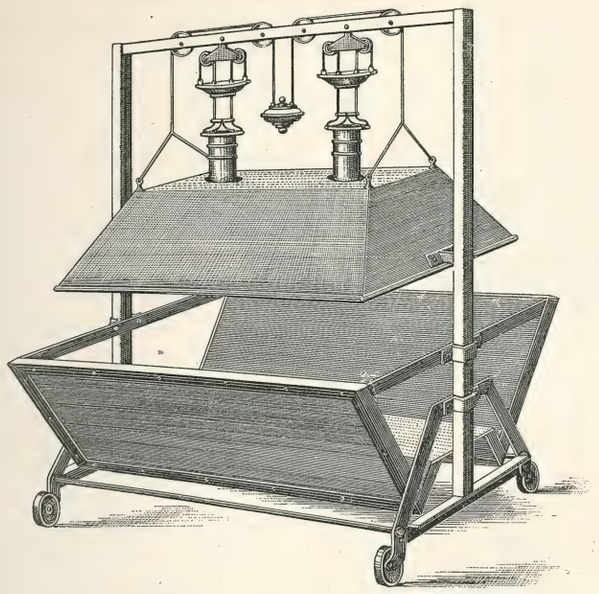


Fig. 250. Pausreflektor mit Untergestell für lithographische Anstalten.

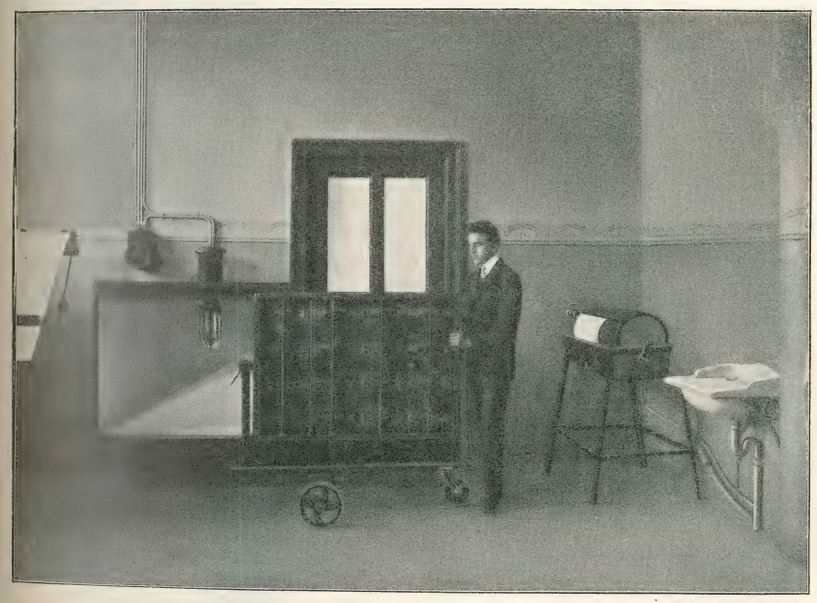


Fig. 251. Lichtpauserei in einem Zeichensaale nach Körting & Mathiesen.

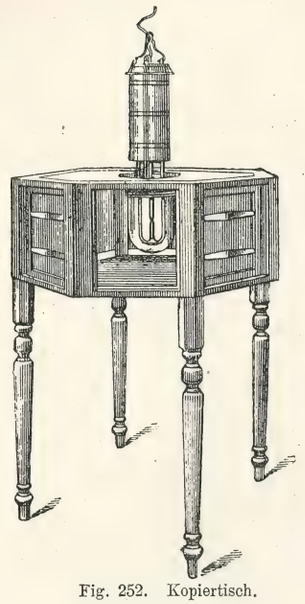


Fig. 252. Kopiertisch.

Die Verwendung des elektrischen Lichtes legte für den Betrieb größerer Lichtpauseanstalten den Gedanken nahe, die Leistungsfähigkeit dieser Anstalten durch Benutzung elektrischer Kraft zum Antriebe von Hilfsmaschinen zu steigern. In dieser Beziehung kam besonders eine Vorrichtung in Betracht, die ein inniges Aneinanderpressen von Pause und lichtempfindlichem Papier bewirkt, weil die Kopien um so schärfer ausfallen, je inniger sich beide berühren. Da dies am gleichmäßigsten durch Luftdruck erreichbar ist, so hatte die Firma Siemens & Halske, Aktiengesellschaft, hierzu einen Lichtpauserahmen hergestellt, in welchem man über die auf eine Glasplatte gelegte, zu kopierende Vorlage und das sie bedeckende lichtempfindliche Papier eine Gummidecke ausbreitet, die mittels Randleisten luftdicht gegen die Glasplatte gepreßt wird. Saugt man nun die Luft zwischen Gummidecke und Glasplatte mittels einer Luftpumpe ab, so werden Pause und Vorlage durch

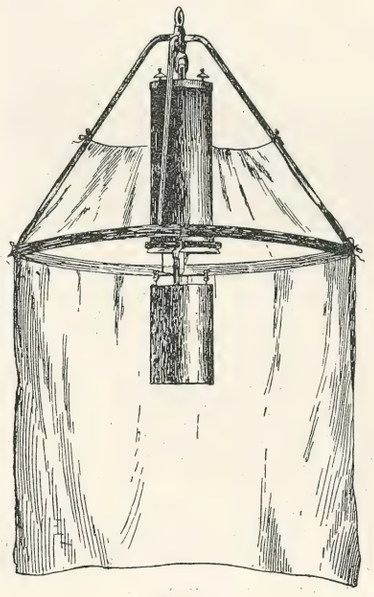


Fig. 253.

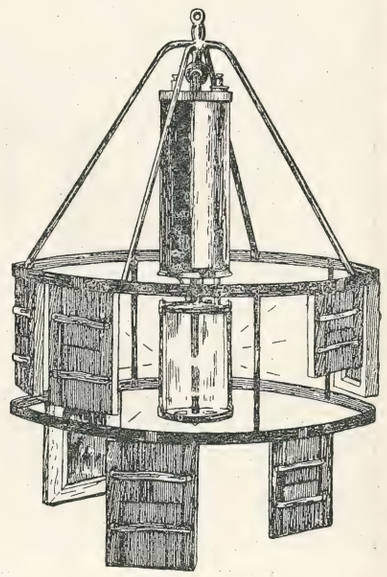


Fig. 254.

Kopierlampen.

einen Luftdruck von 8000 bis 9000 kg auf den Quadratmeter in der denkbar gleichmäßigsten und innigsten Weise in Berührung gebracht, wobei jedoch die Glasplatte gar nicht belastet, also auch nicht der Gefahr des Zerspringens ausgesetzt ist. Für kleine Betriebe genügt eine Handluftpumpe zum Absaugen der Luft, wenn aber vier oder mehr Rahmen in Tätigkeit kommen, dann empfiehlt sich der Betrieb der Luftpumpe mittels eines kleinen Elektromotors, dessen Aufstellung und Einfügung in die Lichtpauseanlage die Fig. 255 veranschaulicht. In Fig. 255 ist die Luftpumpe mit ihrer Betriebsmaschine noch besonders dargestellt; beide sind elastisch gekuppelt und arbeiten durch Vermittlung des selbsttätigen Schalters vollkommen selbsttätig. Bei genügendem Vakuum

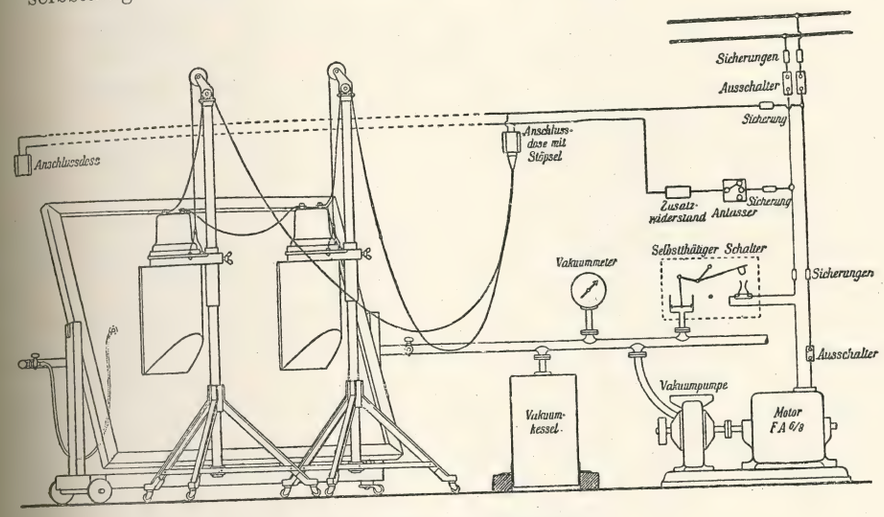


Fig. 255. Elektrische Lichtpausanlage.

unterbricht der Schalter den Strom und schaltet ihn wieder ein, sobald das Vakuum unter das erforderliche Maß herabsinkt. Zum Anschlusse der Rahmen an die Luftpumpe dient eine Gasrohrleitung.

Lichtpausapparate mit elektrischem Licht und Kopierzylinder.

Es wurden mehrfach zylindrische Lichtpausapparate konstruiert, bei welchen das Original (z. B. Zeichnung) und das lichtempfindliche Papier an die Außenseite eines Glaszylinders[1]) gepreßt werden, während innen die Lichtquelle sich befindet. Diese ist entweder eine röhrenförmig, axial aufgestellte Quecksilberlampe oder eine Bogenlampe, welche aber innerhalb des Zylinders axial während des Kopierens auf und ab bewegt

1) Eventuell ein aus zwei Halbzylindern zusammengesetzter Zylinder.

wird, um die volle zylindrische Fläche sukzessive gleichartig zu beleuchten.

Zu der ersten Gruppe gehört der Königsche Lichtpausapparat „Rex“ (1909), der von der mechanischen Werkstätte Hößl & Laad in Wien erzeugt wird. An dem Glaszylinder wird die Zeichnung und das Lichtpauspapier (Maximalformat 60×85 cm) mittels einer Filzdecke angepreßt und mittels der Quecksilberlampe in wagerechter Stellung kopiert; Belichtungsdauer bei Cyanotyppapier 5 bis 10 Minuten (Phot. Korresp. 1910).

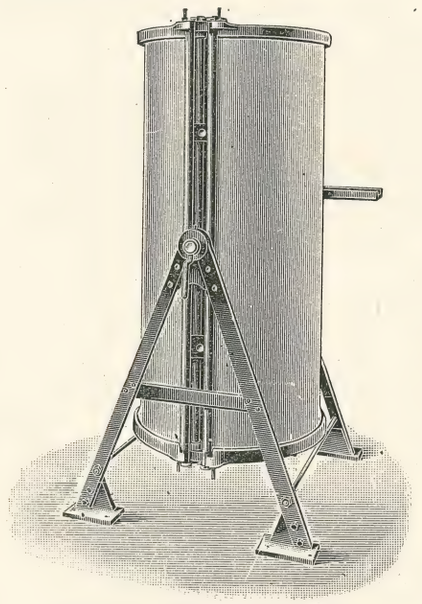


Fig. 256. Vakuum-Lichtpauszylinder.

Da das Anpressen von großen Papieren in innigem Kontakt an Glaszylindern Schwierigkeiten macht, so wenden die Siemens-Schuckert-Werke Vakuumvorrichtungen an.

Der Vakuum-Lichtpauszylinder unterscheidet sich von den bekannten zylindrischen Lichtpausapparaten dadurch, daß das Anpressen der Pausen an das Glas nicht durch eine mechanisch anzuspannende, sondern durch eine durch Luftdruck angepreßte Decke erfolgt. Die Übertragung dieser bei flachen Pausrahmen schon lange bewährten Methode auf zylindrische Pausapparate ist durch Verwendung einer selbstdichtenden Gummidecke — Ö. P., D. R. P. — möglich geworden. Durch eine eigenartige Gestaltung der Ränder der Decke wird erreicht, daß durch den Luftdruck selbst eine absolut sichere Dichtung erzielt wird. Zum Einlegen der Originale und Pausen wird der Apparat horizontal gestellt und dadurch selbsttätig von der Vakuumleitung abgesperrt. Nach Einlegen der Pausen wird die aufgelegte Gummidecke mittels einer einfachen Spannvorrichtung leicht angespannt, beim Drehen in die vertikale Stellung erfolgt sodann selbsttätig der Anschluß des Apparates an die Vakuumleitung und das feste Andrücken der Decke.

Die Verwendung des Vakuumverfahrens hat außer dem bekannten Vorzuge, daß die Pausen auf ihrer ganzen Fläche glatt anliegen und daher die Kopien ganz scharf werden, bei Zylinderapparaten noch den

weiteren Vorteil, daß ein Zersprengen der Glaszylinder, welches bei mechanischer Anpressung leicht vorkommen kann, hier nicht zu befürchten ist.

Für einen einzelnen Lichtpausapparat genügt zur Erzeugung des Vakuums eine einfache Handpumpe.

Für größere Lichtpausanlagen mit einer Reihe von Vakuum-Lichtpausapparaten empfiehlt es sich, zur Erzeugung des erforderlichen Vakuums eine elektrisch betriebene Luftpumpe zu verwenden. Diese ist an ein mit Vakuumkessel verbundenes Röhrensystem angeschlossen, welches den ganzen Lichtpausraum durchzieht und mit An-

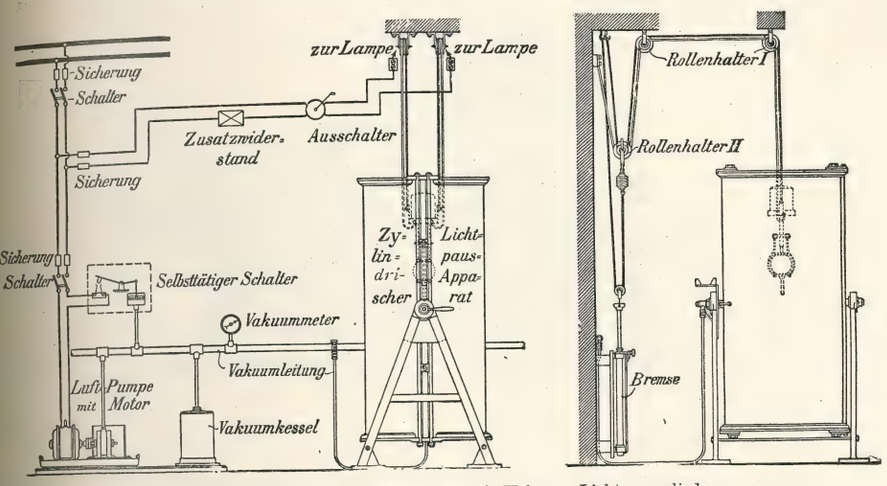


Fig. 257. Vollständige Lichtpausanlage mit Vakuum-Lichtpauszylinder.

schlußhähnen versehen ist. Durch einen selbsttätigen Schalter wird die Pumpe jedesmal in Bewegung gesetzt, wenn das Vakuum ungenügend wird, und abgestellt, wenn die erforderliche Luftleere wieder erreicht ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß ein unnützer Verbrauch an elektrischer Energie vermieden wird.

Eine vollständige Lichtpausanlage mit Vakuum-Lichtpauszylinder wird durch die obige Skizze veranschaulicht, aus der die Anordnung der verschiedenen Apparate ersichtlich ist.

Es ist bemerkenswert, daß die elektrische Bogenlampe im Innern des Glaszylinders mittels Rollenhalter auf und ab bewegt wird, um gleichmäßiges Kopieren zu bewirken.

Der Zylinderapparat gibt mit einer einzigen Lampe die doppelte Menge Lichtpausen, als sie beim Flachrahmen mit zwei Lampen zu erhalten sind.

Elektrisches Licht für Projektions- und Vergrößerungszwecke.

Die Anwendung des elektrischen Bogenlichtes zur Vergrößerung kleiner photographischer Aufnahmen bis zur Lebensgröße wurde in der photographischen Praxis mit bestem Erfolge eingeführt.

Gegenwärtig ist die Anwendung des elektrischen Bogenlichtes in den verschiedenen Arten des Skioptikons, von Projektions- und Vergrößerungsapparaten, Kinematographen usw. mannigfach gebräuchlich.

Fig. 258 zeigt die Anordnung eines modernen Projektionsapparates mit elektrischem Licht von Lechner (W. Müller) in Wien I. Das Gehäuse des Apparates ist aus schwarz emailliertem Eisenblech innen mit Asbest ausgekleidet, mit lichtdichtem Ventilationsschornstein. Die Beobachtung des Lichtbogens erfolgt durch ein dunkelrubinrotes Fenster, das an der seitlichen Türe eingesetzt ist.

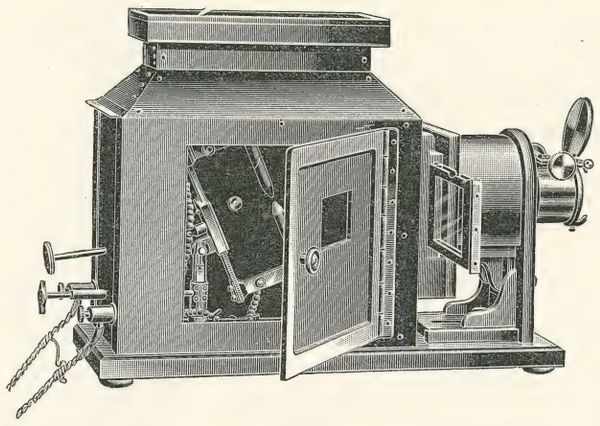


Fig. 258. Projektionsapparat mit elektrischem Licht von Lechner.

In ähnlicher Weise, aber mit zahlreichen Varianten unter Benutzung der verschiedenen oben (S. 417) beschriebenen elektrischen Lichtquellen, sind die verschiedenen Arten der Projektionslampen, Vergrößerungsapparate (s. S. 434), kinematographische Beleuchtungsvorrichtungen konstruiert, deren Besprechung aber nicht an dieser Stelle vorgenommen werden soll.

V. Photographie mit elektrischem Glühlicht. — Kombination von Glühlicht mit Bogenlicht.

Aufnahme bei elektrischem Glühlicht.

Das gelbliche Licht der gewöhnlichen Kohlenfadenlampen ist für Porträt- und Interieuraufnahmen, sowie Reproduktionen wenig geeignet, weil es wenig hell und relativ arm an blauviolettem „aktinischen“ Licht ist. Es empfiehlt sich orthochromatische Platten und lichtstarke Objektive zu verwenden, um nicht allzu lange belichten zu müssen. Nun können aber solche Kohlenfadenlampen mit starken elektrischen Strömen zur Weißglut gebracht werden („überspannte elektrische Glühlampen“), wie auf S. 409 erwähnt wurde. Sie leuchten dann viel heller und senden viel blauviolettes Licht aus (vgl. S. 408); diese Lichtemission steht in gesetzmäßigem Zusammenhang mit der Erhöhung der Temperatur des Kohlefadens.

Solche mit übermäßig starkem Strom zum Weißglühen gebrachte Kohlenfadenlampen gehen rasch zugrunde; schickt man aber den Strom allmählich steigend durch die Leitung und nutzt die Lampen aber jedesmal nur mehrere Sekunden aus, bis eine photographische Aufnahme beendet ist, so gelingt die praktische Durchführung photographischer Porträtaufnahmen mit derartiger Beleuchtung.

Mr. Adamson in Glasgow ließ sich (etwa 1894) eine Beleuchtungsvorrichtung mit elektrischem Glühlicht für Porträtaufnahmen patentieren.

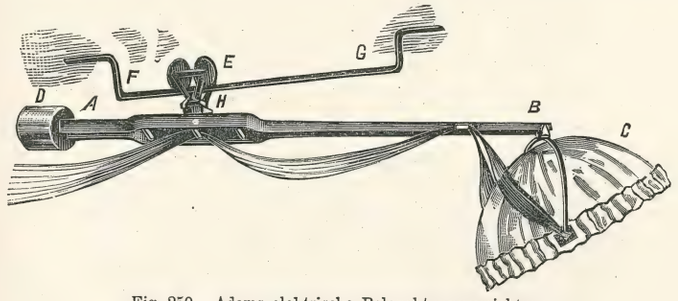


Fig. 259. Adams elektrische Beleuchtungsvorrichtung.

Dieselbe besteht, wie Fig. 259 versinnbildlicht, aus einem leichten metallenen Rahmenwerk AB, welches bei H drehbar mit dem mit Rollen versehenen Stücke E verbunden ist. E gleitet auf der an der Decke befestigten Schiene GF. Am Ende B des Rahmenwerkes hängt mittels eines Bügels der aus feiner Seide gefertigte schirmartige Reflektor C, dessen Gewicht durch das am andern Ende A angebrachte Gegengewicht D ausbalanciert wird. 20 große Glühlampen, deren Zuleitungsdrähte die Figur erkennen läßt, sind im Innern des Reflektors, an der Peripherie desselben angeordnet. Die ganze Einrichtung gestattet, der Lichtquelle während der Aufnahme eine beliebige leichte Bewegung zu erteilen, wodurch schwere Schatten vermieden werden.

Zum Einstellen werden nur acht der Glühlampen in Tätigkeit gesetzt und die übrigen dann erst allmählich eingeschaltet, um den Sitzenden nicht plötzlich zu sehr zu blenden.

Bei vollem Betriebe erfordert der Apparat 80 bis 85 Ampère bei 100 Volt. Obgleich der Stromverbrauch größer ist als bei Verwendung einer Bogenlampe gleicher Leistung, so sind die Kosten doch sehr ge-

ring, weil die volle Lampenzahl nur während der Exposition, die nur eine Sekunde dauert, benutzt wird (Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 451).

Philipp Georg von der Lippe in Wien erhielt ein deutsches Patent (Nr. 189597), sowie ein österreichisches und ein englisches (1905) Patent auf eine derartige Beleuchtungsanlage für photographische Ateliers mit überspannten elektrischen Glühlampen, welche auf Zuleitungsdrähten verschiebbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß diese Drähte von heb- und senkbaren und horizontal in der Quer- und Längsrichtung verstellbaren Rahmen getragen werden und daß die Lampen mit Reflektoren ausgestattet sind, die sowohl um ihre geometrische Achse als auch um eine zur Ebene eines vom Scheitel ausgehenden Meridianschlitzes für die Lampendrähte senkrechte Achse drehbar sind (Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 363; 1908, S. 375).

Wenn genügend viel Lampen angewendet werden, gelingt die Herstellung von gut beleuchteten Porträten in wenigen Sekunden.

Auch die Wiener Elektrische Glühlampenfabrik Sturm & Co. (Wien IX, Lichtensteinstraße 12) benutzte überspannte Glühlampen; sie bringt 20 elektrische Glühlampen à 16 Kerzen verteilt auf zwei Ständer und Soffiten. Dazu kommt eine Schalteinrichtung, die es ermöglicht, die Glühlampen für gewöhnlich, d. h. für die Dauer einer Einstellung mit normaler Spannung zu beanspruchen, dagegen während der Aufnahme, also für die Dauer von 1 bis 2 Sekunden mit Hilfe eines Senkknopfschalters zu überanstrengen, wobei die Leuchtkraft jeder Glühlampe auf etwa 200 K (also für alle Lampen auf 400 K) steigt. Diese kurze Überanstrengung hat für die elektrischen Glühlampen nur eine geringfügige Abnutzung zur Folge (Eders Jahrb. f Phot. 1908, S. 375).

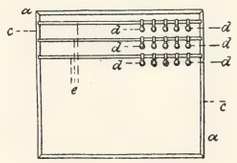


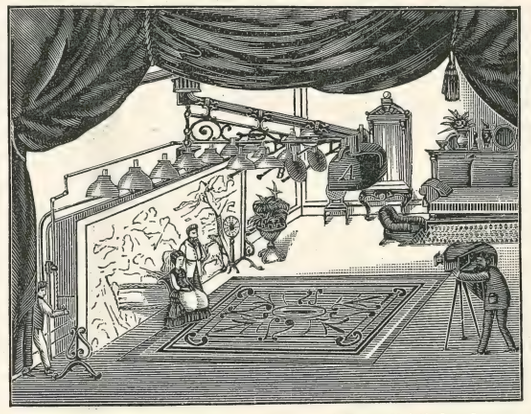
Fig. 260. Rahmen für Glühlampenbeleuchtung.

Die Berlin-Neuroder Kunstanstalten, Akt.-Ges. in Berlin, erhielten ein D. R. P. Nr. 145290 vom 1. Juni 1902 auf eine Vorrichtung zum Tragen der außerhalb eines mit lichtdurchlässigen Wänden versehenen Aufnahmeraumes anzubringenden Lampen. In dem gitterartigen Rahmen *c* (Fig. 260) sind die als Träger der Lampen *d* dienenden Stäbe *e* verschiebbar angeordnet (Phot. Chronik 1904, S. 333; Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 313).

Der erste, welcher in der Atelierbeleuchtung eine Kombination von Glühlicht und Bogenlicht verwendete, war Hauptmann Himly in Berlin[1]). Das elektrische Bogenlicht wirkt leicht etwas hart, durch die Kombination mit Glühlicht wird dasselbe gemildert. Fig. 261 zeigt die von ihm empfohlene Anordnung der Lampen bei der Kombinierung von Bogenlicht (*A*) mit mehreren Glühlichtlampen. Während das Bogenlicht in dem Diffusor das Vorderlicht liefert, geben die unter dem

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1887, I, S. 133.

Krane befestigten 2 Reihen von je 4 Glühlampen das Oberlicht und beleuchten vermittelst der dahinter angebrachten Hohlglasspiegel den Fußboden besser, welcher ohne das Glühlicht oft schwer kommt. Außerdem ist eine weitere Reihe von 6 Glühlampen mit Hohlglasreflektoren zur Beleuchtung des Hintergrundes bis zum Fußboden abwärts bestimmt. Arbeitet man mit dem Glühlampenkomplex allein, so lassen sich farbenrichtige Aufnahmen auf Erythrosinplatten oder dergl. ohne Anwendung einer Gelbscheibe machen.


Fig. 261. Himlys kombinierte Glüh- und Bogenlichtbeleuchtung.

Die Jupiter-Lampe, bei welcher eine Kombination von Glühlicht und einer Art Bogenlampe vorkommt, wurde bereits auf S. 450 beschrieben.

Metallfadenlampen geben ein weißeres Licht als Kohlenfadenlampen. Man erzeugt Wolframlampen oder Tantallampen mit der großen Helligkeit von 100, ja sogar 500 Kerzen und mehr und erzielt damit ziemlich helles Licht, dessen Intensität und Aktinität merklich größer als bei gewöhnlichen Kohlenfadenlampen ist, jedoch nicht so hoch gesteigert werden kann, wie dies beim elektrischen Bogenlicht der Fall ist. Immerhin sind Porträtaufnahmen und Reproduktionen bei Verwendung mehrerer Wolframlampen oder dergl. möglich.

Nernst-Lampen geben sehr weißes Licht, welche als Lichtquelle für Spektroskopie, für Vergrößerung, hie und da zu anderen photographischen Zwecken verwendet werden, ohne ausgedehntere Verbreitung gefunden zu haben.

Kopieren und Vergrößern bei Glühlicht.

Das Kopieren auf Bromsilbergelatine erfordert so wenig helles Licht, daß man beim Licht schwacher Glühlampen Kontaktkopien herstellen kann. Selbstverständlich wird man mit gesteigerter Leuchtkraft der Glühlampen kürzer belichten können und im Bedarfsfalle die Lichtquelle vom Kopierrahmen weiter entfernen können, um gleichmäßige Beleuchtung zu erzielen.

Das weniger empfindliche Gaslichtpapier (Chlorbromsilberpapier) mit Entwicklung erfordert etwas hellere Lampen (z. B. 50 Kerzen) als Bromsilberpapier. Metallfadenlampen sind wegen ihres weißen Lichtes relativ wirksamer als die gelblich leuchtenden Kohlenfadenlampen.

Auch zu Vergrößerungen auf Bromsilberpapier usw. mit der Laterna magica (Skioptikon) wird Glühlicht viel verwendet (Glühlampe mit Mattglaskugel, Nernst-Lampe usw. usw.), was ohne Schwierigkeit den verschiedenen Systemen des Vergrößerungsverfahrens angepaßt werden kann.

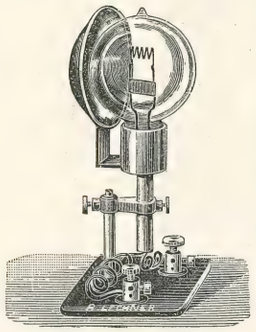


Fig. 262. Fokus-Glühlampe.

Als Lichtquelle für Projektion wird die elektrische Glühlampe meistens mit Reflektor verwendet. Fig. 262 zeigt die von Lechner-Müller in Wien I in den Handel gebrachte „Fokus-Glühlampe“ mit spiralartig gewundenem Glühfaden. Alle die verschiedenen derartigen Lampen werden an die gewöhnliche elektrische Hausleitung angeschaltet.

Für Auskopierverfahren auf Zelloidinpapier usw. erscheint die Verwendung von Glühlampen wohl möglich, aber unökonomisch und zeitraubend, da in dieser Beziehung das elektrische Bogenlicht weit überlegen erscheint.

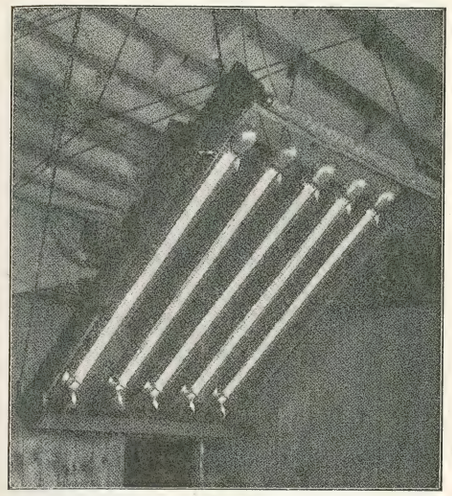
VI. Verwendung der Quecksilberlampe in der photographischen Praxis.

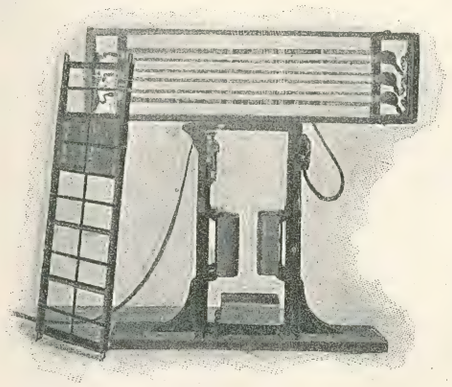
Obwohl die große chemische Wirksamkeit des an hellen blauen, violetten und ultravioletten Strahlen reichen Quecksilberlichtes lange bekannt war (s. S. 424), kam es doch erst nach der Erfindung der Cooper Hewittschen Quecksilberdampflampe zur praktischen photographischen Verwendung.

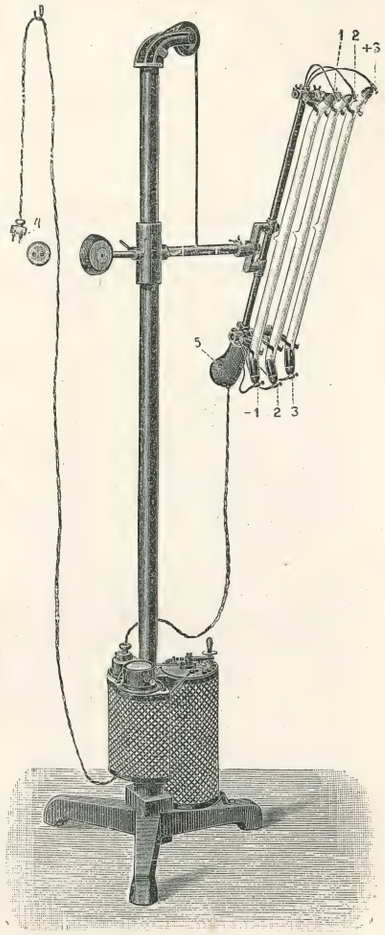
Man benutzte die Hewittsche Quecksilberlampe ungefähr seit 1902 oder 1903 sowohl zu Porträtaufnahmen im Atelier mit Erfolg[1]), als andererseits auch zum Kopieren.

1) Photography, 24. Januar 1903; Perkins, Brit. Journ Phot. 1904, S. 747; Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 316.

Quecksilberdampflampen bieten dem Photographen eine nicht zu kostspielige, bequem zu handhabende künstliche Lichtquelle, die überall dort, wo elektrischer Strom (Gleichstrom) zur Verfügung steht, ohne weiteres nutzbar gemacht werden kann (Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 336).


Fig. 263. Atelierbeleuchtung mit Quecksilberlampen.


Fig. 264.



Quecksilberlampen.

Fig. 265.

Ordnet man mehrere Quecksilberdampflampen von $^1/_2$ bis 1 m Länge nebeneinander an (Fig. 263), so erzielt man eine helle Atelierbeleuchtung, welche sogar Momentaufnahmen gestattet; auch kann man ganz gut die in mehreren Reihen angeordneten Lampen (Fig. 264) zum Kopieren auf Zelloidinpapier verwenden[1]).

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 315.

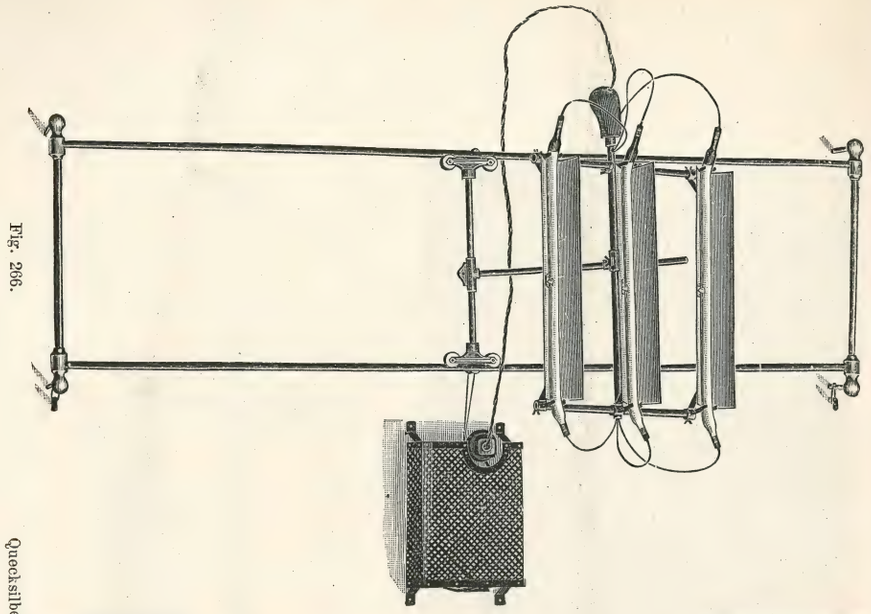


Fig. 266. Quecksilberlampen.

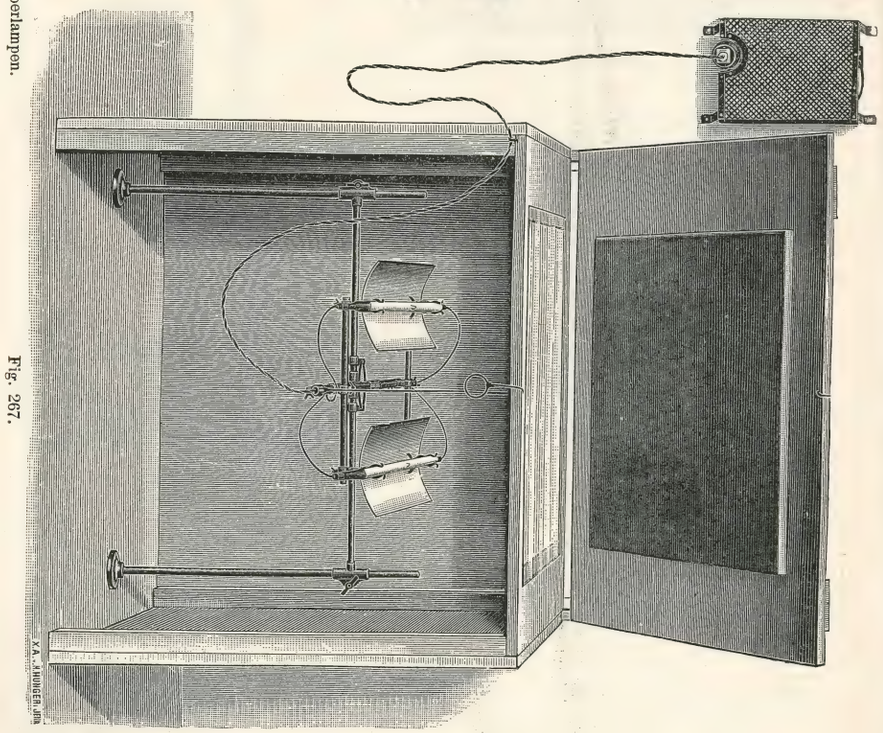


Fig. 267.

Fig. 265 zeigt die Einrichtung[1]) mit drei Quecksilberlampen der Firma Schott in Jena (Röhrenlänge 45 bis etwa 80 cm) mit Stativ, Ampèremeter, Widerstand usw. fertig montiert geliefert (Preis 140 Mk.). Die Lampe braucht 2 bis 4 Ampère elektrischen Strom.

Fig. 266 zeigt die Anordnung der Schottschen Hageh-Lampen in Schlittenform. In Fig. 267 ist die Anordnung in einem Kasten dargestellt; die Kopierrahmen werden horizontal auf den Tisch (75 qcm Fläche) gelegt. Der Apparat dient z. B. zum Kopieren von Ansichtskarten.

Zu möglichst weitgehender Energieausnutzung ist es angebracht, so viel Lampen in Reihe zu schalten, als die vorhandene Betriebsspannung gestattet, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß längere Lampen die Spannung besser ausnutzen als kurze. Wegen Transportschwierigkeiten empfiehlt es sich aber, nicht über eine Länge von 65 cm hinauszugehen.

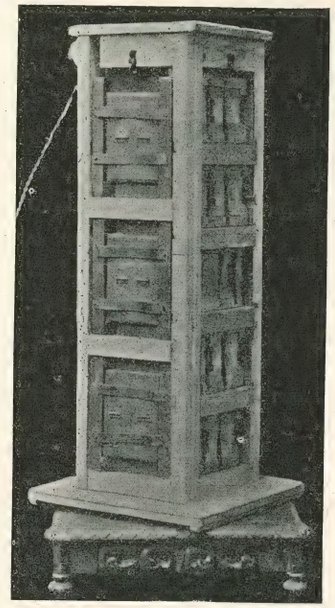


Fig. 268.
Kopierkasten mit Quecksilberlampe.

Benutzt man sehr lange Quecksilberröhren, so kann man die Kopierrahmen säulenförmig um das Quecksilberlicht anordnen. Fig. 268 zeigt eine solche Vorrichtung von O. Sichel in London („The Process Work“ 1906, S. 344).

Die Cooper Hewittsche Quecksilberbogenlampe[2]) wurde von der amerikanischen Mutoskop- und Biograph-Co. benutzt, um Serienaufnahmen, „lebende Photographien“, für den Kinematographen zu machen. Hierbei wurden 64 Lampen benutzt (Photography 1904, S. 158).

Auch zu Aufnahmen in Theatern (Gruppenaufnahmen auf der Bühne) wurde 1895 zuerst in England die Hewitt-Lampe benutzt[3]).

Kinematographische Aufnahmen vom Verkehr auf Untergrundbahnen wurden in New York gemacht und Bilder des Verkehrs auf den Untergrundbahnhöfen der Stadtbahn angefertigt. Das Licht wurde von 72 Cooper Hewitt-Quecksilberdampflampen geliefert, die an zwei Wagen befestigt waren. Man verwendete dazu eine Type, deren Länge

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 355.
2) Vgl. Phot. Korresp. 1905, S. 178; Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 316.
3) Phot. Chronik 1905, S. 64.

etwa 115 cm beträgt; der gesamte von den Lampen ausgestrahlte Lichteffekt wird auf über 50000 Kerzenstärken angegeben. Die Lampenreihen waren am vordersten Wagen schräg befestigt, so daß das Licht sich unmittelbar in der Front der Kamera befand, die am nächsten Wagen angebracht war (Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 357).

W. Gamble empfiehlt zwei lange Quecksilberbogenlampen nicht nur für Negativaufnahmen, sondern auch zum Kopieren; hierzu dienen zwei lange Hewittröhren, insbesondere für Chlorsilber-, Platin- und Cyanotyppapier; für chromierte Pigmentpapiere fand er das Quecksilberlicht weniger wirksam (Brit. Journ. Phot. Almanac 1906, S. 646; Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 355).

Über die Verwendung des Quecksilberlichtes zu Kopierzwecken s. L. Lippmann (Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 366; 1907, S. 290.)

Im allgemeinen haben sich die Quecksilberdampflampen aus Glas für Kopierzwecke weniger bewährt als für Negativphotographie. Die Glasgefäße bräunen sich mit der Zeit beim langen Benutzen der Lampen, sie leuchten dann schwächer.

Für Kopierzwecke ist das elektrische Bogenlicht in seinen verschiedenen Formen (Effekt, Kohle, Dauerbrandlampe usw.) besser als die Quecksilberglaslampe. Dagegen ist für Kopierzwecke usw. die Quarzglaslampe wichtig (s. Seite 426ff.).

Für Projektionszwecke und zur Erhellung von Mikroskopen (Siedentopf) dienen speziell Quecksilberlampen mit konzentrischen Elektroden, bei denen die Hauptmenge des Lichtes vom positiven Krater ausgesendet wird.

Über eine kleine Quecksilberbogenlampe für mikrophotographische Zwecke berichtet Siedentopf (Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1904, Heft 1), ferner Köhler (Phys. Zeitschr. 1905, S. 666, mit Figur; Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S 318).

Über die Verwendung der Quecksilberlampe in Form langer Glasröhren in zylindrischen Lichtpauszylindern für Kopierzwecke (insbesondere Lichtpauserei) s. S. 470.

Die Quecksilberquarzglaslampe von Heraeus übertrifft an Glanz und chemischer Wirksamkeit des mehr weißen Lichtes ganz bedeutend die Quecksilberglaslampen; sowohl zu Aufnahmen in der Kamera, als insbesondere auch für Kopierzwecke gestattet sie viel kürzere Belichtungszeiten als diese.

In der k. k. Hof- und Staatsdruckerei hat P. v. Schrott diese Lampe mit Erfolg für Kopierzwecke in der Reproduktionsabteilung eingeführt (s. S. 427).

ACHTZEHNTES KAPITEL.

GASLICHT, KERZENLICHT. — HOLZFEUER, FEUERSBRUNST.

I. Kerzen-, Lampen- und Gaslicht.

Das Licht einer Talg-, Stearin- oder Paraffinkerze hat im Vergleich mit den vorhergehenden Lichtquellen eine sehr geringe chemische Leuchtkraft. Dieselbe ist so gering, daß man zu Beginn der Daguerreotypie das Kerzenlicht als nahezu unwirksam erklärte. In späterer Zeit aber wurde nicht nur der Aktinismus dieser Lichtquellen erkannt, sondern der Verfasser beobachtete im Jahre 1890 ferner eine Wirkung der schwach leuchtenden Gasflamme des Bunsenschen Brenners, sowie der Weingeistflamme auf Bromsilbergelatine, die $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ einer Kerze betrug[1]), und photographierte auch deren Spektrum.

Das Licht einer Kerze erscheint im hellen Lichte der Sonne, des Magnesiums usw. trübe.

Um wieviel auch das Magnesiumlicht stärker gegenüber dem Kerzenlicht ist, zeigt die Tatsache, daß ein mit Magnesiumlicht beleuchtetes Kerzenlicht einen Schatten wirft, welcher sogar photographiert werden kann; es ist der nicht leuchtende Teil des letzteren gut zu unterscheiden[2]). — Auch Leuchtgas-Schmetterlingsbrenner werfen im elektrischen Licht Schatten (Tesla[3]).

Daß das Licht einer Talgkerze auf nasse Jodkollodiumplatten bei reichlicher Belichtung wirkt, wußte man schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts; man ver-

---

1) Die nicht leuchtende Gasflamme des Bunsenschen Brenners galt lange als unwirksam. Eine Weingeistflamme wirkt nach Bunsen und Roscoë nicht aktinisch auf Chlorknallgas, selbst dann nicht, wenn Chlorstrontium darin aufgelöst ist. Auf Bromsilbergelatine wirkt jedoch die schwach leuchtende Flamme des Bunsenbrenners sehr merklich ein und Eder photographierte 1890 zuerst das ganze Spektrum einer derartigen Flamme (Denkschriften d. Wiener Akad. d. Wissenschaften 1890), welches bekanntlich aus einer Reihe von Bändern besteht. Sie sind heliographisch abgebildet in Eder und Valenta, „Atlas typischer Spektren", Wien 1911.

2) Otley, Bull. Soc franç. Phot. 1865, S. 751; Phot. News, Juni 1865.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 385.

suchte mit Erfolg bei großer Nähe der Kerzenflamme Diapositive nach einem aufgelegten Negativ zu erhalten[1]).

Mit Hilfe der Sensitometrie (s. Eders System der Sensitometrie S. 209) findet man, daß der Schwellenwert einer nassen Kollodiumplatte mit Hervorrufung ungefähr = 1 bis 5 Sekundenmeterkerzen ist (Jodkollodium ist weniger, Jodbromkollodium mehr empfindlich). — Eine Bromsilbergelatineplatte mittlerer Empfindlichkeit braucht 0,1 Sekundenmeterkerzen, um die erste Bildspur im Entwicklungsverfahren zu zeigen und mehrere Sekunden, um eine kräftige photographische Schwärzung zu erhalten.

Selbstverständlich sind Öl- oder Petroleumlampen von etwa 3 bis 5 Kerzen entsprechend heller und gute Öl-Argandbrenner mit etwa 10 Kerzen Helligkeit wirken auf photographische Platten entsprechend stärker ein.

Die ersten, welche beim Lichte zweier Öllampen nach 35 Minuten langer Belichtung auf Jodchlor-Daguerreotypplatten ein Lichtbild erhielten, waren die Gebrüder Natterer in Wien (1841), s. Bd. I, S. 219 (Eders Geschichte der Photographie). Später wurden unter Benutzung lichtstärkerer Objektive bei Öllampenlicht Daguerreotypien in etwa 10 Minuten gemacht[2]). — Die wenig empfindlichen Kollodiumtrockenplatten benötigten $^1/_2$ bis 4 Minuten, um beim Lichte einer Petroleumlampe im Kontakt Glasdiapositive zu geben[3]).

Die hochempfindlichen Bromsilbergelatineplatten mit chemischer Entwicklung geben bei Kerzenlicht bei etwa 30 cm Distanz im Kopierrahmen in 5 bis 30 Sekunden gute Diapositive, und viel kürzer ist die Expositionszeit für Gas-Schmetterlingsbrenner oder Glühlampen.

Auch Negativaufnahmen lassen sich unter günstigen Umständen bei Lampenlicht machen. Grüne erhielt auf nassen Kollodiumplatten bei Petroleumlicht die Photographie einer Gipsbüste in 10 Minuten (Phot. Mitt. 1868, Bd. 5, S. 222).

Brooks in Reigate verteilte in unterirdischen Kellern Paraffinlampen und exponierte mit einem Dallmeyerschen Stereoskop-Instrument durch 65 Minuten; es wurden Bromsilbergelatineplatten benutzt. Auf den Bildern waren sogar die tiefsten Schatten erschienen (Phot. Mitt. 1878, Bd. 15, S. 184).

Porträts bei Gaslicht wurden 1857 zuerst in London auf nassen Kollodiumplatten gemacht. Die Belichtung soll $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Minuten gedauert haben, und die Bilder selbst nicht besonders gelungen sein (Kreutzers Jahresber. d. Phot. 1857, S. 527).

Cox photographierte eine Höhle, die durch 40 Gasflammen erleuchtet war, unter Hinzunahme einiger Petroleumlampen und bei Anwendung von Reflektoren auf Bromsilbergelatineplatten in 10 Minuten mittels eines Porträtobjektives ohne Blende[4]).

Im Jahre 1880 war die Konstruktion der Gaslampen nach dem System der Argandbrenner so weit vorgeschritten, daß man Helligkeiten von ca. 1000 Kerzen damit erzielen konnte und Law in Newcastle nahm um diese Zeit mit Hilfe der damals kürzlich erfundenen Bromsilbergelatine-Trockenplatten Porträtphotographien auf; die Belichtungszeit für ein Visitenkartenbild war etwa 8 Sekunden. Der Brenner

1) Homolatsch (Kreutzers Zeitschr. f. Phot. 1862, Bd. 7, S. 7). — Navez (Kosmos; Horns Phot. Journ. 1856, Bd. 6, S. 15). — Fürstenau (Dingler, Polyt. Journ. Bd. 168, S. 69). — Audra (Bulletin Soc. franç. Phot. 1873, S. 299); Phot. News 1875, S. 544, aus Moniteur de la Phot.; Phot. Mitt. 1870, Bd. 7, S. 24.

2) Daguerreian Journ. 1851, Bd. 1, S. 178.

3) Seco (Horns Phot. Journ. 1864, Bd. 21, S. 80); Senteck (Phot. Mitt. 1868, Bd. 5, S. 222).

4) Phot. News 1881, S. 259.

von dieser Intensität nahe dem Modell war unangenehm, denn man fühlte das Licht und die Hitze. Um diese zu mildern, stellte Law zwischen Apparat und Person einen Schirm von blauem Glase auf. Der Schirm vermindert die Helligkeit nur um $^1/_4$. Für ein Visitenkartenbild wird 8 Sekunden, für ein Kabinettbild 12 bis 15 Sekunden exponiert[1]).

Law bediente sich hierbei der in Fig. 269 abgebildeten Gaslampe, welche auf einen Eisenfuß *A* montiert war und bei *B* einen Lampenzylinder aus Glimmer trug.

Diese Lampen, sowie der Siemenssche Regenerativbrenner, welche nur mehr historisches Interesse bieten, geben viel Hitze und sind an Wirksamkeit keineswegs mit dem Magnesiumlicht oder elektrischen Lichte zu vergleichen. Deshalb blieb die Porträtphotographie bei Gaslicht oder Petroleumlicht stets nur ein Experiment[2]).

Die Bromsilbergelatineplatten, welche durch Zusatz von Farbstoffen (Eosin, Erythrosin u. dgl.) für grüne, gelbe und orangerote Strahlen empfindlich gemacht sind, sind bei Lampenlicht verhältnismäßig viel empfindlicher als die ungefärbten Platten, weil in diesem Falle die Helligkeit der gelben Strahlen den Ausschlag gibt (s. S. 259). Darauf wies zuerst durch photometrische Versuche Eder in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften, Abt. II, April 1885, hin. Schumann und kurz darauf Vogel teilten im November 1885 mit, daß man bei Lampenlicht infolge seiner gelblichen Färbung auf orthochromatischen Platten Gemälde im richtigen Farbenwerte herstellen könne, ohne eine gelbe Scheibe vor dem Objektive anzubringen. Mallmann und Scolik in Wien stellten auf Erythrosinplatten im Februar 1886 Porträtaufnahmen bei Petroleumlicht her; trotz der verhältnismäßig geringen Helligkeit von ungefähr 100 Kerzen dauerte die Belichtungszeit nur 3 bis 5 Sekunden. Als Farbstoff verwenden die Genannten das Erythrosin (aus Tetrajodfluorescein), dessen Vorzüge vor dem gewöhnlichen Eosin Eder zuerst im Jahre 1884 bekannt gemacht hatte.

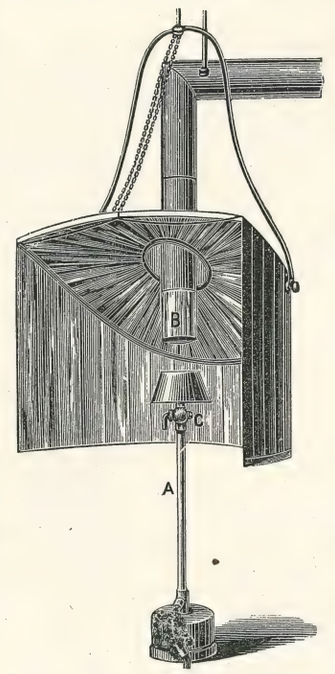


Fig. 269.

II. Vergrößerungsapparat mit Petroleum- oder Gaslicht.

Zu photographischen Vergrößerungen bediente man sich seit langer Zeit des Skioptikons[3]); anfangs bediente man sich zum Füllen der Lampen des Baumöls oder

1) Phot. Mitt. 1881, Bd. 17, S. 127; Phot News 1880, S. 338 und 406.

2) Vgl. die Versuche Himlys (Eders Jahrb. f. Photogr. 1887, S. 131). Himly versuchte verschiedene Reihen von 18 Argandbrennern, welche eine gleichmäßige Beleuchtung gaben, während ein Regenerativbrenner von 200 Kerzen das Hauptlicht lieferte; die Belichtungszeit betrug nur 20 Sekunden.

3) Das gewöhnliche Skioptikon wurde schon vor etwa 40 Jahren von Brothers (Brit. Journ. Phot., 26 Dez. 1873; Phot. Archiv 1874, S. 9), dann Liesegang (Phot.

eines Gemisches von 1 Teil Kampfer und 10 Teilen Brennöl in der Solarlampe, später benutzte man das heller brennende Petroleum, welches in der Folge vom Gasglühlicht verdrängt wurde.

Die Handhabung des Skioptikons ist durchaus einfach und gefahrlos.

Da das alte Skioptikon mit Petroleumlampe und Doppeldocht das Vorbild für alle späteren Vergrößerungs- und Projektionslampen war, so soll dasselbe hier abgebildet und genauer beschrieben werden.

Das Skioptikon besitzt ein achromatisches Doppelobjektiv. Die Bilder können von oben oder von der Seite eingesetzt werden.

Die Linsen, Fassungen usw. sind in Fig 270 im Durchschnitt gezeichnet, der hintere Teil mit der Lampe ist perspektivisch dargestellt[1]).

abcdefg: Das Doppelobjektiv (Petzvalobjektiv). *ab*, die Vorderlinsen sind aufeinander gekittet. *ed*, die Hinterlinsen sind durch einen Ring getrennt. *e*, Schraube

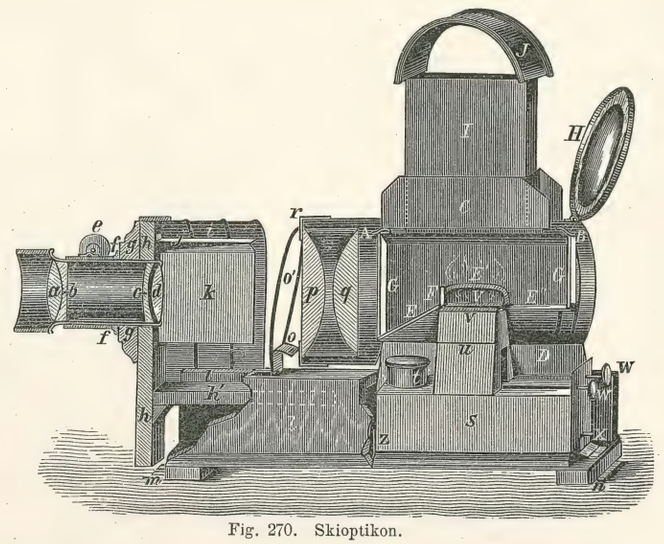


Fig. 270. Skioptikon.

zum Scharfstellen des Bildes. *fg*, Anschraubering. *hh*, Holzrahmen; *h'* gleitet in einer Nute im Bodenrahmen *l*, und dient zum groben Einstellen des Bildes. *ll*, ein Teil des Bodenrahmens; der Rest ist fortgelassen, um die Lampe und die Führung des Vorderteils zu zeigen. *mn*, Zungen zum Einschieben in die auf dem Kasten befindlichen Knöpfe. Hierdurch wird das Instrument vorne fixiert, während der Rückteil sich ein wenig zur Seite schieben läßt. *oo*, Bühne und Feder für die Bilder und den Bildhalter. *pq*, Kondensierungslinsen. *r*, Messingring, der die Linsen in der Fassung festhält. *s*, Petroleumbehälter. *t*, Hals zum Eingießen des Petroleums. Die Dochte sind ca. 3—4 cm breit. *ww*, zwei Knöpfe zum Regulieren der Dochte. *x*, eine Feder zum Festhalten der Lampe. *z*, eine Leiste, welche das zu weite Einschieben der Lampe verhindert. *AB*, die zylindrische Fassung des Apparates (in der

Archiv 1874, S. 6) u. a. für Vergrößerungszwecke mit photographischem Entwicklungspapier empfohlen.

1) Nach Liesegang, Phot. Archiv 1874, S. 6.

Zeichnung ist ein Teil derselben weggelassen, um die Lampe zu zeigen). *C*, der Ventilationsraum. *D*, die Verbindung des Zylinders mit dem Untergestell des Apparates. *EE'E''*, Boden der Flammenkammer. *F*, ein kleiner Glasstreifen vor der Flamme, welcher die erwärmte Luft nach oben dirigiert. *GG'*, die Gläser der Flammenkammer, die in Nuten auf den Enden von *EE'* ruhen. Anstatt der Gläser kann man Glimmertafeln verwenden. *H*, der Reflektor, zugleich als Verschluß des Apparates dienend. Das Zentrum des Reflektors ist genau in der Höhe von *E'*, welches wiederum dem Zentrum des Kondensators entspricht. *I*, Abzugsrohr für die heiße Luft. *J*, Deckel des Abzugsrohres zum Absperren der Lichtstrahlen. Je höher man ihn stellt, um so mehr Zug hat die Flamme.

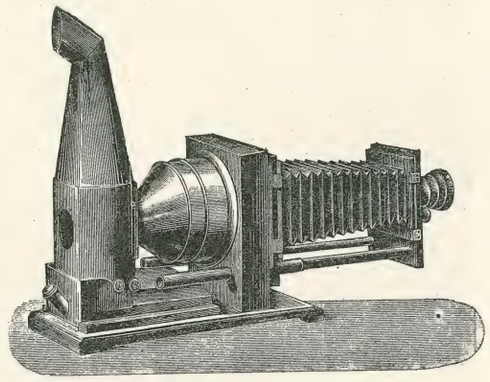


Fig. 271.

Die Belichtungszeit ist nach Farbe und Dichtigkeit der Glasbilder und nach dem Vergrößerungsgrade sehr variabel.

Fig. 271 zeigt die Form eines Skioptikons für photographische Vergrößerungen, bei welchem das Einstellen mit einer Art Kamera geschieht.

Man erzeugt nach Negativen direkte Vergrößerungen mittels des Skioptikons auf Bromsilbergelatinepapier.

III. Holzfeuer u. dergl. — Photographie einer nächtlichen Feuersbrunst.

Gewöhnliches Holzfeuer strahlt relativ wenig aktinisches Licht aus.

Diese geringe Aktiniszenz des gewöhnlichen irdischen Feuers verursacht oft überraschende Erscheinungen, wie z. B. die Aufnahme einer Gruppe von Holzarbeitern, welche um ein mächtiges Feuer gelagert (an einer von der Sonne begrenzten Stelle), bei welcher von der hochaufschlagenden Flamme auf dem Bilde keine Spur zu sehen ist, wohl aber durch dieselbe hindurch die dahinter sitzenden Arbeiter, als auch der entsprechende Teil der sonnenbeleuchteten Landschaft, beides aber mit unscharfen Konturen[1]).

Viel stärker ist das stark angefachte, hell brennende Steinkohlenfeuer in Gaswerken, Fabriken usw., bei dessen Lichte Gruppenaufnahmen ganz gut möglich sind. Allerdings wird häufig das natürliche Licht des Kaminfeuers einer Schmiede usw. durch Magnesiumbeleuchtung imitiert.

Das Licht einer Feuersbrunst bei Nacht erscheint bekanntlich rötlich gefärbt und ist somit in der Regel nicht besonders aktinisch, ebensowenig wie der Feuerschein brennenden Holzes oder Kohle. Immerhin sind bei Großfeuer photographische Aufnahmen möglich und Fig. 272 zeigt die Photographie eines brennenden Fabrikgebäudes in der Nacht, welche, von C. H. Claudy aufgenommen, in The Photominiature, Heft 51, publiziert war (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 316).

1) Krone, Helios 1870, Bd. I, S. 137.

Über Photographie bei Nacht (Aufnahmen bei Mondlicht, von Feuerwerken, Illuminationen) erschien eine Monographie „Photographing at Night“ von J. Horace Mc Farland in der Sammlung The Photominiature, Bd. 3, Nr. 31, Dawbarn & Ward, London 1901 (Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 451).

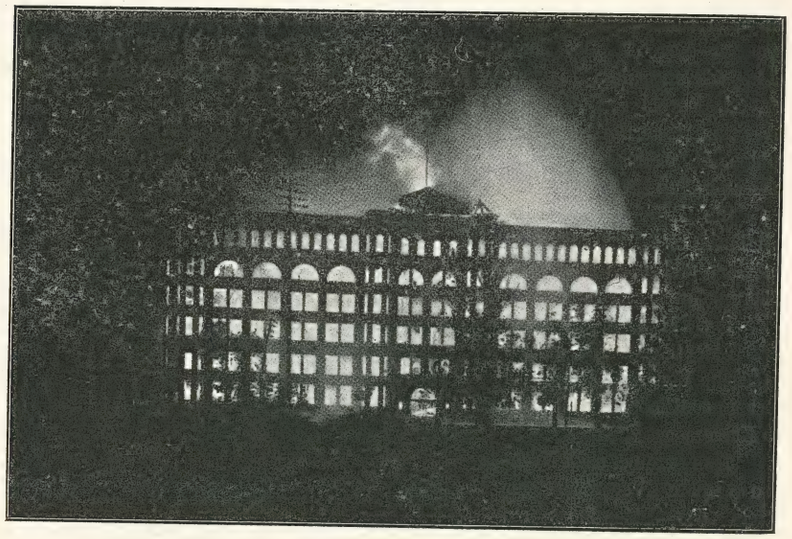


Fig. 272.

IV. Petroleum, Gas usw. in Sauerstoff verbrennend.

Alle Kohlenstoffflammen, selbst wenn sie mit Sauerstoff angefacht sind, leuchten heller und kräftiger, gewinnen an chemischer Intensität, bleiben aber trotzdem verhältnismäßig arm an aktinischen Strahlen.

Dies gilt von Petroleum-, Öl-, Gasflammen usw., und auch Holzkohle, in Sauerstoff verbrannt, gibt ein sehr lebhaftes, aber mäßig aktinisches Licht[1]).

Claudet nahm im Dezember 1841 ein englisches Patent zur Herstellung von künstlichem Licht, worin er zur Herstellung von Porträtphotographien bei Nacht: 1. die Verbrennung von Kohle, angefacht durch Sauerstoffgas, 2. die Flamme von Leuchtgas und kohlenstoffhaltigen Flüssigkeiten, angefacht durch Sauerstoffgas, besonders erwähnte[2]).

In der Tat hat man 1855 Daguerreotypen nach einem Kupferstiche bei derartigem Lichte erhalten, als man in eine Flamme von Leuchtgas, welches früher mit Petroleumdämpfen geschwängert war, Sauerstoff leitete und dies Licht mit einem Reflektor verstärkte[3]).

Zur Herstellung von Petroleumsauerstofflicht leitet man nach Carl in eine Petroleumflamme Sauerstoff. Man füllt eine Petroleumlampe (Rundbrenner) mit einer

1) Monckhoven, Phot. Korresp. 1871, S. 208, aus Bulletin Belge Phot. Nr. 7.
2) Abridgements of the Specifications relating to Photography, 1861, S. 6.
3) Roy. Cornw. Polytechn. Soc. 1855, Bd. 41; Silliman Americ. Journ. of Science, Bd. 22, S. 301.

gesättigten Lösung von Naphthalin in Petroleum. Innerhalb des Rundbrenners steigt ein enges Röhrchen in die Höhe, welches oben einen Ansatz mit radialen konischen Löchern trägt, aus welchen Sauerstoff ausströmen kann. Zündet man den Docht der Lampe an, so hat man eine stark rußende Flamme; leitet man nun Sauerstoff durch, so erhält man einen prächtigen Lichtstern[1]).

Solches Licht hatte Tessié du Mothay zur Straßenbeleuchtung zu verwenden gesucht und 1870 tauchte es unter dem Namen „Licht Philipp“ als photographische Lichtquelle auf[2]). Seine Unbrauchbarkeit zu diesem Zwecke sprach Monckhoven aus[3]).

Van Tenac führte in eine mit Öl gespeiste Moderateurlampe einen Sauerstoffstrom an die Innenseite. Das Licht war sehr weiß und intensiv, aber weniger aktinisch als brennendes Magnesium[4]).

Leuchtgas, durch Benzol geleitet, in einem Bunsenschen Brenner verbrannt, indem Sauerstoff dazu geleitet wird, gibt ein helles Licht, bei welchem Chlorknallgas explodiert[5]); trotzdem ist das Licht als ein wenig aktinisches zu bezeichnen (Monckhoven[6]).

V. Gasglühlicht.

Das Auersche Gasglühlicht findet nicht nur für allgemeine Beleuchtungszwecke, sondern auch zu photographischen Zwecken vielfache Verwendung. Der Mantel der Glühkörper besteht nur aus seltenen Erden und fast ausnahmslos aus überwiegenden Mengen von Thoriumoxyd neben ungefähr 1 % Ceriumoxyd[7]). Bei der Fabrikation werden gewirkte Schläuche aus Baumwollfäden hergestellt, an dem einen Ende durch Aufnähen eines Gewebestückes verstärkt, dann wird das Ganze durch Eintauchen in eine Lösung von Thorium- und Cernitrat imprägniert, getrocknet, über einem Formholz gestreckt, mittels Platin- oder Asbestfäden an den Drahtträgern befestigt und dann abgebrannt. Es bleiben reine Oxyde mit der äußeren Form der Gewebestruktur zurück.

Das Auersche Gasglühlicht liefert für gewöhnlich Licht von etwa 60—80 Kerzen Helligkeit bei normalem Gasdruck. Bei erhöhtem Gasdruck, beziehungsweise beim Zuleiten von Luft unter größerem Druck (Preßluft) leuchten die Glühkörper wesentlich mehr, jedoch gehen sie dann rascher zugrunde[8]).

1) Wagners Jahrber. chem. Technol. 1872, S. 856.
2) Phot. Korresp. 1870, S. 208, aus Bulletin Belge Phot.
3) A. a. o.
4) Dinglers Polytechn. Journ. 1875, Bd. 216, S. 93.
5) Brit. Journ. Phot. 1871, S. 23.
6) Bulletin Soc. franç. Phot. 1871, S. 210.
7) Über die Rolle des Thoriums und Ceriums als Leuchtsalze in den Glühstrümpfen des Auerschen Gasglühlichtes siehe R. Bunte, Chem. Zentralbl. 1904, II., S. 1627.
8) Über Preßgasanlagen s. Bonté-Schaefer, Phot. Chronik, Dez. 1910, I, S. 2.

Die Auerschen Gasglühkörper wurden seit 1892 an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien nicht nur zu Vergrößerungen auf Bromsilberpapier (mittels eines Kondensors) verwendet, sondern auch zur Mikrophotographie und als Lichtquelle zum Kopieren von Gaslichtpapier oder Autochromplatten[1]) oder dgl. haben sie sich daselbst bewährt (Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 399), wenn auch derzeit in vielen Fällen dem elektrischen Lichte der Vorzug gegeben wird.

Für Porträtaufnahmen kann das Auersche Gasglühlicht mit dem elektrischen Licht oder Magnesiumlicht nicht konkurrieren.

Immerhin ist es möglich, mit einer großen Anzahl von Auerlampen in 10 bis 12 Sekunden Porträtaufnahmen zu machen[2]).

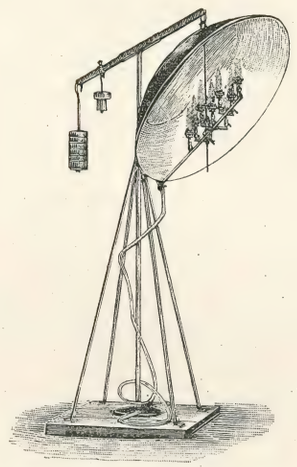


Fig. 273. Gasglühlicht mit Reflektor.

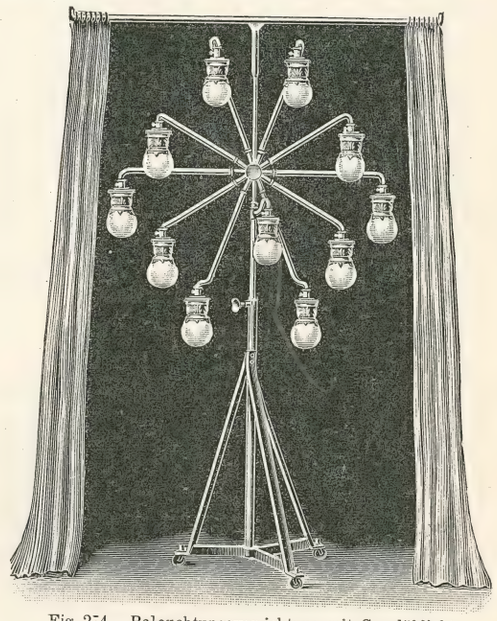


Fig. 274. Beleuchtungsvorrichtung mit Gasglühlicht.

Adamson in London[3]) brachte Auersches Gasglühlicht innerhalb eines hohlen Reflektors von ca. 120 cm Durchmesser an, und gab dem Beleuchtungsapparat die in Fig. 273 abgebildete Form.

Das Gasglühlicht wurde von Graetz in eine neue Form gebracht, wobei das Gaslicht nach abwärts brennt (Graetzinlicht). Das Licht

1) Um Autochromplatten oder die Farbrasternegative der Neuen Photographischen Gesellschaft mit den Kraynschen Films bei Gasglühlicht kopieren zu können, müssen bläulich nuancierte Glasplatten vor die Lichtquelle geschaltet werden.

2) Seegest benutzte 17 Gasglühlampen (Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 456). Vgl. auch Joé, Phot. Wochenbl. 1894, S. 151.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 343.

fällt in guter Ausnutzung hell nach unten und bietet gute Beleuchtungsmöglichkeiten auch für Porträtaufnahmen[1]).

Durch Vermehrung der hängenden Gasglühlichtlampen auf elf erzielte Ant. Cremer in Darmstadt[2]) mit der in Fig. 274 abgebildeten Anordnung gute Helligkeit für photographische Aufnahmen.

Auch die „Howellite"-Porträtlampe, welche Henry Howell in London (1911) mit gewöhnlicher Leuchtgasinstallation in den Handel brachte und deren Anordnung Fig. 275 zeigt, macht von abwärts brennenden Glühstrumpflampen Gebrauch.

Jahr erwähnt, daß man Porträtaufnahmen bei Auerschem Gasglühlicht mit Preßluft machen könne, welches bei genügend hohem Druck der Gase eine Helligkeit von 600 Kerzen bei einem stündlichen Gasverbrauch von ca. 400 Liter zu erreichen gestatte; der Druck der Gase wird mittels Wasserdruckvorrichtungen erreicht[3]).

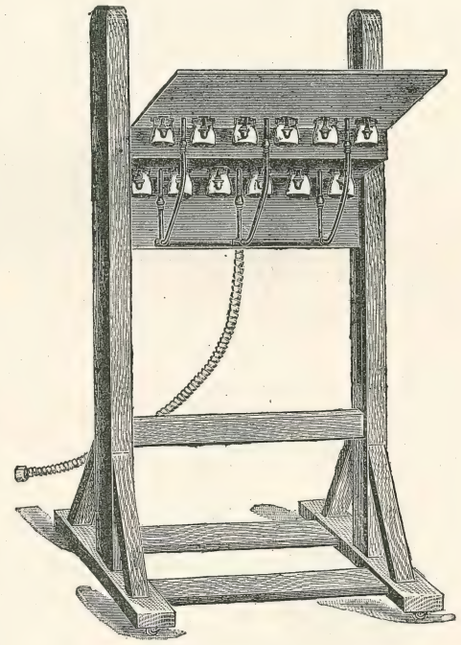


Fig. 275. Howellite-Porträtlampe.

Beim Licht zweier hängender Gasglühlichtkörper (Graetzinlicht) können ganz gut bei genügender Nähe der Lampen photographische Porträts hergestellt werden[4]).

W. S. Ellis errichtete in Philadelphia ein Aufnahmezimmer mit Gasglühlicht in der in Fig. 276 angegebenen Art; das Licht gab 1500 bis 1800 Kerzen Helligkeit; er benutzte das künstliche Licht im Atelier meistens neben Tageslicht als Hilfsbeleuchtung[5]).

Mitunter bringt man hinter Auerschen Gasbrennern einen Reflektor an, um damit kleine Projektionsapparate zu erhellen. Fig. 277 stellt die Anordnung einer derartigen Lampe dar[6]).

1) R. Jahr, Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 206.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 244.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 384.
4) Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 206; vgl. auch Brit. Journ. Phot. 1910, S. 918.
5) Brit. Journ. Phot. Almanac 1911, S. 498.
6) Eders Jahrb. f. Phot 1903, S. 404.

Das Auergasglühlicht kann zur Not auch für Reproduktionszwecke verwendet werden, kann aber mit elektrischem Licht nicht konkurrieren.

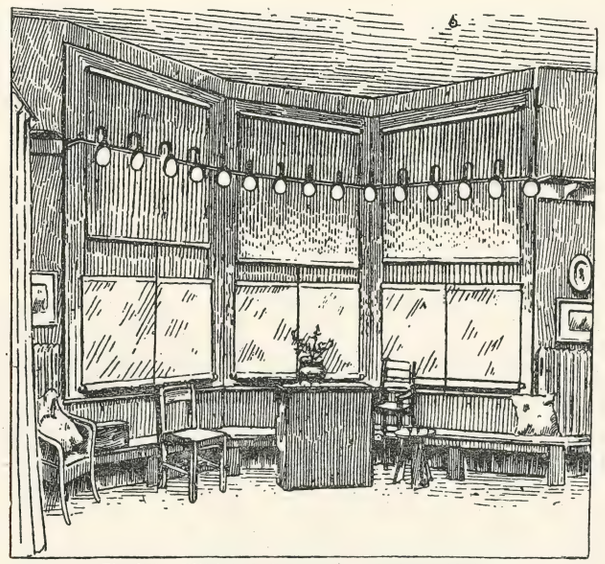


Fig. 276. Ellis' Aufnahmezimmer mit Gasglühlicht.

E. Vogel schätzt die Helligkeit zweier elektrischer Bogenlampen von 25 Ampère mindestens gleich dem Effekt von 100 Auerbrennern (Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 452).

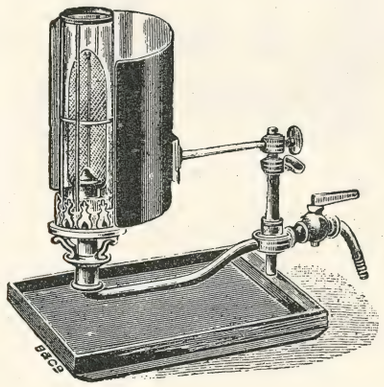


Fig. 277.
Projektionslampe mit Auerschem Gasglühlicht.

Gasglühlicht ist zum Auskopierprozeß wenig geeignet; man benötigt bei einem Lichtabstande von etwa 25 cm 5 bis 10 Stunden Kopierzeit unter einem mittleren Negativ. Dagegen ist es für den Kopier- und Vergrößerungsprozeß mit Hervorrufung sehr gut verwendbar.

Auersche Glühkörper können auch mit Benzinflammen zum hellen Leuchten gebracht werden. Die ersten Apparate dieser Art erfand Fabricius in Wien im Jahre 1889. Sie wurden an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien erprobt und beschrieben (Phot. Korresp. 1889, S. 271). Später

tauchten mannigfache Apparate dieser Art auf. Auch Marcus in Wien brachte eine Ligroinlampe in den Handel (Phot. Korresp. 1897, S. 343). Eine der beliebtesten Arten des Benzingasglühlichtes ist das Mitalicht, bei welchem jedoch das Benzin auch durch Weingeist ersetzt werden kann (s. unten)[1]).

Größere Verbreitung als das Benzinglühlicht fand das Spiritusglühlicht in seinen verschiedenen Anwendungsformen für Beleuchtungszwecke.

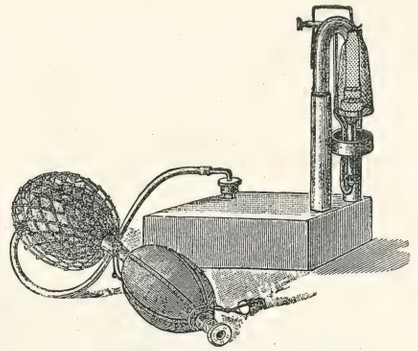


Fig. 278. Spiritusglühlicht mit Preßluft.

Spiritusglühlicht mit gepreßter Luft gibt ein sehr helles Licht, das für Projektion und Vergrößerungen benutzt wird. Fig. 278 zeigt die Form, welche Kenngott in Paris (Niederlage Reutlingen i. Württ.) der Glühlampe gibt (Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 313).

Eine englische Spiritus-Preßluftlampe für Glühlicht zeigt Fig. 279. Das neben dem Glühstrumpf befindliche Spiritusreservoir wird durch

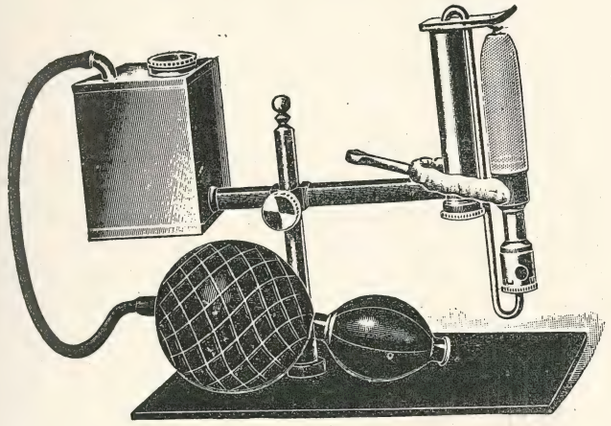


Fig. 279. Spiritus-Preßluftlampe.

eine gabelförmige, mit Spiritus übergossene Vorrichtung vorübergehend erhitzt, bis der Spiritusdampf im Brenner entzündbar ist; dann brennt die Lampe zufolge der eigenen Erwärmung weiter. Preßt man mit

---

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 447.

einem großen Kautschukgebläse Luft hindurch, so wird die Helligkeit der Lampe sehr gesteigert[1]).

Siegel & Butziger in Dresden benutzen für ihr Mita-Reformlicht gleichfalls Spiritus und verwenden die Lichtquelle für Projektion und Kinematographie. Die Inbetriebsetzung der Lampe erfordert: Füllen des Behälters und der Vorwärmeschale mit Spiritus, Anzünden der letzteren, $1^1/_2$ Atm. Druck geben und Spindel aufdrehen (Fig. 280). Sofort flammt das brillante, gleichmäßige Licht auf und brennt ohne Unterbrechung bis zu drei Stunden, während welcher, etwa $^3/_4$ stündig, der Druck durch zwei bis drei Stöße zu ergänzen ist. Die sehr handliche

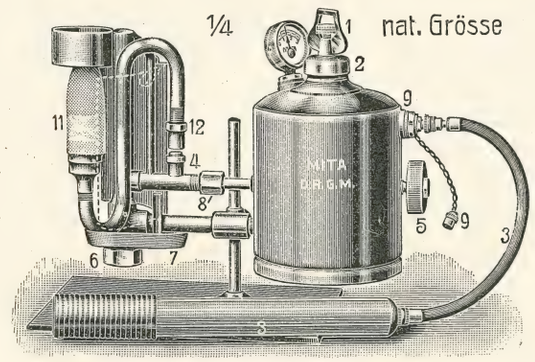


Fig. 280. Mita-Reformlicht.

Schlauchpumpe vermeidet jede Bewegung und jede Erschütterung der zentrierten Lampe (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 328).

Das Spiritusgasglühlicht „Mita“ ist ein vielfach benutztes Beleuchtungsmittel für Projektionsapparate in Fällen, wo keine elektrische Leitung vorhanden ist oder gewöhnliches Gasglühlicht nicht ausreicht.

Wird beim Gasglühlicht die Verbrennung durch Zuführung von etwas Sauerstoff angefacht, so erzielt man höhere Temperaturen und hiermit, selbst mit kleinen Glühstrümpfen, 6 bis 7 mal größere Helligkeit als mit dem gewöhnlichen Gasglühlicht; solche Flammen brennen ohne Zylinder und Meydenbauer machte auf ihre photographische Verwendbarkeit aufmerksam[2]).

1) Brit. Journ. Phot. 1910, S. 918.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 312.

NEUNZEHNTES KAPITEL.

AZETYLEN.

Das Azetylen (Acetylen) ist ein gasförmiger Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung C_2H_2. Es entsteht durch Zersetzung von Kalziumkarbid (CaC_2), welches Handelsprodukt ist, mit Wasser nach der Gleichung: $CaC_2 + 2\,H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$. Genügend gereinigtes Azetylen brennt an der Luft in geeigneten Brennern mit fast weißer, heller Flamme. In Sauerstoff verbrennt es mit enormer Hitzeentwicklung[1]). Es werden verschiedene Typen von Azetylen-Erzeugungsapparaten hergestellt (vgl. Lueger, Lexikon der gesamten Technik 1904, Bd. 1 und die Monographie „Das Azetylen“ von J. H. Vogel, Leipzig 1910 bei Spamer). Azetylen wird vor seiner Verwendung mitunter gereinigt, was aber für seine gewöhnliche Verwendung nicht unbedingt notwendig ist.

Azetylenreiniger mit Reinigungsmasse gefüllt liefert unter anderen Liesegang in Düsseldorf (sog. „Purator“). Reinigungsmasse wird z. B. auch von der nordischen Azetylenindustrie Fischer & Foß in Altona geliefert.

Das Azetylen muß mit einiger Vorsicht behandelt werden, da bei falscher Behandlung sich Explosionen ereignen können[2]), während bei richtiger Durchführung die Azetylenbeleuchtung ganz gefahrlos ist.

1) Le Chatelier fand die Entflammungstemperatur des Azetylens bei ungefähr 400° C., also viel niedriger als bei den anderen zu Leuchtzwecken verwendeten Gasen, welche in den meisten Fällen bei ca. 600° C liegt. Bei der Verbrennung gibt Azetylen gemäß seiner endothermen Konstitution eine viel höhere Temperatur als die anderen Gase. Mit dem gleichen Volumen Sauerstoff verbrannt, gibt es 4000° C., während Leuchtgas nur ca. 2000° C. gibt; diese Eigenschaft kann das Azetylen gut verwendbar für hohe Temperaturen im Laboratorium, sowie für die gewöhnlichen Luftbrenner zu Zwecken der Spektralanalyse machen (siehe daselbst). Das Azetylengas kommt in Metallzylindern komprimiert in Verwendung. Es wurden mehrfach Explosionen von solchen Gaszylindern beobachtet, weshalb Vorsicht geboten ist (Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 343). Azetylen darf nicht in Gummisäcken aufbewahrt werden, da diese für Azetylen in hohem Grade durchlässig sind (Latern Record; Deutsche Phot.-Ztg. 1898, S. 169; Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 452).

2) Explosionsgefahr bei Verwendung von Azetylengas kann durch Beimengung von Luft zum Azetylen entstehen; am stärksten wird die Explosion bei dem

Azetylenlicht wird vielfach zur Beleuchtung von Wohnräumen, Sälen und auch zur Straßenbeleuchtung, für Wagenlaternen usw. verwendet[1]).

Man hat versucht Azetylenlicht als Normallichtquelle zu benutzen (s. S. 86).

Zufolge seiner weißen Farbe ist Azetylenlicht für photographische Zwecke kräftiger wirksam als elektrische Kohlenfadenglühlampen, kann ähnlich wie Gasglühlicht für photographische Zwecke Anwendung finden, steht aber an photographischer Wirksamkeit hinter dem elektrischen Bogenlicht zurück.

Ziemlich häufig wird Azetylenlicht für Projektionszwecke, Vergrößerungsphotographie und dgl. verwendet. Man bringt dann mehrere Azetylenbrenner hintereinander an, um die Helligkeit zu erhöhen, und wendet Reflektoren an. Fig. 281 zeigt eine Lampe mit zwei Azetylenbrennern, Gasregulierschrauben und verstellbarem Hohlspiegel. Fig. 282 eine Projektionslampe mit 4 Brennern, samt Sicherheits-Azetylengenerator von L. Kamm in London, welchen diese Firma (1909) unter dem Namen „Kamms Safety-Acetylengenerator“ in den Handel bringt; dabei wird das überschüssig sich bildende Gas in einem Kautschuksack aufgesammelt.

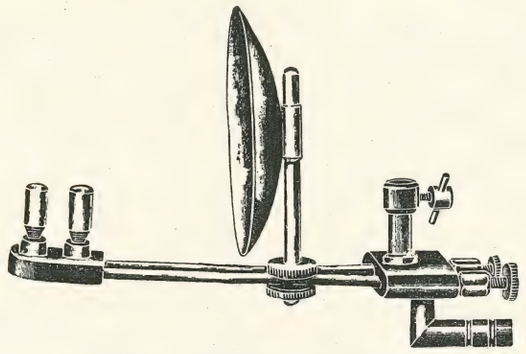


Fig. 281. Azetylenlampe mit Reflektor.

Verhältnisse von 12 Teilen Luft und 1 Teil Azetylen, ferner kann die Explosion unter hohem Druck durch Selbstzersetzung erfolgen. Über die explosiven Eigenschaften des Azetylens stellten Berthelot und Vieille (Compt. rend. 5. Oktober 1896; Phot. Mitt. Bd. 33, S. 304) Versuche an. Azetylen ist eine endothermische Verbindung, bei deren Zersetzung in die Elemente ungefähr dieselbe Wärmemenge frei wird, wie beim Verbrennen eines gleich großen Wasserstoffvolumens zu Wasserdampf; deshalb kann Azetylen sich unter Umständen wie ein Explosivkörper verhalten und z. B. durch die erregende Wirkung von Knallquecksilber explodieren (Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 344). Die in London gesetzlich erlassenen Vorschriften für Lichtanlagen mit Azetylen sind in Brit. Journ. of Phot. Almanac 1901, S. 979 und Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S 577 enthalten.

1) In Wien wurde im Frühjahr 1897 der Josefsplatz im I. Bezirk mit Azetylen probeweise beleuchtet, jedoch das Azetylen nicht weiter zur Straßenbeleuchtung verwendet (Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 384).

Ähnliche Azetylenlampen erzeugen zahlreiche Firmen[1]). Für die eigentliche Porträt- und Reproduktionsphotographie hat das Azetylenlicht nur ganz nebensächliche Verwendung gefunden.

Immerhin ist es möglich, mit einer Anzahl heller Azetylenflammen Porträtaufnahmen zu machen.

Die Deutsche Photographenzeitung 1900, S. 176 publiziert einen Artikel über Porträtaufnahmen bei Azetylenlicht und illustriert die Methode durch zwei Porträtstudien. Es wurden 20 Azetylenflammen à 120 Kerzen Helligkeit auf der Licht- und zwei auf der Schattenseite verwendet, das Licht wurde mittels Pauspapier gedämpft; die Belichtungszeit betrug 16 Sekunden. Die Versuchsanordnung ist am angegebenen Orte genauer mitgeteilt.

Im Kameraklub von St. Catharine, Ontario (Canada), wurde eine Porträtaufnahme mittels Azetylengas (40 Brenner) in zwei bis drei Sekunden mit gutem Erfolge erhalten (Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 384).

Baurat Dr. Meydenbauer konstruierte zu Reproduktions- und Projektionszwecken einen neuen Reproduktionsapparat mit Azetylenbeleuchtung. Das Azetylenlicht steht zwar hinter dem Gasglühlicht an aktinischer Wirkung um das Doppelte zurück. Es genügt für dreifache Linearvergrößerung eine Belichtung von $^1/_2$ bis 1 Minute, zur Herstellung eines Diapositives 1 bis 2 Minuten. Es ist leicht, die Belichtungsdauer nach der Dichtigkeit des Negatives zu taxieren, da das Azetylenlicht unter gleichbleibendem Drucke in hohem Grade unveränderlich ist. Der Azetylenapparat hat 22 cm Durchmesser und 40 cm Höhe, enthält 600 g Karbid und gibt mit $3^1/_2$ Liter Wasser 240 Kerzenstunden Licht, ausreichend für sechsstündiges Projizieren an der Wand mit 40 Kerzenstärken (Fig. 281) (Phot. Rundschau, Heft 4, 1900; Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 577).

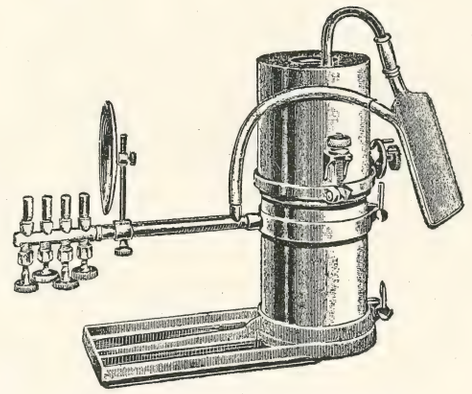


Fig. 282. Projektionslampe mit 4 Brennern.

Für Auskopierverfahren auf Zelloidinpapier usw. ist das Azetylenlicht nicht empfehlenswert (vgl. Hilbert, Jahrb. f. Phot. 1901, S. 577), wenn es auch möglich ist, Kontaktkopien im Kopierrahmen bei genügend langer Belichtung herzustellen.

Azetylen kann auch zur Erzeugung von Gasglühlicht benutzt werden.

Azetylenglühlicht von Boas und Rodrigues ist eine Azetylenflamme, die unter 1,5 m Wasserdruck auf einen Auerschen Gasglühlichtstrumpf geleitet wird;

1) Müller & Wetzig in Dresden, E. Liesegang in Düsseldorf, Gebr. Mittelstraß in Magdeburg, Unger & Hoffmann in Dresden, R. Lechner in Wien u. a. liefern Azetylenapparate.

beim Verbrauch von 8 bis 10 Litern Azetylen resultiert eine sphärische Helligkeit von 40 bis 50 Bougies decimales (1 Bougie decimale = 1,14 Hefnerkerzen) (Bull. Soc. franç. phot. 1908, S. 131; Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 377).

Azetylen-Sauerstoffgebläse.

Azetylen in Azeton gelöst ist ein neues, von der Acetylen-Illuminating Company, Ltd., South Lambeth Road, London SW., auf den Markt gebrachtes Handelsprodukt, dessen Herstellung darauf beruht, daß flüssiges Azeton imstande ist, bei normalem Atmosphärendruck und einer Temperatur von 15° C. das 25fache seines Volumens von Azetylen zu verschlucken. Die praktische Ausführung gestaltet sich so, daß Stahlzylinder von geeigneter Größe mit einem porösen Stoffe, z. B. Asbest oder Holzkohle, gefüllt werden, der dann mit einer bestimmten Menge von azetylengesättigtem Azeton getränkt wird; die Mengenverhältnisse werden so bestimmt, daß die Zylinder für jede Atmosphäre Druck Azetylen vom zehnfachen Volumen des Zylinders enthalten. Die auf den Markt gebrachten Zylinder sind mit 10 Atmosphären Druck gefüllt, enthalten demnach Azetylen im 100fachen ihres eigenen Volumens. Das so verfüllte Gas ist gewaschen, gereinigt und getrocknet und auch bei Transport explosionssicher. Außer zur gewöhnlichen Azetylenbeleuchtung kann es statt Wasserstoff zur Kalklichtbeleuchtung (s. S. 497, Fußnote) verwendet werden; doch ist die Hitze dabei so groß, daß gewöhnliche Kalkzylinder schmelzen und statt ihrer Thoriumscheiben verwendet werden müssen, die zu diesem Zweck von der genannten Gesellschaft in den Handel gebracht werden. Für Projektionsvorführungen bietet die Einrichtung vielleicht Vorteile (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 377).

Azetylen-Sauerstoffgebläse geben ein helles, aktinisches Licht, ähnlich wie Knallgas. F. Alexandre in Paris (53, Rue Blanche), sowie die Société des Etablissements Gaumont & Co. in Paris bringen solche Apparate in den Handel (Photograph 1909, S. 68; Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 248).

ZWANZIGSTES KAPITEL.

OXY-HYDROGEN-KALKLICHT UND VERWANDTES.

Im Jahre 1826 fand Drummond[1]), daß der zur heftigsten Weißglut erhitzte Kalk[2]) ein sehr intensives Licht gebe (Drummondsches Kalklicht), welches man, wenn hinter ihm ein Brennspiegel angebracht ist, 68 englische Meilen weit sieht. Die Tatsache, daß dieses Licht nicht nur auf Chlorknallgas, sondern auch auf Chlorsilber einen merklichen Einfluß ausübt, war schon 1840 bekannt (s. Bd. I, 1. Teil, S. 326).

Später fand man, daß nicht nur Kalk, sondern auch Zirkonerde, Magnesia, Ton in der Weißglut hell leuchten und daß zur Hervorbringung der erforderlichen Temperatur Sauerstoff-Wasserstoff, Sauerstoff-Leuchtgas, Sauerstoff-Weingeist, Sauerstoff-Äther, Sauerstoff-Azetylen (vgl. S. 496 und 504) usw. benutzt werden können.

Den zum Drummondschen Lichte notwendigen Sauerstoff kann man in komprimiertem Zustande in Stahlzylindern kaufen oder man stellt sich ihn selbst durch Erhitzen von Kaliumchlorat gemischt mit Braunstein dar.

Die Herstellung des Sauerstoffes geschieht in kupfernen Retorten, indem man einen Teil gepulverten Braunstein (Mangansuperoxyd) und zwei Teile kristallisiertes (etwas zerdrücktes) Kaliumchlorat mischt und erhitzt. Da infolge der heftigen Gasentwicklung viel Braunsteinpulver mitgerissen wird, so wäscht man das entweichende Gas in einer mit Wasser gefüllten Wulffschen Flasche.

Obschon stärkeres Kalklicht mittels des Sauerstoff-Wasserstoffgebläses erhalten wird, so zieht man dennoch allgemein das Sauerstoff-Leuchtgasgebläse vor, weil das Leuchtgas bequemer und billiger zu beschaffen ist und weil die Helligkeit des erzielten Lichtes in letzterem Falle nicht allzusehr hinter dem erstgenannten zurückbleibt (s. S. 504).

1) Der eigentliche Erfinder des Oxy-Hydrogen-Kalklichtes war Guerney (s. Eders Geschichte d. Photogr., 1905, S. 326).

2) Ursprünglich erzeugte Drummond sein Licht dadurch, daß er gegen eine Kugel aus Kreide aus mehreren Röhren Weingeist spritzte und aus anderen Sauerstoff daraufblies. Der im Sauerstoff verbrennende Weingeist erhitzte die Kreide zum stärksten Glühen.

Eine gute Form des Knallgasgebläses zeigt die Fig. 283, welche den Zweck hat, daß Sauerstoff und Wasserstoff (oder Leuchtgas) erst an der Mündung im Momente des Verbrennens sich vermischen, weil sonst eine heftige Explosion entstehen würde. Man leitet in die äußere Röhre *W* den Wasserstoff, in die innere *S* den Sauerstoff. Um den Kalkzylinder leicht ins Glühen zu bringen, wird er an einem Metallbehälter befestigt und das Gebläse schräg dagegen gerichtet.

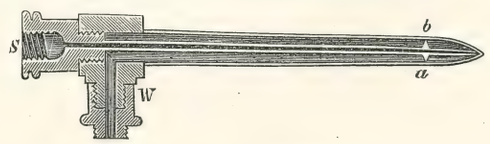


Fig. 283. Knallgasgebläse.

Fig. 284 zeigt einen Brenner mit schräg aufgebogener Düse und verstellbarem Halter für den Kalkzylinder.

Eine gute Konstruktion zeigt der Linnemannsche Brenner; bei demselben ist die Einrichtung derart getroffen, daß der Sauerstoff mit dem Leuchtgas erst außerhalb der Düse die vollständige Verbrennung gibt und deshalb kommt der Kalkzylinder leichter in starke Glühhitze.

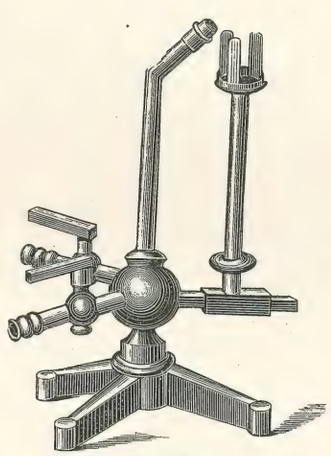


Fig. 284. Knallgasgebläse.

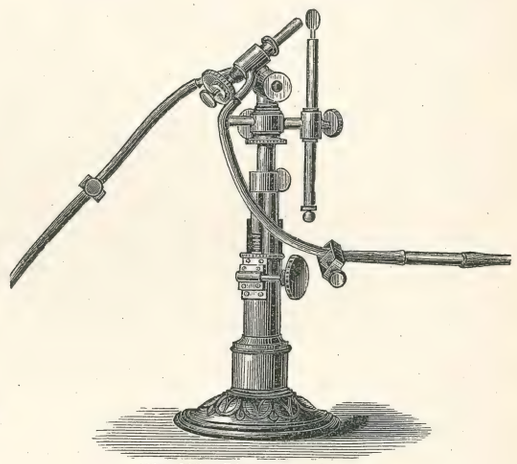


Fig. 285. Linnemann-Brenner.

Fig. 285 zeigt den von Schmidt & Haensch in Berlin in den Handel gebrachten Linnemann-Brenner fertig zusammengestellt[1]). Fig. 286 gibt ein Bild der inneren Einrichtung. Das in *a* einströmende Leuchtgas tritt in den hohlen Raum der Düse, umkreist den Zylinder,

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1889, S. 272.

welcher durch *c* verstellbar ist und den Leuchtgaszutritt reguliert. In *b* tritt der Sauerstoff unter 10mal größerem Druck durch vier Löcher ins Innere der Schraube *c* ein, um mit Vehemenz aus der Bohrung *D* dieser Schraube zu entweichen; *d* dient zur Regulierung des Sauerstoffzutrittes. Die Flamme brennt klein und schwach leuchtend, ist aber enorm heiß.

Für 60 Kerzen Helligkeit braucht man 24 Liter Leuchtgas und 15 Liter Sauerstoff pro Stunde; für 200 Kerzen 48 Liter Leuchtgas und 44 Liter Sauerstoffgas.

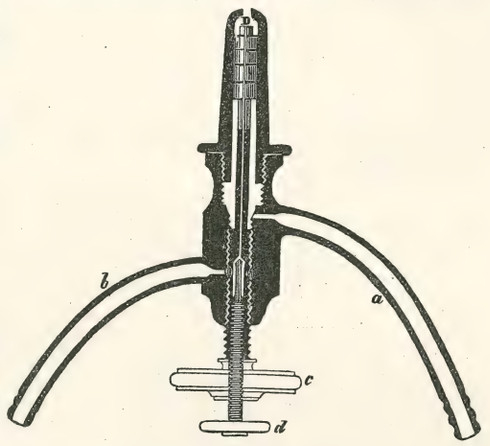


Fig. 286. Linnemann-Brenner.

Besondere Kalklichteinrichtungen für Projektionszwecke werden von verschiedenen Firmen, insbesondere auch von den Fabriken von komprimiertem Sauerstoff und Wasserstoff (z. B. von der Sauerstoffabrik, G. m. b. H., Berlin, Tegeler Straße 15, gegründet von Elkan 1889, von den Drägerwerken in Lübeck, welche auch Reduzierventile für die Sauerstoffflaschen erzeugt) geliefert. Der Sauerstoff wird in den Flaschen auf den Druck von 100 bis 150 Atmosphären komprimiert.

Die Anordnung eines Kalklichtbrenners, welcher hoch und tief verstellbar ist, und bei welchem der Kalkzylinder gedreht, gehoben und gesenkt werden kann, zeigt Fig. 287 von Paul Kleye in Leipzig-Schleußig, welche Firma solche Apparate erzeugt. Ähnlich sind die von E. Liesegang in Düsseldorf in den Handel gebrachten Brenner.

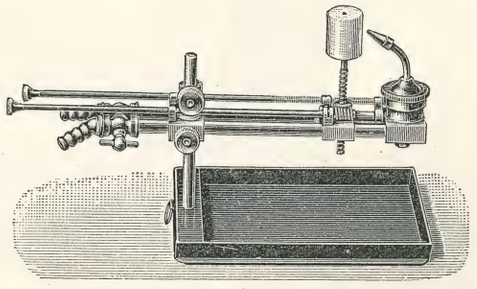


Fig. 287. Kleyes Kalklichtbrenner.

Eine andere Form des Kalklichtbrenners der Drägerwerke in Lübeck, wie ihn Lechner (W. Müller) in Wien in den Handel bringt, zeigt Fig. 288. Der Brenner *CE*, welcher ebensowohl mit Leuchtgas, Wasserstoff, Azetylen als Gasolin brennt, ist am Ständer mit der Schraube *B* festzustellen. Bei *S* und *G* wird der Zutritt von Sauerstoff und Leucht-

gas reguliert. Bei L kann der Kalkzylinder K gehoben oder gesenkt, bei P genähert oder entfernt werden. Dieser Brenner liefert mit 1 Liter Sauerstoffverbrauch pro Minute etwa 260 Kerzen Helligkeit, mit 3 Liter Sauerstoff ca. 900 Kerzen, mit 4 Liter Sauerstoff pro Minute ca. 1400 Kerzen Helligkeit.

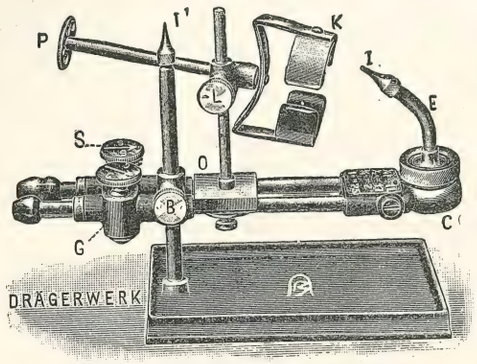


Fig. 288. Kalklichtbrenner der Drägerwerke.

In Fig. 289 ist V der Verschlußhahn der Stahlflasche; bei A wird das Reduzierventil mit Stellschraube, Anzeiger des verbrauchten Gasvolumens (Inhaltsmesser „Finimeter“ F) und Manometer (M) angeschraubt; bei R erfolgt die Feinregulierung des ausströmenden Sauerstoffs. H ist der Ventilhahn. Das Leuchtgas wird bei U eingeleitet; beim Doppelhahn $S\,G$ erfolgt das getrennte Einströmen der Gase, welche sich im Knallgasgebläse bei der Düse

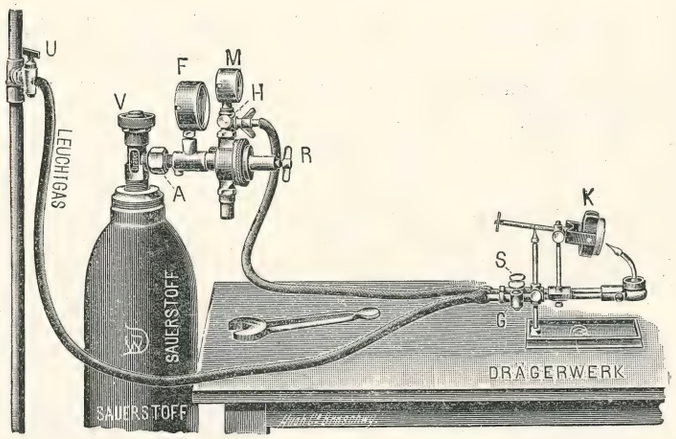


Fig. 289. Kalklichtanordnung der Drägerwerke.

mischen und den Kalkzylinder K zum Glühen bringen. Fig. 289 zeigt eine derartige Einrichtung der Drägerwerke in Lübeck.

Eine moderne Einrichtung zur Kalklichterzeugung mit Leuchtgas-Sauerstoffgebläse ist die E. Liesegangsche[1]).

1) Projektionsapparate von Ed. Liesegang in Düsseldorf.

Sobald Leuchtgas zur Verfügung steht, wird einerseits die Gasleitung, andererseits der Sauerstoffbehälter mit der Lampe verbunden und die Stichflamme auf einen Kalkzylinder geleitet.

In Ermangelung von Leuchtgas benutzt man Äther. E. Liesegang in Düsseldorf empfiehlt den von ihm erzeugten „Gasator“. Das ist ein mehrteiliges Gefäß, welches zu etwa $^3/_4$ mit Äther gefüllt und durch einen Schlauch mit dem Hahn (J) Fig. 290 des Liesegangschen Starkdruckbrenners verbunden wird. Wenn man ein kräftigen Sauerstoffstrom in den Brenner eintreten läßt, so übt der Gasstrom eine saugende Wirkung aus, welche etwas Luft durch den „Gasator“ saugt; diese sättigt sich mit Ätherdämpfen und gelangt durch den Schlauch in den Brenner, wo er sich mit dem Sauerstoff zu einer intensiven Stichflamme vereinigt.

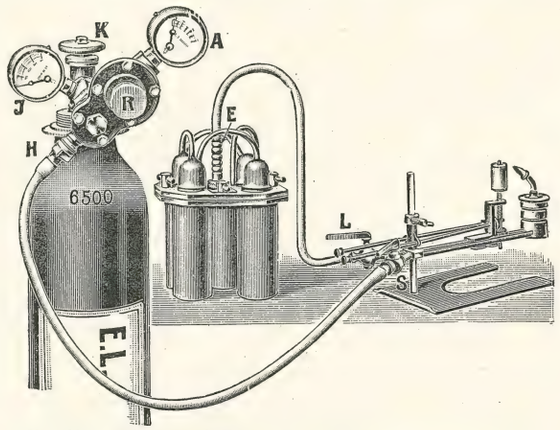


Fig. 290. Kalklicht mit Sauerstoff und Gasator nach Liesegang.

In der Regel benutzt man Kalkzylinder oder dicke Kalkstifte oder Kalkkegel, mitunter auch runde Kalkscheiben; arbeitet man mit hohem Druck, so empfiehlt sich die Verwendung dickerer Kalkzylinder.

Die Kalkzylinder haben die Unannehmlichkeit, daß sie an feuchter Luft bald zerfallen, indem der Kalk Wasser und Kohlensäure anzieht; sie werden deshalb in dicht verschließbaren Büchsen aufbewahrt.

Die Sauerstoffabrik in Berlin (Tegeler Straße 15) ordnet ihre Projektionseinrichtung für Kalklichtbrenner „Triumph“ und Vergaserdose (Gasolin oder Äther) (Fig. 291) folgendermaßen an: F Zylinderventil zum Öffnen des Sauerstoffstromes; J Inhaltsmesser zum Feststellen des Inhalts im Zylinder; M Arbeitsmanometer zum Ablesen des Druckes, mit welchem gearbeitet wird; O Öffnungsventil am Projektionsautomaten „Liliput“ zum Anlaß des Sauerstoffes; St Stellschraube zum Einstellen des Arbeitsdruckes; H Sicherheitsventil (an demselben darf nicht gestellt werden); S Sauerstoffhahn am Kalklichtbrenner „Triumph“, welcher stets vollständig geöffnet sein muß; G Gas- resp. Gasolinhahn am Kalklichtbrenner, welcher gleichzeitig zum Einregulieren der Flamme dient; D Vergaserdose, welche mit Gasolin $^3/_4$ gefüllt wird; B Mundstück am

Kalklichtbrenner; *K* Halter zur Aufnahme der Kalkplatte resp. des Kalkzylinders; *Sch* Schlauchtülle zur Befestigung des Gummischlauches.

Fig. 292 zeigt die Anordnung der Drägerwerke für Kalklicht (*K*) mit Sauerstoff (*S*) und Vergaserdose (*D*); die Figur ist ohne weitere Erklärung verständlich.

Die Drägerwerke empfehlen Benzin- oder Gasolindämpfe für Kalklicht in besonderen „Vergaserdosen", deren Inhalt für 240 Liter Sauerstoff ausreicht; das Gasolin soll leicht flüchtig sein und sein spez. Gewicht nicht über 0,660, höchstens bei 0,70 liegen.

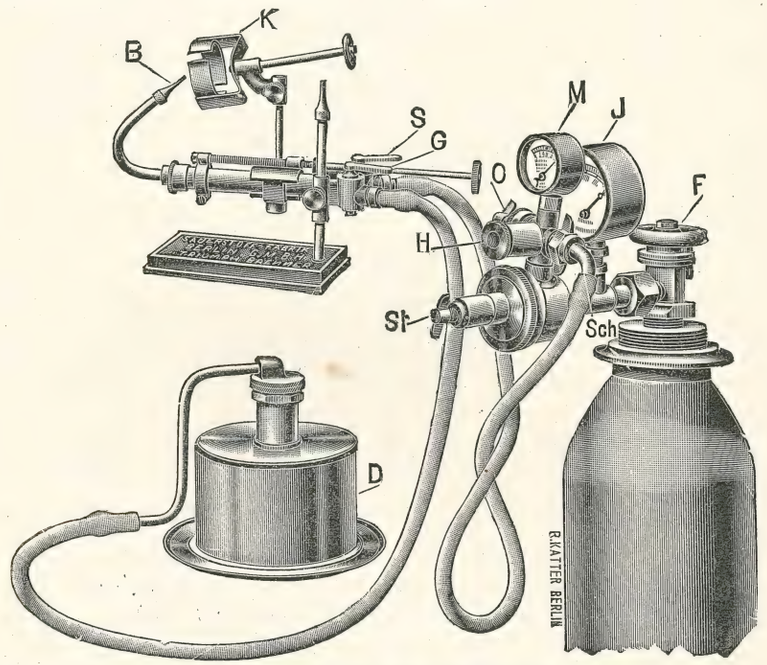


Fig. 291. Projektionseinrichtung mit Kalklichtbrenner „Triumph".

Wird Leuchtgas bei diesen Kalklichtbrennern durch Wasserstoff[1]) ersetzt, so resultiert eine durchschnittlich um 30 Prozent höhere Helligkeit. In ähnlicher Weise werden auch Azetylen-Sauerstoffgebläse benutzt.

Vom Gasolin werden nur etwa $^3/_4$ Teile vergast; der Rest von ca. 30 % brennt nicht mehr und muß fortgegossen werden.

Versuche, den Kalkzylinder durch andere Materialien zu ersetzen und anstatt des Oxy-Hydrogengebläses andere zu verwenden, machte schon Pfaff (Poggend.

1) Auch der Wasserstoff wird komprimiert in Stahlflaschen (ähnlich wie Sauerstoff) versendet. — Das Wasserstoff-Sauerstoffgebläse ist für Projektionsapparate (Laternbilder) sehr geeignet.

Annal. d. Phys. Bd. 40, S. 547). Er fand, daß ein Kalkzylinder, wenn er durch Knallgas erhitzt wurde, die Helligkeit von 153 Kerzen gab, bei Äther und Sauerstoffgas 76, bei Weingeist und Sauerstoff 69, bei Steinkohlengas (Leuchtgas) und Sauerstoffgas 19 Kerzen gab. Ungebrannte Kreide, weißer Ton, Magnesia gaben ein viel weniger helles Licht als gebrannte Kreide.

Drummond verglich das mittels einer mit Sauerstoff unterhaltenen Alkoholflamme erzeugte Glühlicht von Magnesia usw. mit einer Argandschen Lampe (mittels des Rumfordschen Photometers). Er fand das Kalklicht 37mal stärker, Zirkonerde 31, Magnesia 15mal heller als das einer Argandschen Lampe.

Caron in Paris fand dagegen (1868), daß Magnesia ein besseres Licht als Kalk gebe. Aber die Magnesia muß rein sein, namentlich frei von Kieselsäure, welche das Licht auf $^1/_3$ und noch weniger abschwächt (Wagners Jahrber. f. chem. Technolog. 1868, S. 754).

Auch Monckhoven[1]) empfahl Magnesiazylinder, jedoch gab die von ihm benutzte Herstellungsmethode (Phot. Korresp. 1869, S. 214) kein genügend feuerbeständiges Material, da es in der Hitze leicht Risse und Höhlungen bekam, weshalb er wieder zum Kalk griff, indem er Marmorstäbchen ins Knallgasgebläse brachte.

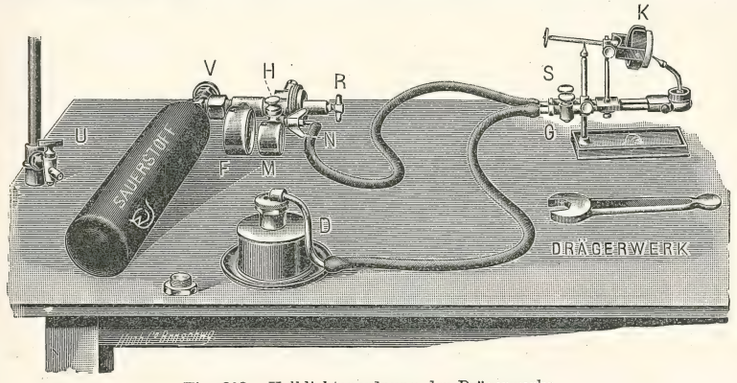


Fig. 292. Kalklichtanordnung der Drägerwerke.

Auch die von Roux empfohlenen Magnesiakugeln (s. Eders Jahrb. f. Phot. 1889, S. 300 und 1896, S. 424) sind nicht genügend feuerbeständig[2]).

Besonders feuerbeständig ist Zirkonerde, welche zuerst von Caron sowie Tessié du Motay empfohlen worden war (Wagners Jahrber. f. chem. Technologie 1869, S. 730). Schmidt & Haensch in Berlin stellen sehr brauchbare Zirkonplatten her, welche in Platinblech gefaßt sind. Sie konnten jedoch die wohlfeilen, gleichfalls gut verwendbaren Kalkzylinder nicht verdrängen.

Um das Kalklicht zu gebrauchen, läßt man einen Strom von Wasserstoff (oder das Leuchtgas) zuerst einige Minuten durch den Apparat strömen, zündet ihn dann an und leitet dann erst allmählich Sauerstoff zu, dessen Zufluß man so regelt, daß das beste Resultat erhalten wird. Würden beide Gase zugleich auf den Kalk geleitet, ehe er Zeit hat, sich gehörig zu erwärmen, so zerspringt er.

1) Monckhoven versuchte die Helligkeit des Lichtes durch Zusatz von Titanchlorür zur Magnesia zu steigern (Phot. Korr. 1869, S. 214); Carey Lea tränkte die Kalkzylinder mit Kupfervitriol, um das Licht blauer und wirksamer zu machen (Phot. News 1879, S. 91), jedoch erweisen sich diese Zusätze als nutzlos.

2) Vgl. Eder, Phot. Korr. 1890.

Die Lichtintensität des Kalklichtes richtet sich nach dem Verbrauch von Sauerstoff- und Leuchtgas usw., beziehungsweise nach dem Druck, unter welchem die brennenden Gase auf den Kalkzylinder geleitet werden.

Nähere Auskunft gibt die von den Drägerwerken in Lübeck für ihre Kalklichtbrenner ermittelte nachstehende photometrische Tabelle. Die besonders große Lichtstärke bei Verwendung von Wasserstoff und Azetylen ist in der Tabelle ersichtlich.

	Liter Sauerstoffverbrauch pro Minute	Kerzenstärke und Brenngasverbrauch pro Minute							
		Gasolin und Benzin		Leuchtgas		Wasserstoff		Azetylen	
		Kerzen	Gramm	Kerzen	Liter	Kerzen	Liter	Kerzen	Liter
Tabelle I	**1** (= 1/4 Atm.) . .	**220**	0,5	**260**	0,99	**350**	2,15	**320**	0,90
	1,4 (= 1/2 Atm.) . .	**350**	0,7	**390**	1,38	**520**	3,01	**470**	1,30
	1,7 (= 3/4 Atm.) . .	**465**	0,85	**520**	1,68	**700**	3,66	**620**	1,60
	2 (= 1 Atm.) . .	**575**	1,0	**640**	1,98	**825**	4,30	**725**	1,80
Tabelle II	**2** (= 1/4 Atm.) . .	**450**	1,0	**550**	1,98	**700**	4,30	**620**	1,50
	2,9 (= 1/2 Atm.) . .	**665**	1,45	**950**	2,67	**1050**	6,23	**1000**	2,0
	3,5 (= 3/4 Atm.) . .	**850**	1,75	**1150**	3,46	**1300**	7,53	**1250**	2,40
	4 (= 1 Atm.) . .	**1075**	2,0	**1400**	3,96	**1700**	8,60	**1600**	2,70
Tabelle III	**3** (= 1/4 Atm.) . .	**750**	1,5	**900**	2,97	**1200**	6,45	**1050**	2,30
	4,3 (= 1/2 Atm.) . .	**1000**	2,15	**1200**	4,06	**1800**	9,24	**1720**	3,0
	5,2 (= 3/4 Atm.) . .	**1300**	2,60	**1600**	5,15	**2300**	11,19	**2100**	3,60
	6 (= 1 Atm.) . .	**1500**	3,0	**2000**	5,95	**3000**	12,90	**2700**	4,10

Dr. R. Neuhauß verglich die Helligkeit verschiedener für Projektionszwecke geeigneter Lichtquellen und fand: Auersches Gasglühlicht = 84 Kerzen, Azetylenlicht (Apparat von Unger & Hoffmann in Dresden) = 90, Zirkonlicht (Linnemann-Gebläse von Schmidt & Haensch in Berlin) mit Sauerstoff-Leuchtgas = 95, mit Kalkzylinder (Marmorblock) 350 bis 950 Kerzen, Kalklicht (Einrichtung von Elkan in Berlin) = 500 bis 1390 Kerzen (Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 385). Jedoch sind diese Neuhaußschen Zahlen nach H. Krüß durchschnittlich zu hoch (Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 385).

Marktanner-Turneretscher (Liesegangs „Phot. Almanach“ 1899) untersuchte Kalklicht-Knallgasbrenner verschiedener Provenienz photometrisch gemeinsam mit Prof. Dr. Pfaundler in Graz. Er fand, daß Liesegangs Starkdruckbrenner (36 Mark) mit Leuchtgas aus der Leitung und Sauerstoff aus Stahlzylindern 530 Kerzen Leuchtkraft, bei Anwendung von 40 cm Wasserdruck für Leuchtgas sogar 900 Kerzen Helligkeit gab. Der Linnemannsche Brenner gab nur 100 bis 180 Kerzen. Azetylen-Doppelbrenner lieferten 100 Kerzen (Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 452).

Über den Einfluß von Unreinigkeiten im Sauerstoff, bezüglich der Helligkeit von Drummondschem Kalklicht (Oxygen-Leuchtgas), stellten Haddon und Grundy Versuche an. Sie fanden, daß ein Kubikfuß der Gasmischung unter Anwendung von käuflichem Sauerstoff (welcher mit 3,5 % Stickstoff verunreinigt war) 39 Kerzen Helligkeit im Knallgasgebläse für Kalklicht gibt, während Sauerstoff, welcher mit 20,5 % Stickstoff gemischt war, nur 20 Kerzen, mit 30 % Stickstoff nur 18 Kerzen und mit 63 % Stickstoff gemischt sogar nur 4 Kerzen Helligkeit erzeugt (Brit. Journ. of Phot. 1894, S. 76; Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 453).

Die photochemische Wirksamkeit des Zirkon- und Magnesia-Knallgaslichtes wurde von Eder im Quarz-Spektrographen geprüft. Es ergab sich, daß beide Lichtquellen annähernd dieselbe Intensität im Blau, Violett und Ultraviolett hatten.

Zum Erhitzen des Kalkzylinders kann auch eine durch Sauerstoff angefachte Weingeistlampe dienen (Monckhoven[1]).

Das Sauerstoff-Alkohollicht wurde mehrfach, z. B. von Haack[2]), empfohlen. Auch Harnecker hat sich desselben mit einigen Modifikationen bedient[3]). Später mischte Harnecker dem Kalk nebst Magnesia noch gepulverten Olivin zu („Olivinlicht“), vermöge dessen das Licht weißer und aktinischer wird.

Harnecker erzeugte damit Vergrößerungen. Eine dadurch beleuchtete Kabinettphotographie nahm er mit einem Porträtobjektiv in 50 Sekunden auf nassen Platten auf.

Über Äther-Sauerstofflicht älterer Form s. Hardwich (Phot. Wochenbl. 1881, S. 79; 1883, S. 161; 1889, S. 39). — Ferner s. Moltenis Äther-Sauerstofflampe (Phot. Korresp. 1898, S. 82).

Fig. 293 zeigt einen Lichtkondensor für solche Zwecke. Das Knallgasgebläse ist in einem Eisenblechkasten *C* eingeschlossen; das Zirkonplättchen *z* ist im Brennpunkte eines Linsensystems *b*, welches das Licht sammelt und in den Apparat wirft. Kalklicht wird seit vielen Jahren zu Vergrößerungen, für Projektionszwecke, für Mikrophotographie usw. verwendet[4]), wenn auch seine Verwendung durch das elektrische Licht sehr stark eingeschränkt wurde.

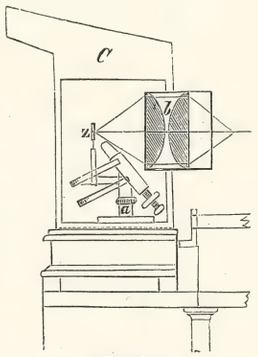


Fig. 293.
Kalklicht mit Kondensor.

Porträtaufnahmen mit Drummondschem Licht.

Das Drummondsche Licht war von Hill (1851) zur Aufnahme von Porträts auf Daguerreotypplatten benutzt worden; das grelle Licht wurde durch blauen Musselin gedämpft. Die Exposition dauerte 45 bis 80 Sekunden (Daguerreian Journ. 1851, Bd. 1, S. 217). Jedoch bewährte es sich bei Porträtaufnahmen nicht, weil das Licht wesentlich schwächer als das Magnesiumlicht oder das elektrische Licht ist.

Gelungenere Versuche zu Porträtaufnahmen bei Kalklicht stellte A. Scott an (Brit. Journ. Phot. 1885, S. 437; Phot. Wochenbl. 1885, S. 241); derselbe brachte 6 Kalkzylinder bei starkem Gasdrucke zum Glühen; durch Aufstellen einer dünnen nassen Leinwand wurde das Licht zerstreut; dadurch ermöglichte er auf Bromsilbergelatine die Aufnahme von Porträt-Brustbildern in 6 Sekunden. Diese Art der Verwendung des Kalklichtes ist jedoch praktisch wertlos. Nur für Mikrophotographie, Projektions- und Vergrößerungsverfahren findet diese Beleuchtungsart für den Fall, daß kein elektrisches Licht zur Verfügung steht, hier und da noch praktische Verwendung.

1) Phot. Korresp. 1870, Bd. 7, S. 23.
2) Phot. Korresp. 1871, Bd. 8, S. 31.
3) Stein, Das Licht, 1877, S. 81; Phot. Mitt. 1870, Bd. 6, S. 242 und 262.
4) Vgl. Eder (Phot. Korresp. 1888, S. 402); Jeserich, Die Mikrophotographie unter besonderer Berücksichtigung des Kalklichtes 1888; Marktanner-Turneretscher, Mikrophotographie 1890.

EINUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

BENGALISCHES FEUERWERK.

Bengalisches Weißfeuer und Verwandtes.

Seebeck beobachtete schon 1812, daß indianisches Weißfeuer die heftige Vereinigung von Chlor und Wasserstoff (Chlorknallgas) bewirkt, so daß Verpuffung eintritt (s. Eders Geschichte d. Photogr., 1905, S. 120).

Im Jahre 1852 erwähnte Lucenay und 1854 Gaudin und Delamarre die Möglichkeit, einen Feuerwerkssatz und Harz zu photographischen Zwecken zu benutzen.

Die Idee, einen Zündsatz als Lichtquelle bei photographischen Aufnahmen zu verwenden, findet sich schon 1852 in einem englischen Patente Lucenays vor.

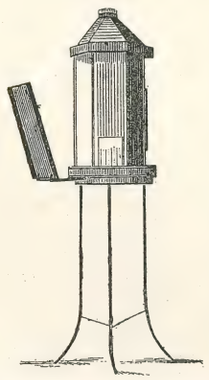


Fig. 294. Moules Laterne für bengalische Flammen.

Gaudin und Delamarre ließen sich 1854 ein Patent geben, welches darin bestand, Porträts (außer bei elektrischem Lichte, s. Kapitel XVII) beim bengalischen Feuer eines Gemenges von chlorsaurem Kali, Schwefel, Zucker und Harz in 2 bis 3 Sekunden zu erhalten. Die Flamme wurde in den Brennpunkt eines elliptischen Spiegels aus verzinntem Kupferblech gebracht[1]).

Moule nahm 1857 (18. Februar) ein spezielles Patent auf die Verwendung von Zündsätzen zur Beleuchtung, wobei er auch der etwa hierbei mit Vorteil zur Dämpfung des Lichtes verwendbaren Reflektoren oder farbigen Gläser gedenkt[2]). Sein Patent lautete auf sein künstliches Licht und die dazu gehörige Laterne; er ignorierte die Publikationen und Patente seiner Vorgänger.

Die mit Glas ganz geschlossene Laterne (Fig. 294) war aus verzinktem Eisen gemacht und hatte am Oberteile ein weites Rohr, welches die beim Verbrennen der Masse sich entwickelnden erstickenden Dämpfe ab- und in das Freie leitete. An der Rückseite der Laterne ist auf der Figur der Spiegel ersichtlich; an der der Person zugewendeten Seite wurde eine hellblaue Tafel eingeschoben. Zum Gebrauch wurde die Laterne auf ein Gestell, das gehoben und gesenkt werden konnte, gesetzt, und in die darin befindliche eiserne, am Boden mit Sand bedeckte Schale eine hinreichende Menge von Feuerwerkssatz gegeben. Die aufzunehmende Person wurde 2 bis 4 Fuß vom Apparate entfernt postiert, und die Schale beiläufig in die gleiche Höhe mit dem Kopf gebracht. Das Bild wurde bei Lampen- oder Kerzenlicht eingestellt und die nasse Kollodiumplatte in die Kamera gebracht. Die Exposition dauerte 15 bis 20 Sekunden.

1) Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. 1861, Bd. 3, S. 110, aus La Lumière, S. 109.

2) Abridgements of the Specifications relating to Photogr. 1861, S. 82; Kreutzer, Jahrber. f. Phot. 1857, S. 528; Journ. of Phot. Soc. London, Bd. 4, S. 99.

Moule photographierte 1857 bei bengalischem Lichte; er verkaufte damals die Beleuchtungsmasse, ohne deren Zusammensetzung bekannt zu machen und längere Zeit kam „Moules Photogenic Composition“ in England in den Handel. Durch Schnauß[1]), Wulff[2]), Gulliver[3]), Harman[4]), Boll[5]), Junghans[6]) wurden dann die Mischungsverhältnisse zu solchen Zündsätzen veröffentlicht. Im folgenden sind sie tabellarisch zusammengestellt:

	Seebeck Teile	Schnauß Teile	Wulff Teile	Gulliver Teile	Harman Teile	Boll Teile	Junghans Teile
Salpeter . . .	24	112	300	6	864	2	4
Schwefelblumen	7	42	100	2	288	2	2
Schwarzes Schwefelantimon	—	12	20	1	48	1	1
Realgar . . .	2	—	40	—	—	—	—
Kohle	—	—	—	—	24	—	—

Jeder der Bestandteile wird für sich getrocknet, fein gepulvert und dann erst gemischt. Die Mischung hält sich bei Ausschluß von Feuchtigkeit lange Zeit unverändert. Die Sätze mit Realgar (Schwefelarsen) sind mit Vorsicht zu verwenden, weil die bei der Verbrennung sich entwickelnden Dämpfe giftig (arsenhaltig) sind, was bei den andern Mischungen nicht der Fall ist. In allen Fällen muß für eine gute Ableitung der erstickenden Verbrennungsgase (schweflige Säure usw.) gesorgt werden, damit weder die zu photographierende Person, noch die Nachbarschaft belästigt wird. (Am besten: Ableiten in einen hohen Schornstein.)

Das bengalische Weißfeuer wird in zylinderförmige Päckchen von Papier abgeteilt, welche so viel Zündsatz enthalten, daß man bei einer Aufnahme reichlich ausreicht. Man erzeugt sie leicht, indem man Papier über eine runde Holzstange (ca. 5 cm dick) aufrollt, den Rand festklebt und mit der Mischung füllt.

Gemische mit chlorsaurem Kali geben ein sehr intensives Licht. So das von Schnauß[7]) angegebene Gemisch von 4 Teilen chlorsaurem Kali, 2 Teilen Schwefel und 1 Teil Zucker, oder Gaudins Gemisch von 6 Teilen chlorsaurem Kali, $1^1/_2$ Teilen Schwefel und $^1/_2$ Teil Zucker[8]) explodiert leicht durch Schlag und ist gefährlich; ähnliches gilt von dem von Edelmann[9]) vorgeschlagenen Gemisch von Schwefelantimon und pikrinsaurem Ammoniak.

Borlinetto hatte bereits im Jahre 1867 darauf aufmerksam gemacht, daß Gemische von gleichen Teilen Pikrinsäure und Kaliumchlorat sehr rasch mit bläulichweißem Lichte verbrennen. Im Jahre 1887 griff er die Versuche (angeregt durch Gaedicke-Miethes Blitzlicht) wieder auf und fand, daß man mit 6 g des Gemisches

1) Phot. Archiv 1860, S. 110.

2) Bulletin Soc. franç. Phot. 1860, S. 190; Kreutzers Zeitschr. f. Phot. Bd. 2, Seite 229.

3) Bulletin Soc. franç. Phot. 1872, S. 166.

4) Phot. News 1879, S. 138; Bulletin Soc. franç. Phot. 1879, S. 87.

5) Phot. Mitt. Bd. 17, S. 189.

6) Ebendaselbst.

7) Schnauß, Phot. Lexikon 1864, S. 211.

8) Phot News 1879, S. 106.

9) Brit. Journ. of Phot. 1873, S. 444.

eine Porträtaufnahme herstellen kann (Phot. Korresp. 1887, S. 458; aus Moniteur de la Phot. 1887, S. 133).

Frewing empfahl ein Weißfeuer aus 34 Teilen Salpeter, 12 Teilen Schwefel und 5 Teilen Auripigment (Schwefelarsen) zu Aufnahmen von Linienzeichnungen auf nassen Platten, wozu 130 bis 170 g des Feuerwerkssatzes notwendig sind (Phot. News 1884, S. 284; Phot. Wochenbl. 1884, S. 284.)

Da diese bengalischen Weißfeuer nicht nur weitaus lichtschwächer sind als Magnesiumlicht und überdies noch erstickende Dämpfe geben, welche bei der Anwendung von Auripigment sogar die heftig giftige, arsenige Säure entwickeln, so sind sie mit Recht außer Gebrauch gesetzt worden.

Der alte Moulesche Apparat wurde 1878 wieder hervorgesucht und von den Engländern Alden und Clarke mit einigen Modifikationen 1878 patentiert und neu in die Praxis als „Luxograph“ eingeführt (Phot. News 1878, S. 548; 1879, S. 90 und 105).

Das Wesen ihrer Neuerung bestand darin, daß die Laterne, worin der Feuerwerkssatz abgebrannt wurde[1]), mit matten Scheiben und einem großen Reflektor versehen wurde, wodurch das Licht zerstreut und gedämpft wurde und die damit beleuchteten Porträts in mildem Lichte erschienen. Durch ein Abzugsrohr wurden die gebildeten übelriechenden Verbrennungsgase ins Freie geleitet.

Es geschah eigentlich nichts anderes, als daß jene Vorrichtung, welche van der Weyde zur Milderung des elektrischen Lichtes anwendete, nunmehr auch beim Abbrennen des Feuerwerkssatzes angebracht wurde.

Alden in England transportierte im Jahre 1881 den Apparat zu wiederholten Malen nach Lokalitäten, wo große Maskenbälle stattfanden. Dort postierte er sich in einem kleinen Zimmer neben dem Ballsaal und fertigte die ganze Nacht Kostümbilder[2]).

Harrison[3]) benutzte zur Zerstreuung des Lichtes an Stelle der halbtransparenten weißen Schirme solche von violetter oder blauer Farbe, welche dem Auge angenehmer ist.

Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes der bengalischen Feuerwerkssätze stellten Eder und Valenta (1910) fest[4]). Sie fanden, daß bengalisches Weißfeuer ein kontinuierliches Spektrum nebst dem Flammenspektrum des Kaliums zeigt. Grüne bengalische Bariumflammen mit Kaliumchlorat zeigen das Flammenspektrum des Bariumoxyds und -chlorids; ebenso rote Strontiumflammen, welche jedoch ziemlich aktinisch sind, weil neben den roten Bändern eine helle blaue Strontiumlinie auftritt.

Für praktisch-photographische Zwecke werden derzeit derartige bengalische Feuerwerkssätze als Lichtquelle kaum benutzt[5]), da man in den magnesiumhaltigen Leuchtmassen — sei es Blitzlicht, seien es Zeitlichtpatronen oder Magnesiumfackeln — weit hellere und angenehmere Lichtquellen besitzt.

---

1) Oder auch Magnesium usw. — Salomon hatte schon lange vor Alden und Clarke Magnesiumlampen mit mattem Glase benutzt (Bulletin Soc. franç. 1879, Seite 17).

2) Phot. Mitt. 1881, Bd. 17, S. 164.

3) Bulletin Soc. franç. 1879, S. 17.

4) Eder und Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911.

5) Schaustellungen von Feuerwerkskunst lassen sich mit lichtstarken Objektiven ohne besondere Schwierigkeit auf lichthoffreien orthochromatischen Platten photographieren.

ZWEIUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

VERBRENNENDER PHOSPHOR UND SCHWEFEL. — SCHWEFELKOHLENSTOFF-STICKOXYDLICHT. — CHROMYLCHLORID- UND TITANCHLORIDLICHT.

1. Brennender Phosphor und Schwefel.

Phosphor, an der Luft oder im Sauerstoff verbrennend, ferner Schwefel, im Sauerstoff verbrennend, gibt nach Böttger genügend Licht zur Herstellung photographischer Bilder.

Durch dreimal wiederholtes Abbrennen von Phosphor in Sauerstoffgas gelang es Böttger 1855 ein Porträt (Gemälde) auf einer Jodbrom-Daguerreotypplatte zu kopieren. Desgleichen gelang es, auf einer präparierten Kollodiumplatte bei dem mattbläulichen Schimmer von im Sauerstoff brennenden Schwefel in kurzer Zeit ein wohlgelungenes Bild hervorzurufen[1]).

Das Licht des im Sauerstoff verbrennenden Phosphors ist, wie schon Brande vor einem halben Jahrhundert fand, chemisch weniger wirksam als das elektrische Licht; es gelang ihm nicht durch ersteres, wohl aber durch letzteres Chlorknallgas zur Verpuffung zu bringen, was Seebeck auch durch das indianische Weißfeuer erreichte.

Babo fand aber das Licht des in Sauerstoff verbrennenden Phosphors so wirksam wie Stickoxyd-Schwefelkohlenstofflicht und auch Mc Lellan erkannte die bedeutende chemische Wirkung desselben, welche die Wirkung des im Sauerstoff verbrennenden Schwefels, sowie die Wirkung des an der Luft verbrennenden Magnesiums um Namhaftes übertrifft (Eders aktinometrische Messungen des Phosphorlichtes s. unten).

Legt man ein Stück Phosphor auf gepulverten Salpeter und zündet ersteren an, so entwickelt sich ein sehr blendendes Licht; die Dämpfe müssen durch ein Rohr abgeleitet werden [Markham[2]), Schnauß[3])]. Rottmayer in Laibach photographierte mit diesem Lichte gegen Ende des vorigen Jahrhunderts das Innere der Adelsbergergrotte auf Bromsilbergelatineplatten.

Bringt man nach Böttger[4]) in einem kleinen dünnwandigen Glaskolben etwa 20 g chlorsaures Kali zum Schmelzen und wirft dann drei bis vier erbsengroße

---

1) Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M. für 1854—1855, Dinglers Polytechn. Journ. 1856, S. 140, 315. Polytechn. Notizblatt 1856, S. 155.

2) Phot. Archiv 1869, S. 88.

3) Phot. Korresp. 1876, Bd. 13, S. 243.

4) Polytechn. Notizblatt 1860, S. 229; Kreutzers Zeitschr. f. Phot. 1860, Seite 228.

Stückchen Stangenschwefel in das geschmolzene Salz, so entsteht ein so intensives, eine Menge stark brechbarer Strahlen enthaltendes weißes Licht, das schon innerhalb 2 bis 5 Sekunden von einer damit beleuchteten Gipsstatuette auf einer nassen Kollodiumplatte ein sehr scharf ausgeprägtes Bild gibt.

Schwefel auf geschmolzenen Salpeter geworfen verbrennt mit sehr aktinischem Lichte.

Diese Art von Licht, welche schon sehr lange bekannt ist, wendete Spiller im Jahre 1875 in der Photographie an[1]). Man schmilzt etwa 30 g Salpeter in einem Tiegel oder besser in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasverbrennungsröhre, welche das Licht nach keiner Seite hin abhält. Dann trägt man allmählich kleine Stückchen Schwefel ein, wodurch ein höchst intensives weißes Licht entsteht, das so lange anhält, als noch etwas geschmolzener Schwefel in dem Salze schwimmt. $^1/_2$ g Schwefel, allmählich in obige Quantität Salpeter eingetragen, gibt ein regelmäßiges Licht für 10 Minuten. Es genügen 3 bis 5 Sekunden Exposition, um ein Transparentpositiv auf nassem Kollodium in der Distanz von 30 cm zu liefern.

Aus den Versuchen von Riche und Bardy[2]) geht hervor, daß man mit Vorteil ein sehr aktinisches Licht dadurch erhalten kann, wenn man Schwefel in kleinen Ton- oder Porzellantiegeln schmilzt und mittels eines Rohres aus einem Gasometer einen senkrechten Sauerstoffstrom aufbläst. Das so erhaltene blaue Licht ist aktinischer als das weiße, welches durch Werfen von Schwefel auf geschmolzenen Salpeter erhalten wird.

Alle diese Lichtquellen haben lediglich theoretisches Interesse, sind aber praktisch wertlos.

2. Schwefelkohlenstofflicht.

Das Licht des verbrennenden Schwefelkohlenstoffs besitzt im violetten Ende eine ungewöhnliche Intensität und ist sehr reich an chemisch wirksamen Strahlen (Babo und Müller 1856[3]).

Im Jahre 1866 wies D. Winstanley auf die Möglichkeit hin, die Flamme des im Sauerstoff verbrennenden Schwefelkohlenstoffs zu photographischen Zwecken zu benutzen; 1869 zeigte er bereits einen zu diesem Ende bestimmten Apparat vor[4]).

Bei Versuchen von Lossen[5]) mit abgeblendeten, gleich großen Flächen von Sauerstoff-Schwefelkohlenstofflicht und Magnesiumlicht wurde gefunden, daß das Magnesiumlicht stets das erstere an Wirksamkeit übertraf. Wurden die Versuche mit den freien (nicht abgeblendeten, also ungleich großen) Lichtquellen fortgesetzt, so war das Resultat ein umgekehrtes, entsprechend den Beobachtungen anderer. Lossen benutzte zu seinen Vergleichen Bromsilberplatten bei $^1/_3$ Sekunde Exposition.

Mit dem Verbrennen von Stickoxyd, welches mit Schwefelkohlenstoffdampf gesättigt ist, experimentierte schon Babo in den fünfziger Jahren[6]). Als er zwei Liter dieses Gasgemenges verbrannte, konnte er bei diesem Lichte Gegenstände in der Kamera auf nassem Jodkollodium in 1 Sekunde photographieren.

1) Phot. News 1875, S. 40; Phot. Mitt., Bd. 11, S. 278.
2) Bull. Soc. franç. 1875; Phot. News 1875, S. 171.
3) Fortschritte der Physik 1856.
4) Brit. Journ. of Phot. 1875, S. 64.
5) Phot. Archiv 1878, S. 70.
6) Horns Phot. Journ. 1855, S. 9.

Babo sprach damals aus: „Die Menge der chemisch wirksamen Strahlen übertrifft die aller anderen (damals) untersuchten Flammen sehr bedeutend."

Ungefähr 20 Jahre später kam Sell nochmals auf das Stickoxyd-Schwefelkohlenstofflicht zurück und suchte es in die photographische Praxis einzuführen, indem er es genauer beschrieb und eine eigene Lampe hierzu konstruierte.

Sell ließ seine Lampe 1873 patentieren und erhielt am 10. Oktober 1873 ein Patent in England[1]).

Sie besteht aus einem kugelförmigen Glasgefäße für den Schwefelkohlenstoff, der durch einen Docht zum Brenner in die Höhe gesaugt wird. Um diese kleine Kugel ist eine größere geblasen. Der Zwischenraum zwischen beiden wird mit kaltem Wasser gefüllt, das die Abkühlung des Schwefelkohlenstoffes bezweckt. Durch die Mitte des Brenners geht ein rechtwinkelig gebogenes mit Hahn versehenes Rohr, das das Stickoxyd aus einem Gasometer zuführt. Das Stickoxyd stellte Sell aus Eisenchlorür, Kaliumnitrat und Chlorwasserstoffsäure in bekannter Weise dar[2]).

Delachanal und Mermet konstruierten kurz nach Sell ebenfalls eine Lampe für Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlicht, was sie im November 1874 publizierten. Ein mit zwei Tubulaturen versehener Ballon mit 500 ccm Inhalt wird mit Schwammstücken, Koks oder Bimsstein gefüllt und letztere mit Schwefelkohlenstoff imprägniert. Die eine Tubulatur dient zur Zuleitung des Stickoxydes, die andere ist mit einem durchbohrten Korke verschlossen, welcher eine zweite, 20 cm lange Glasröhre trägt. Diese wird mit dicht zusammengewickeltem Eisendrahte vollgestopft und dient als Sicherheitsrohr zur Verhinderung einer Explosion innerhalb des Ballons.

Man leitet das ausströmende Gasgemenge in eine Art Bunsenschen Brenner, der aber keine Luftzuströmungsöffnungen hat, und füllt das Rohr desselben ebenfalls mit zusammengewickeltem Eisendraht. Die Flamme, die man mit diesem Apparate erhält, ist äußerst hell und kann eine Höhe von 25 cm erreichen. Die bei der Verbrennung sich entwickelnden Gase werden durch einen Schornstein abgeleitet. Die spektroskopische Untersuchung der Flamme ergab das Vorhandensein zahlreicher glänzender Linien, ähnlich dem Spektrum des Schwefels (Chem. Zentralbl. 1874, S. 769; aus Compt. rend.).

A. H. Spurr griff die alte Idee auf, mittels Stick- und Schwefelkohlenstoffes eine aktinische Flamme zu erzielen, und konstruierte hiermit eine Blitzlampe, bei welcher derartiges Licht momentan aufflammt, ohne Anwendung von Magnesium (Amerikanisches Patent Nr. 647041 von 1900; Photography 1900, S. 345; Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S 578).

H. W. Vogel fand die Wirksamkeit der Sellschen Lampe 4mal geringer als das Licht eines heiteren Wintertages. Eine Person, 3 m vom Lichte entfernt, gab in 15 Sekunden ein Porträt auf nassen Kollodiumplatten[3]).

Das Licht des mit Schwefelkohlenstoff geschwängerten Stickoxydgases ist ungefähr gleich photographisch auf Bromsilber wirksam, als das Licht von an der Luft brennendem Schwefelkohlenstoff, in dessen Flamme Sauerstoff geleitet wird.

Es läßt sich nicht leugnen, daß das Schwefelkohlenstofflicht ein sehr wirksames ist; aber da es gefährlich zu handhaben ist, weil die Gefahr einer Explosion bei

1) Abridgements of Specifications relating to Photography, III, 1878, S. 79; andere Quellen s. am Eingang.
2) Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft, Bd. 7, S. 1522.
3) Phot. Mitt., Bd. 11, S. 232; Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch. 1875, S. 96.

einiger Unvorsichtigkeit nicht ausgeschlossen ist und sich lästige Dämpfe entwickeln, so kam es nicht in praktische Verwendung. Es wurde durch das billigere Magnesiumlicht usw. verdrängt.

3. Chromylchlorid- und Titanchloridlicht.

Läßt man Wasserstoffgas über flüssige (am besten etwas erwärmte) Chlorchromsäure oder Chlortitan streichen, entzündet es und leitet in die Flamme einen Strom von Sauerstoffgas, so erhält man ein aktinisches Licht, welches auf Silbersalze ungefähr ebenso energisch als Magnesiumlicht wirkt. Leider entwickeln sich dabei viel Salzsäuredämpfe (Monckhoven).

Nach anderen Angaben[1]) ist das Licht, welches entsteht, wenn Wasserstoff über ein mit Chlorchromsäure gefülltes Kugelrohr streicht und durch den entzündeten Wasserstoff ein Strom von Sauerstoff geleitet wird, nicht sehr hell; sobald das Kugelrohr mit der Chlorchromsäure erwärmt wird, nimmt die Intensität bedeutend zu[2]).

Nach Eder und Valenta[3]) ist das Emissionsspektrum des Chromylchloridlichtes dasjenige des Chromoxyds nebst Linien des Flammenspektrums des elementaren Chroms, gemischt mit einem kontinuierlichen Spektrum. Das Titanlicht liefert nur ein kontinuierliches Spektrum.

Beide Lichtarten stoßen erstickende Dämpfe von Salzsäure und grünen Rauch von Chromoxyd resp. weiße Titansäure aus; sie sind für die praktische Photographie unverwendbar.

1) Phot. Korresp. 1869, S. 215; 1870, S. 208.
2) Phot. Korresp. 1870, S. 198.
3) Eder und Valenta, Atlas typischer Spektren, 1911.

DREIUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

PHOSPHORESZENZLICHT.

Phosphoreszierende Substanzen, Leuchtsteine, Lichtsauger oder Lichtmagnete nennt man bekanntlich solche Körper, welche dem Sonnenlichte oder anderen hellen Lichtquellen ausgesetzt, nachher noch eine Zeitlang auch im Dunkeln einen hellen Schein verbreiten.

Sendet ein Körper Licht bei Temperaturen aus, die weit unter denjenigen liegen, bei denen er zu glühen beginnt, so nennt man die Strahlung Phosphoreszenz oder Lumineszenz (s. Bd. I, Abt. I dieses Werkes S. 447).

Das Phosphoreszenzlicht kann weiß, grün, blau, orange oder andersfarbig sein und dementsprechend wird sich seine photographische Wirksamkeit äußern. Die blauviolette Balmainsche Leuchtfarbe sendet ziemlich kräftig aktinisches Licht aus, dessen Erregung durch brennendes Magnesium kräftig erfolgt. Es wurde als Normallichtquelle bei Warnerkes Sensitometer benutzt (s. S. 126).

Andere Verwendungen von Phosphoreszenzlicht in der Photographie wurden im I. Bd., 2. Abt. (3. Aufl.) dieses Werkes erwähnt.

VIERUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

MAGNESIUMLICHT.

I. Reines Magnesium.

Wird Magnesiumband[1]) mittels einer Spiritus- oder Gasflamme an der Luft erhitzt, so entzündet es sich und verbrennt unter Entwicklung eines weißen Dampfes von Magnesiumoxyd mit glänzendem bläulichweißen Lichte nach der Gleichung:

$$Mg + O = MgO,$$

Magnesium + Sauerstoff = Magnesiumoxyd.

Zugleich mischt sich dem Verbrennungsprodukt in sehr geringer Menge Magnesiumnitrid (Mg_3N_2) bei, welches zufolge Vereinigung des Magnesiums mit dem Stickstoff der Luft entsteht[2]).

Die Verbrennungsprodukte entweichen teils in Form eines weißen Rauches, teils bleiben sie als weiße Asche zurück. Ein ganz kleiner Teil des Magnesiums verdampft unverbrannt, jedoch entzieht sich nur eine sehr geringe (keineswegs konstante) Menge von Magnesium der Verbrennung, welche für praktische Beleuchtungszwecke nicht in Betracht kommt, wohl aber bei Verwendung des Magnesiums besonders als Normallichtquelle (s. S. 92) berücksichtigt werden muß.

Pulverförmiges Magnesium brennt in kompakten Haufen schwierig ab, leicht beim Durchblasen oder Einstreuen in eine Flamme oder beim Abbrennen über Schießbaumwolle[3]) oder in Gemischen mit sauerstoffreichen Substanzen.

Magnesiumpulver kommt in verschiedenen Feinheitsgraden in den Handel. Für rasch verbrennendes Blitzlicht sind die feinst gepulverten Sorten die besten.

Beim Verbrennen von Magnesiumpulver bildet sich mehr Rauch, als beim Verbrennen von Magnesiumband, weil das feinverteilte Magnesiumoxydpulver in der Luft verstäubt wird. Wenn man Magnesiumpulver durch eine Flamme bläst, so spricht man von „Magnesiumpustlicht“. Da die Verbrennungsdauer des Magnesiumpulvers verhältnismäßig sehr kurz, und die Lichtintensität sehr groß ist (pro 1 g verbranntes Magnesium ungefähr 400 000 Meterkerzen), so kann man hiermit sogenannte „Momentaufnahmen“ machen.

Mischt man Magnesiumpulver mit sauerstoffreichen Substanzen (Chloraten, Nitraten, Peroxyden usw.), so ergeben sich mehr oder weniger rasch abbrennende Leuchtsätze, deren Verbrennungsdauer von der Natur des Sauerstoffträgers, dessen Verteilung oder eventuellen indifferenten Beimengungen abhängt. Sehr rasch verbrennende Magnesiumleuchtsätze nennt man „Magnesiumblitzpulver“; manche Arten derselben verpuffen und zeigen sogar Explosionswirkungen, andere brennen relativ ruhig und trotzdem schnell ab.

Langsam verbrennende Magnesiumleuchtsätze nennt man „Magnesiumzeitlicht“, im Gegensatze zu allen Arten des schnell abbrennenden „Magnesiumblitzlichtes“, welches sowohl mit reinem Magnesiumpulver (Pustlicht) als auch mit Magnesiumblitzpulver erzeugt werden kann.

Das Magnesiumlicht (verbrennendes reines Magnesium) ist bläulichweiß und seine aktinische Wirkung ist groß, zufolge seines Reichtums an stärker brechbaren Strahlen (blau, violett, ultraviolett); das Spektrum des brennenden Magnesiums ist ein nahezu kontinuierliches (vom glühenden festen Magnesiumoxyd herrührendes, s. u.), jedoch treten mehrfach Magnesiumlinien (vom glühenden Magnesiumdampf herrührend) und Magnesiumoxydbänder in demselben auf[1]) (s. unten).

Enthalten die Leuchtsätze (Magnesiumblitzpulver oder Zeitlicht) Beimengungen von Substanzen, welche ihrerseits die Flammen zu färben vermögen, so wird die Färbung der Magnesiumflamme beeinflußt; Zusatz von Strontiumverbindungen erhöht z. B. den Anteil emittierter roter und gelber Strahlen im Magnesiumlicht in gewissem Grade[2]), was man bei orthochromatischen Aufnahmen verwertet („orthochromatische“ oder „panchromatische“ Magnesiumleuchtsätze).

Das Magnesium gibt ein sehr wirksames und bequem herzustellendes Licht, dessen Kosten nicht beträchtlich sind, sobald es sich nicht

1) Magnesiumdraht brennt schlechter als Band.

2) Das Magnesiumnitrid zersetzt sich beim Kochen mit Wasser unter Entweichen von Ammoniak.

3) Piffard, Phot. News 1887, S. 697.

1) Genau abgebildet und beschrieben von Eder, Denkschriften der k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. Daselbst sind heliographische Abbildungen von Spektrumphotographien des brennenden Magnesiums, hergestellt mit einem großen Rowlandschen Konkavgitter, samt Wellenlängenmessungen publiziert (auch abgedruckt in Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse 1904), ferner s. Eder und Valenta, Atlas typischer Spektren 1911.

2) Derartige Strontium-Magnesium-Leuchtsätze geben jedoch kein ausgesprochen rotes Licht, wie die bengalischen Strontiumfeuerwerksätze, weil das emittierte Licht der Hauptsache nach ein kontinuierliches Spektrum und weißliches Licht liefert.

um lange Expositionen handelt. Dadurch, daß man ohne jede Schwierigkeit und ohne kostspielige Maschinenanlagen (welche z. B. die Einführung des elektrischen Lichtes erschweren) Interieurs, Höhlen, ferner Porträts und Gruppen bei Magnesiumlicht photographieren kann, errang sich dasselbe eine große Verbreitung. Allerdings ist Magnesiumlicht nicht zu ebenso anhaltend starker Wirkung zu steigern, wie dies beim elektrischen Lichte möglich ist, und ferner ist die Rauchentwicklung für eine längere Beleuchtungsdauer mitunter hinderlich, so daß das Magnesiumlicht nicht Anspruch erheben darf, das elektrische Licht zu verdrängen. Allein in vielen Fällen ist das Magnesiumlicht in seinen verschiedenen Formen für die angewandte Photographie unersetzlich.

Geschichtliches.

Bunsen und Roscoë machten 1859 auf die bedeutende chemische Wirkung des brennenden Magnesiums aufmerksam. Sie erkannten dessen Wert als einfaches und sicheres Mittel zu photochemischen Maßbestimmungen und als Erleuchtungsmaterial (Poggend. Annalen, Bd. 108, S. 266).

Fast gleichzeitig mit den Genannten machte Crookes dieselbe Beobachtung und experimentierte sofort mit dem Magnesiumlicht, um es zu photographischen Aufnahmen zu benutzen (Phot. Archiv 1864, S. 449).

Das Licht des brennenden Magnesiums ist sehr reich an violetten und ultravioletten Strahlen [Schrötter[1]), Bunsen und Roscoë[2])]. In dieser Richtung übertrifft das Magnesiumlicht das Drummondsche Kalklicht, welches reich an gelben und roten Strahlen ist, bezüglich des Gehaltes an stärker brechbaren Strahlen aber hinter jenen zurückbleibt (Becquerel).

Erst um das Jahr 1864 wurde das Magnesium in ausgedehnterem Maße photographisch verwendet, weil es mittlerweile fabriksmäßig erzeugt und in den Handel gebracht worden war.

Zur Erzeugung von photographischen Porträtaufnahmen wurde das Magnesiumlicht von Brothers in Manchester mit Erfolg verwendet. Er nahm ein Porträt von Prof. Faraday vor dem versammelten Publikum nach einer Vorlesung in der „Royal Institution“ auf[3]). Im Juli 1864 wurden in Berlin die ersten gelungenen Versuche durch H. W. Vogel in Gegenwart von Carl, Suck, Rémelé, Poggendorff gemacht, wobei mit nassen Platten und Eisenvitriol-Entwicklung eine Exposition von 55 Sekunden und 19¼ g Draht erforderlich waren[4]). (Vgl. Eders Geschichte der Photographie, 3. Aufl., 1905.)

Brothers (1864) fand schon, daß die bei konzentriertem Magnesiumlicht aufgenommenen Porträts hart sind und deshalb das zerstreute Magnesiumlicht vorzuziehen ist. Ein Stück flachen Spiegels, das im Hintergrunde des Brenners befestigt ist, paßt sehr gut.

Maddox verwendete es 1864 bei vergrößerten Aufnahmen mikroskopischer Objekte (Photomikrographie[5]).

1) Jahrber. Chem. 1865, S. 96.
2) Poggendorffs Annalen, Bd. 108, S. 261.
3) Phot. Mitt. 1864, Bd. 1, S. 49; Phot. Archiv 1864, S. 208 und 449.
4) Phot. Mitt. 1864, Bd. 1, S. 60.
5) Phot. Archiv 1864, S. 453.

Prof. Piazzi Smith machte 1865 interessante Aufnahmen im Innern der großen ägyptischen Pyramide[1]).

Geldmacher erhielt bei Magnesiumlicht Porträts in 70 Sekunden (wenn er bei Tageslicht 5 Sekunden notwendig hatte) und Gipsmodelle in 45 Sekunden. Transparentpositive nach Negativen waren in 2 Sekunden ausexponiert (nasses Kollodiumverfahren). Auf Chlorsilberpapier wurde unter einem Negativ nach 5 Minuten nur ein sehr schwaches Bild erhalten, wobei allerdings für einen genügend kräftigen Abdruck 1½ bis 2 Stunden notwendig gewesen wären[2]).

Nadar, welcher die Pariser Katakomben bei elektrischem Lichte photographiert hatte (s. Bd. I, 1. Teil), bediente sich bei Aufnahme der unterirdischen Kanalbauten der Einfachheit halber des Magnesiumlichtes. Leth in Wien nahm (um das Jahr 1865) den Sarkophag der Kaiserin Maria Theresia in der Kaisergruft abends bei demselben Lichte auf und Fr. von Reisinger 1867 Steinreliefs und Sarkophage in den Katakomben von Lemberg. Albert in München beleuchtete damals Gemälde und Fresken sofort in den Galerien und machte dadurch das Abnehmen und Transportieren überflüssig. Mariot nahm 1868 das Innere der Adelsberger Grotte bei Magnesiumlicht auf[3]).

Trotz der erwähnten Versuche erwies sich das Magnesiumband zu Porträtaufnahmen für die Praxis kaum verwendbar, weil dasselbe zu langsam abbrennt; erst später gelang es mittels Magnesiumpulver ein blitzschnell verbrennendes, sehr wirksames Licht zu erzielen. Allerdings hatte bereits Traill Taylor im Jahre 1865[4]) versucht, mittels Mischung von Magnesiumpulver mit Kaliumchlorat, Schwefel und Schwefelantimon bei sehr kurzer Belichtungszeit Photographien zu erhalten, da dieses Gemisch sehr rasch verbrennt. Diese Versuche hatten jedoch zu keiner praktischen Verwertung in der Porträtphotographie usw. geführt, weil die geringe Empfindlichkeit des damals allgemein verwendeten nassen Kollodiumverfahrens und der damalige hohe Preis des Magnesiumpulvers entgegenstand; diese Versuche Traill Taylors gerieten deshalb in Vergessenheit.

Larkin ließ 1866 eine Magnesiumlampe patentieren, in welcher Magnesiumpulver verbrannt wurde. Das Metallpulver war (mit Sand gemischt) in einem großen Reservoir enthalten, das am Boden mit einer kleinen Öffnung versehen war; durch diese fiel das Pulver in ähnlicher Weise wie der Sand bei den Sanduhren und wurde entzündet[5]). Die Lampe war aber praktisch unbrauchbar.

Die nächsten Versuche, Leuchtsätze durch Mischungen von Magnesiumpulver mit reinem Kaliumchlorat zu erzielen, machte G. A. Kenyon im Jahre 1883; er beobachtete den bedeutenden photographischen Effekt, den der in Sauerstoff verbrennende Magnesiumdraht hervorbringt, und verwendete dies zu Porträtaufnahmen bei derartigem Lichte; zugleich bemerkte er, daß man auch Magnesiumpulver und Kaliumchlorat zur Erzeugung eines brillanten Lichtes verwenden könne; er wurde jedoch durch die hierbei auftretende Rauchentwicklung abgehalten, diese Beobachtung weiter zu verfolgen (Brit. Journ. Phot. 1883, S. 61).

Die Photographie mit Magnesiumpulver in Form von „Blitzlicht“ griffen J. Gaedicke und A. Miethe in Berlin 1887 auf und bald beschäftigte sich alle Welt

1) Bulletin Soc. franç. 1865, S. 321, aus Photographic Journ.; Phot. Archiv 1865, S. 379.
2) Phot. Archiv 1865, S. 160.
3) Phot. Archiv 1868, S. 202. — Vgl. Bd. I, 1. Teil dieses Handbuchs.
4) Phot. News 1865, S. 550; Phot. Wochenbl. 1883, S. 79.
5) Les Mondes, Bd. 12, S. 136; Dinglers Polyt. Journ., Bd. 182, S. 203.

damit, da die von denselben empfohlenen Explosivmischungen von Magnesiumpulver (Magnesium, Kaliumchlorat, Schwefelantimon und später andere Mischungen, s. u.) tatsächlich blitzschnell verbrennen und Momentbilder von Porträts, Gruppen usw. geben.

Ungefähr zur selben Zeit beschäftigte sich Meydenbauer[1]) mit Versuchen derselben Art, indem er die gefahrloseren Mischungen von Magnesium mit Braunstein, Salpeter, Kaliumchlorat, Strontiumnitrat besonders berücksichtigte. Nachdem Gaedicke und Miethe den Anstoß zur Magnesium-Blitz-Photographie gegeben hatten, lernte man die vortrefflichen Eigenschaften des durch eine Flamme geblasenen reinen Magnesiumpulvers kennen.

T. N. Armstrong machte nämlich kurz nach dem Bekanntwerden des Gaedicke-Mietheschen Blitzpulvers aufmerksam, daß reines Magnesiumpulver, direkt durch eine Lichtflamme geblasen, ein sehr intensives Licht gibt (Brit. Journ. Phot. 1887, S. 777). Harrison empfahl kurz darauf ein Gemisch von Magnesiumpulver mit Hexenmehl (Lycopodium-Samen) durch die Flamme zu blasen (ibid. S. 791), ohne daß damit eine Verbesserung des einfacheren Armstrongschen Vorganges erzielt worden wäre.

Die Methode, reines Magnesiumpulver mittels pneumatischer Vorrichtungen in eine Flamme zu blasen, wurde namentlich durch die von Schirm in Breslau im Jahre 1888 und anderen erfundenen „Blitzlampen“ zu einer leicht und bequem auszuführenden gemacht. Gegenwärtig erscheint das Magnesiumlicht als ein kaum entbehrliches Hilfsmittel zur Photographie solcher Objekte, bei denen das Tageslicht fehlt.

Magnesiummetall war anfangs sehr teuer und kostete 300 bis 400 Mark pro Kilogramm.

Im Jahre 1886 wurde das Magnesium durch die Einführung neuer Darstellungsmethoden (mit Elektrizität) von der Magnesiumfabrik in Bremen, nach dem Patente Grätzel, im großen und wesentlich billiger als früher dargestellt.

Die Verwendung der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes für photographische Aufnahmen wurde in verschiedenen Monographien beschrieben, von welchen wir folgende erwähnen:

Gaedicke und Miethe, Anleitung zum Photographieren bei Magnesiumlicht, Berlin 1887. — Müller, Bedeutung und Verwendung des Magnesiumlichtes in der Photographie, Weimar 1889. — G. Mercator, Die Verwendung künstlicher Lichtquellen zu Porträtaufnahmen und Kopierzwecken, Halle a. S. 1898. — Hans Schmidt, Das Photographieren mit Blitzlicht, Halle a. S. 1911. — H. Schnauß, Die Blitzlichtphotographie, Leipzig 1902. — E. Holm, Die Photographie bei künstlichem Licht, Berlin 1903. — F. Pettauer, Das Magnesiumkunstlicht in der Photographie, Wien (Carl Seib) 1906. — J. M. Eder, La Photographie à la lumière du Magnesium, Paris 1890 (Gauthier-Villars). — C. Klary, La Photographie nocturne, Paris 1893. — Ris-Paquot, La pratique de la Photographie à la lumière artificielle, Paris 1904. — Tennants Photominiature: „Flashlight Photography“, 1901, Nr. 29. — Hurman, Artificial Light for Portrait-Photography, Newcastle-Birmingham 1902.

II. Beleuchtung mittels Magnesiumband.

Das Magnesium wird entweder in Form von Draht ausgezogen oder zu dünnen Bändern ausgewalzt, welche letztere sich wegen ihrer leichteren Brennbarkeit allgemein eingebürgert haben.

1) Phot. Wochenbl. 1887, S. 154 und 181.

Der Magnesiumdraht kommt in einer Stärke von ca. 0,45 mm Durchmesser ansteigend in den Handel; das Magnesiumband, welches sich namentlich zum Brennen in Magnesiumlampen besser eignet, kommt meistens in einer Breite von 2 bis 5 mm und einer Stärke von 0,1 bis 0,3 mm vor.

Um das Magnesium bequem verbrennen zu können, wurden Halter und Lampen konstruiert.

Der Halter für brennenden Magnesiumdraht in der einfachsten Form ist in Fig. 295 abgebildet.

Derselbe kann da angewendet werden, wo nur geringe Mengen von Draht zu verbrennen sind. Man schiebt so viel Draht (Band), wie man verbrennen will, vor die Metallspitze *B* und zündet ihn an, indem man ihn einige Sekunden ruhig in die Flamme eines Streichhölzchens

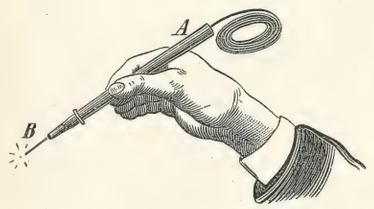


Fig. 295. Halter für Magnesiumband.

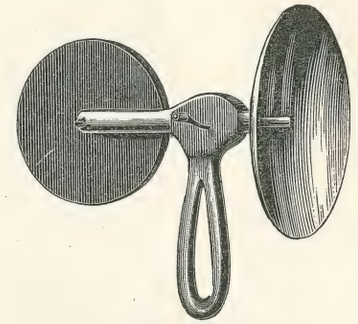


Fig. 296. Magnesiumlampe.

oder besser einer Weingeistflamme hält. Er brennt bis ungefähr $^1/_2$ cm von der Metallspitze. Wenn man ihn auslöschen will, zieht man ihn einfach bei *A* zurück.

Man hat auch vorgeschlagen, mehrere Reihen von Magnesiumbändern gitterförmig lose (in größeren Abständen) zu flechten, damit größere Lichtmengen beim Abbrennen resultieren (Brit. Journ. Phot. 1909, S. 159; Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 241).

Billige Magnesiumlampen werden mit Handregulierung versehen und genügen für mindere Ansprüche vollkommen. Fig. 296 zeigt eine Magnesiumlampe mit Handregulierung. Der polierte Reflexspiegel kann leicht entfernt werden, wenn man keinen begrenzten Ort beleuchten will (Eders Jahrb. f. Phot. 1889, 3. Jahrg., S. 370).

Magnesiumband ist jedoch ohne Anwendung einer Uhr, welche das verbrennende Magnesium regelmäßig vorwärts schiebt, in Kombination mit einem Reflektor für längere Beleuchtung nicht gut praktikabel. Die ersten Versuche zur Konstruktion von Magnesiumlampen rührten

von Mather in Salford und Hart in Kingland her, bei welchen der Draht mit der Hand von einer Spule abgewickelt wurde und durch ein Röhrchen in die Flamme einer Spirituslampe geleitet wurde[1]). Der Amerikaner Alonzo Grant ließ die Abwicklung des Drahtes von der Spule durch ein Uhrwerk besorgen und konzentrierte die Strahlen durch hohle Metallspiegel; diese Form ist noch heute ziemlich allgemein beibehalten.

Grants Magnesiumlampe[2]) besteht aus einem in einer Blechkapsel D (Fig. 297) befindlichen Uhrwerke, welches bei G aufgezogen wird und zwei kleine mit Gummi überzogene Walzen aneinander vor-

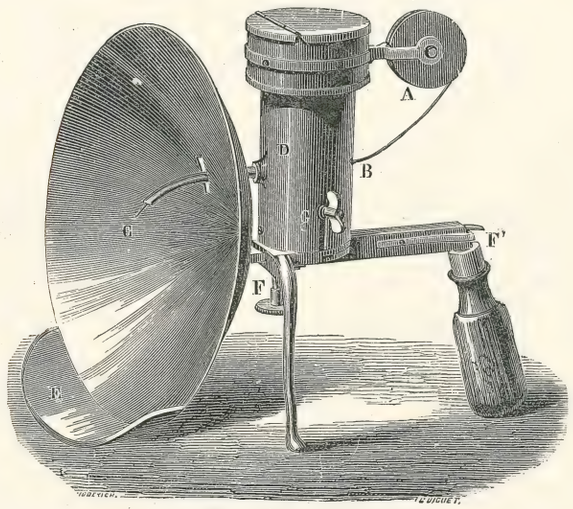


Fig. 297. Grants Magnesiumlampe.

beidreht. Der zu verbrennende, in A vorrätig aufgerollte Magnesiumdraht ist bei B in das Uhrwerk eingefügt, und schiebt sich mittels der Walzen durch das Messingröhrchen DC vor, um bei C angezündet werden zu können. Der Lichtpunkt befindet sich im Fokus des Hohlspiegels. Durch einen in dem oberen Teil der Kapsel B befindlichen Windfang kann die Raschheit der Drahtbewegung reguliert werden; der kleine Hebel bei F dient zur Hemmung des Uhrwerkes, um ein sofortiges Erlöschen des Lichtes zu bewirken. — Wenn irgendwo längere Beleuchtung nötig ist, erhält der Reflektor einen Vorsetzrahmen mit Glas und Rauchfang.

1) Phot. Archiv 1865, S. 372 und 377.
2) Phot. Archiv 1865, S. 246 und 1869, S. 310; Stein, Das Licht 1877, S. 64.

Der hinter dem brennenden Magnesium angebrachte Metallhohlspiegel verstärkt die Wirkung des Lichtes bedeutend. Die Wirkung einer Magnesiumlampe ohne Reflektor verhält sich zu der mit Reflektor wie 1 : 3 (H. W. Vogel).

Um größere Flächen zu beleuchten, konstruiert man weniger stark gewölbte Reflektoren für Magnesiumlampen, wie sie in Fig. 298 ersichtlich sind[1]). Eine solche Magnesiumlampe (für Magnesiumband) ist die von O. Ney in Berlin, welche in Fig. 299 abgebildet ist, und bei welcher das Auf- und Abrücken der brennenden Magnesiumzunge in geringerem Grade stattfindet.

Man konstruierte auch Magnesiumlampen, in welchen zwei und

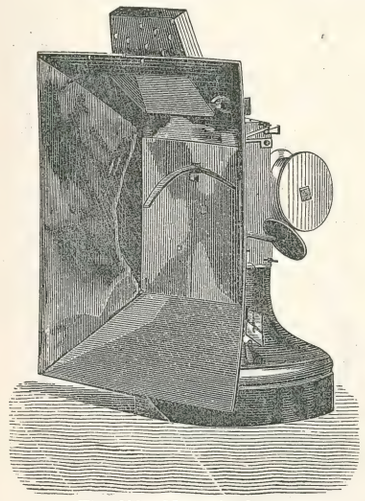


Fig. 298. Magnesiumlampe.

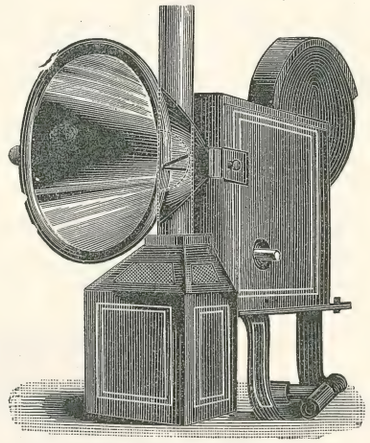


Fig. 299. Magnesiumlampe.

mehr Magnesiumbänder gleichzeitig verbrannten; mit zwei Bändern entspricht auch der Erfolg ziemlich dem gesteigerten Magnesiumverbrauche, bei mehr (bis acht) Bändern erhält man einen Effekt, welcher nicht entfernt der Vermehrung des verbrannten Materials entspricht[2]), weil die starke Rauchentwicklung eine beträchtliche Lichtabsorption bewirkt.

Die Magnesiumlampen haben fast immer Reflektoren. Parabolische Metallspiegel sind gut zur grellen Beleuchtung bei Vergrößerungen usw. Für Interieurs usw. reflektieren sie häufig zu grelles Licht, man verwendet deshalb weiße Schirme von Leinwand, Papier usw.[3]).

1) Phot. Korresp. 1866, S. 36 und 74.
2) Meydenbauer, Phot. Wochenbl. 1887, S. 152.
3) Bereits von Dr. Szekely, Phot. Korresp. 1866, S. 75; Pertsch, ibid. S. 28, empfohlen.

Eine nette Form der Magnesiumlampe (für Magnesiumband) ist die in Fig. 300 abgebildete, welche Minisini (Italien) konstruierte und 1896 in Österreich, Deutschland und England in den Handel kam. Die Magnesiumbandrolle wird mittels der Hand zwischen zwei Rollen vorwärts geschoben und vor einem Hohlspiegel verbrannt. Die Lampe läßt sich klein zusammenklappen. Die photographische Verwendbarkeit ist sehr gering (Eders Jahrb. f. Phot. 1898, S. 385).

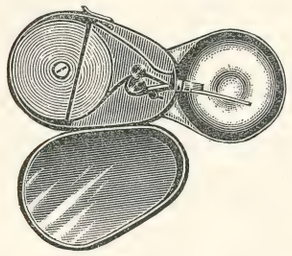


Fig. 300.

Figurenaufnahmen mit dem Lichteffekt von Kerzenbeleuchtung kann man mit Magnesiumlicht dadurch erzielen, daß das Licht nahe gegen einen der Bildränder zu stehen kommt, dann durch einen Gehilfen ein ausreichendes Stück Magnesiumband an der Flamme entzünden und in einiger Entfernung davon, so daß das Bild des brennenden Drahtes nicht mehr ins Bildfeld kommt, abbrennen läßt. Die Beleuchtung scheint dann nur von der Kerze herzurühren (Summer, Phot. Korresp. 1907, S. 315).

Anwendung des Magnesiumbandes zum Vergrößern von Negativen, sowie in der Mikrophotographie.

Das Schwanken des brennenden Magnesiumbandes ist eine Unannehmlichkeit, welche bei der Beleuchtung von Negativen, welche vergrößert werden sollen, störend

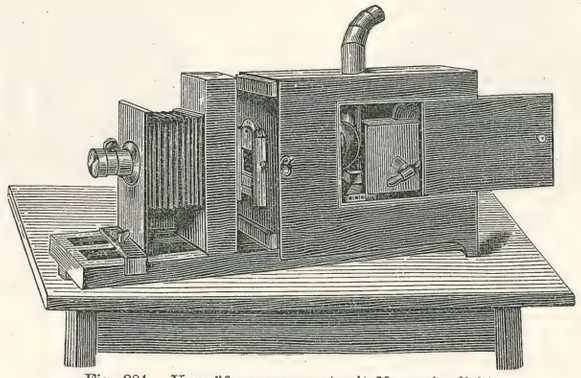


Fig. 301. Vergrößerungsapparat mit Magnesiumlicht.

bemerkbar wird. Es ist in diesen Fällen in der Regel besser, wenn man das Licht nicht direkt zur Beleuchtung des Objektes verwendet, sondern eine matt geätzte Glastafel zur gleichmäßigen Verteilung des Lichtes einschaltet.

Dr. Meydenbauer vergrößerte Negative (vom Formate 40 bis 60 cm) mittels Magnesiumlicht auf Bromsilberpapier (Phot. Wochenbl. 1888, S. 170; Eders Jahrb. f. Phot. 1889, S. 351).

O. Ney in Berlin konstruierte einen Vergrößerungsapparat mit Magnesiumlampe zur Herstellung von Vergrößerungen nach kleinen Negativen auf Bromsilbergelatinepapier. Die Vorrichtung enthält eine Lampe, in welcher eine Stunde lang

das Magnesium brennt und die Dämpfe durch einen Blechrauchfang abgeleitet werden. Der Apparat (Fig. 301) ist analog einem Skioptikon eingerichtet und entwirft mittels eines Objektives das Bild unmittelbar auf die empfindliche Schicht, welche dann hervorgerufen wird. Später gab er diesen Apparaten noch andere verbesserte Formen.

Das Magnesiumlicht wurde auch zur Mikrophotographie verwendet, und zwar als brennendes Magnesiumband in entsprechenden Lampen. Störend ist jedoch, daß das brennende Magnesiumband nicht immer seine größte Helligkeit an derselben Stelle besitzt, sondern der Lichtpunkt höher und tiefer rückt, so daß man nie sicher sein kann, während der Exposition ein gleichmäßig beleuchtetes Lichtfeld im mikrophotographischen Apparat zu erhalten. Beneke[1]), welcher bereits im Jahre 1868 Versuche hiermit anstellte, suchte diesen Fehler dadurch zu verringern, daß er unter das brennende Band bei *K* (Fig. 302) ein Drahtnetz anbrachte, wodurch das sich beim Austritte senkende Band verhindert wird, sich zu weit von der Austrittstelle nach unten zu biegen; das Uhrwerk *C* hat wie gewöhnlich Flügelräder (*F*) zur Regulierung der Geschwindigkeit[2]). — Jedoch wird Magnesiumlicht für derartige Zwecke in neuerer Zeit kaum mehr verwendet.

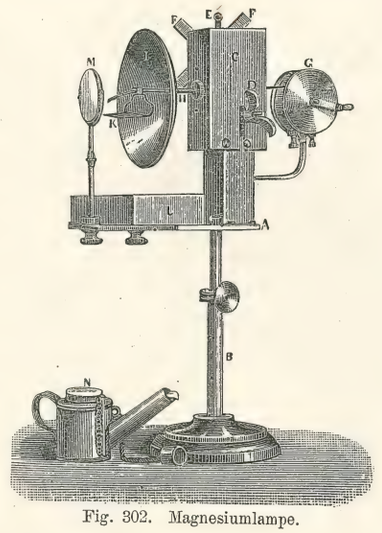


Fig. 302. Magnesiumlampe.

Beseitigung des Rauches von brennendem Magnesium.

Beim andauernden Brennen von Magnesiumband füllt sich der Arbeitsraum bald mit weißem Rauch; man versuchte deshalb, wie bereits auf S. 522 angegeben ist, die Magnesiumlampen mit Schornsteinen zu versehen. Meydenbauer, Ney u. a. brachten dicht über der Flamme ein enges Metallrohr an, durch welches die Magnesiumoxyddämpfe abziehen und sich kondensieren[3]).

Verwendung von Magnesiumband zum Kopieren bei Pigmentdruck und chromiertem Überdruckpapier.

J. Croke fand, daß zum Kopieren eines Porträts auf Purpurpigmentpapier das Abbrennen von 12 Fuß (= 3,6 m) Magnesiumband im Gewichte von 2 g genügend war. Zur Belichtung von Chromatgelatine für photolithographischen Umdruck usw. waren 6 Zoll (= 15 cm) Magnesiumband genügend (Amateur-Photographer 1890, S. 20; Photogr. Korresp. 1890, S. 575). Jedoch ist diese Methode nicht praktisch und unökonomisch.

---

1) Beneke, Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. 1868.

2) Nähere Angaben über die Verwendung des Magnesiumlichtes zur Mikrophotographie s. Marktanner-Turneretscher, „Mikrophotographie“, S. 130.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1889, 3. Jahrg., S. 371; Phot. Wochenbl. 1888, S. 354.

III. Magnesiumpustlicht.

Die Erzeugung von Magnesiumlicht durch Einblasen von reinem Magnesiumpulver in eine Flamme („Magnesiumpustlicht“) ist mit Recht zur Herstellung sog. „Momentphotographien“ sehr beliebt. Man bedient sich hierzu verschiedener Vorrichtungen.

Gibt man Magnesiumpulver in ein Glasröhrchen und bläst das Pulver gegen eine Kerzen- oder Weingeistflamme, so entzündet es sich momentan und gibt ein gefahrloses, sehr aktinisches Licht. Diese Art des Magnesiumblitzlichtes ist die denkbar einfachste und wird durch Fig. 303 veranschaulicht. In eine Glasröhre (*a*) bringt man $^1/_2$ bis 1 g (bei Gruppenaufnahmen ca. 5 g) Magnesiumpulver und befestigt an das eine Ende einen Kautschukschlauch *b*. Der Operateur nimmt den Kautschukschlauch in den Mund und bläst mäßig stark in der Richtung des Pfeiles in den Schlauch, wodurch das Blitzlicht erfolgt[1]).

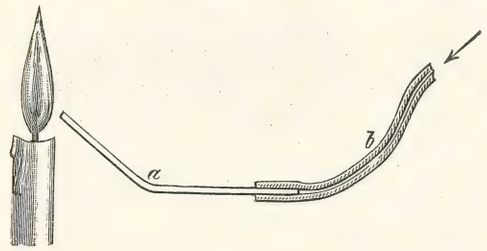


Fig. 303.



Fig. 304.

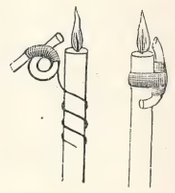


Fig. 305. Fig. 306.

Magnesiumpustlicht.

Einen ganz ähnlichen Apparat beschrieben Guébhard und Ranque in den „Comptes rendus“ (1889, Bd. 108, S. 514) und nannten ihn „Photospire“. Sie benutzten gebogene Glasröhrchen, wie Fig. 304, welche vermöge ihrer Form mit dem Daumen der Hand bequem einer Kerze genähert werden können, oder man kann das Röhrchen mittels einer Klemme an die Kerze befestigen und dadurch die Hand frei bekommen, wie Fig. 305 und 306 zeigt.

Die weiteren Anordnungen bei Porträt- und Gruppenaufnahmen sind bei dieser Art des Blitzlichtes dieselben, wie die weiter unten beschriebenen.

Magnesiumpustlampen (Blitzlichtlampen).

Bei den Aufnahmen mittels Magnesiumblitzlichts ist es sehr vorteilhaft, wenn der Operateur möglichst wenig Aufmerksamkeit dem Abbrennen des „Blitzes“ zuzuwenden braucht, sondern dies mittels einfacher Handgriffe bewirken kann. Aus diesem Grunde erfreuen sich die „Magnesiumblitzlampen“ einer großen Beliebtheit. Sie sind sich im Prinzipe ähnlich, indem das Magnesiumpulver nicht nur mittels eines Mundstücks sondern auch durch den Druck auf einen Kautschukballon rasch in eine Weingeist-, Benzin- oder Gasflamme geblasen werden kann.

1) Eder, La Photographie à la lumière du Magnesium 1890, S. 19.

Das Magnesiumpulver soll bei derartigen Apparaten keinen langen Weg durch die Blaseröhre machen, weil sonst leicht Teilchen hängen bleiben und verspätet in die Flamme kommen. Das Magnesiumpustlicht gibt in der Regel eine ziemlich breite, hoch emporschießende Flamme, welche bei Verwendung entsprechender Mengen von Magnesium sehr hell ist.

Von den vielen gegenwärtig in den Handel kommenden Blitzlampen sollen einige näher beschrieben werden.

a) Durchblasen von reinem Magnesiumpulver durch eine Flamme.

Prof. Schirm in Breslau konstruierte im Jahre 1888 einen Beleuchtungsapparat mit Magnesium[1]), welcher große Verbreitung fand und der Ausgangspunkt für zahlreiche neuere Apparate war. Bei diesem Apparate wird reines Magnesiumpulver durch eine oder mehrere auf Stativ hoch und tief aufstellbare Weingeist- oder Bunsensche Gasflammen geblasen, und zwar nicht quer, sondern in der Längsrichtung der Flamme. Dadurch wird die vollständige Verbrennung des Magnesiumpulvers bewirkt, während das quer durch eine Kerzenflamme geblasene Pulver häufig partiell unverbrannt durchgeht, weil die Flamme zu sehr abgekühlt wird. Dabei tritt wenig störender Rauch auf, und eine kleine Menge (ungefähr 0,3 g) vom Magnesiumpulver genügt zu einer Porträtaufnahme bei einer Entfernung der Lichtquelle von ca. 2 m vom aufzunehmenden Objekte und einer Objektivblendung von etwa f/12; zur Beleuchtung ausgedehnterer Bildflächen muß allerdings 1 g und mehr Magnesium verbrannt werden.

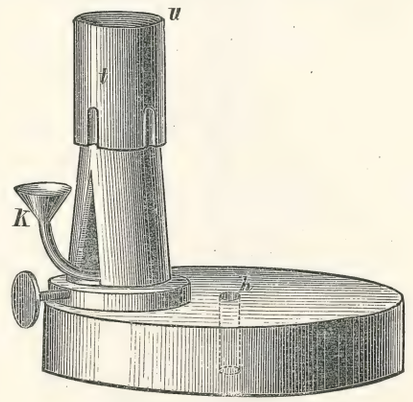


Fig. 307. Schirmsche Blitzlichtlampe.

Der Schirmsche Apparat wurde in der Regel mit zwei oder mehreren Brennern verwendet; das gleichzeitige Abbrennen der verschiedenen Magnesiumflammen geschah pneumatisch.

Die Weinstgeistlampe beim älteren Schirmschen Apparat besaß die in Fig. 307 abgebildete Form. Das Gefäß des Brenners wird mit starkem Weingeist gefüllt, der Schornstein *t* aufgesetzt[2]) und nach Anzünden der Flamme der Docht so

1) Kurze Zeit vor Schirm hatte James eine gewöhnliche Magnesiumblitzlampe im Brit. Journ. of Photogr. (Februar 1888, S. 66 und 69) beschrieben; Schirm meldete seine Lampe erst am 3. April 1888 zum Patente an.

2) Der Schornstein ist jedoch entbehrlich.

hoch geschraubt, daß eine spitze blaue Flamme von 5 cm Höhe (vom Rande *u* gerechnet) entsteht. Dann wird das Röhrchen *k* mit Trichter seitlich in die Röhre des Brenners eingeschoben und etwas Magnesiumpulver (etwa eine kleine Messerspitze voll) hineingegeben. In das Trichterchen wird ein Messingrohr gesteckt, darauf ein Kautschukschlauch befestigt, welcher zu einem Kautschukballon führt. Das Röhrchen in dem Ballon ist aus Fig. 308 und 309 ersichtlich. Die Öffnung *h* dient zum Befestigen der Lampe auf dem Stative.

Man kann nun von dem photographischen Apparate aus nach Abnahme des Objektivdeckels durch einen Druck auf die Kautschukbirne die momentane Verbrennung des Magnesiumpulvers in jedem gewünschten Augenblicke bewirken.

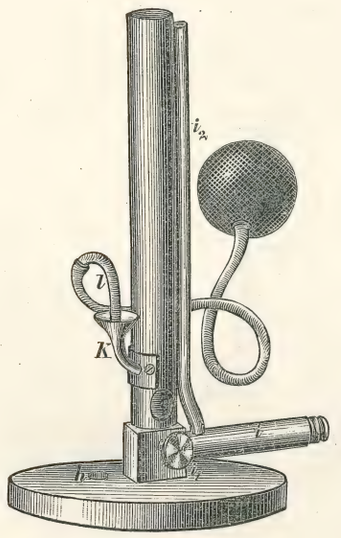


Fig. 308.

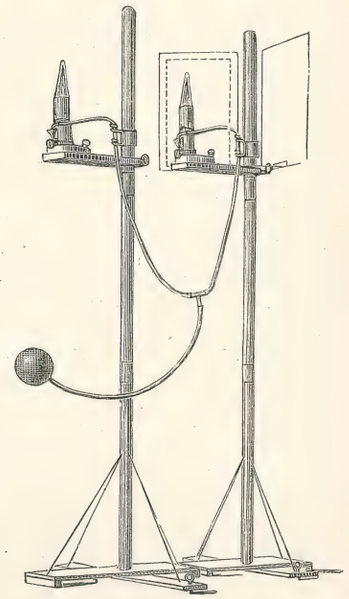


Fig. 309.

Schirmsche Blitzlichtlampe.

Bei Anwendung von Gas wird das Zuleitungsrohr des Brenners *i* (Fig. 308) mit einer Gasleitung in Verbindung gesetzt und die Flamme des Brenners angezündet.

Fig. 309 zeigt, wie zwei Stative mit Weingeistlampen und Schirmen aufgestellt und zum Abbrennen von Magnesiumpulver vorbereitet sind. Die Stative sind aus Holz und zusammenlegbar. Auf einem Querträger ist je eine Weingeistlampe von besonderer Form (s. auch Fig. 307) angebracht; durch beide kann zugleich mittels eines Kautschukballons das Magnesiumpulver durchgeblasen werden. Der eine Ballon bläst den Luftstrom und das Magnesiumpulver mittels eines T-Rohrstückes zugleich in beide Lampen und bewirkt dadurch das gleichzeitige Aufblitzen des Magnesiumlichtes. Die Belichtung ist momentan. Man kann vor jeder Flamme ein tranparentes Seidenpapier anbringen, wozu kleine Rahmen am Stativ befestigt sind, wie aus Fig. 309 ersichtlich ist. Ein undurchsichtiger Karton verdeckt die Flamme in der Richtung des Objektivs, damit kein aktinisches Licht in dasselbe direkt einfällt.

Später richtete Schirm seine Lampe mit einem Magazin für das Magnesiumpulver ein (s. Fig. 310, *h*), so daß das Drehen bei einem Hahne (*f*) genügt, um das Magnesium in die Röhre *ab* zu bringen.

In der Folge (1890) änderte Schirm seine Lampe dadurch ab (D. R.-P. 54423), daß er keine freie Flüssigkeit, sondern eine mit Benzin getränkte schwammartige Masse (Werg usw.) anwendete, wodurch sie gänzlich gefahrlos zu handhaben und zu transportieren ist.

Der Apparat (Fig. 311) besteht aus einem Blechgefäß *a*, welches mit einer schwammartigen Masse angefüllt ist, die mit reinem Benzin getränkt wird. In das Gefäß mündet ein Röhrchen *c*, welches mit dem Luftdruckapparate (in der Zeichnung fortgelassen) verbunden wird. Dieser Luftdruckapparat (Gummibirne usw.) muß mit zwei Ventilen versehen sein, welche die Luft nur nach einer Richtung befördern und ein Zurücksaugen aus der Flamme verhüten.

Durch Druck auf den Luftdruckapparat wird Luft durch das Gefäß getrieben, sättigt sich hier mit Benzingasen, tritt zum Teil durch den Ring feiner Öffnungen d^1 aus, entzündet sich an dem Zündflämmchen *i*, und bildet eine lange, äußerst intensive Stichflamme. Ein anderer Teil der mit brennbarem Gase gesättigten Luft geht durch das Magnesiumzuführungsrohr *e*, nimmt hier das Magnesiumpulver mit und bringt es in der erwähnten Stichflamme zur Verbrennung.

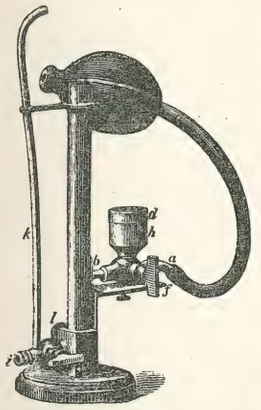


Fig. 310.
Blitzlichtlampe mit Gas.

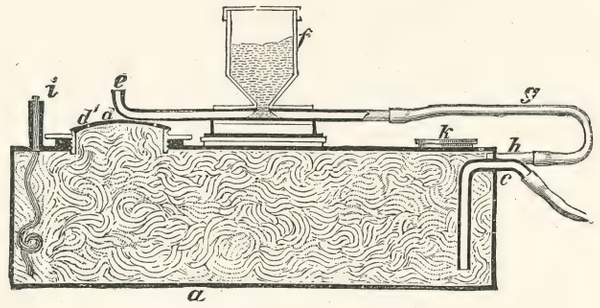


Fig. 311. Blitzlichtlampe mit Benzin.

Diese Lampe liefert eine etwas größere Helligkeit als die ältere Form, weil die Flamme eine größere Ausdehnung besitzt[1]).

Prof. Schirm bringt jedoch absichtlich ein geringes Quantum zur Verbrennung und reiht bei größerem Lichtbedarfe immer mehrere Lampen aneinander, da man auf diese Art leichter eine zarte harmonische Beleuchtung erzielt, als mit einer einzigen großen Lichtquelle; trotzdem ist für große Räume die Anwendung stärkerer und mehrerer Blitzlampen vorteilhafter.

Auch Miethe war bei der Konstruktion seiner Magnesiumblitzlampe[2]) bestrebt, eine Flamme von großer Ausdehnung zu erhalten und das Magnesium tunlichst vollständig zu verbrennen. Hierbei (Fig. 312) ist in passender Höhe über der Flamme ein rundes Kupferblech angebracht, welches im Winkel von 45° zur Flamme geneigt ist. Die Flamme schlägt gegen das Kupferblech und wird hierdurch gezwungen, sich

1) Phot. Korresp. 1890, Dezember.
2) Vgl. Eder, Phot. Wochenbl., Dezember 1890.

seitlich fächerförmig auszubreiten. Das Magnesiumpulver wird schräg von unten in die Flamme geblasen.

Das Magnesiumpulver ist in einem Magazin enthalten und fällt von selbst in eine durch einen Hahn drehbare Hohlröhre; sobald man eine solche Füllung in das untere Einblaserohr bringen will, dreht man den Hahn um. Dadurch fällt das Pulver in das Blaserohr und schließt gleichzeitig die obere Magnesiumkapsel, welche als Magazin dient, ab.

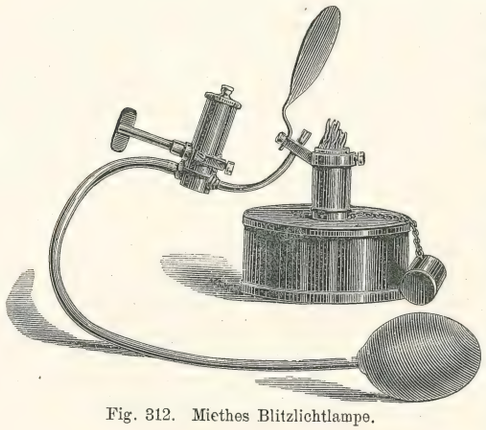


Fig. 312. Miethes Blitzlichtlampe.

Eine gute Konstruktion ist die von R. von Loehr im Jahre 1889 angegebene Blitzlampe[1]), welche das Abbrennen von sehr großen Mengen Magnesium (1 bis 5 g) gestattet, demzufolge ein sehr helles, aber auch merklich langsameres Blitzlicht gibt als die meisten anderen Lampen (s. die Tabelle auf S. 628). Die Loehrsche Lampe ist in Fig. 313 abgebildet.

Die Anwendung geschieht in folgender Weise: Die Rinnen bei *b* und *d* werden mit Docht oder Asbestwolle ausgelegt und diese mit Benzin-Spirituslösung getränkt, in *c* wird reines Magnesiumpulver eingefüllt, *a* und *e* bilden Anfang und Ende einer Röhre, welche der

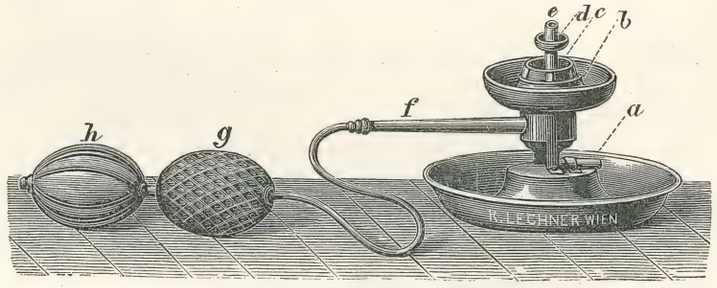


Fig. 313. Loehrs Blitzlichtapparat.

Flamme Luft, resp. mehr Sauerstoff zuführen soll. Entzündet man nun bei *b* und *d* die Benzinlösung, so bilden die beiden Flammen einen großen gemeinschaftlichen Lichtkegel. Das Rohr *f* mündet in den Raum, in welchem das Magnesiumpulver lagert, und an demselben ist ein Gummischlauch mit Doppelgebläse angesteckt. Hat man nun zur

1) Molls Phot. Notizen 1889. — Lechners Mitteilungen 1889.

Aufnahme alles vorbereitet, so hält man mit den Fingern, eventuell mit einem Quetschhahn den Gummischlauch zu, pumpt mittels des Ballens *h* den Ballen *g* voll Luft, macht im gegebenen Augenblick den Schlauch frei und drückt gleichzeitig auf den Ballen *h*, wobei die Luft durch das Rohr *f* auf das Magnesiumpulver trifft, dieses in die Flamme treibt, wo eine sofortige Verbrennung unter intensiver Lichtwirkung erzielt wird.

O. Hruza in Wien konstruierte (1890) eine Lampe, deren Grundidee darin besteht, daß sich zwei Ströme noch vor dem Eintritt in die Flamme treffen (unter einem spitzen Winkel) und so die Zerstäubung des Magnesiums bewirken[1]).

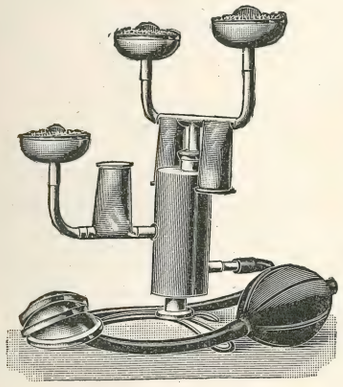


Fig. 314.

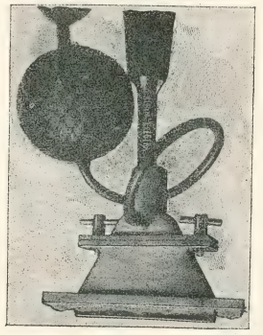


Fig. 315.

Adolf Holzt in Stettin gibt der Leuchtfläche eine breite fächerförmige Gestalt, sättigt die durchgepreßte Luft mit Benzin oder Äther und verbindet mehrere solcher Lampen miteinander (Fig. 314).

Diese Magnesiumblitzlicht-Repetierlampe (D. R. G. M. Nr. 36499) wird unter der Bezeichnung „Sedinia“ von K. Visbeck in Stettin in den Handel gebracht[2]).

Fig. 315 zeigt Kleins[3]) Magnesiumblitzlampe mit verbreiterter Flamme, welche Penrose & Co. in London, 109. Farringdon Road, in den Handel bringen. Das Magazin *a* faßt das Magnesiumpulver, welches von dem Kautschukgebläse aus der breiten Spalte bei *c* geblasen wird; bei *b* ist eine Rinne angebracht, welche Asbest und Alkohol enthält und einen Flammenring um *c* bildet. Es wird eine sehr aktinische breite Flamme erzielt.

1) Vgl. Eders Jahrb. f. Phot. 1890.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 18.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 159.

Die Blitzlichtlampe „Reform“ (System Hasselkampf), Fig. 316, der Firma C. F. Kindermann & Co. in Berlin ist für reines Magnesiumpulver bestimmt und gehört zu der Type der Blitzlichtpustlampen mit fächerförmiger Flamme[1]).

Unter dem Namen „Regina“ brachte P. Brandt in Berlin (1897) eine Repetierblitzlampe für reines Magnesiumpulver in den Handel, welche nicht einen Lichtbüschel, sondern ein liegendes Flammenkreuz bildet[2]).

Lechners (Wien) Blitzlichtlampe „Orion“ (Fig. 317) enthält im Reservoir *C* einen Vorrat von Magnesiumpulver und gelangt durch Blasen in den oberen Teil der Lampe in den Flammenring bei *A*. Das Magnesiumpulver stäubt so lange durch das Sieb *B*, als man mit dem Mundstück bläst; man belichtet in der Regel $^1/_2$ bis 5 Sekunden.

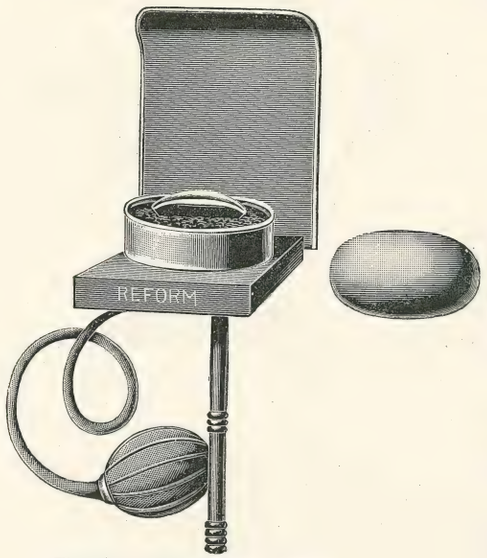


Fig. 316. Blitzlichtlampe „Reform“.

Sinsel in Leipzig gab dem Magazin für Magnesiumpulver eine derartige Form, daß es sich selbsttätig füllt und man mehrmals rasch hintereinander ein kräftiges Blitzlicht erzeugen kann, indem man jedesmal bloß den Kautschukballon drückt[3]).

Eine sehr einfache und billige Form gaben Haake & Albers in Frankfurt a. M. ihrer Blitzlichtlampe (Fig. 318) ca. 1890.

Der Brenner *L* wird abgenommen und mit einem Gemisch von Spiritus und Benzin (1 : 1) gefüllt und alsdann wieder auf das Röhrchen gesteckt. Um das Verdunsten der Flüssigkeit zu verhindern, setzt man stets den Deckel *D* auf den Brenner. Der Behälter *V* dient zur Aufnahme von Magnesiumpulver und ist durch den Trichter *T* verschlossen. Letzterer wird abgeschraubt, wenn der Behälter mit Magnesiumpulver gefüllt werden soll. Bei Benutzung entzündet man den Brenner, drückt den Knopf *K* bis an den Ansatz *a* in die Höhe und erschüttert den Apparat durch Anklopfen mit dem Finger, wodurch eine ganz bestimmte Menge Pulver in den Schieber *B* fällt. Zieht man diesen zurück und dreht ihn gleichzeitig, so daß man das Pulver durchschneidet, so ist der Apparat zum Gebrauch geladen. Durch Zusammenpressen des Gummiballens *G* wird das Magnesiumpulver zentral

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 453.
2) Eder, Phot. Korresp. 1897.
3) Genauer beschrieben in der vorigen Auflage dieses Werkes.

durch die Flamme gestoßen und vollständig entzündet. Dem Apparat ist ein gabelförmiger Halter *H* beigegeben.

---

b) Eintragung des Magnesiumpulvers in eine brennende Flamme von oben.

Bei manchen Lampenkonstruktionen wird das Magnesiumpulver durch Blasen von oben aus einer kleinen Schale in die Flamme gewirbelt.

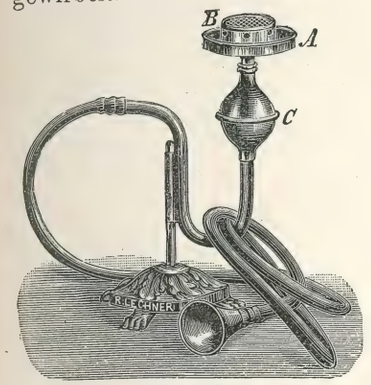


Fig. 317. Lechners Blitzlichtlampe.

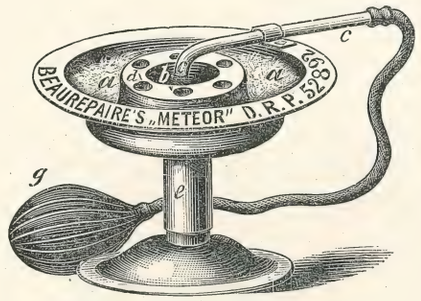


Fig. 319. Beaurepaires' Blitzlichtlampe.

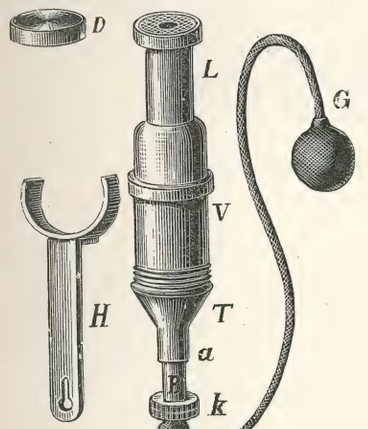


Fig. 318. Haakes Blitzlichtlampe.

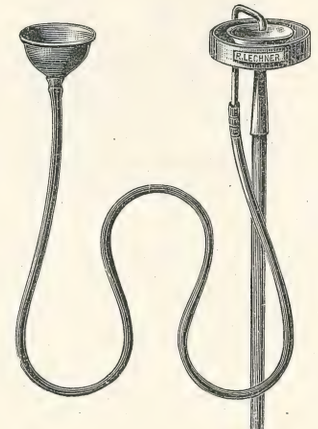


Fig. 320. Lechners kleine Blitzlichtlampe.

Die ersten Versuche dieser Art von Larkin wurden bereits auf Seite 517 erwähnt.

Hierher gehört Beaurepaires' Lampe (Fig. 319). Dieselbe besteht aus einem Teller, der in der Mitte einen Kessel *b*, herum eine Rinne *a* und zwischen beiden Luftlöcher *d* enthält. Das Rohr *c* mündet

in den mit Magnesiumpulver gefüllten Kessel und treibt das Pulver in die Höhe. Die Lampe *a* bildet eine ringförmige Weingeistflamme, welche das Magnesium entzündet[1]).

Lechners (Wien) kleine Blitzlichtlampe (Fig. 320) beruht auf demselben Prinzip; sie enthält in der Mitte eine kleine Eisenschale, welche von einer ringförmigen Benzinflamme umgeben ist. Durch einen Schlauch mit Mundstück wird das Magnesium emporgestäubt und verbrennt in der Flamme. Die Lampe wird an einem Stock hochgehalten.

Zu Gruppenaufnahmen in geschlossenen Räumen (z. B. bei Festtafeln usw.) wird gegenwärtig häufig Magnesiumpustlicht verwendet. Man bläst reinen Magnesiumstaub in 4 bis 6 nebeneinander gestellte Lampen (welche mit gegabelten Schläuchen unter sich verbunden sind) durch Weingeistflammen. Manche Lampen vertragen nur eine Beschickung bis etwa $^1/_2$ g Magnesiumpulver pro Lampe, andere mehr.

Schirm in Berlin verwendete schon im Jahre 1889 in seinem Atelier bis 20 Blitzlampen seiner Konstruktion (s. S. 525).

Roger in Nancy benutzte zur Durchführung einer Reihe sehr gelungener Aufnahmen von Theaterszenen eine größere Anzahl Lampen. Er verwendete reines

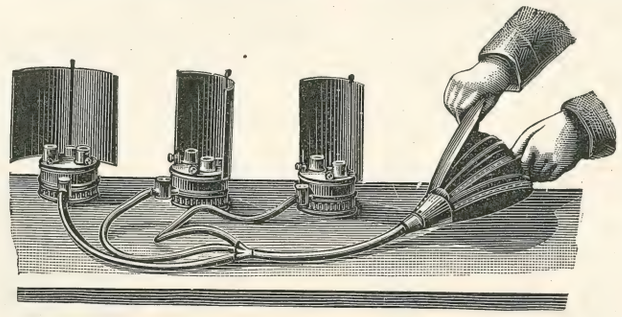


Fig. 321. Kombination mehrerer Pustlampen.

Magnesium, welches er durch ein feines Seidengazesieb passierte und trocknete. Die Luftschläuche der Lampen müssen alle gleiche Länge haben, damit die Zündung bei allen gleichzeitig erfolge. Sämtliche Schläuche führen zu einem einzigen Schlauche, welcher mit einem Blasebalg in Verbindung steht (Fig. 321), denn ein einfacher Gummiballon würde hier wegen der größeren Anzahl und Entfernung der Lampen zum Eintreiben der Luft nicht genügen. Die Lampen wurden möglichst knapp dem Proszenium beiderseits aufgestellt. Die Kamera erhielt je nach der Größe und der Ausdehnung der Gruppe ihren Platz im Orchester oder in einer der Parterrelogen.

Auch C. Klary empfahl 1892 eine von Slingsby angegebene Kombination von 24 zusammengeschalteten Magnesiumpustlampen, welche mit einem Blasebalg verbunden waren[2]).

Das Bedürfnis, mehrere Magnesiumblitzlampen gleichzeitig pneumatisch zu entzünden, gab zu mehrfachen Konstruktionen Anlaß, welche in der Verzweigung

1) D. R.-P. Nr. 52892. Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 376.

2) Klary, La photographie nocturne, Paris 1903.

eines starken Luftstromes mittels Gummischläuchen beruhen. Ein Beispiel gibt die Ende 1894 von Williams, Brown und Earle in Philadelphia in den Handel gebrachte „Compound-Sun-Flash-Lamp", welche in Fig. 322 abgebildet ist. Das Magnesiumpulver befindet sich in einem langen, schmalen Troge, worüber vier oder mehr Weingeistlampen angebracht sind; beim Einblasen eines kräftigen Luftstromes in einen Schlauch wird unter jeder Lampe Magnesium aufgewirbelt, welches in breiter Fläche verbrennt; das Stativ ist 3 bis 9 Fuß hoch (Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 454).

Eine neuere Magnesiumpustlampe mit zehn gleichzeitig pneumatisch (mit dem Mund ausgeblasenen Magnesiumbehältern [Messing-Eisen]) bringt Triebel in Wien[1]) in den Handel (Fig. 323). Der ganze Boden des Apparates ist mit einer Asbestplatte belegt, auf welche Spiritus gegossen, angezündet und durch deren Öffnungen dann das Magnesium mit dem Mundstück durchgeblasen wird. Ein Deckel dient zum Auslöschen der Spiritusflamme.

Heinrich Axtmann und Gustav Wollner in Plauen i. V. erhielten ein D. R.-P. Nr. 73943 vom 28. April 1892 auf eine Magnesiumblitzlampe für Gas. In den auf dem Pulverbehälter *c* angeordneten Brenner ist ein Rohr *i* derart eingesetzt, daß sein unteres Ende in das Magnesiumpulver taucht und ein Ringsraum *r* für den Durchtritt des Gases frei bleibt. Soll ein Blitz-

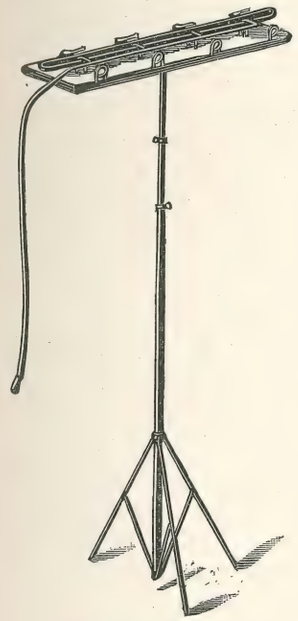


Fig. 322.
Kombinierte Blitzlichtlampe.

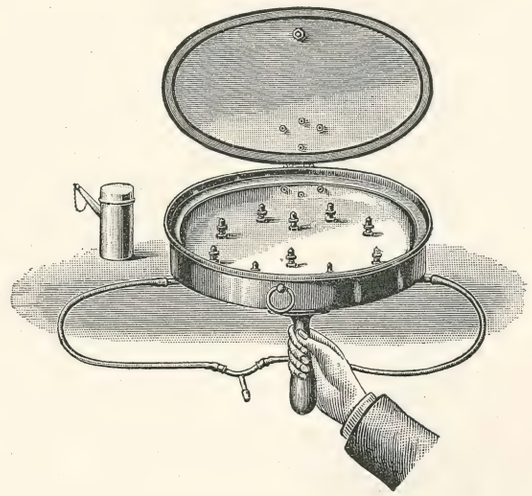


Fig. 323. Magnesiumpustlampe.

licht erzeugt werden, so wird eine in dem Gaszuleitungsrohr *a* angeordnete Druckvorrichtung in Tätigkeit gesetzt, wodurch eine Stichflamme an der Brennermündung gebildet und zugleich das Magnesiumpulver durch das Rohr *i* in diese Stichflamme gedrückt wird (Fig. 324). Die Brennermündung kann auch mit einem besonderen Ringbrenner umgeben sein, um zwei verschiedene Gase getrennt zuzuführen (Eders Jahrb. f. Phot. 1895, Seite 256).

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 313.

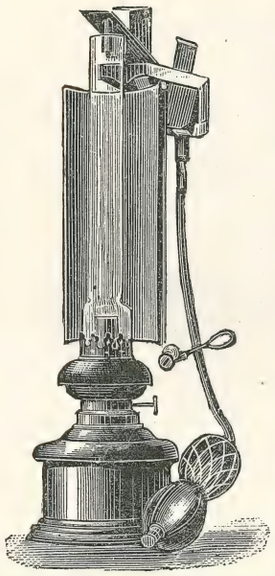
In dieser Richtung stellte ferner W. H. Harrison[1]) im Jahre 1884 Versuche an, welche ähnlich wie die vorhin beschriebenen sind. Er schüttete Magnesiumpulver mit Sand gemischt mittels eines Trichters in eine Flamme, wodurch eine lange, mächtige, rasch vorübergehende Magnesiumflamme entsteht, bei welcher er Porträtaufnahmen machte.



Fig. 324.

Jedoch ist die Beimengung von Sand bei diesem Versuche ganz überflüssig, da er nur die Verbrennungsgeschwindigkeit herabsetzt. Wirft man reines Magnesiumpulver von oben in eine Kerzen- oder Weingeistflamme, so verbrennt dasselbe blitzschnell; man hüte sich jedoch, bei diesem Versuche das Magnesiumpulver zwischen den Fingern zu halten und über der Flamme auszustreuen, da die Flamme äußerst rasch emporzüngelt und die Hand schwer verbrennen kann. Man muß deshalb zum Versuche einen langstieligen Löffel verwenden.

Auf Grund des hier beschriebenen Versuches lassen sich Magnesiumblitzlampen konstruieren, welche ebenso große Verbrennungsgeschwindigkeit und Helligkeit besitzen, wie jene Lampen, bei welchen das Magnesium quer durch die Flamme gepustet wird.


Fig. 325. Hesekiels Fulgurlampe.

Hierher gehört die „Fulgurlampe“ von Hesekiel in Berlin[2]). Sie ist hauptsächlich dadurch charakterisiert, daß dieselbe an jeder beliebigen Zylinderlampe angehängt werden kann und daß durch sie das Magnesium nicht in der Zugrichtung der Lampengase gehenden Preßluftstrom hineingeblasen, sondern gerade in entgegengesetzter Richtung und durch eine mechanische Vorrichtung hineingeschleudert wird. Die Vorrichtung besteht aus einer Art durch Federkraft gespannter und pneumatisch zu lösender Schleuder und kann am oberen Zylinderende eines jeden Petroleum- oder Gasbrenners angehängt werden, wie Fig. 325 zeigt.

Der Vorteil der Lampe ist, daß das Magnesiumoxyd nicht in der Luft verteilt, sondern als weißer Beschlag am Lampenzylinder sich

1) Brit. Journ. of Phot. 1884, S. 123; Phot. Wochenbl. 1884, S. 96.

2) Die Fulgurlampe ist nach Illjinskys Patent hergestellt (Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 60).

abscheidet, ohne die Anwesenden zu belästigen. Dagegen tritt der Nachteil auf, daß dieser Beschlag die Lichtkraft des „Blitzes“ beeinträchtigt und der Lampenzylinder jedesmal sorgfältig gereinigt werden muß.

Baltin stellte 1890 mit dem „Fulgurapparate“ hübsche Gruppenaufnahmen her, indem er denselben an der Hängelampe über dem Familientische befestigte.

IV. Magnesium-Sauerstofflicht.

Das Verbrennen von Magnesiumband in Sauerstoff kann in der Weise bewerkstelligt werden, daß man dasselbe spiralförmig rollt, an einem Drahte befestigt, diesen in einen flachen Kork steckt und dann das Ende des Magnesiumdrahtes über einer Flamme entzündet oder einen glimmenden Feuerschwamm einklemmt. Man senkt die Magnesiumspirale rasch in einen mit Sauerstoff gefüllten Ballon (Inhalt ca. 2 Liter), wo die Verbrennung sehr schnell mit blendend weißem Lichte erfolgt.

Die Verbrennung von Magnesiumband in Sauerstoff hat den Vorteil, daß sich ein sehr intensives Licht entwickelt und der Rauch von Magnesiumoxyd vollständig in der Flasche, worin die Verbrennung vorgenommen wurde, eingeschlossen bleibt. Die Kosten sind gering. Beklebt man die eine Seite der Flasche mit weißem Papier, so kann dies als Reflektor dienen. Porträtaufnahmen mit solchem Lichte stellten z. B. Kenyon[1]), M'Lellan[2]), Offord[3]), Humphrey[4]) u. a. dar.

Hierzu sei bemerkt, daß das beim Verbrennen von Magnesium in Sauerstoff in Glasballons entstehende Licht wesentlich heller ist als beim Verbrennen in Luft (s. unten); jedoch ist der photographische Effekt nicht um so viel besser, weil der Glaskolben, in welchem die Verbrennung erfolgt, sich schon während der Verbrennung mit weißem Magnesiumoxyd beschlägt und einen Teil des Lichtes absorbiert.

Nach einem englischen Patente der Londoner Platinotyp-Comp. (Patent Nr. 22747 von 1899) wird Magnesiumband oder -draht durch den elektrischen Strom in einem Sauerstoffballon zur Entzündung gebracht und automatisch der während der Verbrennung des Magnesiums verbrauchte Sauerstoff nachgefüllt. Damit das Magnesium sicher anbrennt, kann ein Stück Salpeterpapier nebst feinem Draht knapp beim Magnesiumband angebracht werden, welches sich beim Erglühen des

1) Brit. Journ. Phot. 1883, S. 61.

2) Brit. Journ. Phot. 1883, S. 224; Phot. Wochenbl. 1883, S. 159.

3) Phot. Wochenbl. 1887, S. 48.

4) Humphrey in London stellte Porträtaufnahmen mittels Magnesiumdraht, welcher in einem mit Sauerstoff gefüllten Ballon verbrannte, her (Phot. Archiv 1891, Seite 361).

Drahtes unter dem Einflusse des elektrischen Stromes leicht entzündet und dann das Magnesium sofort zum Brennen bringt.

Die Einrichtung ist derartig getroffen, daß die Glasbehälter, in welchen die Verbrennung erfolgt, leicht gereinigt werden können[1]). — Auch diese Einrichtung hat keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Die Verbrennung von Magnesiumpulver mittels Sauerstoff versuchte Piffard (Phot. News 1888; Phot. Korresp. 1888, S. 352); er verwendete zum Blasen des Magnesiumpulvers in eine Spiritusflamme Sauerstoff, welchen er in einem Reservoir mittels Druckpumpe komprimiert. Das Reservoir steht (mittels Kautschukschlauch) mit einer dem bekannten Zerstäuber ähnlichen Vorrichtung in Verbindung, in deren Gefäß das Magnesiumpulver enthalten ist. Fig. 326 versinnbildlicht den Gebrauch des Apparates.

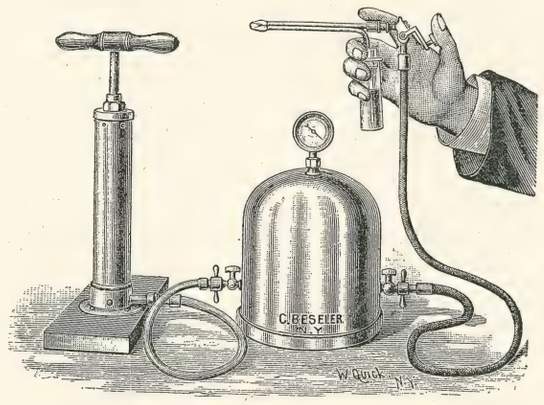


Fig. 326. Magnesium-Sauerstofflampe.

Eine helles und reichlich aktinisches Licht spendende Magnesiumlampe, in welcher Magnesiumpulver mittels der Leuchtgas- oder Wasserstoff-Sauerstoffflamme verbrannt wird, konstruierte Humphrey in London, welche Lampe von der Londoner Platinotyp-Comp. zum Zwecke des Kopierens von Platindrucken in den Handel gebracht wurde[2]).

Es ist dies eine Magnesiumlampe, bei welcher die Flamme durch eine Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff oder Leuchtgas erzeugt wird. Diese Flamme ist an und für sich wenig lichtkräftig, dadurch aber, daß in derselben Magnesiumpulver verbrannt wird, erhält man eine ungemein lichtstarke Flamme, welche an chemischer Lichtkraft das Tageslicht um das Fünfzigfache übertrifft.

Der eiförmige, auf einem schweren Metallfuße ruhende Pulverbehälter dieser Lampe (Fig. 327) besitzt auf der einen Seite einen Hahn

1) Brit. Journ. of Phot. 1900, S. 521.

2) Phot. Korresp. 1892, S. 500; Phot. News 1892, S. 105. — Mercator, Die Verwendung künstlicher Lichtquellen zu Porträtaufnahmen und Kopierzwecken 1898. — Versuche zur Herstellung von Photographien bei Magnesium, welches in Sauerstoff verbrennt, machte auch Kiesling (Phot. Rundschau 1898, S. 217; Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 451).

für die Wasserstoff- bezw. Leuchtgas-Zuleitung, auf der andern Seite einen solchen für die Sauerstoffgas-Zuleitung (*H* und *O*). Das Magnesiumpulver (*mm*) liegt auf dem Boden des Behälters. Wenn man nun zuerst den Leuchtgashahn ganz wenig öffnet, strömt das Gas in den Behälter und tritt oben am Brenner wieder aus. Hier zündet man es an und öffnet dann allmählich den Sauerstoffgashahn.

Der Sauerstoff strömt hierdurch auf zwei Wegen dem Brenner zu; einerseits durch eine, durch das Innere des Behälters führende Röhre (*O'*), andererseits durch eine außerhalb desselben hinführende, oben und unten knieförmig gebogene Röhre (*O''*). Oben beim Austritt treffen sich die beiden Rohrmündungen und führen hier am Brenner, der ganz ähnlich wie ein sogen. Sicherheitsbrenner bei einem Kalklichtapparat eingerichtet ist, eine Vermischung der beiden Gase herbei. Sobald die Flamme am Brenner die charakteristische eigentümliche blaue Farbe zeigt, dreht man den Leuchtgashahn ganz auf. Durch den hierdurch entstehenden starken Gasstrom, der sich durch das Innere des Behälters ergießt, wird nun sofort das auf dem Boden desselben liegende Magnesiumpulver mit in die Höhe nach dem Brenner geführt, wo es mit kolossaler Lichtfülle und längere Zeit anhaltend verbrennt. Erfahrungsgemäß genügt zum Kopieren eines Kabinettnegatives mittlerer Dichtigkeit auf Platinpapier mit Entwicklung eine Exposition von 30 bis 40 Sekunden bei einer Entfernung von der Lichtquelle von einem Meter.

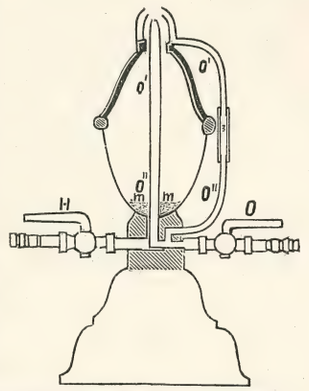


Fig. 327. Magnesium-Sauerstofflampe.

Diese Magnesiumlampe hat keine Verbreitung in der photographischen Praxis gefunden.

L. Boutan verwendete das in Sauerstoff verbrennende Magnesium zu Aufnahmen unter dem Meere. Boutans Apparat besteht in der Hauptsache aus einer mit Sauerstoff gefüllten Tonne, auf der eine Glasglocke angebracht ist, unter welcher ein mit Alkohol getränkter Docht brennt. Auf die Flamme dieses Dochtes wird mittels eines Gummiballons Magnesiumpulver so oft geworfen, als man Aufnahmen machen will. Die Tonne ist am unteren Ende mit Löchern versehen, wodurch erreicht wird, daß in gleichem Maße, wie der Sauerstoffinhalt sich vermindert, das Meereswasser eindringt, wodurch das Gleichgewicht zwischen dem Luftdruck im Innern der Tonne und dem äußeren Luftdruck hergestellt wird. So ausgestattet konnte Boutan ans Werk gehen. Er machte sich nun daran, den Meeresgrund der Bai du Troc in der Nähe von Banyuls-sur-Mer aufzunehmen, die ganz besondere Reize an sich trägt. Dort findet sich nämlich in ziemlich bedeutender Meerestiefe eine ungeheure Fläche haarförmiger Pflanzenbildungen, sog. Paucidonien, die dem, der auf den Meeresgrund hinuntersteigt, bis zur Brusthöhe reichen. Große Krabben treiben sich

zwischen diesen Pflanzen umher, unbewußt der Gefahr, welche ihnen von zahlreichen Kopffüßern (Cephalopoden) droht, die unter den Steinen sich verborgen halten und, wenn eine Krabbe an ihrem Versteck vorüberkommt, ihre Fangarme nach derselben ausstrecken, sie erfassen und zerdrücken, während sie die schnell dahin schwimmenden Fische nur selten festzuhalten vermögen.

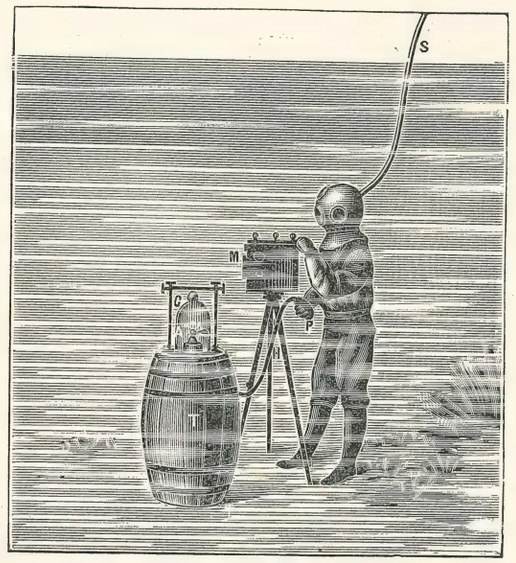


Fig. 328. Magnesiumblitzlicht unter Wasser.

Über Boutans Methode zur Photographie bei Magnesiumlicht unter dem Meere finden sich eingehendere Mitteilungen (samt Figuren der Apparate) in Dillayes „Les nouveautés photographiques 1894“ (Paris, 1894, S. 224), sowie in der „Revue universelle“ (1894, S. 262), welcher wir Fig. 328 entnehmen. Der Taucher erhält durch *S* Luft zum Atmen, die Kamera *M* ist wasserdicht, der Schlauch *H* läßt durch pneumatischen Druck an einem Ballon Sauerstoff aus einer Tonne in ein Glasgefäß treten, worin Magnesium verbrannt wird (Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 83 und 1895, S. 456).

FÜNFUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

MAGNESIUMBLITZLICHT- UND ZEITLICHT-GEMISCHE.

I. Magnesiumblitzlicht-Mischungen.

Mischt man Magnesiumpulver mit feinverteilten sauerstoffreichen Substanzen, so brennen diese Mischungen je nach der Art der Sauerstoffträger bald blitzschnell, explosionsartig ab oder sie verpuffen mehr oder weniger schnell mit mäßigem Geräusch. Zündsätze, welche beim Entzünden viel Gas in kurzer Zeit entwickeln, erweisen sich bekanntlich häufig (namentlich in geschlossenen Räumen) als brisante Sprengmittel.

In der photographischen Praxis ist von der Verwendung von Blitzlichtmischungen, welche Explosionsgefahr mit sich bringen, abzusehen. Auch die sogenannten „gefahrlosen“ Mischungen können gefährlich werden, wenn man sie ungeschickt verwendet. Man darf beim Entzünden der mit starker Hitze hoch aufflammenden Blitzlichtpulver niemals die Hand oder das Gesicht oder brennbare Gegenstände in die Flammennähe bringen, sonst sind schwere Verbrennungen zu erwarten. Die Zündung soll mittels Lunten oder Perkussions- oder elektrischen Zündern, niemals mit einem in der Hand gehaltenen Zündhölzchen geschehen. Niemals dürfen explosive Magnesiumblitzpulver in Pustlampen, welche für reines Magnesiumpulver bestimmt sind, verbrannt werden, weil sie die Lampen (selbst starke Metallkörper) zerschmettern würden. Unkenntnis oder Leichtfertigkeit in dieser Richtung haben wiederholt zu schweren Unglücksfällen Veranlassung gegeben. Deshalb sollen explosive Mischungen oder Magnesiumblitzlichtgemische überhaupt beim Verkaufe besonders bezeichnet werden, damit sie nicht aus Versehen in Pustlampen gefüllt und dort abgebrannt werden.

Auch können Blitzpulver (z. B. mit Chlorat), welche in kleineren Mengen (z. B. 1 bis 10 g) beim freien Abbrennen gefahrlos verpuffen, in großen Mengen (z. B. 30 bis 100 g) mitunter schwere Explosionen geben.

Manche Magnesiumgemische unterliegen einer Selbstentzündung (z. B. Magnesium mit Kadmiumnitrat), andere halten sich im gemischten Zustande unbegrenzt lange (z. B. mit Braunstein); manche Gemische

sind beim ruhigen Liegen ganz haltbar, explodieren aber mitunter durch Schlag und Stoß (z. B. Chloratgemische).

Man kennt aber auch haltbare und ganz gefahrlose Blitzlichtpulver, welche Berufsphotographen und Amateure anstandslos zu verwenden pflegen und ein äußerst wertvoller Behelf für die Photographie bei künstlichem Licht sind.

Die Bestandteile der Blitzlichtpulver müssen sehr fein gepulvert und innig gemischt sein. Sind sie nicht fein gerieben, so brennt das Blitzlicht nicht nur langsamer ab, sondern es stellt sich häufig Funkensprühen ein, indem glühende Partikelchen garbenartig weggeschleudert

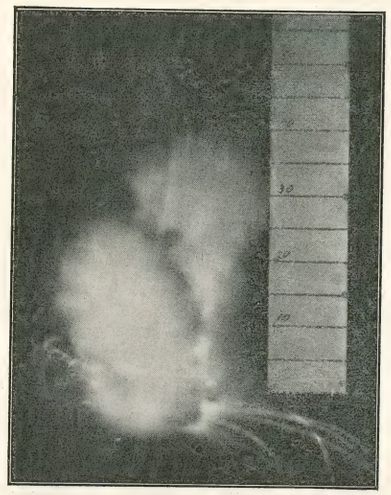


Fig. 329. Funkensprühendes Blitzlichtpulver.

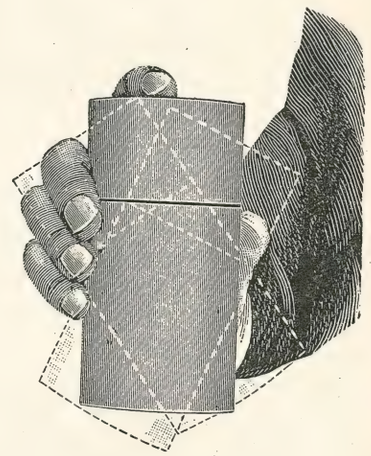


Fig. 330. Mischungsschachtel.

werden, womit die Gefahr verbunden ist, daß in Teppiche oder dergl. kleine Löcher gebrannt werden. Fig. 329 zeigt das Funkensprühen eines derartigen Magnesium-Permanganat-Gemisches (daneben einen Zentimetermaßstab zur Messung der Flammenhöhe).

Ist das Blitzlichtpulver stellenweise zu Klümpchen zusammengeballt, so werden diese beim Abbrennen fortgeschleudert und können Schaden anrichten. Man zerkleinere also solche Klümpchen vorsichtig durch leises Drücken mit einer langen Holzspachtel oder dergl.

Voltz, Weiß & Comp. in Straßburg brachten Aluminiumpulver und Perchlorat in separater Verpackung in den Handel und siebten und mischten es in eigenen Mischschachteln. Dieselben trugen im Innern eine feine Stoffgaze, durch welche das Pulver durch Drehen (Fig. 330) gemischt und feinst gesiebt wird (Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 455).

Praktisch und sinnreich ist die Mischvorrichtung und Packung von Seib (Photochemische Werke „Tip-Top“ in Wien) für Blitzlichtpulver. Es wird den Postversandbestimmungen entsprechend getrennt gepackt. Da jedoch nur ein einwandfrei gemischtes Pulver volle Ausnutzung beim Verbrennen gewährleistet, enthalten die Kartons von 25 bis 300 g Inhalt eine Siebeinrichtung, welche es ermöglicht, ein absolut homogenes Gemisch herzustellen (Fig. 331).

Beim Internationalen Kongreß für angewandte Chemie in Wien 1898 wurde beschlossen, daß die im Handel erscheinenden Magnesium-Beleuchtungsapparate unter der Bezeichnung „Magnesiumpulver“ (wenn es sich um reines Magnesium handelt) und „Blitzlichtpulver“ (wenn es sich um Gemische von Magnesium mit sauerstoffreichen Substanzen handelt) im Handel verkauft werden sollen.

Blitzlichtgemische sind fast alle vom Postversand ausgeschlossen; sie müssen per Feuerzug durch die Eisenbahn versandt werden. Deshalb bringen verschiedene Fabrikanten seit Jahren ihr Blitzlichtpulver in getrennter Packung in den Handel.

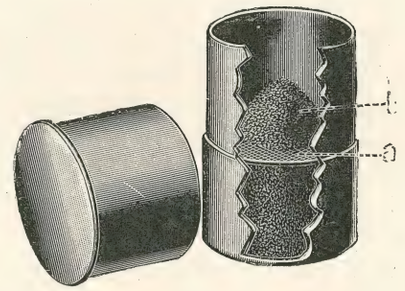


Fig. 331.
Seibs Mischungsschachtel für Blitzlichtpulver.

Rauchschwache Blitzlichtgemische erhält man durch Verwendung von Sauerstoffträgern, welche größeres spezifisches Gewicht und geringe Flüchtigkeit besitzen. Relativ leicht verdampfende Salze, wie Kalium- oder Natriumverbindungen (z. B. in Kaliumchlorat, -nitrat, -permanganat usw.) geben viel Rauch, während Mangansuperoxyd, Thoriumnitrat, Strontiumnitrat, Kadmiumnitrat usw. rauchschwache Blitzpulver ergeben.

Magnesiumpulver brennt gemischt mit manchen Nitraten, z. B. Thoriumnitrat, Kaliumnitrat, Ammoniumnitrat, blitzschnell ab, mit anderen Nitraten aber ziemlich langsam, z. B. mit Ceriumnitrat. Die Salpetersäure der Nitrate liefert bei vollständiger Verbrennung Stickstoff, bei unvollständiger nebenbei ein wenig Stickstoffoxyd oder Untersalpetersäure.

Der Ausgangspunkt zur Herstellung rauchschwacher Blitzpulver ist in den Arbeiten von York Schwartz und W. Knauer gelegen (D. R.-P. 1897, Nr. 101528; ferner Schwartz, D. R.-P. 1898, Nr. 111155; vgl. Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 398), indem sie dem Magnesiumpulver indifferente Substanzen, welche mit dem Magnesiumoxyd zusammensintern (Kieselsäure, Borsäure), oder Gips, Strontiumsulfat usw. zusetzten;

sie brachten auch Patronen in den Handel (Deutsche Phot.-Ztg. 1897, S. 170; 1898, S. 67).

Die Firma Helios (G. Krebs in Offenbach a. M.) verwendet zur Herstellung eines rasch abbrennenden, rauchschwachen Pulvers Zusätze von 10 Teilen Oxyden der alkalischen Erden zu einem Gemenge von 100 Teilen Aluminium und Magnesium, 200 Teilen Nitraten und 5 Teilen amorphem Phosphor (D. R.-P. Nr 133690). Dabei wird die Bildung von phosphorsauren Salzen bei der Verbrennung angestrebt, weil die Phosphate schwerer flüchtig sind.

G. W. Betz mischt 96 Teile Bariumnitrat, 48 Teile Strontiumnitrat, 48 Teile Magnesiumpulver und schließlich 12 Teile roten amorphen Phosphor, welchen er zuvor mit Äther gewaschen und getrocknet hatte (Brit. Journ. Phot. 1911, S. 213).

Magnesiumblitzlichtpulver mit Thoriumnitrat.

Die Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation ließ Magnesium- oder Aluminiumblitzlichtpulver unter Verwendung von Thorium-, Cerium- oder Zirkonnitrat patentieren, z. B. gleiche Teile Thoriumnitrat und Magnesium, welches Gemisch dreimal so rasch abbrennt als das Gemisch von Magnesium mit Manganoxyd (D. R.-P. Nr. 158215 vom 30. Mai 1903). — Es ist jedoch vorteilhafter, relativ weniger Nitrat zu nehmen.

Man mischt vor dem Gebrauche 1 Teil Magnesiumpulver mit $^1/_2$ Teil trockenem gepulvertem Thoriumnitrat, welches (da es sehr hygroskopisch ist) in wohlverschlossenen Flaschen separat aufbewahrt werden muß. Es wird mit einer Lunte oder anderer Zündung zum Abbrennen gebracht. Es brennt sehr rasch und mit geringer Rauchentwicklung ab. — Die Farbe der Flamme ist weiß und das Spektrum kontinuierlich, so daß es auch eine geeignete Lichtquelle zu Aufnahmen farbiger Gegenstände, insbesondere auch für Autochromplatten (mit geeigneten Gelbfiltern) abgibt[1]).

Man mischt wohl auch Thoriumnitrat mit Kaliumnitrat und es kommen solche Gemische für Blitzpulver in den Handel.

Ceriumnitrat oder Zirkonnitrat brennt in solchen Magnesiumgemischen nicht so rasch ab (s. S. 556).

Mit Strontiumnitrat.

Magnesiumpulver gibt mit Strontiumnitrat ein brauchbares Blitzlichtpulver (Meydenbauer 1887).

Friese Greene stellte in der Versammlung der „Phot. Society of Great Britain“ am 22. Mai 1888 Porträtphotographien bei Magnesiumblitzlicht her, dem er Strontiumnitrat beigemengt hatte, und gibt an, auf diese Weise Photographien erhalten zu haben, welche weniger der Retusche bedürfen (Eders Jahrb. f. Phot. 1889, S. 378).

1) Die Verwendung des Magnesium-Thoriumnitratblitzlichtpulvers für Autochromaufnahmen wurde zuerst von Eder vorgeschlagen und von Novak und Keßler in die Praxis eingeführt (Phot. Korresp. 1910, S. 115 und 142).

Man mischt ungefähr 2 Teile Magnesiumpulver mit 3 Teilen feinst gepulvertem, bei 100° C getrocknetem Strontiumnitrat oder eventuell gleiche Teile beider Bestandteile.

Die Blitzlichtpulver mit Strontiumnitrat sind gefahrlos, unempfindlich gegen Schlag und Stoß und unterliegen kaum einer Selbstentzündung.

In diesem Blitzlicht tritt ein kontinuierliches Spektrum auf mit orangeroten Strontiumlinien und -bändern (vgl. Tafel IX Nr. 3), ohne daß die rote Farbe (die für die bengalische Flamme charakteristisch ist) hier besonders auffällig hervortritt. Die Farbenwiedergabe ist gut, besser als beim reinen Magnesiumlicht, und man verwendet die Strontiumgemische wohl auch gerne für „panchromatische“ Leuchtsätze, da die Beimengung an rot-orangefarbigen Strahlen für die Farbenwiedergabe förderlich ist.

Allerdings ist der Gesamtlichteffekt etwas geringer als beim Magnesium-Thoriumnitratblitzlicht, aber die Schnelligkeit und Gefahrlosigkeit des Strontiumblitzlichtes sind sehr befriedigend; letzteres wird in der Praxis häufig verwendet, insbesondere auch für sog. „Zeitlichtgemische“ (siehe Seite 554).

Mit Kalisalpeter.

Auf Blitzlichtgemische von Magnesium mit Kaliumnitrat machte Meydenbauer 1887 aufmerksam.

Gleiche Teile Magnesiumpulver und Salpetermehl oder zwei Teile Magnesiumpulver und drei Teile Salpeter geben ein gutes Blitzlicht.

Eine Mischung von Magnesiumpulver und Salpetermehl, welche man in eine schmale, flache, eiserne Rinne streut und mittels eines Zünders entzündet, brennt gefahrlos selbst in großen Massen ab, jedoch knallt es ziemlich stark.

Die Verbrennung erfolgt nach der Gleichung: $5\,Mg + 2\,KNO_3 = K_2O + N_2 + 5\,MgO$.

Wie man sieht, bildet sich Ätzkali, welches im Hals und den Luftwegen kratzt und zum Husten reizt, ferner ist etwas Gasentwicklung (Stickstoff) vorhanden. Das Magnesiumsalpetergemisch ist haltbar und gefahrlos aufzubewahren, jedoch verhält es sich ungünstiger als die Gemische mit Thoriumnitrat, weil es stark raucht, ein diskontinuierliches Spektrum gibt und kein so weißes Licht liefert.

Mit Kadmiumnitrat.

Gemische von Magnesium mit Kadmiumnitrat geben, wie zuerst Franz Novak[1]) fand, ein sehr aktinisches und rasch abbrennendes Blitzpulver. Leider unterliegt das Gemisch leicht einer Selbstentzündung, wobei es zuerst rote Dämpfe von Untersalpetersäure ausstößt, dann verpufft. Macht man das Kadmiumnitrat schwach basisch, so erfolgt die Selbstentzündung in der Regel nicht. Immerhin soll man das Gemisch niemals längere Zeit im Vorrat aufbewahren und es ist nicht ungefährlich.

Man stellt sich schwach basisches Kadmiumnitrat her, indem man z. B. 100 g Kadmiumnitrat in einer Porzellanschale mit heißem Wasser löst, einige Tropfen 10prozentige Natronlauge zusetzt, bis ein geringer Niederschlag entsteht. Das Ganze wird dann unter öfterem Umrühren im Wasserbade zur Trockne eingedampft und hierauf noch einige Zeit im Trockenschrank auf 105° erwärmt. Es wird gepulvert und 1 Teil Magnesiumpulver mit 1 Teil dieses Kadmiumnitrates vermischt. — Auch obiges Gemisch wird erst vor dem Gebrauche gemischt (Novak a. a. O.).

Mit Ammoniumnitrat.

A. Lainer[2]) versuchte ein Gemisch von gleichen Teilen Magnesium und Ammoniumnitrat[3]). Es bildet sich beim Abbrennen Magnesiumoxyd, Stickstoff und Wasserdampf ($Mg + NH_4NO_3 = MgO + 2H_2O + N_2$). Das Pulver ist rauchschwach, die Raschheit des Abbrennens aber geringer als beim Blitzgemisch mit Permanganat. Ferner ist die starke Hygroskopizität des Salzes sehr störend, so daß das Gemisch keinen Eingang in die Praxis fand.

Mit Natriumnitrat.

Newcomb mischte 1 Teil Magnesiumpulver mit 5—7 Teilen trockenem Natronsalpeter und entzündete das Gemisch wie das mit Kalisalpeter hergestellte Blitzpulver; es entwickelt sich, zufolge der Gegenwart des Natriumsalzes, ein gelbes Blitzlicht, welches auf orthochromatischen Platten einen ähnlichen Effekt geben soll, wie orthochromatische Aufnahmen mit Gelbscheibe (Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 302).

Auf diesen Vorschlag kam H. Traut später zurück[4]).

Dieses Gemisch ist jedoch nicht besonders empfehlenswert, weil in dem Licht das Rot usw. ziemlich fehlt und mit dem dominierenden monochromen Gelb nicht viel anzufangen ist.

Besser sind Gemische von Natriumnitrat mit Strontiumpräparaten, welche allerdings mehr für panchromatische Zeitlichtpatronen (s. diese) als für Blitzlicht in den Handel kommen.

Mit Lithiumkarbonat oder Strontiumkarbonat.

Gemische von gleichen Teilen Magnesiumpulver und Lithiumkarbonat geben ein rötliches Licht mit stark dominierenden Lithiumlinien (s. Tafel IX, Fig. 1).

1) Phot. Korresp. 1907, S. 388.
2) Phot. Korresp. 1899; Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 313.
3) Es muß vor seiner Verwendung bei möglichst gelinder Wärme geschmolzen und luftdicht aufbewahrt werden (Lainer).
4) Phot. Korresp. 1898, S. 103.

Magnesium mit Strontiumkarbonat wird zu Zeitlichtpatronen (siehe Seite 554) verwendet.

Mit Kaliumpermanganat.

Magnesium und Kaliumpermanganat, in der zur völligen Verbrennung von 1 g Magnesium nötigen berechneten Menge des Sauerstoffüberträgers, d. i. 3 g Kaliumpermanganat, verbrennt explosionsartig, ohne jedoch die volle Wirkung des Magnesiums zur Geltung gelangen zu lassen, welche erst bei einem Verhältnis von 1 Teil Magnesium auf $^3/_4$ bis 1 Teil Hypermanganat zur vollen Geltung kommt. Es entsteht bei der Verbrennung Ätzkali, Manganoxyd und Magnesiumoxyd (Eder und Valenta[1]).

Das Blitzlichtpulver mit Hypermanganat explodiert nicht durch Schlag und Stoß und kann in gemischtem Zustande gefahrlos transportiert werden, entwickelt aber beim Abbrennen zum Husten reizende Dämpfe von Kaliumoxyd. Man mischt 3 Teile fein gepulvertes übermangansaures Kali (Kaliumpermanganat) mit 4 Teilen Magnesiumpulver.

Das Blitzlichtpulver ist sehr wirksam, brennt schnell ab, gilt als gefahrlos (selbst bei längerem Aufbewahren in gemischtem Zustande) und wird an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt oft (neben dem Thoriumblitzlicht und anderen) verwendet. Unangenehm ist die schwach bräunliche Farbe des entwickelten Rauches, sowie der Umstand, daß dieses Blitzlichtpulver mehr Funken sprüht als die meisten anderen (s. Seite 540).

O. Kunwald empfiehlt als Blitzlicht ein Gemisch von Magnesium, Kaliumhypermanganat und Schwefelantimon (Phot. Korresp. 1898, S. 401).

Stephard mischt Magnesiumpulver, Kaliumbichromat und Kaliumhypermanganat (Phot. News 1896; Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 345). Jedoch bringen diese Zusätze keinen Vorteil mit sich.

Mit Mangansuperoxyd.

Auf die Verwendbarkeit von Mischungen von Magnesiumpulver mit Braunstein (Mangansuperoxyd) zu Blitzlicht machte zuerst Meydenbauer 1887 aufmerksam[2]), welchem die Priorität gebührt.

Später brachten die Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co. in Elberfeld Magnesiumblitzpulver in den Handel, welches aus Braunstein und Magnesiumpulver gemischt ist; es läßt sich lange Zeit unverändert aufbewahren und kann durch Schlag und Stoß nicht zur Explosion gebracht werden. Es brennt ziemlich schnell und mit wenig Rauch ab und ist wegen seiner Gefahrlosigkeit empfehlenswert[3]).

1) Phot. Korresp. 1891; Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 372.
2) Phot. Wochenbl. 1887, S. 154.
3) Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 451; Phot. Korresp. 1902.

Das Mangansuperoxyd muß feinst verteilt sein; gefälltes, getrocknetes Präparat ist gut verwendbar. Es wird zu gleichen Teilen mit dem Magnesiumpulver gemischt.

Die Verbrennungsdauer ist nicht so kurz wie beim Thoriumnitrat-, Permanganat- oder Chloratpulver.

Mit Chlorat oder Perchlorat. — Zusätze von Baryum-, Kupfersalzen usw.

Zu den stark explosiven Pulvern gehören die Mischungen des Magnesiumpulvers mit Kaliumchlorat unter Zusatz von Schwefelantimon[1]) oder rotem Phosphor[2]), welche an und für sich bei Schlag und Stoß enorm explosionsgefährlich sind; sie sollten in der photographischen Praxis nicht benutzt werden.

Harmloser sind die rasch abbrennenden Gemische von Magnesiumpulver mit Kaliumchlorat ($KClO_3$) oder Perchlorat ($KClO_4$), welche in der Hand des Erfahrenen wenigstens in kleineren Mengen gefahrlos sind.

Meydenbauer empfahl (1887) Mischungen von Magnesiumpulver mit Kaliumchlorat. Nach den chemischen Verhältniszahlen kommen auf 100 Teile Magnesiumpulver 168,4 Teile Kaliumchlorat; eine Mischung äquivalenter Mengen von Magnesium und Chlorat verbrennt jedoch explosionsartig mit dumpfem Knall. Vermehrung des Kaliumchlorates macht jedoch den Vorgang ungefährlich. Meydenbauer blieb schließlich bei einem Gemische von 1 Teil Magnesiumpulver, gemischt mit 2 Teilen Kaliumchlorat stehen.[3])

Magnesium verbrennt mit Kaliumchlorat nach der Gleichung: $3\,Mg + KClO_3 = 3\,MgO + KCl$.

Hauberrisser vermindert die Menge des Kaliumchlorats unter die theoretisch äquivalente Menge und hält ein Gemisch von gleichen Teilen Magnesium- und Kaliumchloratpulver für das günstigste; bei weiterer Verminderung des Chloratzusatzes tritt Abnahme der Lichtintensität ein[4]).

Das Mischen des Magnesiumpulvers mit dem gepulverten Kaliumchlorat soll auf einer Papierunterlage mit der Hand oder einer Federfahne geschehen. Niemals verreibe man das Gemisch von Kaliumchlorat mit dem

1) Die erste, älteste Blitzlichtmischung von Gaedicke und Miethe (1887) bestand aus 3 Teilen Magnesium, 6 Teilen Kaliumchlorat und 1 Teil Schwefelantimon. Sie wurde später wegen allzugroßer Gefährlichkeit außer Gebrauch gesetzt.

2) Empfohlen von Glasenapp (Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 398; 1895, S. 11), welchem jedoch selbst durch eine Explosion solcher Gemische der Mittelfinger der Hand weggerissen wurde. Gemenge von Nitraten mit rotem Phosphor sind ungefährlich.

3) Phot. Wochenbl. 1887, S. 184.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 70.

Magnesium oder noch weniger mit Schwefelantimon in einem Mörser, da hierbei eine heftige Explosion eintreten kann. Nach obigem Vorgange ist jedoch die Herstellung der Explosivpulver ganz gefahrlos. Keinesfalls halte man eine größere Quantität der Mischung im Vorrate, da sich dieselbe durch Unvorsichtigkeit unter Explosion entzünden könnte; das Aufbewahren der einzelnen Bestandteile ist gedoch gefahrlos!

Die Versendung der Mischungen von Magnesiumpulver und Kaliumchlorat ist vom Postverkehre ausgeschlossen.

Die Verwendung des überchlorsauren Kali in Magnesium-Blitzlichtgemischen führte zuerst Müller (1889) ein und zwar gemischt mit Kaliumchlorat[1]).

Überchlorsaures Kali (Kaliumperchlorat, $KClO_4$) und Magnesiumpulver verbrennt nach der Gleichung $KClO_4 + 4\,Mg = KCl + 4\,MgO$. Das überchlorsaure Kali verpufft mit Magnesium viel heftiger als chlorsaures Kali; das Licht ist äußerst intensiv.

Etwas langsamer, aber gleichfalls sehr intensiv verbrennt ein Gemisch von
30 Teilen überchlorsaurem Kali,
30 „ chlorsaurem Kali,
40 „ Magnesiumpulver.

Jeder Bestandteil wird für sich allein zuvor gepulvert und dann vorsichtig auf Papier (mit den Fingern) gemischt. Das Entzünden der Mischung geschieht mit Salpeterpapierlunten (S. 567). Das Gemisch brennt rasch, aber in größerer Menge mit ziemlich starkem Knall und viel Rauch ab.

Müller nahm eine Anzahl Höhlenbilder mit 3 bis 25 g dieses Gemisches auf. Die Verbrennung ist gefahrlos, wenn man das Pulver in Form eines langen, schmalen Walles aufschüttet; jedoch kann die Entzündung eines kompakten Haufens von 80 bis 100 g von diesem Pulver in geschlossenen Höhlen gefährlich werden, da starke Erschütterungen die Folge sind. Baron von Lilien stellte 1889 mit so großen Massen von Blitzpulver Photographien des Innern einer großen Höhle bei Salzburg her (Kolowratshöhle), welche wohl vortrefflich und ohne Nachteil für den Operateur gelangen, allein die Mischung übte eine Art Sprengwirkung, so daß ein dröhnender Schall erfolgte, welcher auf die außerhalb des Berges Befindlichen den Eindruck machte, als ob im Innern ein Bergeinsturz erfolgt sei. Es wird sich also vielleicht in solchen Fällen auch die Anwendung einer weniger heftig wirkenden Magnesiummischung oder Magnesiumzeitlicht empfehlen.

In neuerer Zeit kamen Magnesiumperchloratmischungen ohne Chloratzusatz in Verwendung. K. Visbeck in Stettin empfahl als Blitzlichtpulver ein Gemisch von 10 Teilen Magnesiumpulver und 20 Teilen gepulpertem Kaliumperchlorat (überchlorsaures Kali), von welchem er durchschnittlich 3 g abbrannte (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 314). Ganz dasselbe Gemisch empfahlen 1910 die Gebrüder Lumière und

1) Müller, Bedeutung und Verwendung des Magnesiumlichtes in der Photographie, Weimar 1889.

Seyewetz[1]) in Lyon für Autochromaufnahmen; das Gemisch brennt sehr rasch ab, entwickelt aber mehr Rauch als Thoriumnitratblitzlicht; letzteres zeigt auch ein besser geschlossenes kontinuierliches Spektrum.

Röhmann[2]) empfiehlt für Mikrophotographie das Magnesiumblitzlicht, eine Mischung von 96 Teilen Magnesiumpulver und 138 Teilen überchlorsaurem Kali verpufft mit geringem Rauch und außerordentlich hellem Lichte. Für orthochromatische Aufnahmen setzt er Natrium- und Baryumsalze zu und zwar mischt er

a) 10 g von obigem Gemische von Magnesium und überchlorsaurem Kali,
b) $^1/_2$ g Kochsalz,
c) 1 g eines Gemenges von 285 Teilen trockenen weinsauren Baryums mit 138 Teilen überchlorsaurem Kali.

Diese Gemische gaben bei 1000facher Vergrößerung und enger Blende sehr schöne kräftige Negative auf orthochromatischen Trockenplatten.

Zwei in der Folgezeit von Röhmann und Galewski[3]) empfohlene Mischungen sollen wegen ihres Kupfergehaltes besonders reich an grünen Strahlen sein: I. a) 138 chlorsaures Kali, 96 Magnesium; b) 1108 chlorsaures Kali, 724 essigsaures Kupfer; c) 131 chlorsaures Kali, 342 Magnesium. Man mischt 6 a, 1 b, 4 c. — II. 7 chlorsaures Kali werden mit 7 neutralem, weinsaurem Baryt gemischt, bei 100° getrocknet und dann 3 Magnesium und 0,5 Chlornatrium zugesetzt. Die Gemische brennen nach Neuhauß langsam ab.

Orthochromatisches Blitzlicht stellt Krebs nach seinem Patent (1904) durch Mischen von Magnesium- oder Aluminiumpulver mit Kupfer-, Zink-, Strontium-, Baryumsalzen usw. her, welche die Flammen bekanntlich färben (Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 353).

Vorzügliche orthochromatische Blitzlichtpräparate sind die „Tip-Top-Blitzlichtpatronen“ usw. von Seib in Wien; sie enthalten Strontiumpräparate.

Mit Persulfat.

Mischt man Magnesiumpulver mit dem doppelten Gewicht überschwefelsaurem Kali (Kaliumpersulfat), so erhält man ein rasch abbrennendes Blitzlichtpulver (Jankó, Phot. Rundschau 1896, S. 28).

Das Persulfatgemisch brennt ähnlich wie das Permanganatgemisch ab (H. Keßler[4]).

Ähnlich wie Kaliumpersulfat, wirken auch andere überschwefelsaure Salze.

II. Diverse Gemische.

a) Mit chromsauren Salzen. Magnesium mit Ammoniumbichromat zu gleichen Teilen verbrennt verhältnismäßig langsam unter

1) Phot. Mitt. 1910, S. 324.
2) Phot. Mitt. 1890, Bd. 27, S. 122. — Auch Neuhauß, Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 70.
3) Anthonys Bull., S. 552. — Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 70.
4) Phot. Korresp. 1898, S. 483.

schwach zischendem Geräusche und Entwicklung von Wasserdampf und Ammoniak, während zugleich Chromoxyd und Magnesiumoxyd gebildet werden. — Das Gemisch von Kaliumbichromat mit gleichen Teilen Magnesiumpulver verbrennt etwas rascher als das vorige, jedoch immer noch ziemlich langsam. Es werden bei der Verbrennung Kaliumoxyd, Chromoxyd und Magnesiumoxyd gebildet (Eder und Valenta[1]).

Magnesiumpapier für Beleuchtungszwecke. Man bedeckt ein Blatt Papier mit einer Schicht von Stärkekleister, streut darüber Magnesiumpulver und reibt es hinein, so daß eine genügende Menge des letzteren hängen bleibt. Nach dem Trocknen leimt man ein Blatt Fließpapier, welches zuvor in einer konzentrierten Lösung von Kaliumbichromat getränkt wurde, darüber, trocknet neuerdings und schneidet in Streifen. Dieses Papier brennt mit intensiv hellem Lichte ab (Bulletin du Photo-Club 1. Mai 1896; Bull. Soc. franç. 1896, S. 323; Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 344).

b) Mit Oxyden oder Salzen der seltenen Erden, Vanadinsäure, Wolframaten usw. Über eine brennbare Mischung zur Erzeugung von aktinischem Licht berichtet C. Bethge in Berlin Langsam abbrennende Mischungen von hoher Lichtintensität und starker aktinischer Wirkung erhält man durch Mischen von Magnesiumpulver mit Oxyden oder Salzen der seltenen Erden. Letztere dienen als Sauerstoffüberträger, wodurch die Verbrennungstemperatur des Magnesiums erhöht und damit eine glänzendere Lichtwirkung erzeugt wird. Dieselbe Wirkung bringen auch alkalische Erden hervor, wodurch natürlich eine entsprechende Färbung des Lichtes hervorgerufen wird. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Intensität empfiehlt sich der Zusatz geringer Mengen von Vanadinverbindungen. Das Wesentlichste bei Herstellung dieser Mischungen ist aber ein großer Überschuß von Magnesium, welcher mindestens die dreifache Menge des Äquivalentgewichtes der Beimengungen betragen muß und bis zur zehnfachen Menge desselben steigen kann. Man mischt z. B. 250 Teile Magnesiumpulver mit 1. 150 Teilen Ceriumoxyd, 2. 150 Teilen Ceriumoxyd und 8 Teilen Vanadinsäure, 3. 100 Teilen Ceriumoxalat, 4. 75 Teilen Kalziumhydroxyd, 5. 50 Teilen Ceriumoxyd und 50 Teilen Kalziumhydroxyd, 6. 50 Teilen Manganoxyd, 7. 50 Teilen Ceriumoxyd und 25 Teilen Manganoxyd. 2 bis 3 g dieser Mischungen brennen in etwa 30 Sekunden ab (V. St. Amer. Pat. Nr. 908837 vom 5. Januar 1909; Chem.-Ztg., Repert. 1909, S. 140; Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 354).

1) Phot. Korresp. 1891, S. 511.; Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 372.

C. Bethges Erfindung bezweckt die Herstellung hochaktinischer Blitzlicht- und Zeitlichtmischungen. Die Neuerung besteht darin, daß die für solche Zwecke üblichen Metalle, wie Magnesium, Aluminium und Metalle der alkalischen Erden, mit den unlöslichen oder schwerlöslichen schwermetallsauren Salzen des Thors oder mit Salzen des Thorsuperoxyds gemischt werden. Von den bekannten Verbindungen des Thors mit Schwermetallsäuren kommen in erster Linie Chromat und Wolframat in Betracht. Ersteres eignet sich in der wasserhaltigen und wasserfreien Form besonders für Blitzlicht wegen seiner sehr energischen Verpuffung. Mit Magnesiumpulver bildet es unveränderlich haltbare Blitzlichtmischungen, und zwar kommen etwa 30 bis 35 Teile Magnesiumpulver auf 70 Teile Thorchromat. Das Wolframat bewirkt eine etwas langsamere Verbrennung und eignet sich deshalb für Zeitlichtmischungen. Das Thorsuperoxyd wird als Nitrat, Sulfat oder Perchlorat verwendet. Das Thorsuperoxyd bedingt neben energischer Verpuffung eine fast rauchfreie und geruchlose Verbrennung (D. R.-P. Nr. 212899 vom 17. August 1906; Chem.-Ztg., Repert. 1909, S. 484; Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 354).

c) Baryumsuperoxyd. Die Peroxyde der Erdalkalien geben mit Magnesium Blitzlichtpulver. Ein Gemisch von Magnesiumpulver mit Baryumsuperoxyd gibt ein Blitzlicht von geringerer Helligkeit und Verbrennungsdauer als das Permanganatgemisch (H. Keßler[1]).

Raucharmes Blitzlichtpulver stellt Charles Henry dadurch her, daß er das Verbrennungsprodukt des Magnesiums innig mit einem schweren Körper mischt, er benutzt deshalb als Sauerstoffträger Baryumsuperoxyd und schließt das Blitzlichtpulver in Kollodium ein (La Photographie 1901, Nr. 8; Phot. Rundschau 1901, S. 251; Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 451).

d) Zusatz von rotem Phosphor zu Magnesiumnitratgemischen scheint zuerst John Barlett (1887) verwendet zu haben, um die Aktinität des Blitzlichtpulvers zu erhöhen. Gemische von Baryumnitrat, Strontiumnitrat, Magnesium und rotem Phosphor kamen 1900 unter dem Namen „Luxo“ in den Handel. Später erhielt Alex. Hemsley ein Patent auf Blitzlichtpulver mit rotem Phosphor, was Barlett zu einer Reklamation veranlaßte (Brit. Journ. Phot. Almanac 1909, S. 557). — Vgl. S. 554.

e) A. Lesmüller erhielt ein Franz. Patent Nr. 403722 vom 5. Juni 1909 auf die Herstellung eines Blitzlichtpulvers. Man stellt gute Pulver durch Zugabe von Oxydationsmitteln zu Mischungen von seltenen Erdmetallen mit Bor, Silizium, Uran oder Titan her. Die

1) Phot. Korresp. 1898, S. 484.

Oxydationsmittel sollen bei der Verbrennung des Pulvers keinen festen Rückstand hinterlassen. Man kann die Färbung des Blitzlichtes durch wechselnden Mengenzusatz der Einzelbestandteile, auch durch Zusatz von Schwermetallsulfiden, wie Eisen, Mangan- und Kupfersulfid, ändern (Phot. Ind. 1910, S. 197; Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 355).

f) Die Gebrüder Lumière fanden, daß die Darstellung des Oxydationsmittels, welches dazu dient, die Verbrennung des Magnesiums zu begünstigen, von großem Einfluß auf die Beschaffenheit des Blitzlichtpulvers ist, und daß das Kalzinieren der Nitrate das beste Verfahren für diesen Zweck bildet. Sie nahmen daher ein Patent auf die Anwendung der Chromate des Eisens, Mangans, Chroms, Nickels, Kobalts, Aluminiums, Cers, Bleies, Kupfers und Antimons, welche, nach diesem Verfahren dargestellt und mit Magnesiumpulver vermischt, ein sehr aktinisches Licht geben, bei nur geringer Rauchbildung. Auch die aus der Kalzination der Nitrate hervorgehenden Oxyde der angeführten Metalle wurden ihnen patentiert (Phot. Chronik 1905, S. 652; Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 354).

g) Lüttke & Arndt (jetzt Arndt & Löwengard) ließen Gemische von Magnesium, Aluminium, Eisenoxyd, Kupferkarbonat und Magnesiumsulfat als Blitzlicht patentieren, ebenso Verpackungen aus Aluminiumfolien oder verkupfertem Aluminium in Dicken von 0,1 bis 0,3 mm; sie verbrennen (wenn sie Magnesiumblitzlicht oder -zeitlicht enthalten) als Patronenhülle mit hellem Glanz (Engl. Patent Nr. 27466, 1904; Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 353).

h) York Schwartz und Wilhelm Knauer stellten, um die Rauchentwicklung zu vermindern, explosionssichere Gemische von Magnesiumpulver und an der Verbrennung nicht beteiligten indifferenten Substanzen her (D. R.-P. Nr. 101528 von 1899).

Fein gepulvertes, metallisches Magnesium, in Haufenform aufgeschüttet und entzündet, verbrennt langsam ohne wesentliche Flammenentfaltung. Die Verbrennungserscheinung wird eine ganz andere, wenn man Magnesium, welches sich in sehr fein zerteiltem Zustand befinden muß, mit ebenfalls fein gepulverten, an der Verbrennung selbst nicht beteiligten Substanzen innig mischt. Die Verbrennung des Magnesiums bei der Entzündung des Gemisches erfolgt rasch, bei gewissen Mischungen blitzartig. Wählt man die bei der Verbrennung des Magnesiums nicht beteiligten Substanzen derart, daß sie mit der aus der Verbrennung des Magnesiums hervorgehenden Magnesia zusammenschmelzen oder zusammensintern können — z. B. Borsäure oder Kieselsäure —, so wird bei der Verbrennung des Gemisches nur sehr wenig dünner Rauch erzeugt, da die Hauptmenge

der Magnesia im Verein mit dem zweiten Bestandteile der Mischung auf der Verbrennungsunterlage liegen bleibt. Versucht wurden kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, gebrannte Magnesia, Borax, Kalialaun, schwefelsaurer Baryt, Borsäure und Kieselsäure; zweifellos aber werden sich noch viel andere Körper für den erwähnten Zweck eignen. Als günstiges Mischungsverhältnis erwies sich durchweg 1 Gewichtsteil Magnesium auf 1 Gewichtsteil der an der Verbrennung unbeteiligten Substanz. Vorzüglich bewähren sich Mischungen aus: 1. 1 Teil Magnesium, 1 Teil Borsäure; 2. 1 Teil Magnesium, 1 Teil Kieselsäure; 3. 1 Teil Magnesium, $^1/_2$ Teil Borsäure, $^1/_2$ Teil Kieselsäure. Der wesentliche Vorzug der beschriebenen Mischungen — vor allen bisher bekannten ähnlichen — besteht darin, daß sie keinen direkt sauerstoffabgebenden oder explosiven Körper enthalten, daß also bei ihrer Handhabung jede Gefahr der Explosion oder Selbstentzündung vollkommen ausgeschlossen ist, daß sie ferner bei richtiger Wahl der zweiten Substanz unbegrenzt haltbar sind und bei der Verbrennung nur sehr wenig Rauch entwickeln (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 398).

Fr. Novak fand[1]), daß bei Gemengen von Magnesium mit einigen der früher genannten indifferenten Substanzen, im Verhältnis 1:1, die für die Gewichtseinheit Magnesium entwickelte Lichtmenge praktisch annähernd dieselbe ist, wie bei dem Permanganat-Magnesiumgemisch und andern Sauerstoff abgebende Körper enthaltenden Blitzlichtgemischen. Die Gemenge sind absolut explosionssicher und zeigen eine geringere Rauchentwicklung als das Permanganat-Magnesiumgemisch. Dieselben verbrennen langsamer als die mit Oxydationsmitteln hergestellten Blitzpulver, namentlich verringert die Zufügung von Kalziumkarbonat und Magnesiumkarbonat die Verbrennungsgeschwindigkeit.

i) Ein anderes Patent nahm York Schwartz in Hannover (D. R.-P. Nr. 111155, ausgegeben am 20. April 1900) zur Herstellung von rauchschwachen Blitzlichtgemengen. Demzufolge mischt man 4 Teile Magnesiumpulver mit 5 Teilen feinverteiltem, wasserfreiem Kalziumsulfat. An Stelle des Kalziumsulfats kann man auch die gleiche Menge wasserfreies Baryumsulfat, Strontiumsulfat und Magnesiumsulfat verwenden. Derartige Gemenge sind nach den von Fr. Novak vorgenommenen Versuchen[2]) nicht explosiv und zeigen weniger Rauchentwicklung als die gewöhnlichen Blitzlichtgemische. Die Verbrennungsdauer beträgt bei einem Gemenge von 5 Teilen Gips und 4 Teilen Magnesium pro 2 g Magnesium nahezu $^1/_4$ Sekunde. Das Kalziumsulfat wird bei der

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 219.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 220.

Verbrennung zu Schwefelkalzium reduziert, bleibt also nicht indifferent, sondern wirkt hier wenigstens partiell als Sauerstoffträger. Die entwickelte Lichtmenge ist praktisch annähernd gleich der von einem Magnesium-Permanganatgemisch gelieferten.

Vor den durch das Schwartzsche Patent Nr. 101528 geschützten Leuchtsätzen haben sie den Vorzug schnelleren Abbrennens und größerer optischer und aktinischer Intensität des beim Abbrennen erzeugten Lichtes (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 399).

k) Mit Knochenasche. Ein Gemenge von Knochenasche (dreibasisch phosphorsaurer Kalk) mit Magnesium brennt beim Erhitzen sowohl in einer Atmosphäre von Luft als Wasserstoff (Duboin, Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 451).

l) Ungefährliches Blitzlichtpulver kann man nach Krebs erhalten, indem man statt der Nitrate, Chlorate oder Superoxyde der älteren explosiven Pulver Alaune anwendet. Z. B. lautet die Vorschrift eines solchen Blitzlichtpulvers für rasche Verbrennung:

Magnesium	10 g
Chromalaun (wasserfrei) . . .	10 g

Man kann auch 2 g des Magnesiums durch ebensoviel Aluminium ersetzen. Wünscht man stille, aber langsame Verbrennung, so setzt man noch 2 g eines an der Reaktion nicht teilnehmenden Pulvers zu, z. B. eine der alkalischen Erden, Kieselsäure oder gestoßenes Glas. Solche Gemische sind durch Reibung oder Schlag völlig unentzündbar (Phot. Rundschau 1906, S. 219; Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 330).

III. Magnesium-Zeitlicht.

Unter „Zeitlicht“ versteht man Leuchtgemische, welche im Gegensatz zu dem Blitzlicht absichtlich für langsames Abbrennen eingerichtet sind und zirka eine oder mehrere Sekunden lang brennen, in welcher Zeit sie genügend Licht zu einer photographischen Aufnahme entwickeln müssen. Allzulange Brenndauer ist für diese Zwecke schädlich, weil der entwickelte Rauch bei Interieuraufnahmen die Luft trübe macht. Die älteren bengalischen Feuerwerkssätze (s. S. 506) entsprechen diesen Anforderungen nicht vollkommen. Erst durch Einführung des Magnesiums in den Leuchtsatz gelang es, sehr helle Zeitlichtgemische herzustellen, welche zumeist in Kerzen- oder längliche Patronenform (mit leichtverbrennlichen Hülsen) gebracht wurden. Dieses mäßig schnell brennende „Zeitlicht“ liefert in der Regel zungenartig oder spießförmig emporschießende Flammen, welche schmäler als explosives Blitzlicht sind, aber im Bereiche der Stichflamme ebenso hohe Temperaturen liefern.

Der erste, welcher mit Zeitlichtpatronen hervortrat, war G. Krebs in Offenbach a. M., welcher im Jahre 1900 raucharmes, ungefährliches, dabei sehr aktinisches Zeitlicht in Form von länglichen Patronen herstellte (D. R.-P. Nr. 133690). Die Brenndauer war von 2 bis 60 Sekunden abgestimmt[1]).

Die rauchfreien Zeitlichtpatronen der photochemischen Fabrik „Helios“ Dr. G. Krebs in Offenbach a. M. haben einen Durchmesser von 15 mm, eine Höhe von 4 cm und tragen oben einen kleinen Zünder. Die Anwendung ist einfach: die Patronen werden mit etwas Wachs oder Siegellack auf einem Brette befestigt und dann bei dem Zünder angezündet. Die Verbrennung ist eine außerordentlich ergiebige, sie dauert ungefähr 15 Sekunden und ermöglicht mit einer einzigen Patrone hinter dem Apparate die Beleuchtung so zu variieren, daß auch eine Aufhellung der Schatten dabei erfolgt. Als Reflektor kann ein Stück weißer Karton dienen.

Eine im Jahre 1903 von Fr. Novak durchgeführte chemische Analyse[2]) einer solchen Krebsschen Zeitlichtpatrone ergab:

Aluminium	20,7	Prozent
Magnesium	2,1	„
Strontiumnitrat	50,0	„
Strontiumkarbonat	27,0	„
Amorpher Phosphor	0,5	„

Das Strontiumkarbonat dient im Sinne der früheren Ausführungen zur Verminderung der Rauchbildung, sowie gleichzeitig zu der bei der Zeitlichtpatrone erwünschten Verlangsamung der Verbrennungsdauer.

G. Krebs mischte zur Herstellung eines Blitzlichtpulvers 100 Teile Magnesium oder Aluminium oder auch beide Metalle zusammen, von jedem die Hälfte, und gab hierzu 200 Teile Nitrate, 10 Teile Oxyde der alkalischen Erden und 5 Teile amorphen Phosphor. Diese Mischung gibt ein Blitzlichtpulver, welches fast rauchlos verbrennt, im höchsten Grade aktinisch ist und dessen Verbrennungsprodukte absolut giftfrei sind. — Zur Herstellung von Zeitlichtpulver nimmt man 100 Teile Mg oder Al oder auch von beiden Metallen 100 Teile zusammen und vermischt dieselben mit 250 Teilen Nitraten, 150 Teilen Karbonaten der alkalischen Erden und 2,5 Teilen amorphem Phosphor[3]). Diese Mischung gibt ein Zeitlichtpulver, welches zur Herstellung von Zeitlichtpatronen von 2 bis 60 Sekunden Brenndauer benutzt wird. Patentanspruch: Verfahren zur Herstellung von rauchfreien, nicht explosiven Leuchtsätzen, insbesondere für photographische Zwecke, dadurch gekennzeichnet, daß einem aus metallischem Aluminium, Mg, Bor, Silizium, Nitraten der Alkalien oder alkalischen Erden und

1) Vgl. Kieser, Das Zeitlicht (Phot. Korresp. 1906, S. 57); ferner Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 399.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 221.

3) Roter Phosphor dient weniger zur Verminderung des Rauches, als dazu, ein gleichmäßiges Abbrennen der Zeitlichtpatrone zu bewerkstelligen.

amorphem Phosphor bestehenden Gemisch Oxyde (für Blitzlicht) oder Karbonate der alkalischen Erden (für Zeitlicht) zugesetzt werden (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 399).

L. Löwengard füllt das Blitzlichtpulver in dünne Aluminiumhülsen statt in Papierpatronen (Engl. Patent Nr. 27466 vom 16. Dezember 1904). (Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 310.) Er benutzte Magnesium- und Aluminiumpulver mit den Nitraten der alkalischen Erden (z. B. Strontiumnitrat), wobei er zur Verlängerung der Verbrennungsdauer Oxyde oder Karbonate der alkalischen Erden und des Magnesiums zusetzte. Auch er machte Zusätze von amorphem Phosphor.

Auch Kieselsäure, Glaspulverzusatz usw. verlangsamen die Verbrennung (Krebs, D. R.-P. Nr. 14385 IV/78). Zusätze von flammenfärbenden Substanzen nutzte Krebs zur Herstellung „panchromatischer“ Zeitlichtpatronen aus (Engl. Patent Nr. 27267 vom 14. Dezember 1904).

Baryumnitrat mit Magnesium in Zinkhülsen hatte schon Phipson zu Kopierzwecken verwendet (Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 302), aber barythaltige Leuchtsätze entwickeln giftige Dämpfe (nicht aber strontiumhaltige).

Krebs ließ später Blitzlichtpulver, bestehend aus 10 Teilen Magnesium und 10 Teilen Chromalaun, ferner für Zeitlichtpatronen 100 Teile Magnesium, 10 Teile Chromalaun und Kupfersulfat und 20 Teile Kalk oder kohlensaures Kali patentieren (Engl. Patent Nr. 27267, 1904). (Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 353.)

Die Farbenfabriken Fr. Bayer & Co. ließen Wolframsäure und ihre Salze zur Herstellung raucharmen Zeitlichts patentieren (D. R.-P. Nr. 165259 vom Juni 1904) und setzen flammenfärbende Salze oder Oxyde bei, um sog. „panchromatisches Zeitlicht“ zu erhalten. Sie bringen jedoch Zeitlicht ohne Wolframpräparate in den Handel.

Karl Kieser erhielt ein Zeitlicht aus 1 Teil Magnesium, 2,5 Teilen Strontiumnitrat, 1 Teil Magnesiumkarbonat und 0,05 Teilen rotem Phosphor mit einer Verbrennungsdauer von etwa einer Sekunde für das Gramm Gemisch (Phot. Korresp. 1906, S. 123).

Es kommt auch panchromatisches Zeitlichtpulver in den Handel, das aus Strontiumkarbonat, Natriumnitrat, Sand und Magnesiumpulver gemischt ist.

Andere Zeitlichtpräparate des Handels enthalten nur Strontiumkarbonat und Magnesiumpulver.

Die Form, in welcher man die flammenfärbenden Verbindungen anwendet, kann nach Kieser[1]) eine verschiedene sein. Entweder läßt man sie einen Teil der sauerstoffliefernden Substanz sein, indem man sie in der Form der Nitrate, Wolframate oder Chlorate anwendet, oder

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 92.

aber sie stellen gleichzeitig einen Teil der indifferenten, die Verbrennung verzögernden Substanz dar, wobei sie als Karbonate, Sulfate oder, wie schon erwähnt, vorteilhaft auch als Fluoride genommen werden können. Oft genügen schon sehr geringe Mengen der Zusätze zur Erzielung guter Wirkung. Verwendet man z. B. in einem magnesiumhaltigen Zeitlichtpulver als flammenfärbende Mittel Strontium-, Natrium- und Kalziumverbindungen gleichzeitig, so kann man tatsächlich erzielen, daß das Spektrogramm auf einer guten panchromatischen Platte sich völlig schließt, wobei das Maximum der Wirkung im Orange bezw. Gelb, entsprechend dem Maximum der Helligkeit des Tageslichtspektrums für ein normales menschliches Auge, gelegen ist, wogegen das Eigenmaximum des Bromsilbers im Blau selbst sehr stark zurücktritt. Eine solche Flamme erscheint dem Auge keineswegs weiß, sondern intensiv gelbrot.

Fr. Novak stellte an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien Magnesium-Zeitlichtpulver oder -patronen, welche langsam (z. B. bis zu einer halben Minute) brennen und ganz explosionssicher und ziemlich rauchschwach sind, durch Mischen von gleichen Teilen Magnesiumpulver und feinst pulverisiertem Kalziumkarbonat (oder Magnesiumkarbonat) und Cerinitrat her.

Eine gute Zeitlichtpatrone gibt folgendes Rezept (Novak):

Magnesiumpulver[1])	5 g
Wasserfreies Cerinitrat[2])	3 g
Strontiumkarbonat	2 g

Dieses Gemenge, welches ca. 5 Sekunden Brenndauer besitzt, wird in Hülsen aus Pergaminpapier gefüllt und mit oben eingesteckten Papierlunten entzündet.

Eine andere Zeitlichtpatrone erhält man durch Mischen von 5 g Magnesiumpulver, 3 g Strontiumkarbonat, 2 g Strontiumnitrat (Novak).

Über den Effekt der Zeitlichtgemische gab Fr. Novak folgende Tabelle auf Grund seiner Versuche (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 145).

Für die Bestimmung der Verbrennungsgeschwindigkeit wurden je 5 g des Zeitlichtgemenges verwendet. Dieselben wurden in Hülsen aus Pergaminpapier gefüllt, die einen Durchmesser von 1 cm besaßen, unten mit einem Korkstöpsel verschlossen und oben mit einer Salpeterlunte versehen waren. Die Dauer der Verbrennung wurde mit einem Chronographen ermittelt.

Die erhaltenen Versuchsresultate sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

---

1) Man kann statt des reinen Magnesiumpulvers auch ein Gemisch von 4 g Magnesiumpulver und 1 g Aluminiumpulver anwenden, wodurch die Rauchentwicklung verringert und die Brenndauer noch etwas verlängert wird.

2) Cerinitrat zur Herstellung von Blitzlichtgemischen ist der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin patentiert.

Zeitlichtgemische nach Novak	Relative chemische Leuchtkraft in bezug auf Bromsilbergelatine in Kerzen-Meter-Sekunden (K.M.S.) von Gemengen mit 1 g Magnesium	Verbrennungsgeschwindigkeit in Sekunden von 5 g Zeitlichtgemisch
1 g Magnesium 0,7 g Cerinitrat 0,3 g Strontiumkarbonat	160 000	5,5
1 g Magnesium 0,6 g Cerinitrat 0,4 g Strontiumkarbonat	140 000	4,5
1 g Magnesium 0,5 g Cerinitrat 0,5 g Strontiumkarbonat	125 500	4,8
1 g Magnesium 0,6 g Strontiumnitrat 0,4 g Strontiumkarbonat	140 000	1,3
1 g Magnesium 0,4 g Strontiumnitrat 0,6 g Strontiumkarbonat	130 000	4,3
1 g Magnesium 1 g Magnesiumkarbonat	86 500	11,2
1 g Magnesium 1 g Kalziumkarbonat	67 500	25

Die Gemenge mit Magnesiumkarbonat und Kalziumkarbonat geben viel weniger Licht. Beim Gemenge mit Kalziumkarbonat wäre zu erwähnen, daß es unregelmäßig abbrennt und daher für die Praxis nicht zu empfehlen ist.

Unter den untersuchten Gemischen zeigten die Gemenge mit Cerinitrat und Strontiumkarbonat die geringste Rauchentwicklung beim Abbrennen, während dieselbe bei der Mischung mit Strontiumnitrat und Karbonat größer war. Ersetzt man einen Teil des Magnesiums durch Aluminiumpulver, so konnte im allgemeinen eine Verringerung des entwickelten Rauches beobachtet werden.

Ein D. R.-P. Nr. 190422 vom 23. November 1906 erhielt Julius Benk auf Präparate für photographische Beleuchtung; Zusatz zum Patent Nr. 184802 vom 4. Oktober 1905. Das in der Patentschrift Nr. 184802 geschützte Heizmittel aus Metall, Sauerstoff oder Schwefelträger mit regelbarer Brenndauer kann auch zur Verbesserung der Leuchtsätze für photographische Belichtungen benutzt werden. Die vorliegende Erfindung bezweckt, die jetzt gebräuchlichen Pulvergemische aus Metallen und Sauerstoffträgern, welche eine für viele Zwecke zu kurze Brenndauer besitzen oder zu lichtschwach sind, auch oft den Personen auf dem Bilde ein starres Aussehen verleihen, zu verbessern, so daß diese Pulver ohne Ballastzuführung nicht nur eine verlängerte und regelbare Brenndauer zeigen, sondern auch ihre Lichtwirkung so beeinflußt wird, daß durch ein schwach aktinisches mildes Rotlicht ein allmählicher Übergang vom Dunkeln zur stärksten Helligkeit des Weißlichtes erzielt wird. Man stellt sich zunächst drei Mischungen her, und zwar aus: 1. 30 Prozent Kaliumpermanganat, 10 Prozent Zink, 10 Prozent Magnesium und 50 Prozent Eisen; 2. 30 Prozent Salpeter, 30 Prozent Eisen, 20 Prozent Magnesium und 20 Prozent Aluminium; 3. $33^1/_3$ Prozent Baryumsuperoxyd, $33^1/_3$ Prozent Magnesium und $33^1/_3$ Prozent Aluminium. Diese Gemische werden auf einem Blech in langgestreckter Form abgegrenzt gelagert, so daß sie sich in einem Punkt berühren. Wird nun die Mischung 1 entzündet, so pflanzt sich die Verbrennung, immer schneller werdend, fort und verbreitet zuerst ein mildes, schließlich

ein grell weißes Licht. Die Pulvergemische können aber auch in Brikettform gepreßt und diese in Reihe aneinander auf einem Blech angeordnet werden; das erste Brikett lagert auf einem leicht entzündlichen Reaktionspulvergemisch, wodurch die Entzündung auf die anderen Briketts fortgepflanzt wird („Phot. Industrie“ 1907, Nr. 48, S. 1389; Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 368).

Ein zusammengeschmolzenes Gemisch von 1 Teil Schellack und 9 Teilen Strontiumnitrat, welches nach dem Erkalten gepulvert wird, gibt eine vorzügliche Basis zur Herstellung von Zeitlichtmischungen, so daß man durch Zusatz von Magnesium oder Magnesium-Aluminium eine sehr ruhig brennende Zeitlichtpatrone erzeugen kann.

A. J. Jarman stellt Zeitlichtpatronen durch Mischen von 2 Teilen gepulvertem Schellack, $^1/_2$ Teil Baryumnitrat, 1 Teil Kaliumchlorat und 2 Teilen Magnesium her; Schellack bewirkt langsames Brennen (wird in Kartonhülsen von ca. 3 cm Durchmesser gefüllt); auch Zink und Aluminiumstaub kann zugesetzt werden. Auch Mischungen, die Schwefel (statt Schellack), sowie Talg enthalten, sind verwendbar (The Camera 1908, S. 211).

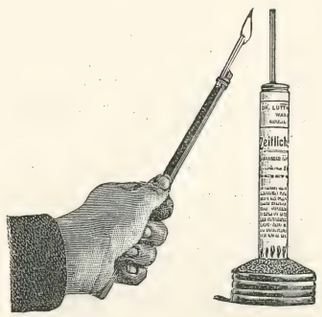


Fig. 332. Zeitlichtkerze der Leonarwerke.



Fig. 333. Packung von Zeitlichtpatronen.

Das „Zeitlicht“ wird in der Regel in zylindrischen Hülsen mit verschiedenem Durchmesser, z. B. 1 cm, in den Handel gebracht. Sie sind aus dünnem Pergaminpapier (etwa von der Art der dünnen transparenten Kuverts für Zelloidinbilder usw.) oder rascher abbrennendem nitrierten Papier gefertigt, unten verschlossen und oben gewöhnlich mit einem Zünder (Lunte) versehen; eventuell werden sie geöffnet und eine Lunte unmittelbar vor dem Gebrauch eingesteckt.

Die Photochemischen Werke „Tip-Top“ in Wien (C. Seib) bringen ihre Zeitlichtkerzen in prismatischer Form, sie tragen am Kopfende einen Zünder und lassen mit den dazu bestimmten Haltern überall dort, wo eine länger andauernde Belichtung vorgenommen werden soll, ein bequemes Arbeiten zu. In Brenndauern von 2 bis 120 Sekunden und drei verschiedenen Stärken hat man hier ein Kunstlicht, welches

besonders für mikrophotographische und kinematographische, ebenso auch für Aufnahmen unbelebter Interieurs sehr wertvoll ist.

Der Querschnitt dieser Lichtquelle ist um ein Vielfaches länger als dessen Breite, so daß, entgegen den sonst angewandten runden Hülsen, eine bedeutend breitere Flamme mit ausgedehnterer Lichtwirkung entstehen kann.

Die daran angebrachten Zünder sind von allen bisher gebräuchlichen gänzlich verschieden. Der magnesiumhaltige Zündsatz ist in Zelluloid eingebettet, wonach durch Pressen der homogenen Masse der Zündstift hergestellt wird. Ein Versagen der Zündung ist gänzlich ausgeschlossen.

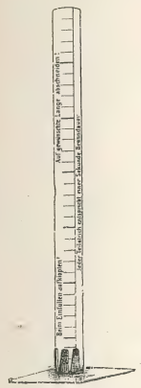


Fig. 334. Bayers Hülse und Halter für Zeitlichtkerzen.

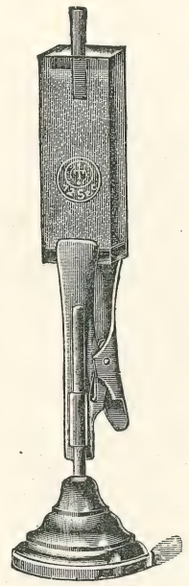


Fig. 335. Seibs Zeitlichtkerze mit Halter.

Fig. 332 zeigt eine andere Zeitlichtpatrone der Leonarwerke von Arndt & Löwengard in Wandsbek; Fig. 333 zeigt die Packung der Geka-Zeitlichtpatronen.

Die Farbenfabriken vorm. Bayer & Co. in Elberfeld bringen nitrierte Hülsen in den Handel, welche zwei aufgedruckte Skalenteilungen zeigen; die eine Skala gibt die Gramme des einzufüllenden Bayerschen Zeitlichtpulvers an, das lose eingefüllt wird; die andere Skala gibt die dazugehörige Brenndauer in Sekunden an (Fig. 334).

Die Kerzenhalter können aus Brettchen mit Nägeln und aufgebogenem Bleche improvisiert werden. Spezielle Zeitlichtkerzenhalter bringen verschiedene Firmen in den Handel. Fig. 335 zeigt den Zeitlichtkerzenhalter von C. Seib in Wien.

SECHSUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

ALUMINIUMLICHT. — ZINK. — KALZIUM.

Die Tatsache, daß Aluminiummetall beim Erhitzen in Sauerstoff „mit einem Glanze verbrennt, den das Auge kaum ertragen kann", war schon dem Entdecker des metallischen Aluminiums, dem Chemiker Wöhler, bekannt[1]).

Die erste Anwendung des in Sauerstoff verbrennenden Blattaluminiums zu photographischen Aufnahmen geschah durch den Engländer W. E. Debenham in einer Vorlesung am „City and Guilds Institute for the Advancement of Technical Education at South Kensington" im Jahre 1889; er beobachtete den großen Aktinismus des Aluminiumlichtes und stellte Porträtaufnahmen damit her[2]).

An der Luft brennt Aluminium in Blattform schwer; Aluminiumband ist kaum zu entzünden. Überhaupt entzündet sich Aluminium in jedweder Form schwieriger als Magnesiumpulver.

Aluminium, welches zu Blitzlicht verwendet wird, soll feinstens gepulvert und fettfrei sein. Nicht alle Aluminiumpulversorten des Handels sind deshalb gleich gut für diesen Zweck verwendbar[3]).

Der erste, welcher Aluminiumpulver als Lichtquelle mit Erfolg zu photographischen Aufnahmen anwendete, war M. Putz in Wien[4]); er mischte es mit Kaliumchlorat und bettete es zwischen zwei Schichten Kollodiumwolle ein; das Licht war sehr aktinisch, raucharm und ermöglichte die Aufnahme von Gruppen. — Staudenheim[1]) versuchte Aluminiumstaub (Aluminiumbronze) als Pustlicht in einer Schirmschen Lampe[1]), wobei aber das Aluminium viel schwerer sich entzündet als das Magnesiumpulver.

1) Gmelin, Handbuch d. anorgan. Chemie, 5. Aufl., 1853, Bd. 2, S. 275.

2) Phot. News 1889, S. 344.

3) Eine gute fettfreie Sorte von Aluminiumpulver liefert z. B. C. Falk & Comp., Blattgold-, Aluminium- und Bronze-Farbenfabrik in Wien IV, Margaretenstraße 22. — Käufliches Aluminiumpulver muß von anhaftendem Fett durch Glühen in einem halb zugedeckten hessischen Tiegel befreit werden.

4) Phot. Korresp. 1891, S. 290.

Genaue Untersuchungen über Aluminiumblitzlichtgemische mit sog. „Aluminiumbronze", gemischt mit Kaliumchlorat, stellte M. Glasenapp 1892 an[2]), erzielte jedoch keine genügend schnellen Verbrennungen und fügte deshalb Schwefelantimon zu, wodurch aber das Blitzlichtpulver gefährlich explosiv und stark rauchend wird. Auch ein Gemisch von 1 Teil Aluminiumpulver mit 3 Teilen Kaliumpermanganat versuchte Glasenapp mit Erfolg; später benutzte er ein Gemisch von Aluminium, Kaliumchlorat und rotem Phosphor, welches aber sehr explosiv ist[3]). Auch Villon hatte 1892 ähnliche explosive Gemische mit Aluminium, Chlorat, Zucker, Schwefelantimon, Ferrocyankalium usw. versucht; er fügte Strontium bei, um die Flamme zu färben[4]).

Da die Gemische von Aluminium und Permanganat langsamer verbrennen und schwerer zu entzünden sind als die analogen Magnesiumgemische (Eder und Valenta[5]), so fand es keinen Eingang in die photographische Praxis, obschon ein Gemisch von 1 Teil Aluminiumpulver mit 2 Teilen Kaliumpermanganat von E. Demole neuerdings empfohlen worden war[6]).

Günstiger wirkt ein Gemisch von Aluminiumpulver (Aluminiumbronze) mit Kaliumperchlorat, welches von A. Weiß unter dem Namen „Argentorat" seit ungefähr 1898 in den Handel kam[7]).

Die Geka-Kugelblitz-Gemische (von G. Krebs in Offenbach a. M.), welche in Form von Päckchen mit einem Faden aufgehängt und gezündet werden (s. u.), bestehen aus Aluminiumstaub und Kaliumperchlorat.

Ein gutes raucharmes Aluminiumblitzlicht gibt ein Gemisch von gleichen Teilen Aluminiumbronze und feinst gepulvertem Kaliumperchlorat (Eder). Größere Mengen brennen jedoch mit ziemlich starkem Knall ab.

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 381. — S. auch Bolas, Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 387.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 6; Phot. Mitteil. 1892.

3) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 398.

4) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 398, Bull. Assoc. Belge Phot. 1892, S. 387.

5) Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 386. — Glasenapp, Eders Jahrb. f. Phot. 1895, S. 11.

6) Bull. Soc. franç. 1898, S. 45; Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 450.

7) Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 451. — A. Weiß' Patent Nr. 101735 auf sein Argentorat-Blitzpulver (Aluminium- und Kaliumperchlorat) wurde später vom deutschen Patentamt 1901 für nichtig erklärt, Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 456.

H. Keßler stellte an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien vergleichende Versuche mit Aluminium- und Magnesiumblitzlicht an (Phot. Korresp. 1898, S. 483). Ein Gemisch von 1 Teil Aluminium mit 2 Teilen Kaliumpermanganat gab nur halb so viel Licht als 1 Teil Magnesium mit $^3/_4$ Teil Hypermanganat. Dagegen gab 1 Teil Aluminium mit $2^1/_2$ Teilen Kaliumchlorat und $^1/_4$ Teil Zucker dieselbe Helligkeit wie letzteres und brennt rasch ab (ist aber explosiv). Magnesium mit doppelten Mengen Kalium- oder Ammoniumpersulfat brennt rasch ab und gibt ebensoviel Licht wie Hypermanganat. — Das von anderer Seite empfohlene Gemisch von 1 Teil Magnesium mit 5 Teilen Baryumsuperoxyd ist wenig befriedigend (Eders Jahrb. f. Phot. 1899, S. 451).

Gemische von Aluminium und Magnesium im Blitzlichtpulver brennen rasch ab.

Eine Legierung von Aluminium und Magnesium gibt (in Pulverform verbrannt) ein sehr wirksames Blitzlicht (Deutsches Patent vom 18. November 1898, Nr. 100162).

Ein sehr schnell abbrennendes, dabei raucharmes Magnesium-Blitzlichtpulver, das ein sehr aktinisches Licht gibt, setzt man nach Romyn Hitchcock folgendermaßen zusammen:

Zuerst mischt man innigst:

Aluminiumpulver	2 Teile,
Magnesium	1 Teil.

Nun nimmt man:

Aluminium- und Magnesiumpulver-Mischung	10 Teile,
Chlorsaures Kali	5 Teile,
Übermangansaures Kali	1 Teil.

(Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 452.)

Aluminium wurde auch für Zeitlicht versucht. Brit. Journ. empfiehlt folgende Mischung: 6 Teile Aluminiumbronze (feinst pulverisiertes Aluminium), 6 Teile Salpeter, 6 Teile Baryumnitrat, 2 Teile Dextrin, 1 Teil Schwefel (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 401).

Anknüpfend an die in letzter Zeit erfundenen Magnesium-Sauerstofflampen (siehe S. 539) beschreibt Martin Kiesling eine rauchfreie Aluminium-Sauerstofflampe. Blattaluminium wird mittels elektrischen Stromes in einer mit Sauerstoff gefüllten Flasche verbrannt (Phot. Mitt., Bd. 37, S. 102; Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 573).

Ein sehr aktinisches Licht erhält man, wenn man Zink, Aluminium oder andere geeignete Metalle in einen starken elektrischen

Strom einschaltet; die Metalle werden mit starker Lichtentwicklung geschmolzen und geben eine Art von blendend hellem Blitzlicht, jedoch ohne merklichen Rauch. Dies ist ein Ersatz für Magnesiumblitzlicht (Courtier, Photography 1900, S. 306; Franz. Patent vom 12. Mai 1899; Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 572).

Zink.

Zink verbrennt in Sauerstoff mit bläulichem Lichte; es brennt aber schwer, raucht stark, das Licht ist nicht besonders hell[1]) und kann nicht mit Magnesiumlicht konkurrieren.

Besser eignen sich Legierungen von Zink mit Magnesium, welche hell brennen (Leroux[2]) und in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in der Absicht versucht wurden, um das damals sehr kostspielige Magnesium durch eine billigere Legierung zu ersetzen.

Auch Grant fand, daß gewisse Magnesiumlegierungen ein fast ebenso glänzendes Licht geben wie das reine Metall, und zwar von einer Farbe, welche je nach dem anderen Bestandteil der Legierung sich verändert. (Die Legierung von 1 Teil Zink und 2 Teilen Magnesium brennt leicht und mit etwas bläulicher Flamme, 1 Teil Zink mit 3 Teilen Magnesium gibt ein grünes Licht.[3])

Zinkäthyl ist eine Flüssigkeit, welche sich von selbst an der Luft entzündet und dabei ein glänzendes Licht liefert. Taylor schlug vor, das Zinkäthyl in ein Rohr zu bringen, das an einem Ende einen Brenner hat, und mit dem andern mit einem Wasserstoffapparat in Verbindung steht. Läßt man den Gasstrom über die Flüssigkeit streichen, so nimmt dieser Zinkäthyl auf und verbrennt mit lebhafter Flamme[4]). Dieses Licht ist aber weniger wirksam als Magnesium[5]).

Alle diese Arten des Zinklichtes fanden keine praktische Verwendung.

Kalzium.

Nach dem deutschen Reichspatente der Geka-Werke Dr. G. Krebs (D. R.-P. Nr. 226598 vom 14. Mai 1905) wird zwecks Herstellung von orthochromatischen Zeitlichtpulvern das Magnesium und Aluminium durch metallisches Kalzium ersetzt (Eders Jahrb. f. Phot. 1911, S. 357).

1) Bull. Soc. franç. 1869, S. 306.
2) Fortschritte d. Physik 1865, S. 245.
3) Polytechn. Zentralbl. 1865, S. 482.
4) Phot. Archiv 1869, S. 120.
5) Brit. Journ. Phot. 1871, S. 532.

SIEBENUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

PACKUNG UND ZÜNDUNG VON BLITZLICHTGEMISCHEN.

I. Loses Blitzlichtpulver, Blitzlichtpatronen und -folien.

Zur größeren Sicherheit beim Versenden und Erhöhung der Haltbarkeit der Blitzlichtpulver verpackt man für die Postversendung das Magnesium und den Sauerstoffträger separat und mischt beide erst vor dem Gebrauche. Man benutzt wohl hierzu Karton- oder Metallschachteln oder Büchsen, welche durch eine dünne Scheidewand in zwei Teile geteilt sind, wodurch die beiden Hauptbestandteile getrennt sind und nach Entfernung der Scheidewand die Mischung erfolgt (vgl. S. 541).



Fig. 336.
Helios Kugelblitz.

Das Blitzlichtpulver wird als loses Pulver hergestellt, und entweder in diesem Zustande auf einer unverbrennlichen Unterlage in Form eines Häufchens oder besser eines Walles ausgebreitet und dann vorsichtig entzündet, wobei man darauf achtet, daß die emporschießende Flamme keinen Schaden anrichtet.



Fig. 337.
Arndt & Löwengards
Autoblitzpatrone.

Sehr häufig wird das Blitzlichtpulver in Packungen dünner Papiersäckchen (Fig. 336 Helios Kugelblitz von Krebs mit Aufhängefaden und Zünder) oder Beutel (Fig. 337 Autoblitzpatrone von Arndt & Löwengard) in den Handel gebracht, welche man mit einer Schnur frei aufhängt und anzündet. Man verwendet auch Patronen. Dieselben müssen leicht verbrennliche Umhüllungen haben, ferner soll man (um stärkeren Knall zu vermeiden) die Patronen wenigstens am oberen Rande öffnen, bevor man sie in Gebrauch nimmt.

Zum Verpacken bedient man sich Seidenpapieres oder ganz dünner Pergaminpapiere oder nitrierten Papieres, welches den Vorteil des raschen und völligen Verbrennens mit sich bringt.

Die Entzündung dieser Patronen kann auf verschiedene Weise, wie weiter unten genauer beschrieben ist, geschehen.

Blitzlichtverpackung für Fächerblitz. Die Photochemischen Werke „Tip-Top“ von C. Seib in Wien bringen das Blitzlichtpulver in langgestreckten Schälchen in kompendiöser Packung mit Seidenpapierverschluß (Fig. 338) in den Handel; der Zünder wird durch einen Schlitz eingeführt.

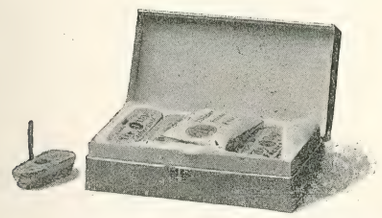

Fig. 338. „Tip-Top“-Blitzlichtpatrone.



Fig. 339. „Tip-Top-Sonnenblitz.“

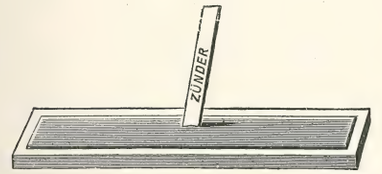


Fig. 340. Torpedoblitz der Geka-Werke.


Fig. 341. Momentkapsel
der Geka-Werke.

Der Sonnenblitz der Tip-Top-Werke hat Patrone, Zünder und Reflektor in einem einheitlichen Ganzen vereinigt (Fig. 339). Diese Anordnung ist einfach und zweckentsprechend. Die auf der Rückseite angebrachte Schlinge ermöglicht seine Anbringung an jedem beliebigen Orte, ein Reißnagel genügt dazu. Die verschiedenen Größen für Entfernungen bis zu 20 m tragen allen vorkommenden Fällen Rechnung.

Beim Torpedoblitz der Geka-Werke von Krebs in Offenbach wird das Blitzlichtpulver in Kartonschalen mit aufgebogenem Rand gegeben und Seidenpapier darüber geklebt (Fig. 340). Die Zündung erfolgt durch ein eingestecktes Zelluloidstäbchen, welches vorsichtig angezündet wird. Ähnlich ist die Packung derselben Fabrik in „Momentkapseln“. Das Seidenpapier soll vor dem Entzünden aufgerissen werden, um stärkeren Knall zu verhindern.

Fig. 342 zeigt die Form, welche Otto Spitzer (Berlin) den Blitzlichtpatronen gibt; sie enthalten 1 bis 20 g Blitzlichtpulver und werden mittels eines herunterhängenden Fadens oder durch Friktion (s. S. 582) entzündet; die Hülse besteht aus nitriertem Papier und besitzt einen Messingring, um die Patrone etwa 2 m hoch aufhängen zu können.

II. Blitzlichtfolien, Magnesiumleuchtgewebe.

Um dem Magnesiumlicht eine möglichst breite Ausdehnung, vereinigt mit schneller Brenndauer zu geben, kam York Schwartz auf den Gedanken[1]), das Magnesiumpulver über ein Gewebe zu verteilen, das sich rollen, falten und mit der Schere zerschneiden läßt. Gegen Reibungen und Schlag oder Stoß ist es unempfindlich. Man schneidet ein Stück ab und befestigt es mit einer Nadel oder dergl. in entsprechender Höhe an die Wand, oder auf ein durch Blech geschütztes Holz und zündet es direkt oder mit einer Salpeterpapierlunte an. Dadurch, daß man mehrere Gewebestücke nebeneinander befestigt und gleichzeitig

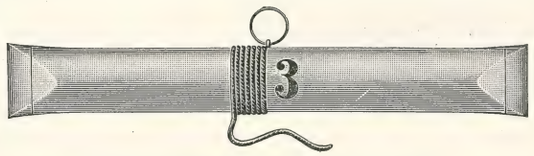


Fig. 342. Blitzlichtpatrone von Otto Spitzer.

anzündet, kann eine sehr breite Lichtwirkung erzielt werden. Besonders schnelle Verbrennung gibt ein fächerförmig gefaltetes Gewebe.

Die Blitzlichtfolien sind bequem in der Anwendung, haben aber den Nachteil, daß sie bedeutend langsamer als Blitzlichtpulver abbrennen, weshalb in der Praxis meistens letzteres vorgezogen wird. — Zur Herstellung solcher Blitzlichtpapiere empfiehlt „Monit. de la Phot.“ 1898 (auch „Brit. Journ. Phot.“ 1898, S. 406) Bestreuen von zwei Blatt wasserdichtem Papier, welche vorher mit Stärkekleister überzogen worden sind, mit Magnesiumpulver. Das eine Blatt wird dann auf das andere gelegt, so daß die Rückseiten nach außen kommen, und nun läßt man trocknen. Hierauf klebt man auf die Außenseiten zwei Blatt Kaliumchloratpapier und hüllt das Ganze in gewöhnliches Papier ein, um das Chlorat vor Einfluß von Feuchtigkeit zu schützen. Man erhält so einen dicken Karton, welcher für den Gebrauch in dünne Streifen geschnitten wird. Diese Steifen, an einem Ende angezündet, verbrennen vollständig, aber ziemlich langsam und erzeugen eine blendend weiße Flamme. (Vgl. auch S. 549.)

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 345; 1899, S. 450; 1902, S. 456.

III. Zündung von Blitzlichtgemischen.

Die Zündung von Magnesiumblitzlichtgemischen kann durch Papierlunten, Zündschnüre, auf elektrischem Wege, pneumatisch, durch Perkussion usw. erfolgen.

Man beachte die Regel, daß Blitzlichtpulver mit hellerer Lichtentwicklung und geräuschloser abbrennen, wenn man sie in Form eines langgestreckten Walles ausbreitet; kompakte Haufen geben geringeren Lichteffekt, weil die äußere Rauchhülle die innen entwickelte Lichtmenge nicht gut durchläßt; überdies geben große, kompakte Haufen von Blitzlichtpulver eine höhere Flammengarbe und neigen — falls überhaupt Explosionsmöglichkeit vorhanden ist — leichter zu Detonationen.

Die Unterlage des abzubrennenden Blitzlichtpulvers muß feuerfest sein, z. B. Asbestkarton, Blech, Stein usw.

Die Heftigkeit der Explosion scheint in hohem Grade von der Art der Zündung abzuhängen. Kiesling hat experimentell nachgewiesen, daß ein Pulver von ganz gleicher Zusammensetzung bei elektrischer Zündung oder solcher mit Lunte harmlos verpufft, aber explosiv wie Dynamit wirkt, wenn es durch einen Schlagbolzen (Knallkapsel, Knallpapier) zur Entzündung gebracht wird. Es ist daher in der Regel vorzuziehen, das Blitzlichtpulver durch einen elektrisch zum Glühen gebrachten Draht, oder durch eine glimmende oder langsam brennende Substanz zu entzünden; sehr gut bewähren sich schmale, etwa 5 cm lange Streifen aus Zelluloid, die man sich leicht durch Zerschneiden eines alten Films beschaffen kann (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 403 und 1906, S. 354).

1. Lunten.

Die Verwendung von Salpeterlunten, welche durch Eintauchen von Fließpapier in konzentrierte Kalisalpeterlösung und Trocknen hergestellt wurden, führten Stolze und Meydenbauer (1887) ein[1]).

Man zieht zu diesem Zwecke Streifen von starkem Fließpapier durch eine warme Lösung von 1 Teil Kalisalpeter in 2 Teilen Wasser[2]) und hängt zum Trocknen auf. Ein etwa 10 mm breites Salpeterpapier wird dachförmig (∧) gebogen, in das auf einen Haufen geschüttete Blitzlichtpulver hineingeschoben und an einem Ende entzündet.

1) Phot. Wochenbl. 1887, S. 181.

2) A. Süß mischt der Salpeterlösung Kaliumchlorat bei, und zwar löst er 150 g Kalisalpeter, 15 g Kaliumchlorat in 1 Liter Wasser. Das Saugpapier wird durch 10 Minuten eingetaucht, getrocknet und in Streifen geschnitten. Ein Streifen Zündpapier von 10 cm Länge und $^1/_2$ bis 1 cm Breite soll 15 Minuten lang glimmen (Phot. Wochenbl. 1902, S. 142).

Das Salpeterpapier glimmt langsam und zündet sicher. Zu Porträtaufnahmen ist diese Art der Entzündung weniger geeignet, weil vor der Entzündung der Hauptmasse sich kleine Lichtblitze momentan zeigen, welche die Person beunruhigen. In diesem Falle bindet man eine Rolle Salpeterpapier an einen langen Stock und berührt mit dem zum

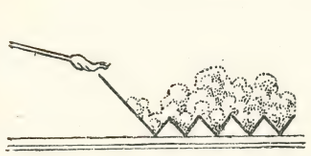


Fig. 343.

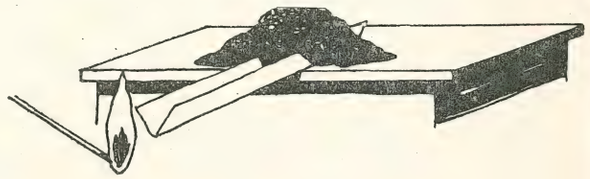


Fig. 344.

Entzündung von Blitzpulver mit einer Lunte.

Glimmen gebrachten Papier die Blitzlichtpulvermischung, die augenblicklich entzündet wird.

Man kann auch das Blitzlichtpulver auf einen etwa 1 cm breiten und 10 cm langen Streifen Salpeterpapier, welcher, wie Fig. 343 und Fig. 344 zeigen, geknickt oder gefaltet ist, legen und das Papier anzünden (Der Amateur 1904, S. 4).

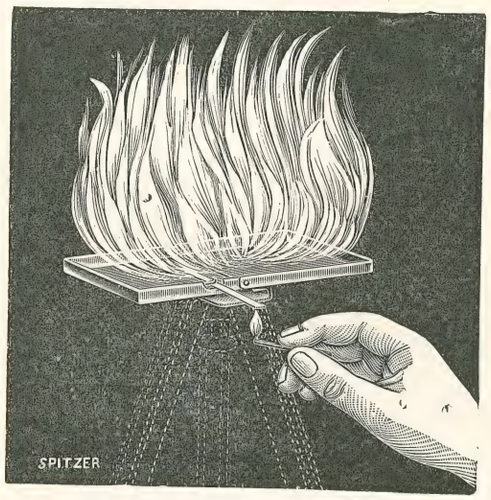


Fig. 345. Zündung nach Otto Spitzer.

Sicherer ist es, die Lunte nicht von unten und von oben anzuzünden, sondern sie horizontal seitlich vorstehen zu lassen, damit sich das Explosivpulver nicht vorzeitig entzündet und den Operateur verletzen kann (Fig. 344). Selbstverständlich muß die Unterlage feuersicher sein.

Fig. 345 zeigt nach Otto Spitzer in Berlin eine einfache und praktische Anordnung. Ein schmaler Salpeterpapierstreifen wird unter die Feder geklemmt, so daß die Hälfte des Streifens auf der Pulverpfanne liegt und die andere Hälfte zum Anzünden herausragt, alsdann wird das explosive Blitzlichtpulver auf die Pfanne geschüttet und recht breit auseinander gestreut, die Hälfte des Salpeterpapierstreifens ist somit bedeckt und nachdem man mittels eines Streichholzes oder einer brennenden Zigarre das Salpeterpapier an dem hervorstehenden Ende angezündet hat, glimmt es langsam weiter, bis die Glut das Blitzlichtpulver erreicht und dieses zur Entzündung bringt. Je nach der gewählten Länge des Salpeterpapierstreifens kann man den Zeitpunkt der Entzündung des Blitzlichtpulvers beliebig regulieren. Der Amateur

hat genügend Zeit, sich nach dem Anzünden des Salpeterpapierstreifens auf seinen Platz in der aufzunehmenden Gruppe zu begeben, um eventuell mit photographiert zu werden.

An Stelle des Salpeterpapieres kann man auch gewöhnliches Zigarettenpapier, in Streifen geschnittenes Zelluloid, Zelluloidfilms[1]) benutzen. A. Londe[2]) wickelt das Blitzpulver lose in Schießpapier (papier bengale, d. i. Papier aus Schießbaumwolle, oder nitriertes Papier) ein, befestigt daran einen etwa 25 cm langen Schießbaumwollfaden, welche Länge genügt, damit man sich nach der Zündung noch rechtzeitig entfernen kann. Vollführt man die Zündung mit einer Lunte oder Flamme aus größerer Entfernung, so kann das Anzündeende des Schießbaumwollfadens auch kürzer sein. Für langsame Zündung wird am Anzündende des Schießbaumwollfadens ein Stück gewöhnlichen Baumwollfadens befestigt, dessen Länge durch Versuche bestimmt und welcher infolge des langsameren Abbrennens dem Operateur gestattet, sich auf die Aufnahmeseite zu begeben. Große Mengen Blitzlichtpulver entzündet Londe auf einem Bauschen von Schießbaumwolle, über welche das Pulver gestreut wird[3]).

Eine kleine Weingeistflamme benutzt Hennig (Frankfurt a. M.) zur Zündung bei seinem Blitzlichtapparat „Rhaco“. Ein kleines mit Weingeist (oder Baumwolle mit Weingeist) beschicktes Schälchen befindet sich anfänglich außerhalb der Pfanne mit Blitzlichtpulver. Durch pneumatische Auslösung wird das Schälchen unter die Öffnung der Pfanne geschoben und entzündet das Pulver (Fig. 346 und 347). Vgl. auch bei „pneumatischer Zündung“.

2. Elektrische Zündung.

Der elektrische Funken einer Reibungselektrisiermaschine oder eines Induktionsapparates zündet die gewöhnlichen Blitzlichtpulvergemische nicht. Dagegen können fast alle derartigen Blitzlichtpulver mittels eines durch den elektrischen Strom zum Glühen gebrachten Drahtes (Eisen-, Platin-, Nickelindrahtes oder dergl.) zur Verpuffung gebracht werden.

Diese Zündungsart ist der Pyrotechnik und elektrischen Glühzündung von Sprengstoffen nachgebildet, bei welchen die freien, nicht isolierten Enden von Kupferdrähten in dem sog. „elektrischen Zündsatz“ durch feinen Platindraht verbunden sind; sobald der Platindraht durch

1) Vgl. Seite 567.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 396.
3) S. auch Lainer, Phot. Korresp. 1899, S. 33.

Schließen eines Stromkreises zum Glühen gebracht wird, entzündet sich der Zündsatz.

Elektrisch zu zündende Magnesiumblitzlichtpatronen hatte bereits 1893 Hackh aus Stuttgart an der k. k. Graphischen Lehr- und Ver-

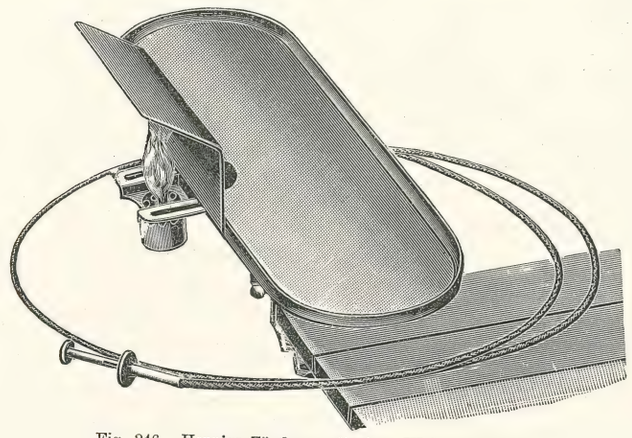


Fig. 346. Hennigs Zündung mit einer Weingeistflamme.

suchsanstalt in Wien mit Erfolg demonstriert (Eder). — R. Rousseau beschreibt gleichfalls Magnesiumblitzlicht-„Cartouches“ im Bull. Assoc.

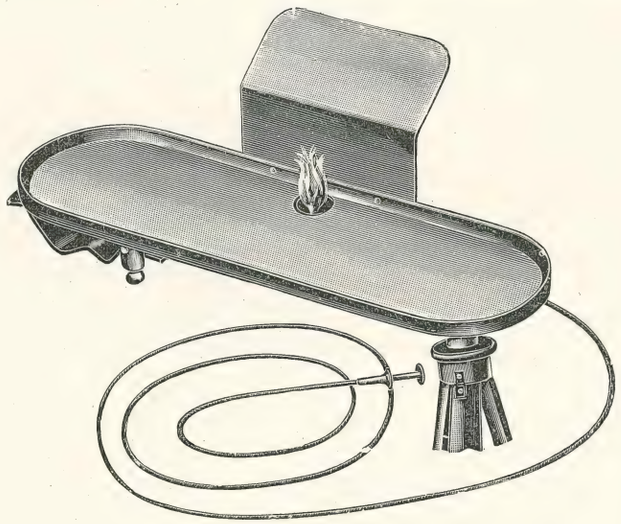


Fig. 347. Hennigs Zündung mit einer Weingeistflamme.

Belge de Phot. 1894, S. 478 (mit Figur); sie sind mit Kaliumchlorat, Schwefelantimon und Magnesium gefüllt. Hierbei erfolgt die Zündung

mittels eines feinen Platindrahtes ($^1/_{33}$ mm Durchmesser), welcher mittels einer galvanischen Batterie ins Glühen gebracht wird und der das Blitzlichtpulver entzündet. Ebenso gingen Gordes in Köln[1]) u. a. vor.

Von der Verwendung des sehr explosiven Chlorat-Schwefelantimongemisches kam man später ab und erkannte, daß die meisten gebräuchlichen Blitzlichtpulver sich ohne weiteres mittels elektrischer Zündung entzünden lassen.

Fr. Novak[2]) verwendete zwei Pinzetten, ähnlich einer Flachzange. Dieselben sind je an einen Eisenstab, der mit einer elektrischen Batterie verbunden ist, angeschraubt. In die Pinzetten wird 0,2 mm starker Eisendraht eingeklemmt, und zwar so, daß die Entfernung der beiden eingeklemmten Drahtenden ungefähr 3 bis 4 cm beträgt. Der Draht wird durch den Strom einer Tauchbatterie von 8 Smee-Elementen (ungefähr 8 Volt) leicht zum Glühen und Abschmelzen gebracht. Die Verbrennung geschieht auf einer Asbestunterlage, indem man den in die Pinzetten eingeklemmten Eisendraht mit dem zu verbrennenden Gemenge überdeckt und dann den Strom schließt. Es ist also ein Überträger der Zündung, wie Schießpulver oder Kollodiumwolle, gar nicht nötig.

Da aber manche Blitzlichtpulver doch nicht rasch und regelmäßig genug abbrennen, so schaltet man nicht selten entweder Schießpulver[3]) allein oder einen Zündsatz aus 3 Teilen Schießpulver und 1 Teil Kaliumchlorat (Krebs und Kieser[4]) ein, in welchen der zwischen zwei Klammern ausgespannte, etwa 0,2 mm dicke Platindraht oder dergl. liegt; zunächst flammt der Zündsatz auf und entzündet dann erst das Blitzlichtpulver. Beim Zünden mehrerer Lampen ist ein direktes Einbringen des Platindrahtes ohne Vorschaltung eines Zündsatzes nicht angängig, da die Zündungen sonst unregelmäßig erfolgen, außerdem auch durch die bei der Verbrennung von Blitzlichtpulver erzeugte sehr hohe Temperatur der Platindraht jedesmal durchschmelzen würde. Bei Anwendung mehrerer Lampen werden dieselben hintereinander geschaltet und möglichst nahe beieinander aufgestellt, um die leuchtende Fläche nicht zu groß zu gestalten (Krebs und Kieser).

Eine gute elektrische Zündung „Tor“ (Fig. 348) erzeugen die Photochemischen Werke „Tip-Top“ von Carl Seib in Wien. Sie dient zur Zündung des Sonnenblitzes (s. S. 565). Die Torklemme (Fig. 349)

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 386.
2) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 219.
3) Auch Schießbaumwolle ist zu verwenden.
4) Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 573.

besteht aus einem Bügel a, mit dem durch Fiber c isolierten Kontaktplättchen d, an welchem die Kabelenden befestigt sind. Das Kabel b geht durch den Bügel. Ferner ist, um Kurzschluß bei unvorsichtigem Hantieren mit dem Apparat zu vermeiden, eine Isolierscheibe, an einem Faden hängend, den Torklemmen beigegeben. Diese Isolierscheibe soll,

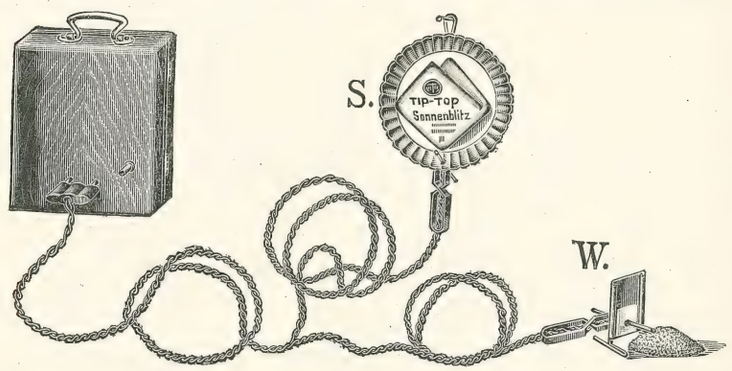


Fig. 348. Elektrische Zündung „Tor“ von Seib.

wenn nicht ein Torzünder in der Torklemme sich befindet, stets zwischen den Kontaktplättchen d eingeklemmt sein, namentlich wenn der Steckkontakt in die Kontaktdüsen eingeführt wird. Der Torzünder (Fig. 350): Ein Karton- oder Holzstreifen e wird am Kopf mit einer Masse, ähnlich der der schwedischen Zündhölzer, überzogen. Auf den Seiten des Kartons oder des Holzstreifens werden Kontaktplättchen g aus Messing angebracht, die mit einem feinen Draht f, welcher über den Zündkopf geht, verbunden sind. Der Hauptvorteil dieser Art Zünder besteht, neben der Garantie sicherer, ein Versagen ausschließender Zündung, in der durch die Länge des Zünders gebotenen Möglichkeit, durch geschicktes Arrangement die Torklemme außerhalb der Flammenwirkung des Blitzlichtpulvers zu bringen und dieselbe vor dem Zerstören durch die entstehende große Hitze zu bewahren. Für offenes Blitzlichtpulver und Fächerblitzlichtpatronen ist die Stellung des Zünders in der Torklemme, wie Fig. 348 oder 351 zeigt (Phot. Korresp. 1907, S. 446).

Fig. 349.

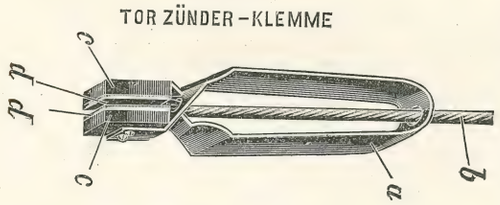


Fig. 350. Torzünder von Seib.

Fig. 352 zeigt Otto Spitzers Blitzlichteinrichtung für elektrische Zündung.

Man nimmt die Kontaktklemme und klemmt sie auf den Rand der Pulverpfanne. Ein Zünder wird an den Enden von der Umspinnung ca. 1 cm mit dem Taschenmesser befreit und in die nach

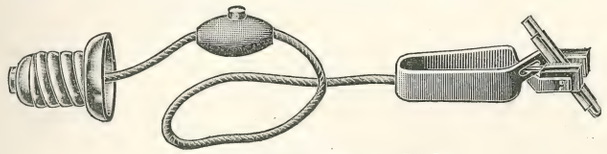


Fig. 351. Tor-Klemmen und -Zünder.

oben stehenden Klemmfedern gedrückt, so daß eine metallische Verbindung hergestellt ist. Es ist zu beachten, daß die Stelle, wo sich die beiden Enden des Zünders wieder vereinigen, noch umsponnen ist, da sich die beiden Kupferdrähte nicht unumsponnen berühren dürfen. Nun schütte man das betreffende Quantum Blitzlichtpulver auf die Pfanne und biege den Zünder so, daß die Zündpille in das Blitzlichtpulver hineinragt. Alsdann werden die zwei am Ende der Schnur befindlichen Stöpsel der Zuleitungsschnur in die Kontaktlöcher der Klemme gesteckt. Die in der Nähe des Druckknopfes befindlichen zwei Kontaktstöpsel werden erst jetzt in die Ösen der Batterie gedrückt und es kann nunmehr durch Druck auf den Druckknopf im geeigneten Moment das Pulver zur Entzündung gebracht werden. Es ist empfehlenswert, die Zündklemme

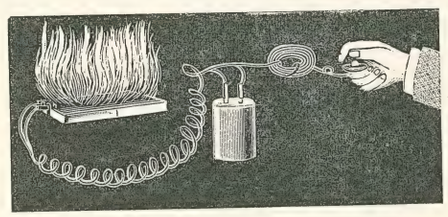


Fig. 352. Spitzers elektrische Blitzlichtzündung.

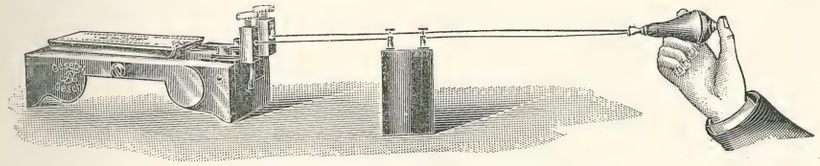


Fig. 353. Elektrische Zündung von Blitzlicht.

von Zeit zu Zeit an derjenigen Stelle zu reinigen, wo die Kupferdrähte des Zünders mit ihr in Verbindung gebracht werden, damit die metallische Verbindung nicht durch Ablagerung von Blitzlichtpulverstaub verhindert wird.

A. Tischler in München konstruierte (1901) einen Blitzlichtapparat („Moment“) mit elektrischer Zündung (Fig. 353). Die beiden

Klemmschrauben sind mit einem kleinen Akkumulator von 3 bis 4 Zellen oder einem Chromsäureelement durch Leitungsdrähte verbunden. Die Blitzlichtpatrone wird aufgelegt, und ein Baumwolledocht der Patrone mit einem feinen Draht in Berührung gebracht, welcher beim Schließen des Stromes ins Glühen kommt (Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 455).

E. Quedenfeldt zündet bei seiner elektrischen Blitzlicht-Fernzündung „Baldur“ (Fig. 354) unter Anwendung eigener Patronen. Sie haben die äußere Form von Glühlampensockeln und werden wie die Glühlichtbirnen in die allgemein gebräuchlichen Fassungen eingeschraubt. Ein feiner Platindraht entzündet das Blitzpulver beim Schließen eines elektrischen Kontaktes (sechs Trockenelemente). Dieses Magnesiumblitzlicht wird innerhalb eines mit transparentem, weißem, imprägniertem Stoffe verschlossenen transparenten, leicht zusammenklappbaren Kastens abgebrannt. Es strahlt zerstreutes Licht nach

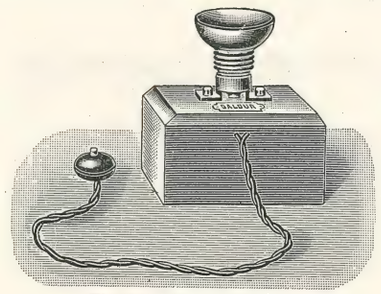


Fig. 354. Baldur-Blitzlichtlampe.

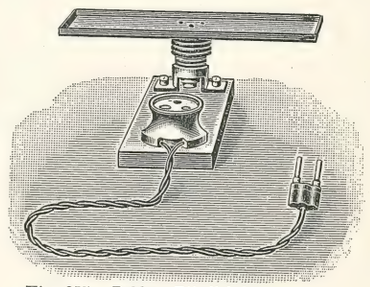


Fig. 355. Baldur-Blitzlichtlampe.

allen Seiten hin aus und bewirkt dadurch eine weiche, plastische Beleuchtung.[1])

Eine einfache „Baldur“-Blitzlichtlampe von Quedenfeldt[2]) mit langer Schale, bei welcher mit 3 m Schnur und Steckkontakt an vorhandene Batterie oder Lichtleitung einfach angeschlossen wird, zeigt Fig. 355. Die Zahl der so anzuschließenden Baldurlampen ist unbegrenzt, so daß in großen Sälen dieselben verteilt angeordnet werden können.

Nachtaufnahmen mit Goerz-Schillings' Nachtblitzlichtapparat. Der Gedanke automatischer Tieraufnahmen bei Nacht wurde zuerst von Schillings[3]) erwogen. Die hierbei verwendeten Apparate wurden unter Mitwirkung Schillings' von der optischen Anstalt C. P. Goerz in Berlin-Friedenau konstruiert und nach den seit Jahren seitens des-

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1902, S. 453; 1903, S. 396.

2) Eders Jahrb. f. Phot. 1906, S. 355.

3) „Mit Blitzlicht und Büchse“ von C. G. Schillings (R. Voigtländers Verlag, Leipzig).

selben in der afrikanischen Wildnis gemachten Erfahrungen neuerdings ganz erheblich verbessert. Um Nachtselbstaufnahmen von Tieren herzustellen, ist vor allem ein tadelloses Zusammenarbeiten aller mechanischen Teile und absolute Funktionssicherheit auch unter aller ungünstigsten klimatischen Verhältnissen erforderlich; müssen doch die Apparate oft tage- und sogar wochenlang aufgestellt stehen, allen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Außerdem aber muß die Konstruktion eine möglichst einfache sein, so daß ein jeder ohne besondere Übung damit umzugehen vermag. Die allen diesen Anforderungen entsprechenden Apparate der optischen Anstalt C. P. Goerz funktionieren in folgender Weise: das Tier berührt einen Faden, der zunächst eine das Objektiv sichernde Schutzklappe auslöst. Unmittelbar darauf wird das Blitzlicht und der Schlitzverschluß in Funktion gesetzt, und nach der Exposition bedeckt eine zweite Schutzklappe das Objektiv. Die Zündung des Blitzlichtpulvers kann auf zweierlei Art bewirkt werden. Bei den Apparaten, die Schillings benutzte, geschieht sie vermittelst einer Schlagröhre; wo Elektrizität vorhanden, läßt sie sich auch auf elektrischem Wege erreichen. Der Apparat besteht aus der Aufnahmekamera mit Spezialmechanismus und dem Stative für das Blitzlichtpulver mit Reflektor und Auslösevorrichtung. Das Kameragehäuse aus imprägniertem Holze ist mit Lederüberzug versehen und mit dem lichtstarken Goerz-Doppelanastigmaten „Celor“ ausgerüstet, als Verschluß dient der bekannte Goerz-Anschützschlitzverschluß vor der Platte. Für lange andauerndes Offenstehen der Kassette ist ein weiterer innerhalb des Kameragehäuses angeordneter Klappenverschluß vorgesehen. Zur Betätigung der einen Klappe greift ein federnder Stift *1* (Fig. 357) in einen mit der Klappe verbundenen Hebel ein. Wenn die Gardine aufgezogen ist, greift ein anderer Sperrstift *3* (Fig. 357) in den Rouleauaufzugsknopf ein, worauf die zweite Klappe festgestellt werden kann. Der ganze Hebelmechanismus liegt in einer Zwischenwand und ist durch eine Tür *4* (Fig. 357) nach außen hin verschlossen. Das zu dem Apparate gehörige Stativ mit Blitzlichtrinne (Fig. 358) ist so leicht wie möglich gehalten, es besteht aus Bambusstäbchen. Der Kopf des Stativs, sowie die Rinne für das Blitzlicht sind aus Nickelaluminium gefertigt. Die Blitzlichtrinne hat auf ihrer Grundplatte zwei Hebel *5* und *6* (Fig. 358), die auf der einen Seite einen Sandsack tragen, während auf der andern Seite ein leicht herausreißbares Stäbchen *7* (Fig. 358) eingeklemmt wird. Außerdem ist der Sandsack durch eine Schnur mit dem Schlagbolzen verbunden. Unter dem Sandsacke liegt ein Rahmen mit quer gespanntem, zur Kamera führendem Faden, der an einem Stäbchen endet. Der Apparat funktioniert nun in folgender

Weise: Das zu photographierende Tier kommt, eventuell angelockt durch einen Köder, in Berührung mit dem Faden *27* (Fig. 356), wodurch die erste Metallplatte herunterfällt und das Objektiv geöffnet wird. Mit diesem ersten Faden ist ein zweiter verbunden, welcher einen Stift aus dem Hebel herumreißt, so daß der Sandsack (Fig. 356) fällt, die eine Schnur (Fig. 356) berührt und den Schlitzverschluß auslöst. Beim

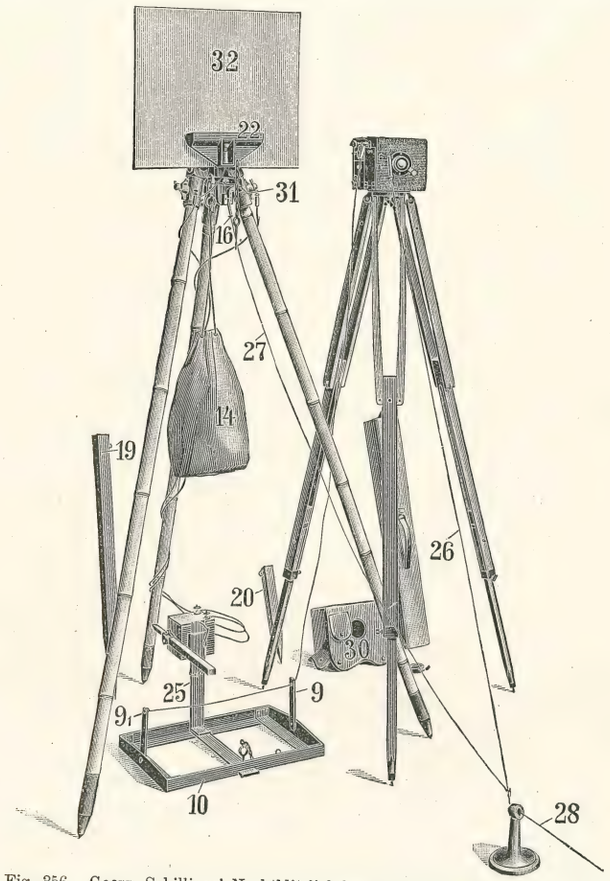


Fig. 356. Goerz-Schillings' Nachtblitzlichtlampe mit automatischer Auslösung.

Weiterfallen reißt der Sandsack den Schlagbolzen ab, worauf dann die Aufnahme erfolgt. Ist der Schlitzverschluß abgelaufen, so bringt er automatisch die zweite Metallklappe vor das Objektiv, so daß nunmehr die lichtempfindliche Platte trotz geöffneter Kassette nicht nachbelichtet werden kann. Selbstverständlich kann der Apparat erforderlichen Falles auch von dem in der Nähe verborgenen Aufnehmenden im richtigen Augenblicke selbst ausgelöst werden. Nur mit

Hilfe dieser Apparate, deren sichere Funktion erst nach eingehenden Proben und Studien erreicht wurde, war es möglich, wilde Tiere in Freiheit zu photographieren (Deutsche Phot.-Ztg. 1906, S. 812; Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 330 bis 332).

Einen neuen Blitzlichtapparat für nächtliche Tieraufnahmen hat Neuhauß (Phot. Rundschau 1907, S. 113) konstruiert. Die leitende Idee war, an die Stelle der von Schillings verwendeten Einrichtung eine solche zu setzen, die nicht durch verfrühtes Geräusch oder lange Brenndauer das aufzunehmende Tier scheu macht. Die bisherigen Publikationen erachten für solche Freiaufnahmen bei großen Objektiv-

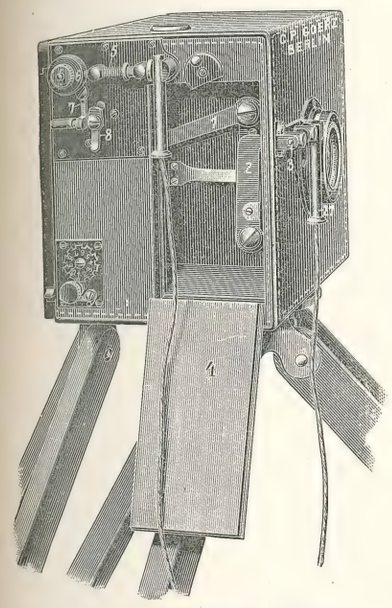


Fig. 357. Goerz-Schillings' Kamera.

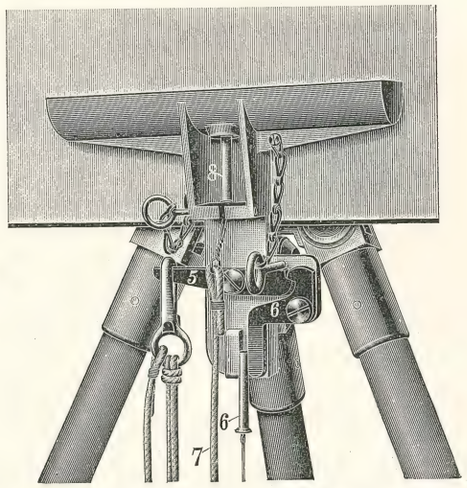


Fig. 358. Goerz-Schillings' Nacht-Blitzlichtapparat.

öffnungen ($f/5$ bis $f/6$) Mengen von 50 bis 500 g Blitzlichtpulver für nötig, Neuhauß erzielt ebenso reichlich exponierte Bilder mit 4 g Blitzlichtpulver, da er die Zeit der Abbrennung genau mit der Zeit des Abrollens des Schlitzverschlusses zusammenfallen läßt. Die Vorrichtung läßt sich mit jedem beliebigen Verschlusse kuppeln, auch wenn die Auslösung pneumatisch ist, und besteht im wesentlichen aus einer Stangenkuppelung der Welle des Momentverschlusses mit der Sperrklinke des Zündstiftes, indem dieser mit der Kuppelung durch eine kleine, etwas lockere Kette verbunden ist, die sich beim Drehen der Welle um eine Stange wickelt und durch ihre hierbei stattfindende Verkürzung den nötigen Zug an der Sperrklinke ausübt. Die Vorrichtung hat sich bei allen

Versuchen bewährt und gestattet Aufnahmen im Freien mit 4 g Blitzlichtpulver bei geringem Objektabstand mit Objektiven von $f/6$ Öffnung und 11 cm Brennweite, während früher viel größere Mengen nötig waren, um durch die Verlängerung der Blitzdauer die mechanischen Mängel in der Übereinstimmung von Verschluß und Blitz auszugleichen. Die nach Ostafrika abgegangene Expedition des Herzogs Adolf Friedrich von Mecklenburg hat den neuen Nachtblitzlichtapparat mit auf die Reise genommen. Die Erzeugung des durchaus einfachen und kompendiösen Apparates hat A. Stegemann in Berlin übernommen (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 371).

Ein einfaches Verfahren zur Herstellung von Blitzlichtlampen mit elektrischer Zündung ist folgendes[1]): In einen Holzpfropfen (Fig. 359) werden zwei parallele Bohrungen gemacht, darin zwei Leitungsdrähte aufwärts geführt, welche etwa 1 cm auseinanderstehen und oben zwei

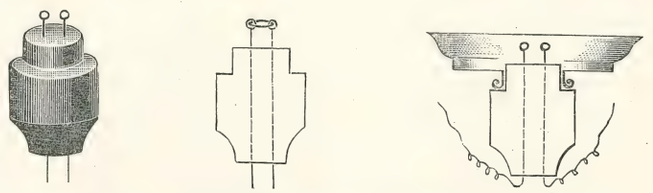


Fig. 359. Elektrischer Zündapparat.

Ösen haben. Sie werden mit einem feinen Neusilberdraht (von der G-Saite einer Geige) verbunden. Oben wird ein Blechteller aufgesetzt, über den Draht Schießpulver gestreut und darüber das Blitzlichtpulver. Eine Batterie bringt beim Niederdrücken eines Knopfes, wodurch der Stromkreis geschlossen wird, den Draht zum Glühen und das Blitzlicht zum Abbrennen.

In ähnlicher Weise sind zahlreiche Konstruktionen ausgeführt und in den Handel gebracht worden.

IV. Pneumatische Zündung.

Eine der ersten Methoden zur pneumatischen Zündung von Magnesiumblitzlichtpulver (mit Chlorat und Perchlorat) rührt von Müller[2]) (1889) her. Er bläst mittels eines Kautschukballons aus einer Glasröhre Lycopodiumstaub (Hexenmehl) in eine Weingeistflamme, wo-

1) Phot. Wochenbl. 1893, S. 219; Mercator, Die Verwendung künstlicher Lichtquellen zu Porträtaufnahmen usw. 1898, Halle a. S.

2) Müller, Bedeutung und Verwendung des Magnesiumlichtes in der Photographie, 1889 (Weimar).

durch ein weitgehender Feuerstrahl entsteht, der auf das Magnesiumgemisch trifft.

Das Prinzip des in Fig. 360 abgebildeten Apparates ist folgendes: Bläst man einen mit Lycopodiumstaub geschwängerten Luftstrom durch eine Flamme, so beobachtet man einen ziemlich weitgehenden Feuerstrahl. Letzterer ist nicht heiß und entzündet, direkt auf das Blitzlichtgemisch geblasen, dieses nicht, wohl aber unfehlbar Schießbaumwolle. Steht nun letztere mit dem Blitzlichtpulver in direkter Berührung, so erfolgt die Verpuffung. In Fig. 360 ist a ein Metallgefäß mit Lycopodiumpulver; der obere Teil ist mit Kork verschlossen, durch welchen ein gebogenes Metallrohr (mit Gummischlauch und Ballon) reicht. Drückt man auf den Gummiball, so reißt der Luftstrom das Lycopodiumpulver mit und tritt durch das Seitenrohr b aus, gelangt in die Kerzenflamme

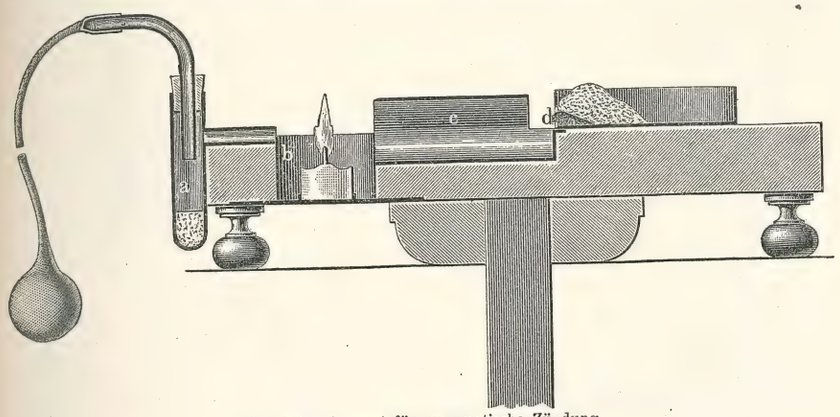


Fig. 360. Apparat für pneumatische Zündung.

und es tritt ein Feuerstrahl in das 6 cm lange und $2^1/_2$ cm weite Messingrohr. Dieses leitet die Flammenzunge gegen den flachen Kasten, worin das Blitzlichtpulver sich befindet, und welcher bei d eine kleine Öffnung besitzt, aus welcher ein kleiner Bauschen Schießbaumwolle herausragt. Innerhalb des flachen Kastens ist das Blitzpulver über das andere Ende des Bauschens von Schießwolle geschüttet; die Entzündung der Schießbaumwolle bewirkt die Entzündung des Blitzlichtpulvers. Will man den Apparat benutzen, so beschickt man ihn gänzlich, zündet dann erst die Kerze an, hütet sich aber, aus Unvorsichtigkeit vorzeitig den Gummiball zu berühren; im gegebenen Moment bewirkt der Druck auf den Gummiball die Entzündung.

Hesekiel und Link[1]) zündeten ihr Magnesium-Salpetergemisch

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 158.

mittels eines glühenden Drahtes. Als Brennstoff dient Spiritus, der, auf einem Asbestschwamm brennend, einen darüber befindlichen Draht im Glühen erhält (Fig. 361).

Bei einem Druck auf einen Gummiballon fällt nun der Draht in das Blitzlichtpulvergemisch, welches, in eine drehbare Repetiervorrichtung unter einem Teller eingefüllt, zu je 5 hintereinander folgenden Blitzen stets in Bereitschaft ist.

Gaedicke (1891) benutzte einen dicken schwammigen Karton, welcher durch Tränken mit Salpeter zu einer Lunte umgewandelt war, in ähnlicher Weise (anstatt des glühenden Eisendrahtes) zur pneumati-

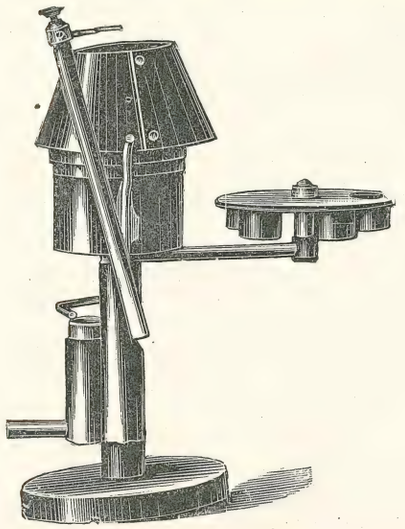


Fig. 361.

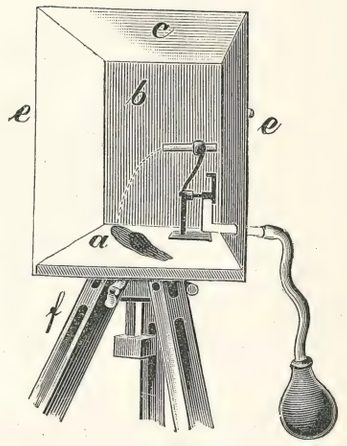


Fig. 362.

Lampen mit pneumatischer Zündung.

schen Zündung. Fig. 362 zeigt eine zerlegbare Laterne mit einklappbaren Wänden *bce*; bei *a* ist das Blitzlichtpulver, auf welches der pneumatisch auslösbare glimmende Luftdruckzunder fällt[1]).

V. Zündung durch Perkussion.

Die Verwendung einer Zündflamme kann durch Anwendung von Zündblättchen, sog. „Amorces“ der Pyrotechnik ersetzt werden, welche aus zwei aufeinandergeklebten Papierblättchen; zwischen denen sich die Zündmasse (z. B. Kaliumchlorat, roter Phosphor und Gummi) befindet, wie solche zu den bekannten Kinderpistolen verwendet und durch Schlag zur Detonation gebracht werden. Solche Lampen brachte

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 375.

z. B. Emil Wünsche[1]) in Dresden (ca. 1892) in den Handel (Blitzlichtlampe „Elektra“). Um die Lampe gebrauchfertig zu machen, zieht man den Hebel *a* (Fig. 363) so weit nach oben, bis derselbe an der Nase des rückseitigen Hebels einschnappt und hängen bleibt. Darnach dreht man die Sicherung *b* so weit herum, daß der Knopf *d* (Fig. 363 und 364) darauf zu sitzen kommt — wodurch einer vorzeitigen Auslösung des Hebels *a* resp. Entzündung des Blitzlichtpulvers vorgebeugt wird — und legt unter die Spitze des mit Anschlagplatte versehenen Stiftes *c* eins von den beigegebenen Zündblättchen und zwar so, daß die Spitze des Stiftes auf den erhöhten Punkt des Zündblättchens zu sitzen kommt. Das letztere ist dadurch festgehalten und kann bei einer etwaigen Bewegung der Lampe nicht wegrutschen. Das Blitzlichtpulver schüttet man nun auf und um das Zündblättchen herum und will man dasselbe entzünden, so genügt ein Druck auf den Kopf *d*, nachdem man kurz zuvor die Sicherung *b* wieder heruntergezogen hat. Zum Abbrennen der Lampe hat man nur eine Hand nötig; den geeigneten Moment hierzu zu erfassen, ist man bei dieser Lampe mehr als wie bei jeder anderen in der Lage.

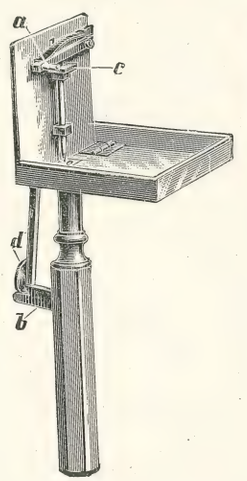


Fig. 363.

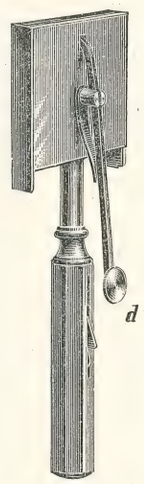


Fig. 364.

Lampe mit Perkussionszündung.

Auf demselben Prinzip beruht der Blitzlichtapparat „Stella“ von York Schwartz[2]). Er besteht aus einem Schlagbolzen, welcher mit einer Metallröhre samt Pfanne und Zündhütchen verbunden ist. Das Blitzlichtpulver (es darf nur die von der genannten Firma beigegebene Mischung *S* hierzu verwendet werden!) wird in die Patrone eingefüllt, auf die Pfanne ein Zündhütchen aufgesteckt und nunmehr diese mit dem Schlagbolzen verbunden. Die Zündung erfolgt durch Niederdrücken der Feder des Schlagbolzens, welcher, an einem gewissen Punkte angelangt, gegen die Pfanne vorschnellt und das Zündhütchen zur Explosion bringt.

Es ist überflüssig, die zahlreichen Varianten dieser Apparate anzuführen; jedoch soll besonders darauf hingewiesen werden, daß nicht

1) Eders Jahrb. d. Phot. 1893, S. 220.
2) Phot. Korresp. 1898, S. 658.

alle Blitzlichtpulver zu diesen Perkussionszündungen sich eignen (s. S. 567), weil sie hierbei zu Explosionen neigen.

VI. Die Friktionszündung

der Blitzlichtgemische ist der Friktionszündung von Geschützpulver in Kartuschen nachgebildet[1]). Sie besteht aus einem Metallröhrchen, in welches ein Messingdraht eingeführt ist. Der Draht ist an dem im Rohre befindlichen Teil mit einer stark gerauhten Fläche versehen, dem sog. „Reiber“, welcher von einem Zündsatz (z. B. Kaliumchlorat, Schwefelantimon, Glaspulver und Gummiarabikum) umgeben ist. Wird der Draht mit dem Reiber herausgerissen, so entzündet sich der Zündsatz, und die Flamme überträgt die Entzündung auf die Pulverladung.

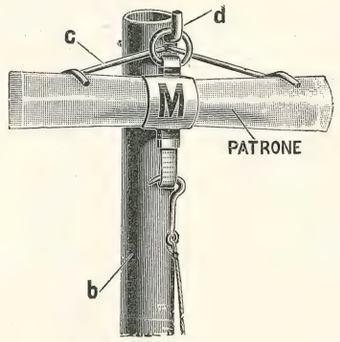


Fig. 365.
Blitzlichtpatrone mit Friktionszündung.

Solche Zündungen kommen in verschiedenen Abarten auch bei Blitzlichtpatronen in Anwendung.

Fig. 365 zeigt die Aufmachung einer Blitzlichtpatrone mit Friktionszündung nach Otto Spitzer (Berlin). Eine etwa 12 cm lange Messinghülse *b* wird über einen Stock *a* gegeben und am Haken *d* die Patrone mit zwei Geradehaltern *c* aufgehängt. Kurzes Reißen der Schnur bewirkt die Entzündung durch Reibung.

Über Friktionszündung von Hart s. Brit. Journ. Phot. 1910, S. 938 mit Figur.

Hier wäre auch jene Methode zu erwähnen, bei welcher durch Friktion gewöhnliche Zündhölzchen zum Entflammen gebracht werden und die Blitzlichtgemische dann entzünden[2]).

VII. Zündung mit Funken pyrophorer Metalle.

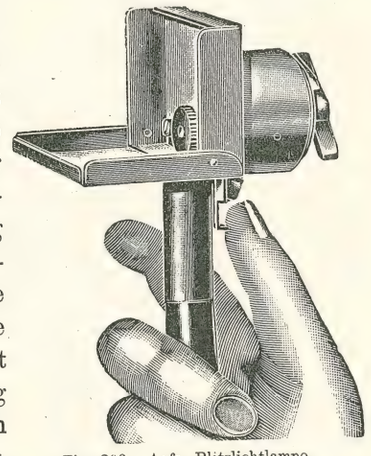
Einzelne Legierungen der Metalle der Ceritgruppe, namentlich die Legierungen des Cers mit Eisen, geben, wie Auer von Welsbach (D. R. P. Nr 154807) zuerst festgestellt hat, beim Reiben mit harten Körpern Späne, die sich an der Luft sofort von selbst entzünden und unter lebhafter Oxydbildung verbrennen. Beim Ritzen mit einer Feile oder mit einer Messerklinge entstehen Funken- oder selbst Flammengarben von beträchlicher Größe. Von diesem Verhalten der pyrophoren Cer-Eisenlegierungen macht man neuerdings auch Gebrauch, um leicht

1) Vgl. Lueger, Lexikon der gesamten Technik, 2. Aufl., V. Bd., S. 196.

2) Z. B. wird ein Streichholz mechanisch in der Blitzlichtlampe durch eine Reibfläche entzündet (Agfa-Lampe älterer Konstruktion. Eders Jahrb. f. Phot. 1909, S. 246).

entflammbare Flüssigkeiten (Benzin) oder explosible Gemenge zu entzünden, und hat sich hierfür insbesondere das von den Treibacher Chemischen Werken in Treibach sowie von der Pyrophor-Metallgesellschaft A.-G. in Köln in den Handel gebrachte „Auermetall“, das außer Cer noch ca. 30 % Eisen enthält, brauchbar erwiesen.

Die Zündung von Magnesiumblitzlichtgemischen mit funkensprühenden Metallen (pyrophoren Legierungen) ließ die Berliner Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation patentieren (D. R.-P. Nr. 230 100 vom 13. August 1909) und brachte sie in den Handel[1]). Die Lampe ist aus Nickelblech hergestellt (Fig. 366); sie wird an dem in der Figur sichtbaren Schlüssel aufgezogen, und damit ein Hebel gespannt, der mit dem aus pyrophorem Metall bestehenden Rädchen in Verbindung steht. Man schüttet das Blitzlichtpulver breit auf die Pfanne auf und sorgt dafür, daß sich an einer links von dem Rädchen befindlichen sichtbaren Schraube eine kleine Anhäufung befindet, weil dorthin der bei der Auslösung des Hebels entstehende Funke schlägt. Beim Gebrauche hält man die Lampe mit ausgestrecktem Arme weit von sich ab und führt die Entzündung herbei, indem man den Auslösungshaken mit dem Daumen nach unten zieht. Ebenso kann sie als Stehlampe Verwendung finden, indem sie auf einen Fuß angeschraubt wird. Dabei wird alsdann eine pneumatische Auslösung in Anwendung gebracht und die gespannte Feder durch einen Druck auf den Gummiball ausgelöst. Das an der Lampe befindliche Zündmittel reicht für mehrere hundert Zündungen aus.


Fig. 366. Agfa-Blitzlichtlampe.

Die photochemischen Werke von F. Hrdliczka in Wien benutzen (1910) zur Zündung bei ihren „Rembrandt-Taschenblitzlichtlampen“ einen pyrophoren Metallstift, welcher lange verwendbar bleibt und sicher zündet.

Auch andere derartige Einrichtungen wurden von anderer Seite beschrieben[2]).

1) Deutsche Photogr.-Zeitung 1910, S. 563.

2) Faltinger, Fiedler (Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 358).

ACHTUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

APPARATE, RAUCHFÄNGER UND ATELIERS FÜR MAGNESIUMBLITZLICHT. — VERSCHIEDENE ANWENDUNGEN DES MAGNESIUMBLITZLICHTES.

Magnesiumblitzlicht benötigt in der Regel nicht viel Apparate. Für einfachere Fälle genügt es, das Blitzlichtpulver auf eine Stein-, Asbest- oder Eisenplatte usw. oder in ein ganz flaches Eisenschälchen zu streuen, einen Zünder (Salpeterpapier) oder eine andere Lunte hineinzulegen und dann an einem Ende zu entzünden. Das Ganze kann auf einem Ständer nebst einem Reflektor in der in Fig. 367 angegebenen Art angeordnet werden.

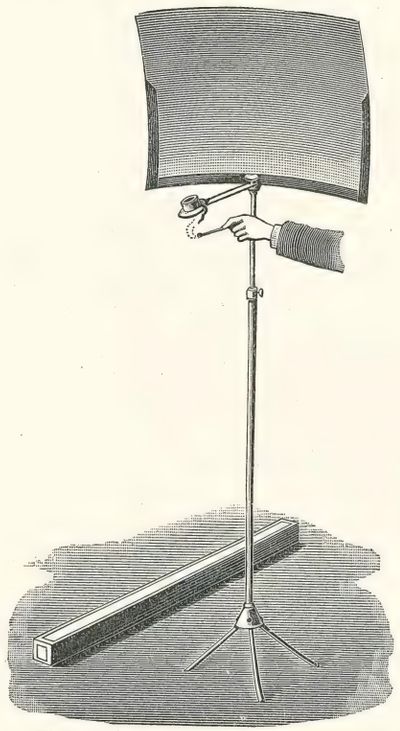


Fig. 367. Magnesiumlampe mit Reflektor.

Der Eisenschale kann man z. B. die in Fig. 368 abgebildete Einrichtung geben; ihre Umrandung besitzt einen Schlitz, durch den ein Streifen Salpeterpapier gesteckt wird. Derselbe geht bis in das Blitzlichtpulver, das man in der Wanne ausschüttet, und hängt nach außen herab; die Wanne hat eine Hülse, in die man einen Stock stecken kann, um die Lichtquelle beliebig hoch halten zu können (Photogr. Wochenblatt 1901, S. 380).

Dr. G. Krebs in Offenbach a. M. erhielt ein D. R.-P. Nr. 192652 (1907) auf eine aus einem zerlegbaren Gestell bestehende Blitzlichtvorrichtung für photographische Aufnahmen (Fig. 369), dadurch gekennzeichnet, daß eine in einen zerlegbaren Fuß *a* eingesteckte, aus einzelnen Teilen *bcd* bestehende Säule eine Anzahl drehbarer, abnehmbarer Tragarme *fhklop* trägt, welche mit Vorrichtungen *gimn* zum Halten der verschiedenartigen Leuchtsatzpackungen und eines Reflektors eingerichtet sind (Phot. Chronik 1908, S. 226).

Chas. H. Nichols in St. Louis offeriert (1903) eine Blitzlichtlampe mit Beleuchtungsschirm, welche auf einem Stativ beweglich befestigt ist, wie Fig. 370 andeutet.

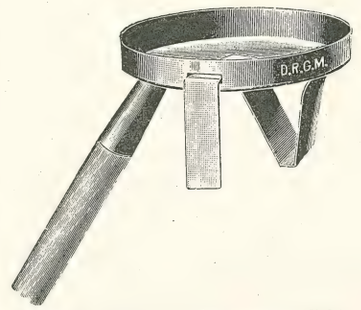


Fig. 368. Ständer für Magnesiumblitzlicht.

Porträt- und Gruppenaufnahmen erhalten eine weichere Beleuchtung, wenn man das Magnesiumblitzlicht durch entsprechend große, weiße transparente Schirme (Pausleinwand, event. durch Imprägnieren unverbrennlich gemacht, nasse Leinwand), mehrfache Schichten Seidenpapiers, mattes Glas usw. fallen läßt. Auch blaue Gläser wurden versucht, um das Licht für die Augen milder zu machen[1]).

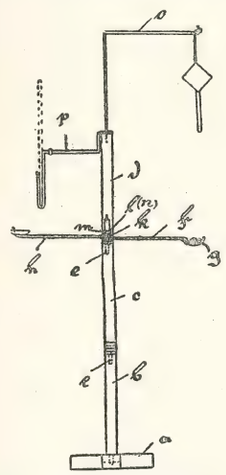


Fig. 369. Blitzlichtständer.

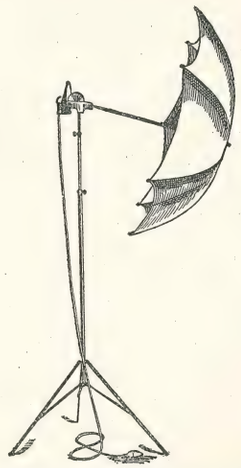


Fig. 370. Blitzlichtlampe mit Reflektorschirm.

Zur Beseitigung oder Vermeidung des stets mehr oder weniger stark auftretenden Rauches bei Blitzlicht werden entweder sog. „Rauchfänger“ oder „Rauchabzüge“ angewendet. Es ist dies wichtig, nicht nur um die Belästigung durch Rauchentwicklung in Zimmern zu ver-

1) Poulenc, Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 574.

meiden, sondern um die Trübung der Atmosphäre nach einer Blitzlichtaufnahme zu verhindern, welche Vornahme neuer Aufnahmen für längere Zeit unmöglich macht, da bekanntlich der feinverteilte Magnesiumoxydstaub nur langsam durch Lüftung zu entfernen ist.

Bereits Gaedicke und Miethe benutzten einen flachen, an einer Seite verglasten Blechkasten, aus welchem ein kurzer Schornstein mit seitlichem Knie herausführte, der am Ende mit einer sich nach außen öffnenden Klappe versehen ist. Man entzündet darin mit der Lunte das Blitzlicht; der entwickelte Rauch bleibt im Kasten, welchen man dann ins Freie tragen und den Rauch ausströmen lassen kann. Die Klappe öffnet sich nach außen, sobald ein starker Gasdruck beim Entzünden erfolgt.

Dr. Meydenbauer[1]) benutzt ein großes Einsiedeglas von 9 Liter Inhalt, auf dessen Boden das Pulver in einem Metallschälchen liegt, während nach dem Anzünden des Zünders von oben ein schlaffer Sack um den Rand des Gefäßes mit einer Schnur gezogen wird. Das Pulver bläst beim Verbrennen den Sack hierbei völlig auf, welcher beim Abkühlen wieder zusammenfällt und allen Qualm enthält. Größere Mengen Blitzlichtpulver können die Gläser zerschmettern (!). — Harbers-Scharmachs kamen später auf die Meydenbauersche Idee zurück (Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 329).

Aus diesen ersten Anfängen entwickelten sich diverse Rauchfänger.

Einen sehr guten zusammenlegbaren Blitzlichtapparat mit Rauchfängersack bringt die photochemische Fabrik von F. Hrdliczka in Wien in den Handel. Es wird das Blitzlichtpulver mittels Zündstift in einem transparenten Sack abgebrannt.

Aufgestellt mißt der Sack 75 × 60 cm, derselbe ist aus gasdichtem weißen Stoff gearbeitet, und hat die Einführungsöffnung für die zur Aufnahme des Blitzlichtpulvers bestimmte Pfanne in der unteren Hälfte der Rückwand, wie Fig. 371 zeigt. Die Pfanne faßt glattgestrichen 5 g Blitzlichtpulver. Die umlegbaren Tragspreizen des Sackes sind an einer Metallflansche befestigt, an welche die Pfanne mit der Zündvorrichtung, also die eigentliche Blitzlichtlampe, durch einen einzigen Handgriff gasdicht angeschlossen wird. Die Zündung geschieht durch einen pyrophoren Metallstift, welcher für mehrere hundert Zündungen ausreicht. Zum Halten des Apparates dient ein abschraubbarer Handgriff, über welchem sich der Knopf zum Spannen und Abziehen der Zündung befindet.

1) Phot. Wochenbl. 1877, S. 182.

Der Sack wird vor der Verwendung innen mit Wasser befeuchtet. Bei der Aufnahme wird der Apparat in die Höhe gehalten (Fig. 372).

Nach Versuchen an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien gibt Hrdliczkas Apparat sehr zufriedenstellende Resultate. Der Sack hält den Rauch vollkommen zurück und ist lichtdurchlässig genug, um völlig ausexponierte scharfe Bilder zu geben. Die Zündung funktioniert sicher. Er ist, wenn die Lampe einmal im feuchten Sacke eingeschlossen, gänzlich feuerungefährlich und hat vor vielen anderen mit Rauchfängern versehenen Apparaten überdies den Vorteil leichter Transportfähigkeit, da er zusammengelegt nur einen sehr kleinen Raum einnimmt.

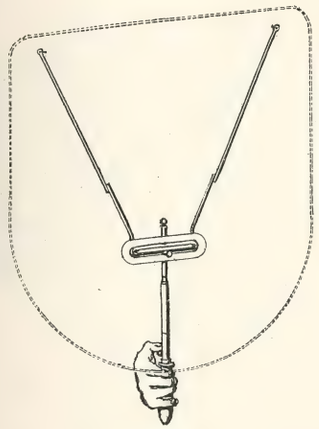


Fig. 371.



Fig. 372.

Hrdliczkas Rauchfängersack.

E. Quedenfeldt[1]) in Düsseldorf benutzt einen zusammenklappbaren Kasten aus weißem imprägniertem Stoff. Derselbe läßt sich kofferartig zusammenlegen und ist bei geringstem Gewicht sehr leicht transportabel. In dem Rauchfänger können eine oder zwei Patronen gleichzeitig abgeblitzt werden, was einer Pulvermenge bis 20 g entspricht. Durch große Lichtdurchlässigkeit nach allen Seiten hin wird eine weiche und plastische Beleuchtung erzielt.

Fig. 373 zeigt den Quedenfeldtschen Blitzlichtapparat „Baldur“ mit Rauchfänger, Kamera und elektrischer Zündungsbatterie.

Houghton & Co. in Glasgow bringen eine Lampe mit kastenförmiger Umhüllung in der in Fig. 374 abgebildeten Form in den

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 397.

Handel. Das Magnesiumblitzlicht wird durch eine Perkussionskapsel entzündet, deren Schlagvorrichtung pneumatisch ausgelöst wird (Yearbook of Phot. 1904, S. 500; Eders Jahrb. f. Phot. 1905, S. 309).

Otto Spitzers (Berlin) Blitzlichtapparat mit elektrischer Fernzündung und Rauchsack zeigt Fig. 375.

Ein Pulverbeutel wird hinter zwei Haken gesteckt. Dann nimmt man einen Blitzlichtzünder und befreit die beiden Enden ca. $1^1/_2$ cm lang von der Umspinnung mit einem Taschenmesser. Dabei ist zu beachten, daß die Stelle, wo sich die

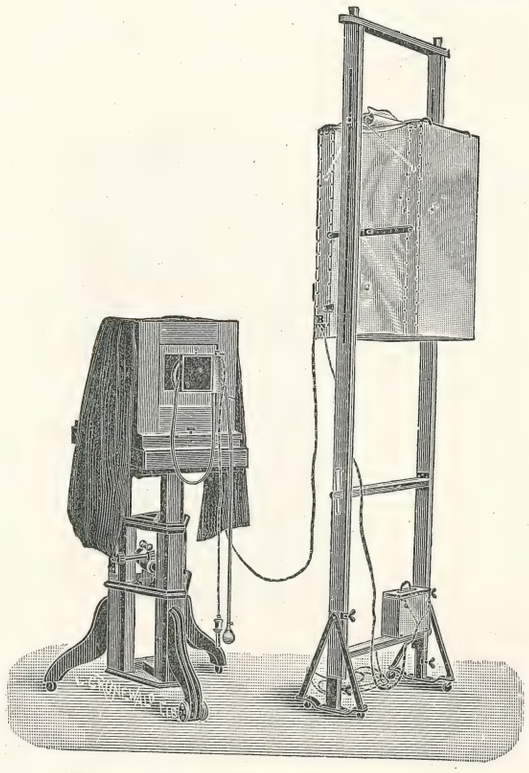


Fig. 373. Blitzlichtapparat „Baldur" im Atelier.

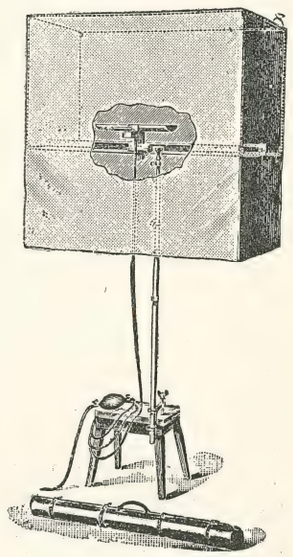


Fig. 374. Rauchfängerkasten.

beiden Enden des Zünders wieder vereinigen, noch umsponnen bleibt, da sich die beiden Kupferdrähte nicht unumsponnen berühren dürfen. Nun biegt man die beiden blanken Enden des Zünders ca. 5 mm rechtwinklig um, steckt die dadurch entstandenen Haken in hierzu bestimmte Öffnungen und drückt Kontaktstifte in diese Öffnungen, so daß die Enden des Blitzlichtzünders innige metallische Verbindung erhalten. Die Zündpille muß so tief als möglich in den Beutel hineinragen, so daß das nunmehr einzuschüttende entsprechende Quantum Blitzlichtpulver mit der Zündpille in Berührung kommt. Sodann hängt man den Apparat bei Benutzung einer Blitzlichthülle mit seiner oberen Öse an den an einer Stange befindlichen Haken. Im Falle die Rauchentwicklung nicht störend empfunden wird, so daß ohne Blitzlichthülle gearbeitet wird, kann man

den Apparat an jeden beliebig geeigneten Platz aufhängen oder auch in der Hand haltend betätigen. Bei Verwendung der Blitzlichthülle wird nun der Rauchsack geschlossen und die Anschlußstöpsel in zwei untere Öffnungen gesteckt. Sodann verbindet man die Dauerbatterie mit den in der Nähe des Druckknopfes befindlichen zwei Kontaktstöpseln durch Eindrücken derselben in die aus der Batterie herausragenden zwei Ösen und kann nunmehr durch Druck auf den Druckknopf im geeigneten Moment das Pulver zur Entzündung gebracht werden.

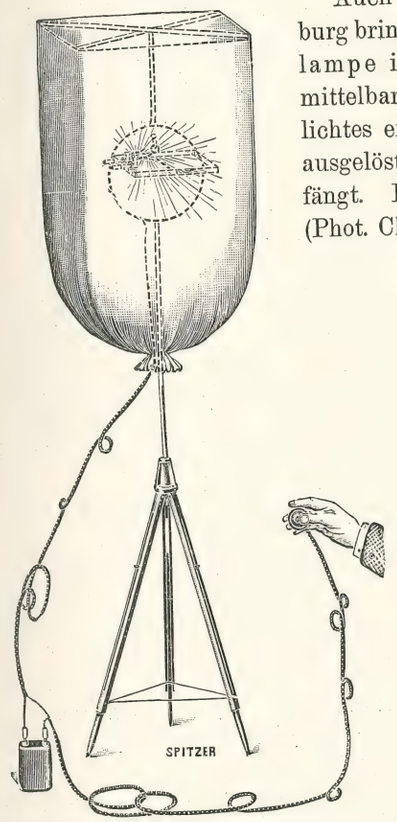


Fig. 375. Blitzlichtapparat mit Rauchsack.

Auch Friedr. Schroeder in Brandenburg bringt eine Magnesiumblitzlichtlampe in den Handel, bei welcher unmittelbar nach dem Abbrennen des Blitzlichtes ein viereckiger Sack pneumatisch ausgelöst wird, herabfällt und den Rauch fängt. Fig. 376 zeigt diese Vorrichtung (Phot. Chronik 1903, S. 94).

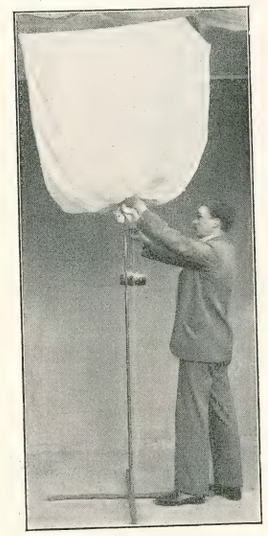


Fig. 376. Blitzlichtapparat mit Sack.

Alexandre entzündet das Blitzlicht in einer Art Blasbalg aus geräumiger, gefalteter, transparenter, gefirnißter Leinwand (Fig. 377). Zur Zündung dient etwas Schießbaumwolle. Der Rauch wird in der Stofflaterne zurückgehalten; diese wird ins Freie getragen und der Rauch durch Zusammenfalten entfernt. Der Apparat ist seit längerer Zeit in Verwendung (Photo-Gazette 1903, S. 82; Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 396).

Charles Klary in Paris erhielt ein Patent in Kl. 57, Nr. 114925 vom 26. April 1898 auf einen Blitzlichtapparat mit Rauchfänger

(Fig. 378 und 379), bei dem die Zündung und die Auslösung des sich selbsttätig schließenden Rauchfängers durch eine gemeinsame Auslösung bewirkt werden. Zur Zündung dienen auf Zündpillen niederfallende, in den Figuren nicht sichtbare Hämmer. Dieselben sitzen auf der Achse *a* des Hebels *lf*, der unter Federspannung steht und das Bestreben hat, sich entgegengesetzt dem Uhrzeiger zu drehen, wodurch er die Hämmer zum Niederfallen bringen würde. Der Hebel *lf* wird aber durch den Anschlag *x* des Hebels *n* gesperrt und erst freigegeben, wenn der Hebel *n* durch den auf seinen Anschlag *z* wirkenden pneuma-

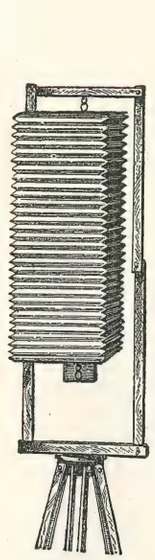


Fig. 377.

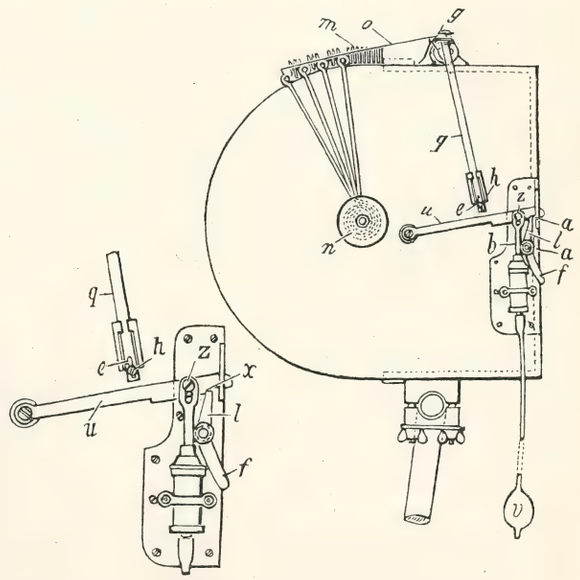


Fig. 378.
Blitzlichtapparate mit Rauchfänger.

Fig. 379.

tisch (durch Druck auf den Luftball *v*) bewegten Kolben *b* gehoben wird. Der Druck auf *v* bewirkt also die Zündung. Die Auslösung des Rauchfängers *m* bewirkt er ebenfalls, und zwar auf folgende Weise. Der Rauchfänger ist ein Faltvorhang, der unter Wirkung der Feder *n* steht. Er wird vermöge der Kette *o* bei *g* durch eine Sperrung gehalten, die durch Aufwärtsbewegung der Stange *q* gelöst werden kann. Die zur Auslösung nötige Aufwärtsbewegung der Stange *q* wird nun dadurch bewirkt, daß der Hebel *n* gegen einen Anschlag *h* der Stange *q* stößt. Dieser Anschlag ist in dem Spalt *e* der Stange *q* verschiebbar und einstellbar, so daß man die zwischen Zündung und Niederfallen des Rauchfängers verfließende Zeit beliebig verändern und dadurch, da

der Rauchfänger undurchsichtig ist, die Belichtungsdauer regeln kann (Phot. Chronik 1901, S. 177).

Der Salon-Blitzlichtapparat „Foco“ von Louis Lang (E. Wünsches Nachf.) in Dresden besteht gleichfalls aus einem sackartigen Rauchfänger (Fig. 380), unter welchem das Blitzlicht abgebrannt wird; der Rauch steigt empor und der rasch hinaufgeschobene Boden des Apparates schließt ihn ziemlich rauchdicht, so daß er ins Freie getragen werden kann.

Der Weißsche[1]) Blitzlichtapparat, welcher von Voltz & Weiß in Straßburg i. E. in den Handel gebracht wird, besitzt einen Rauchsack, eventuell mit Abzugsschlauch. Der über das Blitzlichtgemisch gespannte

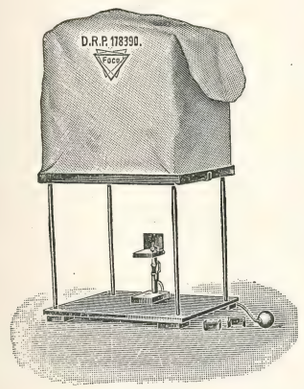


Fig. 380.
Blitzlichtapparat mit Rauchfänger.

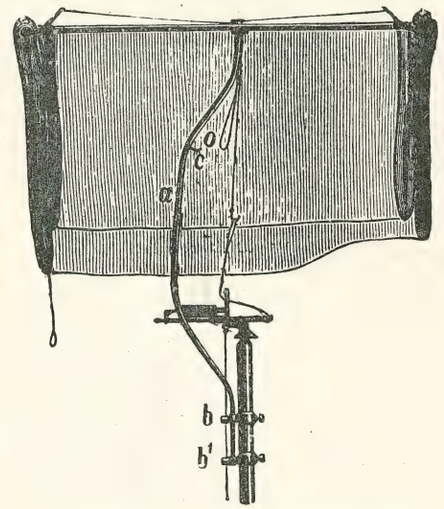


Fig. 381. Weißsche Lampe mit Rauchfänger.

Sack ist gefaltet und mittels eines Seidenfadens gehalten; im Momente der Entzündung des Blitzlichtgemisches brennt der Seidenfaden durch und der Sack stürzt über die Lampe herunter, fängt den Rauch, wird schnell mittels eines Zuges zugeschnürt und ins Freie getragen.

Fig. 381 zeigt die Einrichtung des sackartigen Rauchfängers, in dessen Innern eine schleifenförmige Schnur *o* hängt, die mit einer Hakenschnur verbunden ist; diese Schnüre laufen durch die Mitte des Rauchfangs nach außen und sind mit zwei federnden Hebeln verknüpft. Wird nun die schleifenförmige Schnur nach unten gezogen und in das an der Trägerstange festgelötete Häkchen *c* vorläufig eingehängt, so bleiben die beiden Hebel wagerecht stehen. Den unteren Reif des

1) Deutsche Photogr.-Zeitung 1900, S. 126.

Rauchsackes legt man dann auf diese Hebel, und zwar so, daß der Stoff innen und außen glatt herunterhängt. Ein Seidenfaden wird durch die Rückwand der Lampe gezogen, vorne an der Messinghülse eingehängt und mit dem andern Ende in die angezogene Hakenschnur befestigt. Jetzt wird der Sack nur durch den Seidenfaden in die Höhe gehalten. Beim Abbrennen des Blitzes wird der Seidenfaden durchgebrannt und der Sack stürzt herunter und wird zugeschnürt[1]).

In dem Zeitraum von 1894 bis 1900 begann von mehreren Photographen die Einführung spezieller Blitzlichtateliers in die Praxis. In diesen gelangt der entwickelte Rauch des Blitzlichtes nicht in den Auf-

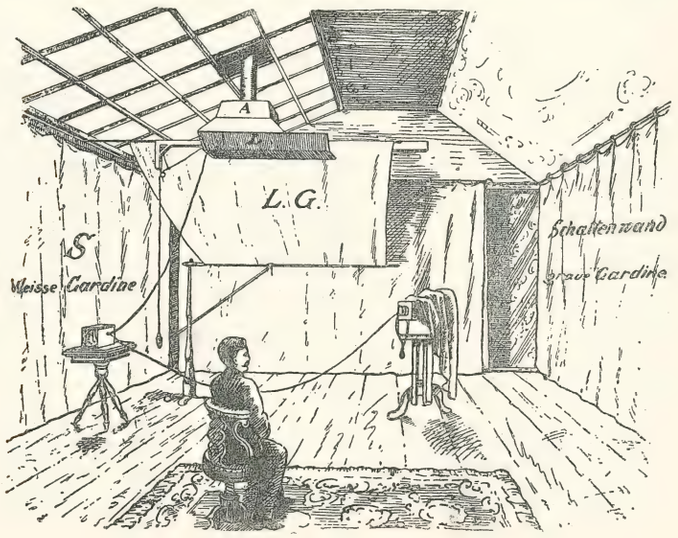


Fig. 382. J. Kösts Blitzlichtatelier.

nahmeraum, sondern er wird ins Freie geleitet. Elektrische Zündung gestattet das Abblitzen mehrerer Lampen; Diffusoren macht das Licht weich.

J. Köst in Frankfurt a. M. konstruierte 1894 ein Magnesiumblitzlicht-Atelier, welches aus einem laubenartigen, vorn offenen, an den anderen Seiten und dem Dach rings mit Mattglas verglastem Raume von etwa quadratischem Grundriß und $2^1/_2$ bis 3 m Seitenlänge besteht. Dieses Glashäuschen kann in irgend einem Innenraume aufgestellt werden. An einer Seitenwand und auf dem Dach sind außen nahe der Verglasung eine Anzahl (5 bis 6) Magnesiumlampen angeordnet, welche passend verteilt sind, um ein gutes normales Seiten- und Oberlicht zu geben. Die Lampen bestehen aus einem Vorratsraum, welcher zur

1) Schnauß, Die Blitzlichtphotographie, 1902, S. 128.

Aufnahme der Magnesiumpatronen dient, und einer Vorrichtung, welche deren Entzündung durch einen Schlagstift und eine zündhutartige Einrichtung bewirkt. Die Patronen sind parallelepipedische Messingklötzchen, welche im Magazin aufeinander geschichtet liegen und in einen zylindrischen Bohrung das Blitzlichtpulver enthalten. Sämtliche Lampen sind durch Schnurläufe so in Verbindung mit einer Welle gebracht, daß durch Drehen derselben alle Schlagstifte gespannt und in jede eine frische Patrone vor den Stift gleitet. Zur Beleuchtung des Modells zwecks Einstellung dient eine Gasflamme, welche oberhalb seitlich angebracht ist (Photogr. Chronik 1894, S. 218).

Fig. 382 zeigt die Einrichtung eines nach diesen Prinzipien konstruierten Köstschen Blitzlichtateliers[1]). Innen befindet sich ein Tunnel aus Mattglas, um den ein zweiter Tunnel fast parallel mit dem ersteren gelegen ist. Dieser erste Tunnel hat blendend weiße, nach innen reflektierende Flächen. Die Dimensionen des Tunnels seitlich und in der Höhe erweitern sich nach hinten zu, also nach dem Ende, wo die Hintergründe ihren Platz finden, gegenüber dem Apparate, und bewirken durch diese divergierende Stellung eine größtmögliche Ersparnis an Licht.

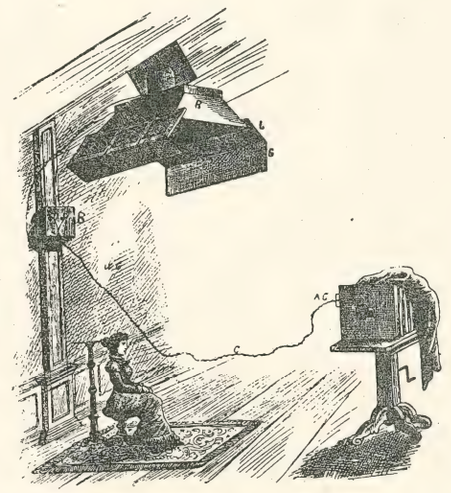


Fig. 383. Bernhoefts Apparat.

Das Blitzlichtatelier des Photographen Ch. Bernhoeft in Luxemburg[2]), welches auf der Weltausstellung in Paris 1900 im Betriebe zu sehen war, war mehrfach patentiert; in Deutschland war es unter Musterschutz 124376 und 138179. Auch bei ihm erfolgte die Zündung elektrisch und der Rauch fand ins Freie einen Abzug.

Der Bernhoeftsche Apparat[3]) (Fig. 383) besteht aus einer Blitzlichtlampe R, die sich im Innern eines Rauchfanges befindet, dessen untere Öffnung 80×100 cm ist. Dieser Rauchfang wirkt gleichzeitig als Reflektor. Die Lampe ist vom Abzugsrohr durch ein horizontales Sieb

1) Deutsche Phot.-Zeitung 1900, S. 545, 555 und 736.
2) Deutsche Photogr.-Zeitung 1900, S. 40.
3) Schnauß, Die Blitzlichtphotographie, 1902, S. 125.

getrennt; dieses wird durch die Hitze des abbrennenden Blitzlichtes ebenso wie der darüber liegende hohle Raum stark erwärmt, wodurch ein starker Luftzug im Schornstein, in den die Lampe mündet, entsteht. Das Rohr geht nämlich in einen Kamin oder ins Freie. Das im Rauchfang erzeugte Licht wird von einem an seiner Decke befindlichen Spiegel auf ein weißes Gardinensystem reflektiert und kommt erst von da, als indirekte Beleuchtung auf das Modell. Graue Gardinen gestatten die Dämpfung des Lichtes. Um das Einstellen zu erleichtern, wird eine Hilfslampe als Einstellichtquelle verwendet.

Pierre Petit fils beschreibt in seinem Werke „La photographie simplifiée et la lumière artificielle“ (Paris, Gauthier-Villars, 1903) die Verwendung des Bernhoeftschen Magnesiumblitzlichtapparates zu

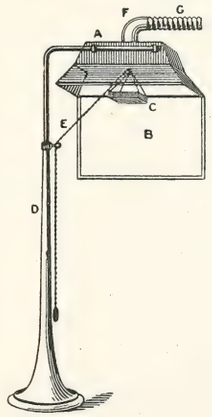


Fig. 384.

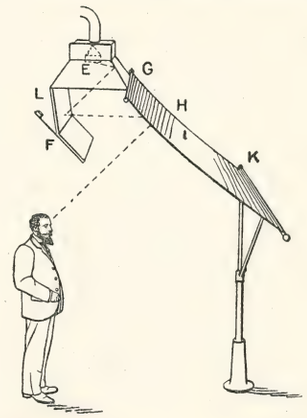


Fig. 385.

Bernhoefts Magnesiumbeleuchtungsapparat mit Rauchabzug.

photographischen Aufnahmen und benutzt hierzu nachstehend illustrierte Konstruktionen: Fig. 384 zeigt die Petitsche Magnesiumlampe auf Ständer (*D*) mit Rauchabzug (*FG*); *C* ist der Behälter, in dem das Magnesiumblitzlichtpulver abgebrannt wird. *B* ist eine Klappe, welche als Reflektor dient. Petit legt Wert darauf, daß die von der Magnesiumlichtquelle kommenden Strahlen durch Reflektoren (*L* und *HK* in Fig. 385 zerstreut werden, und das direkte Licht durch Schirme (*F*) von dem Modell abgehalten wird (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 318).

Einen Apparat für Magnesiumblitzlicht im Porträtatelier mit Rauchabzügen brachte die Firma Poulenc Frères in Paris in den Handel. Der Apparat war in der Pariser Weltausstellung (1900) zu sehen und patentiert. Das Magnesiumblitzlicht ist in einem Glaskasten (Fig. 386) untergebracht, und ein beweglicher Balgen vermittelt den Rauchabzug in den Schornstein (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 394).

Friedrich Sperling in Berlin erhielt unter Nr. 129971 ein D. R.-P. vom 16. Februar 1900 auf einen Blitzlichtapparat zur Erzeugung indirekten Lichtes. Dieser Apparat besitzt einen mit Rauchabzug *m* (Fig. 387) versehenen, nach unten offenen Reflektorkasten *b*, in dessen Innerem die Lampe *a* aufgehängt ist. Unterhalb des Rauchabzuges ist eine als Reflektor wirkende Siebplatte *h* angeordnet, und ein an der Hinterwand *c* des Reflektorkastens angelenkter Reflektor *e* ist derart mit der Lampe verbunden, daß er bei herabgelassener Lampe

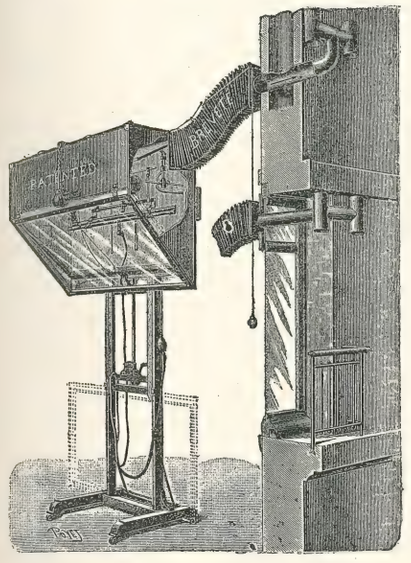


Fig. 386. Poulencs Apparat.

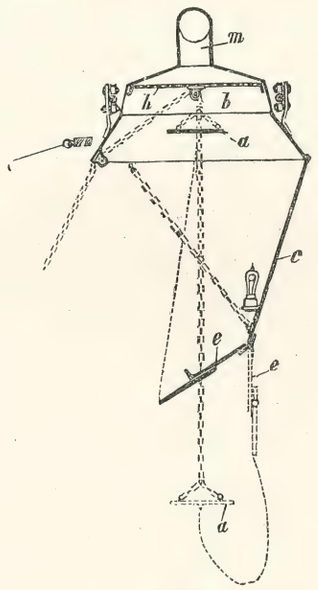


Fig. 387.
Sperlings Apparat mit Rauchabzug.

frei herunter-, bei hochgezogener Lampe dagegen annähernd horizontal mitten unter der Lampe hängt (Phot. Chron. 1902, S. 411).

Bei anderen Konstruktionen ähnlicher Art schließt sich der Rauchfänger in Trommelform an. Es ist überflüssig, auf alle diese Abarten einzugehen.

Kombiniertes Magnesiumblitz- und Tageslicht.

Bereits im Jahre 1891 hatte E. Hackh in Stuttgart große Porträts bei gemeinschaftlicher Wirkung von Magnesium- und Tageslicht aufgenommen und in Wien und Berlin ausgestellt. Hierbei war das Magnesiumblitzlicht zumeist das dominierende Licht, das Tageslicht war schwächer und gab die Schattenseite Auch Voigt, sowie Riedel u. a. arbeiteten mit Erfolg in dieser Richtung (Phot. Korresp. 1893, S. 114).

Hackh demonstrierte an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien (Oktober 1893) eine sehr sinnreiche praktische Vorrichtung, um pneumatisch

(mit einem Gummiballon) den Momentverschluß der Kamera und unmittelbar darnach den Magnesiumblitz auszulösen. Die Zündung bei letzterem ist entweder elektrisch (Glühendwerden eines Drahtes oder Induktionsfunkens) oder pneumatisch (ein Stift schlägt auf eine Zündkapsel, welche das Blitzlichtpulver entzündet). (Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 336.)

Manche Berufs-, sowie Amateurphotographen, z. B. C. Puyo, welcher sehr hübsche künstlerische Porträtstudien wiederholt ausstellte, arbeiten mit kombiniertem Tages- und Magnesiumblitzlicht; das künstliche Licht kann entweder eine untergeordnete Rolle oder die Hauptrolle spielen. Puyo beleuchtet mit Seitenlicht nahezu horizontal, zerstreut das Licht und schafft eine kontrastlose, flache, gleichmäßige Beleuchtung; die Lichter werden mittels Magnesiumblitzlicht aufgesetzt. Puyo beschreibt seinen Arbeitsmodus detailliert in seiner Broschüre „Notes sur la photographie artistique“ (Paris 1895; Auszug in „Apollo“ 1896, S 370; Eders Jahrb. f. Phot. 1897, S. 346.)

Über F. Schaetzkes „Universal-Tageslicht- und Blitzlichtatelier“ siehe Deutsche Photogr.-Zeitung 1900, S. 143, mit Figur (Eders Jahrb. f. Phot 1901, S 574).

Porträt- und Gruppenaufnahmen bei Magnesiumblitzlicht.

Bei Porträtaufnahmen soll das Magnesiumblitzlicht so kurz dauern, daß der Lichtblitz schneller vorübergeht, als ein Zusammenzucken der Person erfolgt. Die Zeitdauer, welche verfließt, bis ein Zusammenfahren oder Schließen der Augen zufolge eines blendenden Lichteindruckes erfolgt, ist verschieden. Bekanntlich überträgt das Auge den Lichteindruck nur in einer gewissen Zeit aufs Gehirn und von da bis zu einem Bewegungsnerven ist wieder ein gewisser Zeitraum erforderlich, was im allgemeinen $^1/_5$ bis $^1/_{13}$ Sekunde beträgt. Daraus folgt, daß die Dauer des Blitzlichtes nicht wesentlich länger als ungefähr $^1/_5$ Sekunde sein soll, sonst erscheinen die Aufnahmen bewegt. Liegt die Dauer des Blitzes an der Grenze der Zulässigkeit, so kommt es vor, daß auf der Photographie die Augendeckel der Personen geschlossen erscheinen.

Über den Vorgang bei Blitzlichtaufnahmen sei noch folgendes erwähnt:

Will man bei Nacht in einem Zimmer eine Blitzlichtaufnahme machen, so stelle man zuerst wie bei jeder gewöhnlichen Aufnahme scharf ein, wozu man sich einer Lampe oder Kerze bedient. Ist dies geschehen, so beseitigt man alles fremde Licht, welches direkt ins Objektiv scheinen könnte, und läßt nur seitlich oder hinter der Kamera eine Lampe brennen, damit die Augen des Modells keine unnatürliche Erweiterung der Pupille erleiden, was im Dunklen stets geschieht; auch erschreckt der „Blitz“ das Modell in einem hellen Zimmer weniger als in völliger Finsternis; dann setzt man die Kassette ein und öffnet den Schieber derselben sowie den Deckel des Objektives. Hinter oder neben

dem Apparate entzündet man dann in oben beschriebener Weise das Pulver im Magnesium-Blitzlichtapparat.

Über die Art und Weise, wie man gut beleuchtete und modulierte Magnesium-Blitzlichtphotographien erhält, kann man ebensowenig eine bestimmte, allgemein gültige Regel aufstellen, als bei der Photographie bei Tageslicht.

Im allgemeinen kann man sagen, daß eine einzige grelle Lichtquelle eine härtere Beleuchtung gibt, als mehrere verteilte kleine Flammen (s. S. 525). Entsprechend große Schirme von Seidenpapier oder dünner, nasser, transparenter Leinwand (1 bis 2 Quadratmeter) geben eine weichere Beleuchtung, verschlucken aber beiläufig $^1/_5$ bis $^1/_2$ des Lichtes. Sind die Schattenpartien zu schwarz, so bringt man an dieser Seite einen großen weißen Reflektorschirm an.

Man kann z. B. gute Resultate mit einer Lampe erzielen, wenn

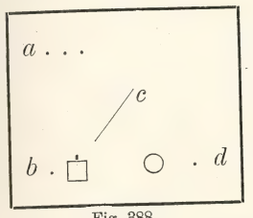


Fig. 388.

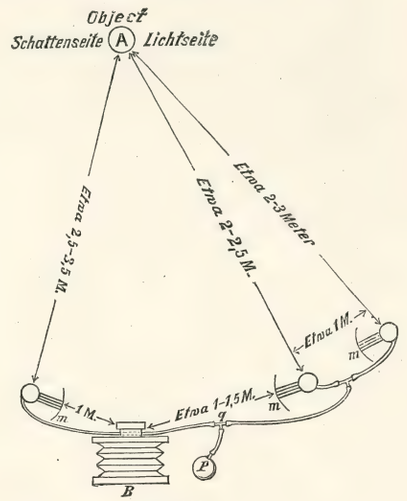


Fig. 389.

Anordnung beim Aufnehmen mit Blitzlicht.

man die Lampe entsprechend höher als die Kamera stellt und einen Seidenpapierschirm vor die Lampe stellt. Diese Anordnung ist z. B. in Fig. 388 dargestellt: a ist das aufzunehmende Objekt (Personen usw.), b die Kamera, c der Papierschirm, d der Blitzlichtapparat.

Man beachte, daß in der unmittelbaren Nähe des Blitzlichtapparates kein Vorhang oder dergleichen leicht entzündliche Gegenstände sich befinden dürfen, und ebenso schütze man den Fußboden vor eventuell herabfallenden glühenden Magnesiumteilchen.

Fig. 389 zeigt die von Schirm benutzte Anordnung mit drei Lampen, wobei mmm die Lampen, B die Kamera, P den Kautschukballon für die Blitzlampen darstellen[1]).

Bei der Aufnahme in geräumigen Zimmern, in welchen Gruppen von mehreren Personen aufzunehmen sind, braucht man in der Regel

1) Vgl. Schirm (in Eders Jahrb. f. Phot. 1891, S. 249).

mehrere Lampen, welche man auf der einen Seite anordnet. Sollten sich zu schwere (dunkle) Schatten auf der entgegengesetzten Seite zeigen, so kann man gleichzeitig eine Lampe an dieser Seite abbrennen, muß aber Sorge tragen, daß keine störende falsche Beleuchtung entsteht.

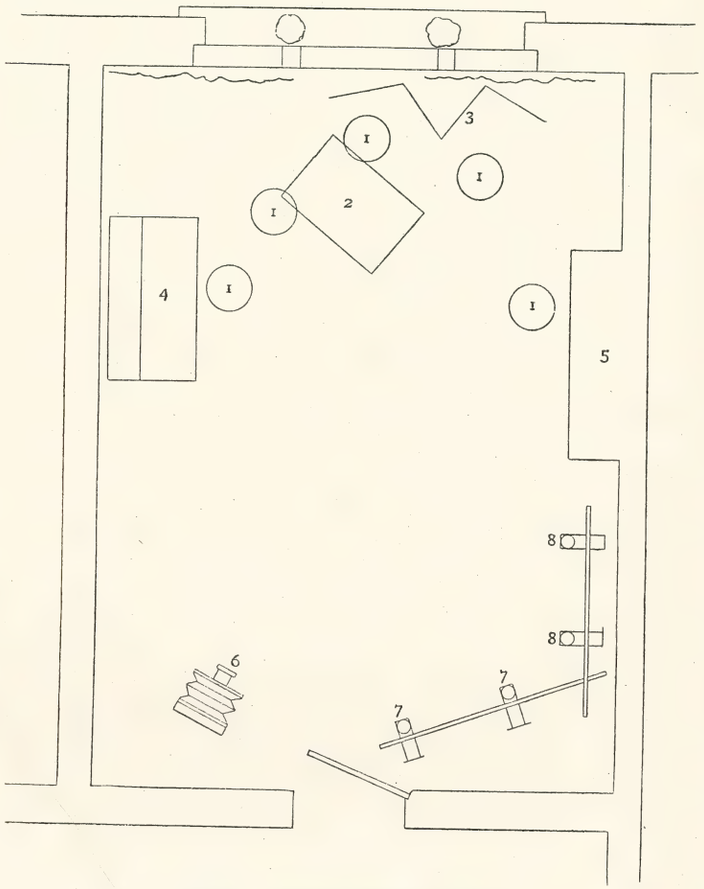


Fig. 390. Gruppenaufnahmen mit Blitzlicht.

Van Delden in Breslen stellte im Herbst 1889 Maskenballphotographien bei Magnesiumblitzlicht her, wobei er acht Schirmsche Lampen verwendete und einen Gesamtverbrauch von 0,12 g Magnesium pro Aufnahme hatte. — C. C. Schirm errichtete Ende 1889 in Berlin ein Atelier, in welchem ausschließlich mit Magnesiumblitzlicht gearbeitet wird. Als Atelier dient ein durch ein Fenster erhelltes geräumiges Zimmer. Als Lampen dienen mehrere Blitzlichtlampen (bis 20 Stück).

Eine gute Anordnung von vier Blitzlichtlampen zeigt Fig. 391 (nach Slingsby[1]). Auf der Schattenseite ist ein weißer Reflektor aufgestellt, welcher die Schatten im Porträt aufhellt. Selbstverständlich sind alle vier Lampen auf einmal abzubrennen.

Hackh gab dem weißen Reflektor seiner Lampe eine eiförmige Gestalt, mit einem vorderen Durchmesser von etwa $1^1/_2$ m. Auch andere weiße Reflektoren und Schirme werden zur Lichtverteilung benutzt[2]).

Diese älteren, einfachen Vorrichtungen wurden durch vielseitiger verwendbare Beleuchtungsvorrichtungen und Diffusoren verbessert, welche vorhin beschrieben wurden (s. S. 434).



Fig. 391. Anordnung von Blitzlicht für Porträtaufnahmen.

Als Anordnung des Magnesium-Blitzlichtapparates und der Reflektoren von Gust. Krebs in Offenbach a. M. wird die in Fig. 392 skizzierte Aufstellung empfohlen. In dieser Figur bedeutet: *a* Gruppe; *b* Blitzlicht, 2 bis 2,5 m hoch; *c* Kamera; *d* Pappdeckel, zum Schutze für das Objektiv; *e* Schirm mit Pauspapier; *f* Schirm, als Reflektor dienend; *g* Lampe zum Erhellen der Schatten, $^1/_2$ bis 1 m hoch (nicht unbedingt nötig); *h* Hintergrund, 1 m von der Gruppe entfernt (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 315).

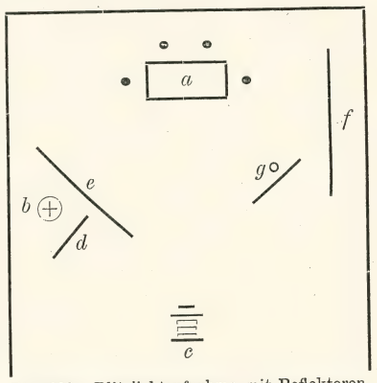


Fig. 392. Blitzlichtaufnahme mit Reflektoren.

Große Gruppen sind mit einer einzigen punktförmigen Lichtquelle

1) R. Slingsby, Practical Flash Light Photography, 1890.
2) Näheres s. Mercator a. a. O.

kaum zu photographieren. Man muß die Wirkung der Lichtquelle als Ober-, Vorder- und Seitenlicht kennen und eventuell mehrere Lichtquellen mit gleichzeitiger Zündung aufstellen. Schematisch ist die Sache in Fig. 393 dargestellt[1]). Die Linie AB repräsentiert die Länge der aufgestellten Gruppe, $L\,L\,L\,L_1\,L_1$ die Lampen für das Obervorderlicht, ff einen gebogenen transparenten Schirm zur gleichmäßigen Lichtverteilung. CD zeigt die notwendige Linie für die zur gleichmäßigen Lichtwirkung vorteilhaften Aufstellung der Gruppe. Reflektorschirme hellen die Schattenseite auf.

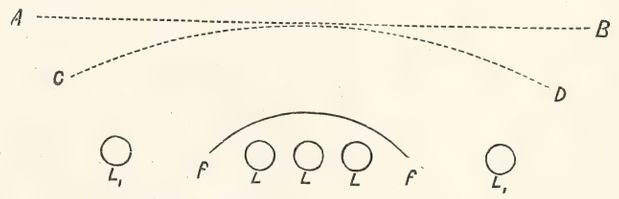


Fig. 393. Gruppenaufnahmen mit Blitzlicht.

Visbeck gibt folgende kurze Vorschriften für Blitzlichtaufnahmen:

Die zu photographierenden Personen sollen nie direkt in die eigentliche Lichtquelle (das Licht der Blitzlampe) hineinsehen; beim Arrangement von Gruppen achte man darauf, daß die Schlagschatten der einen Person nicht das Gesicht einer hinter derselben befindlichen Person teilweise verdunkeln können.

Die Blitzlichtlampe wird etwa 2 bis $2^1/_2$ m von dem aufzunehmenden Objekte seitlich neben die Kamera so aufgestellt, daß:

1. kein Licht in das Objektiv fallen kann;
2. die Schatten der zu photographierenden Personen nach unten fallen, d. i. die Lampe höher steht als der Kopf derselben;
3. bei Gruppen alle Personen möglichst gleichmäßig beleuchtet werden. Man wird bei Verwendung einer Lampe dieselbe zweckmäßig dicht an resp. hinter den Apparat stellen.

Beim Arbeiten mit einer Lampe bringt man auf die entgegengesetzte Seite zweckmäßig einen Gegenreflektor an in Form einer hängenden weißen Decke usw.; arbeitet man mit mehreren Lampen, so stellt man bei zwei Lampen die zweite Lampe auf die andere Seite des Apparates weiter zurück, da diese in der Haupsache die Schatten des Hauptlichtes aufhellen soll; bei drei Lampen stellt man zwei zusammen auf eine, die dritte auf die andere Seite, alle in gleicher Linie. Dabei ist zu beachten, daß die beiden zusammenstehenden Lampen weit auseinander stehen können, so daß sie ihre Schatten gegenseitig aufhellen, oder ganz dicht zusammenstehen sollen, um nur einen Schatten zu geben.

Das Aufhellen der ganzen Bildfläche durch Nebenlampen (Gas- oder Petroleum-), sowie durch hochhängende Kronen (oder Bogenlampen) ist sehr empfehlenswert. Man beachte dabei, daß seitlich befindliche Lampen nicht mit auf das Bild gelangen, ferner

1) Mercator, Die Verwendung künstlicher Lichtquellen in der Photographie, 1898, Halle a. S.

daß die von diesen gebildeten Schlagschatten durch die Hauptlichtquellen (auch durch gegenseitiges Arrangement der rechts und links stehenden Nebenlampen) aufgehoben werden, sowie daß die Schlagschatten der Hauptlichtquellen möglichst gemildert werden.

Den Hintergrund läßt man bei Gruppenaufnahmen möglichst so weit hinter der Gruppe, damit er keine Schlagschatten auffangen kann; die Farbe desselben sei möglichst hell.

Ist man gezwungen, dichter an eine Wand heranzugehen, so kann man die Schatten mildern, wenn man helle dünne Gardinen zwischen Gruppe und Wand bringt, oder hinter die Gruppe einige hellbrennende Petroleumlampen stellt, welche durch erstere verdeckt werden.

Sehr sorgsam ausgearbeitete Arbeitsvorschriften für die Magnesiumblitzlichtpräparate „Tip-Top“ von der photochemischen Fabrik Seib in Wien (IX, Liechtensteinstr. 20) gibt Franz Pettauer in seiner Broschüre „Das Magnesiumkunstlicht in der Photographie“.

Die zu einer Aufnahme durchschnittlich notwendige Menge von Blitzlichtpulver in 1 m Abstand bei Verwendung eines Objektivs mit einer wirksamen Öffnung oder Abblendung $f/9$ berechnet Pettauer zu 0,2 g Blitzlichtpulver, unter günstigen Verhältnissen kann die anzuwendende Menge des Tip-Top-Blitzlichtpulvers bis auf ein Viertel der bisher angegebenen reduziert werden. Da die Helligkeit des Lichtes mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt und die Lichtabnahme der Abblendung im Verhältnis zur Quadratzahl der wirksamen Öffnung des Objektivs steht, so lassen sich auf dieser Grundlage Schätzungen der erforderlichen Blitzlichtpulvermenge berechnen.

Hans Schmidt stellt als Norm auf, daß man von gutem Blitzpulver ungefähr $1^1/_2$ g zur Verbrennung bringen muß, um bei einer Entfernung der Lichtquelle von 2 m und bei der Blende $f/12{,}5$ auf einer hochempfindlichen Trockenplatte ein gut durchgearbeitetes Negativ bei normaler Entwicklung zu erhalten (Eders Jahrb. f. Phot. 1911, S. 23).

C. F. W. Sage, der mehrfach in Theatern große Gruppenaufnahmen mittels Blitzlichtes gemacht hat, teilt in Photography 1903, S. 227, seine hierbei gesammelten Erfahrungen mit. Die Kamera steht in der Mitte des Zuschauerraumes. Die Blitzlichtlampe muß möglichst hoch stehen. Sie findet deshalb auf zwei miteinander verbundenen Leitern in Höhe von 8 m Platz. Die Leitern stehen in einer Entfernung von etwa 2 m rechts neben der Kamera und 2 m hinter derselben. Hinter der Leiter hängt ein großer Projektionsschirm von der Decke herunter, der als Reflektierschirm dient. Zur Aufnahme einer Gruppe von etwa 45 Personen wurden 45 g Blitzpulver „Bayer“ (d. i. Magnesium und Mangansuperoxyd) abgebrannt, die trotz der starken Abblendung des Objektivs (auf $f/22$) ein vollkommen durchgearbeitetes Negativ ergaben (Eders Jahrb. f. Phot. 1904, S. 314).

Interieur-Aufnahmen.

Bei dunklen Interieurs dient das Magnesiumblitzlicht sowohl zur Hilfsbeleuchtung, als zur ausschließlichen Beleuchtung der Räume. Im ersteren Falle exponiert man dunkle Ecken, Maschinenräume usw. teilweise bei dem vorhandenen (eventuell ungenügenden) Tageslichte aus

und erhellt dann die dunkeln Schatten durch einen mehr oder weniger starken „Magnesiumblitz“[1]).

Die scharfe Einstellung des Bildes in Höhlen und großen Räumen bietet bei Kerzenlicht Schwierigkeiten, weil das Bild auf der Visierscheibe schwer wahrzunehmen ist. Müller benutzte bei seinen Aufnahmen von Tropfsteinhöhlen folgende Vorrichtung[2]), welche sehr empfehlenswert ist. Man nimmt aus einer viereckigen Laterne eine der vier Glasscheiben heraus und ersetzt sie durch eine dünne Milchglasscheibe, auf welcher mittels Schmelzfarbe eine Reihe konzentrischer Kreise eingebrannt ist (s. Fig. 394) oder man klebt ein transparentes mit Tusche bezeichnetes Papier auf. Wird nun das Licht der Laterne angezündet und die weiße Scheibe dem Apparate zugekehrt, so lassen sich die schwarzen Kreise mit Leichtigkeit scharf einstellen. Will man in ganz dunklen Räumen den Umfang des Bildes auf der matten Scheibe feststellen, so läßt man durch einen Gehilfen die Laterne nach den Seiten und nach oben und unten bewegen und merkt genau den Punkt, wo das Licht aus dem Gesichtsfeld verschwindet. — Um aber auch das Gesamtbild in seiner Wirkung zu beurteilen, so läßt man auf kurze Zeit eine Magnesiumfackel entzünden, wie solche von Schering in Berlin in den Handel gebracht werden.

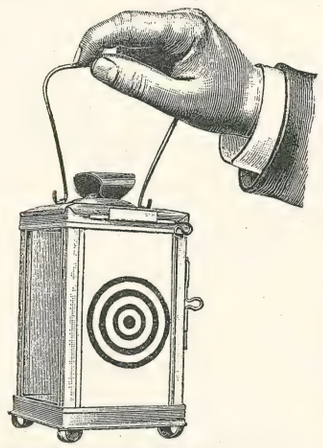


Fig. 394. Lampe zum Scharfeinstellen in finstern Räumen.

Fig. 395 zeigt die Reproduktion einer sehr gelungenen Aufnahme von Prof. Müller 1888 im Inneren einer großen Tropfsteinhöhle, welche nach dem auf Seite 547 beschriebenen Vorgange photographiert wurde.

In neuerer Zeit werden für Höhlen- und Interieurphotographien in der Regel Zeitlichtpatronen verwandt, sobald es sich nicht um lebende Staffage oder bewegte Szenen handelt. Zeitlichtpatronen brennen ruhiger ab.

Anwendung des Magnesiumblitzlichtes zu verschiedenen wissenschaftlichen Zwecken.

Das Magnesiumblitzlicht findet häufig Verwendung in der wissenschaftlichen Photographie, z. B. zur Aufnahme von besonderen Kaktus-

1) Ähnliches kann auch bei Porträtaufnahmen geschehen.

2) Die Hermannshöhle bei Rübeland, 1889. — Separat abgedruckt in Schwiers Verlag (Weimar).

blüten (Cereus triangularis) usw., welche sich nur in der Nacht öffnen (Grant, ferner Sachse[1]), von zarten anatomischen Präparaten (Challon); Köhler in Wien photographierte 1890 hiermit eine bei Nacht geborene Mißgeburt, welche nur 10 Minuten lang lebte, usw.

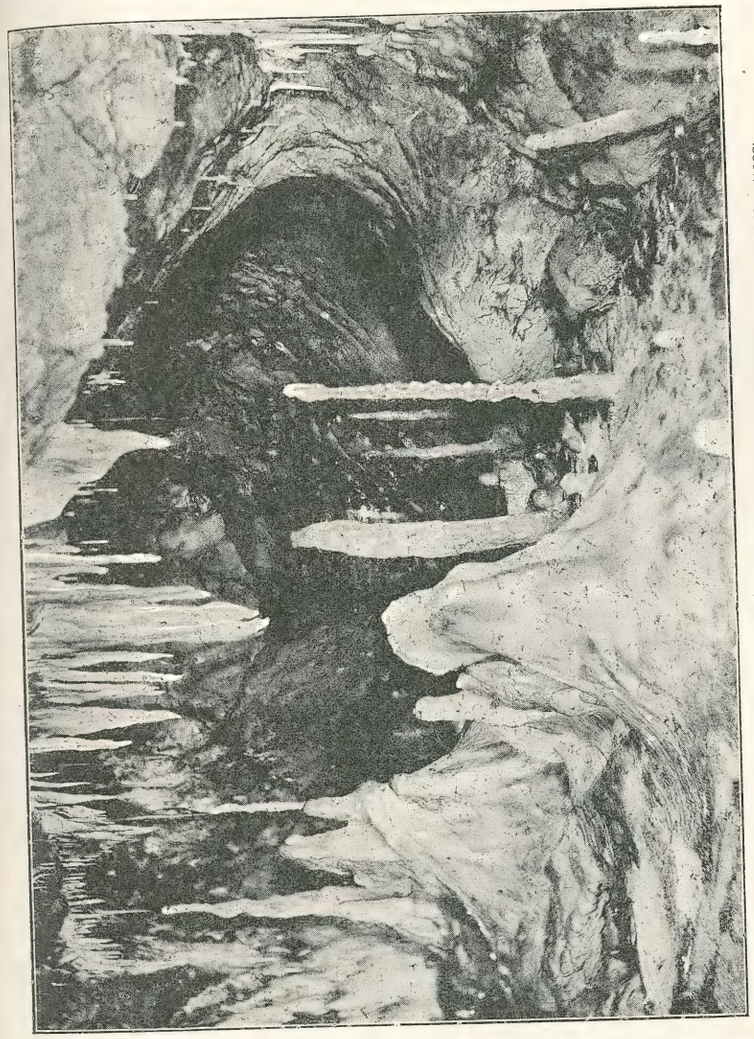


Fig. 395. Photographie einer Tropfsteinhöhle bei Magnesiumblitzlicht von Prof. Müller (1888).

Herr Miethe legte im Verein der Freunde der Photographie in Berlin (Photogr. Mitteilungen 1887, S. 178) eine mit Magnesiumblitzlicht aufgenommene lebensgroße Photographie eines im Dunkeln ab-

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 63.

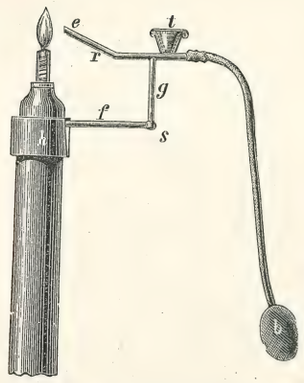


Fig. 396. Kleine Blitzlichtlampe.

geruhten menschlichen Auges vor. Ganz auffallend auf derselben war die außerordentliche Erweiterung der Pupille, deren Öffnung 10 mm betrug.

Am 2. März 1888 legte Prof. Cohn der medizinischen Sektion in Breslau gelungene Photographien von gesunden und kranken Augen vor (s. Eders Jahrb. f. Phot. 1889, S. 133).

Prof. Cohn bediente sich des in Fig. 396 abgebildeten Apparates. Das Rohr *r*, durch welches das Magnesium in die Flamme geblasen wird, hat etwa 6 mm Durchmesser und einen mit Klappen verschließbaren Trichter *t*, in welchen eine große Messerspitze Magnesium = 6 bis 7 cg eingeschüttet wird. Dies genügt für 3 bis 4 Aufnahmen. Das Rohr ist am Ende *e* etwas nach oben gebogen und kann durch einen an der Hülse *h* befestigten Träger *fg* mittels einer Schraube *s* in jede beliebige Stellung zur Flamme gebracht werden.

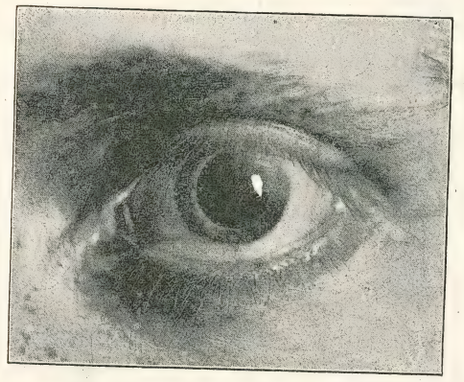


Fig. 397. Photographie einer normalen Pupille eines 22jährigen Studenten im Dunkeln.

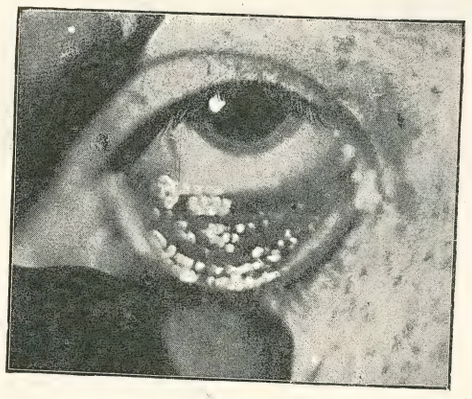


Fig. 398.
Photographie einer granulösen Augenentzündung.

Mit dem Messingrohr steht ein Kautschukschlauch mit Ballon *b* in Verbindung, auf den man im Moment des Photographierens mit der Hand oder mit dem Fuße drückt.

Als Beleg, daß mit dieser Methode völlig ausexponierte scharfe Bilder erhalten werden, stellte Prof. Cohn zahlreiche Photographien des Auges her. Zwei derselben, die Pupille eines jungen Mannes im Finstern und die granulöse Augenentzündung, sind in Fig. 397 und 398 mittels Autotypie abgebildet.

E. Cohen und D. Rombout[1]) stellten gelungene Photographien schwimmender Fische her, indem durch die gläserne Seitenwand des Bassins, worin sich die Fische befanden, Magnesiumblitzlicht einfiel.

Fig. 399 und 400 zeigen Proben dieser Aufnahmen. — Verschiedene andere Anwendungen des Magnesiumlichtes für wissenschaftliche Zwecke s. Wolf-Czapek „Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik“ (Berlin 1911).

Das Magnesiumblitzlicht kann auch mit befriedigendem Erfolge zur Mikrophotographie verwendet werden, obschon der Verfasser hierfür elektrisches Licht, Drummondsches Licht, Auerlicht usw. vorzieht.

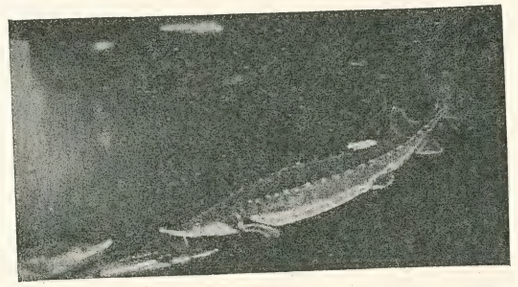


Fig. 399. Stör nach unten schwimmend (Accipenser sturio).

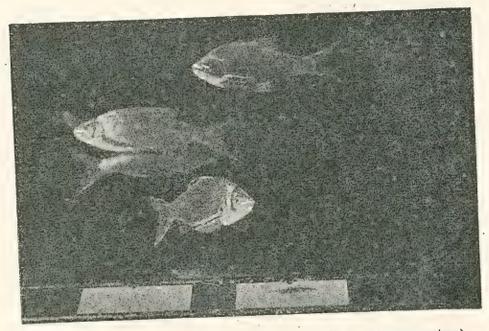


Fig. 400. Schwimmende Goldfische (Carassius auratus).

Verwendung des Magnesiumlichtes zum Kopieren.

Obschon die Verwendung des Magnesiumlichtes für die gewöhnlichen Kopierprozesse im allgemeinen zu kostspielig wäre, sollen dennoch einige Versuche in dieser Richtung erwähnt werden.

250 cm Magnesiumband, in einer Lampe mit Reflektor verbrannt, bringen auf einem gesilberten Albuminpapier die Kopie eines Negativs bei einer Entfernung von 9 cm hervor. Für die Erlangung einer ausexponierten Kopie nach demselben Negativ auf Bromsilbergelatineplatten mit Entwicklung genügt 1 cm Band, verbrannt ohne Reflektor, in 36 cm Entfernung (H. W. Vogel). 130 cm Magnesiumdraht gestatten die genügend lange Exposition von Chromatgummi, um darauf ein Einstaubbild herzustellen.

Croke fand, daß zum Kopieren auf Chromatgelatine (für Lichtdruck) bei einer Distanz von 3,6 m 0,15 g Magnesiumband genügen,

1) Eders Jahrb. f. Phot. 1890, S. 233. — Vgl. auch Köhler (Phot. Rundschau 1904, S. 31).

bei Pigmentpapier aber 2 g erforderlich sind (Phot. Korresp. 1890, S. 529). Schirm kopierte mit 100 Blitzen seiner Magnesiumblitzlichtlampe (Verbrauch 1 g Magnesiumpulver) Albuminbilder aus (Phot. Mitt. 1890, Bd. 27, Seite 196).

Viel geringer ist selbstverständlich der Verbrauch an Magnesium, wenn man das hiermit auf Chlor-, Brom- und Jodsilberschichten erzeugte photographische Bild hervorruft.

Magnesiumlicht wurde früher auch zum Kopieren von Glasdiapositiven auf unempfindliche Kollodium-[1]) oder Eiweißtrockenplatten benutzt. Carbutt arbeitete z. B. mit letzteren und verbrannte bei einer Distanz von 18 Zoll ungefähr $1^1/_2$ bis 6 Zoll Draht; er entwickelte mit Pyrogallussäure[2]).

Magnesiumlicht liefert auf Jodbromsilberpapier mit saurer Gallussäure-Entwicklung in $^1/_2$ Minute eine Vergrößerung von sechsfacher Ausdehnung des Negativs[3]); unter Umständen kann die Dauer der Exposition bis auf zwei Minuten steigen.

Gegenwärtig verwendet man ab und zu das Magnesiumband zum Kopieren von Diapositiven und Papierbildern auf Chlorsilbergelatine mit Hervorrufung sowie für Chlorbromgelatine, als auch für Vergrößerungen auf Bromsilbergelatinepapier, zur Reproduktion von Autochromen usw. usw.

1) Bell benutzte Gummi-Gallus-Kollodionplatten mit Pyrogallus-Entwicklung (Phot. Archiv, 1871, S. 34).

2) Phot. Archiv, 1873, S. 173.

3) Phot. Mitt. Bd. 5, S. 14. Phot. Archiv, 1869, S. 315. — Über Vergrößerungen bei Magnesiumlicht in älterer Zeit s. Geldmacher (Phot. Archiv, 1865, S. 161; ferner Phot. Archiv, 1869, S. 67).

NEUNUNDZWANZIGSTES KAPITEL.

VERBRENNUNGSDAUER UND FLAMMENFORM VON BLITZLICHTGEMISCHEN.

Wie bereits auf S. 538 erwähnt wurde, ist die Kenntnis der Verbrennungsdauer von Blitzlichtgemischen von Wichtigkeit, wenn es sich um sog. Momentaufnahmen bewegter oder lebender Objekte handelt.

Überdies ist die entwickelte Lichtintensität und die Höhe der Flammengarbe von Bedeutung für photographische Zwecke.

Die Verbrennungsdauer sowie die Form der Flammengarbe sind je nach der Brisanz und Heftigkeit der Verbrennung, der Zusammensetzung und Feinheit des Blitzlichtpulvers und der Art der Aufschüttung variabel.

Bestimmung der Verbrennungsdauer von Magnesiumblitzlicht.

Bei der Betrachtung des Abbrennens der verschiedenen Arten des Magnesiumblitzlichtes bemerkt man, daß bei den verschiedenen Gemischen die Verbrennungsgeschwindigkeit bald größer, bald geringer ist.

Die Verbrennungsdauer hängt nicht nur von der Zusammensetzung des Blitzlichtpulvers und von seinem mehr oder weniger feinpulverigen Zustande, sondern auch von der Quantität und Anhäufung des abgebrannten Pulvers, bis zu einem gewissen Grade auch von der Art der Zündung ab.

Zur approximativen Bestimmung der Verbrennungsdauer kann der in Fig. 401 abgebildete Apparat dienen[1]), welcher zunächst für Schuldemonstrationszwecke dient. Ein schweres Rad aus dunkel gebeiztem Holze, von ungefähr 70 cm Durchmesser, dreht sich mittels einer durch die Hand in Bewegung gesetzten Kurbel leicht um seine Achse. Am Mittelpunkte des Rades ist eine versilberte Halbkugel aus Glas angebracht; an der Peripherie befindet sich eine ebensolche Halbkugel, welche das Licht mit lebhaftem Glanze reflektiert. Ein am Rade angebrachter

1) Phot. Korresp. 1890, S. 364.

Metallstift bewirkt das Anschlagen einer mit einem Metallknopfe versehenen Feder an ein kleines Glöckchen, so daß bei je einer Umdrehung des Rades ein leiser, deutlich vernehmbarer Glockenschlag ertönt. Andererseits setzt man einen Sekundenpendel in Gang, oder zählt nach einer Uhr präzise und laut die Sekunden. Ein Gehilfe dreht das Rad und muß es sorgsam so einrichten, daß jeder Glockenschlag mit dem Sekundenschlag zusammenfällt. Das Rad ist, wie erwähnt, ziemlich schwer und besitzt demzufolge einen ruhigen, regelmäßigen Gang. Dieser Apparat kann ebensogut zur Bestimmung der Geschwindig-

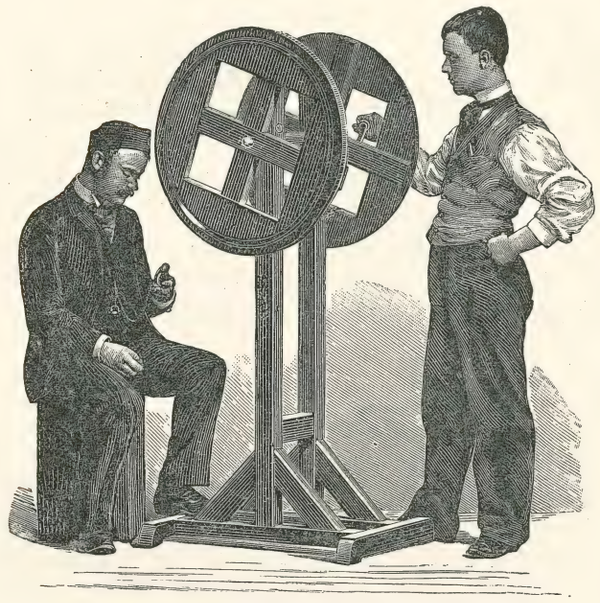


Fig. 401. Bestimmung der Verbrennungsdauer von Blitzlicht.

keit eines Momentverschlusses, als zur Messung der Verbrennungsgeschwindigkeit von „Blitzlicht“ dienen. In letzterem Falle stellt man dann das Rad sowie die Blitzlichtlampe und die photographische Kamera in einer Dunkelkammer auf.

Zunächst wird mit Hilfe einer Kerze das Reflexbild der Halbkugeln scharf mittels der photographischen Kamera eingestellt; man verdunkelt dann den Raum, legt eine empfindliche Platte in die Kamera ein, öffnet den Objektivdeckel, setzt das Rad in Bewegung und brennt das Magnesiumblitzlicht in dem Momente ab, wo man sich durch das Gehör überzeugt hat, daß das Rad genau eine Umdrehung in der Sekunde macht.

Entwickelt man dann die Platte, so erhält man einen deutlich sichtbaren, scharfen Punkt in der Mitte des Rades und einen scharfen, mehr oder weniger langen bogenförmigen Strich an der Peripherie, welcher dem Wege entspricht, den die glänzende Halbkugel während der Dauer der Beleuchtung zurücklegte. Beträgt dieser Bogen $^1/_4$ des Kreisumfanges, so dauerte die Beleuchtung $^1/_4$ Sekunde usw. Natürlich kann gleichzeitig die chemische Leuchtkraft mittels eines Photometers bestimmt werden.

Einen anderen, zu demselben Zwecke dienenden Apparat konstruierte O. Hruza (Eders Jahrb. f. Photogr. 1891), welcher sich eines Uhrwerkes mit guter Regulierung bediente.

Im selben Sinne, mit rotierender glänzender Kugel, ist Bayers sehr handlicher Apparat eingerichtet (Phot. Korresp. 1891, S. 227).

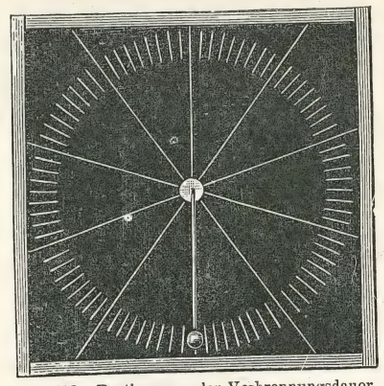


Fig. 402. Bestimmung der Verbrennungsdauer von Blitzlicht.

Der Apparat besteht aus einem schwarzen Brett mit einem weißen, in 100 Teile geteilten Kreise (siehe Fig. 402), vor welchem sich eine an einem Arm befestigte vernickelte Metallkugel bewegt, die durch eine an der Rückseite angebrachte Kurbel gedreht wird. Bei jeder Umdrehung gibt eine kleine Feder auf einer Scheibe mit eingeschnittenem großen Zeiger einen hellen Ton.

Desgleichen können fast alle Apparate, welche zur Bestimmung der Geschwindigkeit von Momentverschlüssen dienen, auch zur Ermittlung der Verbrennungsdauer von Blitzlichtpulvern dienen.

Der Verfasser arbeitet mit Vorliebe mit dem Rhedenschen Apparat, welchen die Firma Lechner in Wien (I Graben), nach den Angaben Jos. Rhedens hergestellt, in den Handel bringt. Der Apparat, welcher in Fig. 403 abgebildet ist, besteht aus einer Metallplatte *a*, welche auf zwei gegenüberliegenden Quadranten eine Teilung *b* durchbrochen eingeschnitten erhält. An deren Grund spielt eine zur Teilung zentrisch laufende, mit acht schmalen radialen Spalten versehene Scheibe *c*. Das Ganze ist auf einem Brettchen befestigt, welches unter der Teilung entsprechende Ausschnitte besitzt. Der (in der Figur aufgeklappte) Rahmen *d* enthält eine Mattscheibe und dient dazu, das auf die Teilung auffallende Licht gleichmäßig zu zerstreuen. Die Scheibe steht durch ein doppeltes Kegelgetriebe *e* mit der Schnurtrommel *f* in Verbindung, welche durch das Gewicht *g* in Bewegung

versetzt wird. Ein auf der Transmission e angebrachter Wattscher Regulator h in der Form, wie er bei genau gehenden Triebwerken für astronomische Refraktoren verwendet wird, erteilt dem System eine gleichmäßige Bewegung. Durch die bei der rotierenden Bewegung des Pendels erzielte Zentrifugalkraft entfernen sich die beiden Kugeln von der Drehungsachse und drücken zwei kleine Bürsten i und i' an den Ring k, wodurch eine konstante Reibung erzeugt und der Regulator in gleichmäßiger Bewegung erhalten wird. Der kleine Hammer l wird durch einen an der Trommel befindlichen Stift bei jeder Umdrehung gehoben und fallen gelassen und zeigt durch seine Schläge die vollen Rotationen der Scheibe an. Zum Arretieren des aufgezogenen Werkes dient der Sperrhebel n. Das Ganze ist auf dem Grundbrett m montiert und kann mit diesem auf jedem gewöhnlichen photographischen Stativ befestigt werden.

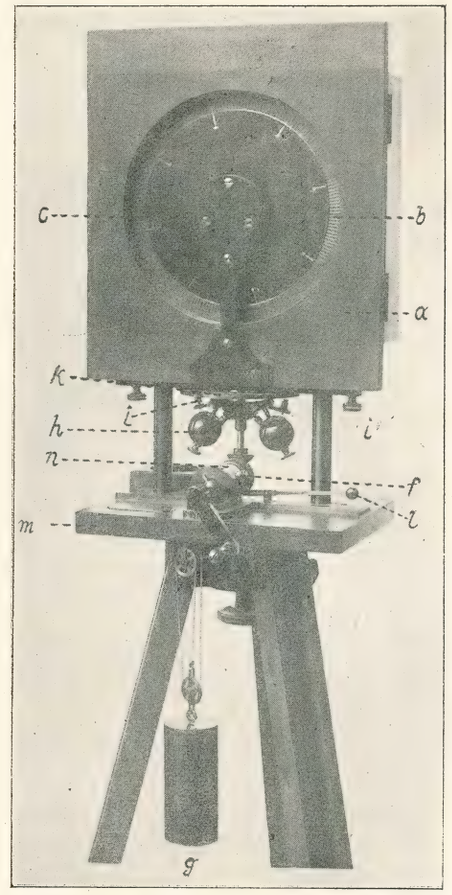


Fig. 403. Rhedens Apparat.

Die Beleuchtung des Apparates geschieht mit dem zu prüfenden Blitzlicht und die Aufnahme mit dem Apparat wird bei einer Lichtstärke des Objektivs von etwa $f/8$ und aus einer Distanz von der Spaltscheibe von etwa 12 bis 15 Brennweiten gemacht.

Das Photogramm enthält die ruhende Skala scharf und die bewegten Spalten verschwommen abgebildet. Aus der Breite der Spaltspur läßt sich mit großer Genauigkeit die Dauer der Belichtung ableiten. Das Aussehen eines auf die angedeutete Weise erlangten Photogramms zeigt Fig. 404 (Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 112).

L. Mach bestimmte die Geschwindigkeit der Momentbeleuchtungen mittels eines rotierenden Spiegels (Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 195). — Eine sehr einfache

Methode bei Verwendung einer Stimmgabel gab Rud. Steinheil an: Er versah eine Stimmgabel mit mattschwarzer Farbe, brachte an einer Zinke eine glänzende kleine Kugel an, wodurch beim Beleuchten ein glänzender Lichtpunkt entsteht, welcher die Stimmgabelschwingungen mitmacht. Die Stimmgabel wird auf einem Schlitten befestigt und dieselbe während des Versuches senkrecht zur optischen Achse einer photographischen Kamera bewegt. Macht die Stimmgabel z. B. 200 Schwingungen in der Sekunde und gibt das Blitzlicht das Bild von 10 Wellenlängen, so dauerte die Momentbeleuchtung 0,05 Sekunde (Eders Jahrb. f. Phot 1894, S. 317).

A. Londe beschreibt im „Bull. Soc. franç. Phot.“ 1901, S. 345, einen Apparat, welcher zum Messen der Geschwindigkeit von abbrennendem Blitzlicht dient. Als Maß dient eine vibrierende, elektrische Stimmgabel, an welcher eine kleine Blende angebracht ist; durch letztere fällt das Blitzlicht und trifft eine in rascher Drehung befindliche photographische Platte. Fig. 405 zeigt die Anordnung des Apparates: A Akkumulatoren, M Dynamo, welcher die sensible Platte P in Drehung versetzt, D elektrische Stimmgabel, E Blende, J und C elektrische Unterbrecher zum Ausschalten des Stromes für Stimmgabel und Dynamo, R Widerstand, G Blitzlichtlampe, welche durch den Taster B elektrisch gezündet werden kann. Dieser Apparat wird von Gaumont in Paris erzeugt (Bull. Soc. franç. 1911, S. 68.

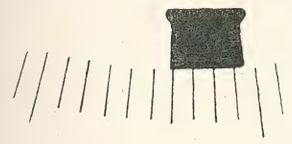


Fig. 404.
Photogramm mit Rhedens Apparat.

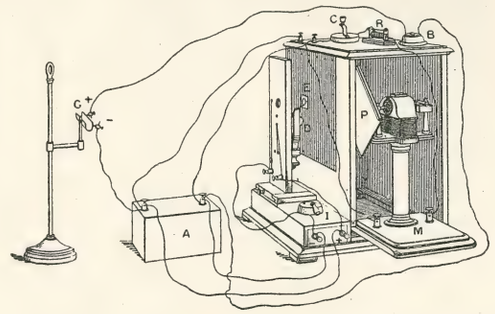


Fig. 405. Londes Apparat.

Über die Bestimmung der Verbrennungsdauer von Blitzlichtpulver mit Hilfe des freien Falles s. G. Krebs (Eders Jahrb. f. Phot. 1901, S. 139). [Über verschiedene Systeme der Bestimmung von Momentbeleuchtung vgl. Abney, Eders Jahrb. f. Phot. 1894, S. 111.]

Bestimmungen über die Verbrennungszeit und entwickelte Lichtmenge beim Abbrennen von Magnesiumblitzlichtgemischen stellte der Verfasser 1890 an[1]), welche er später in Gemeinschaft mit E. Valenta[2]) fortsetzte.

Über die Verbrennungsdauer ergeben sich folgende allgemeine Resultate (Eder):

1. Die Verbrennungsdauer des reinen, rasch durch eine Flamme geblasenen Magnesiumpulvers kann im Durchschnitt für 0,1 g Magnesium $= 1/7$ Sekunde gesetzt werden; für größere Mengen wächst die Ver-

1) Eder „Versuche über die Verbrennungsgeschwindigkeit verschiedener Arten von Magnesiumblitzlicht“. Phot. Korresp. 1890, S. 394.

2) Phot. Korresp. 1891, S. 511; Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 372.

brennungsdauer durchaus nicht in demselben, sondern in einem geringeren Maße, so daß z. B. 0,3 bis 1 g Magnesiumpulver im besten Falle in $^1/_4$ Sekunde, 4 g in etwa $^1/_2$ Sekunde verbrennen.

2. Die Verbrennungsgeschwindigkeit der explosiven Magnesiummischungen (Magnesium, Kaliumchlorat und Kaliumperchlorat) ist eine größere als jene des reinen Magnesiumstaubes. Eine Mischung, welche 0,1 g Magnesium enthält, verbrennt durchschnittlich in $^1/_{30}$ Sekunde; Mischungen aber, welche $1\,^1/_2$ g Magnesium enthalten, ergaben eine etwas längere Verbrennungsdauer, z. B. $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ Sekunde.

Gemische von je 1 g Magnesium mit Hypermanganat (Rezeptur s. S. 544) brennen in $^1/_7$ bis $^1/_{14}$ Sekunden ab.

3. Handelt es sich um eine große chemische Leuchtkraft bei möglichst kurzer Verbrennungsdauer, so ist den explosiven Magnesiummischungen der Vorzug zu geben.

Nach Fr. Novak, welcher später die Versuche Eders und Valentas an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien fortsetzte, verbrennt je 1 g Magnesium mit Permanganat in zirka 0,12 Sekunde, das Gemisch mit gleichen Teilen Kaliumnitrat oder Bariumnitrat in 0,07 Sekunde, mit Strontiumnitrat in 0,1 Sekunde, mit Thorium- oder Zirkonnitrat in zirka 0,2 Sekunde, mit Cerinitrat, Wolframsäure oder Ammoniummolybdat in zirka 1 Sekunde (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 371).

Die hierzu gehörige Lichtmenge s. S. 628.

A. Londe[1]) fand die Verbrennungsdauer von Blitzlichtpulver zwischen $^1/_4$ bis $^1/_{20}$ Sekunde. Er bestätigte, daß Gemische von Magnesium mit sauerstoffreichen Substanzen in größeren Mengen langsamer abbrennen als in kleineren, z. B. 1 g des Blitzlichtpulvers in 0,12 Sekunden, 5 g aber in 0,16 Sekunden. Von den verschiedenen Zündungsarten erzeugt die elektrische Glühzündung die schnellste Verbrennung[2]); dieser zunächst kommt die Zündung mittels der sogen. Zündplättchen, während die Streichholzzündung nach Art der Blitzlichtlampen die Verbrennungsdauer ein wenig verlängert. Bei Verbrennung des Pulvers in Patronenform mit Hilfe von bengalischem Papier wird die Verbrennungsdauer gegenüber der elektrischen Glühzündung mehr als verdoppelt. An der verlängerten Verbrennungsdauer ist allerdings lediglich die Verteilung der Pulvermenge schuld. Schließt man dieselbe nicht haufenförmig, sondern wallförmig in das bengalische Papier, so ist die Geschwindigkeit der Verbrennung die gleiche wie bei der elektrischen Glühzündung. Von großem Einflusse auf die Verbrennungsdauer

1) Bull. Soc. franç. 1902, S. 230 und 425; Eders Jahrb. f. Phot. 1903, S. 401.

2) Diese Beobachtung hat viel früher L. Mach publiziert (Eders Jahrb. f. Phot. 1893, S. 195).

ist ferner der Grad der Haltbarkeit des Blitzlichtpulvers. Manche Pulverarten erleiden durch längeres Aufbewahren eine Veränderung, und diese hat stets eine Verlängerung der Verbrennungsdauer zur Folge. Man sollte daher, um immer die gleichen Ergebnisse zu erhalten, die Pulvergemische stets so frisch wie möglich verwenden. Der Verfasser analysierte mit einem Serienapparat die Form des Magnesiumblitzlichtes. Dabei zeigte sich, daß die Leuchtfläche erst klein ist, dann wächst, und bei 0,05 Sekunden ihre größte Ausdehnung erlangt, auf der sie etwa 0,05 Sekunden verharrt, um sich dann zu verdunkeln und bei 0,12 Sekunden zu verlöschen.



Fig. 406. Flamme von Magnesiumpustlicht.

Art der Flamme von verschiedenem Magnesiumlicht.

Gewöhnliches Magnesiumpustlicht gibt eine weite, wolkige, hochemporschießende Flamme, deren Dimension von der Menge des verbrannten Magnesiumpulvers, der Form der Lampe und der Stärke des Luftstoßes abhängt. Bei der Löhrschen Lampe und ähnlichen Typen züngelt die Flamme nach dem Durchblasen von 1 g Magnesium $^3/_4$ bis 1 m hoch empor, wie Fig. 406 (mit gleichzeitig photographischem Maßstab) zeigt.

Rasch verpuffendes Magnesiumblitzlichtpulver z. B. mit Thoriumnitrat, Permanganat usw. flammt mit derselben Menge Magnesium nur etwa 40 bis 50 cm hoch empor. Die Verbrennung erfolgt bei feinster Pulve-

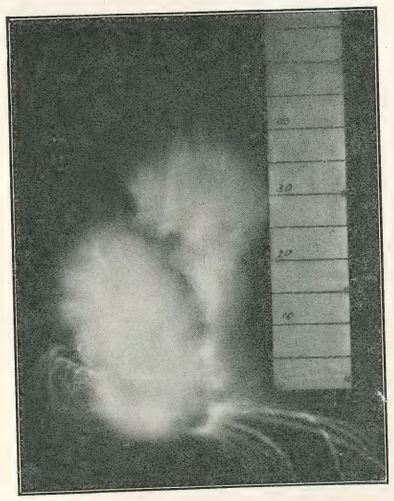


Fig. 407.
Flamme von Magnesiumblitzlichtpulver mit Funkensprühen.



Fig. 408.
Flamme einer freihängenden Kugelblitzpatrone.

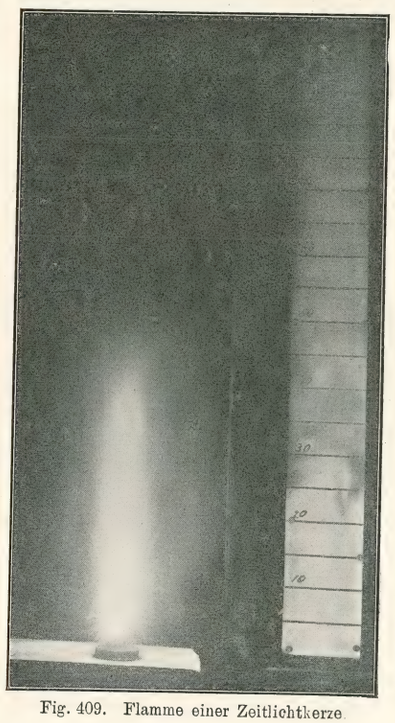


Fig. 409. Flamme einer Zeitlichtkerze.

rung und innigster Mischung ohne merkliches Funkensprühen. Mangelhaft gepulverte Gemische werfen glühende Garben und Partikelchen aus, welche in der Nachbarschaft oder am Boden Brandschaden verursachen können. Fig. 407 zeigt diese Erscheinung.

Verbrennt das Blitzlichtpulver in einem Säckchen oder Beutel aus Seidenpapier, welches an einem Faden oben frei aufgehängt ist und durch eine Lunte von unten entzündet wird (Kugelblitz, Fächerblitz usw., s. Seite 564), so entsteht eine rundliche, blendende Feuerwolke, welche viel Licht nach allen Seiten, insbesondere auch nach unten wirft; dies trägt zur Erzielung besserer Weichheit der Aufnahmen bei. Fig. 408 zeigt einen solchen Blitz, dessen Dimensionen jenem von Fig. 407 ähnlich sind und der sehr wenig Funkensprühen zeigt, wie dies bei korrekten Blitzlichtgemischen der Fall sein soll.

Zeitlichtkerzen oder Patronen in Seidenpapierhülsen oder dgl. geben eine schmale, bald mehr zylindrische, bald mehr kugel- oder lanzettförmige Stichflamme, wie Fig. 409 zeigt.

Es empfiehlt sich bei der Untersuchung von Magnesiumlichtarten nicht nur Helligkeit und Verbrennungsdauer, sondern auch Flammenform zu studieren, weil diese über die Funktion der Lichtquelle bemerkenswerte Aufschlüsse darbietet.

DREISSIGSTES KAPITEL.

AKTINOMETRIE DER PHOTOGRAPHISCHEN LICHTINTENSITÄT KÜNSTLICHER LICHTQUELLEN.

Geschichtliches.

Ältere Vergleichungen zwischen der relativen chemischen Leuchtkraft verschiedener Lichtquellen liegen nur in ungenügender Weise vor. Die meisten der älteren Vergleichszahlen haben nur einen untergeordneten Wert, weil in den seltensten Fällen die jeweilige Menge der verbrannten Substanz, beziehungsweise die Flammenhöhe oder Dimension angegeben wurde und überdies die Reduktion der Beobachtungsresultate auf eine vergleichbare Einheit meistens unterlassen wurde.

Hierher gehören die Versuche von Riche und Bardy, welche Kalklicht, Magnesiumlicht, Zink, Schwefel, Schwefelkohlenstoff brennend in Sauerstoff usw. untersuchten und besonders hohe Wirksamkeit für Bromsilberkollodium durch Leiten von Sauerstoff auf brennenden Schwefel erhielten (Bull. Soc. franç. 1875; Phot. News 1875, S. 171). Stebbing macht ähnliche Angaben (Phot. Mitt., Bd. 12, S. 103).

Die erwähnten Ungenauigkeiten in den Angaben über Verbrauch an Brennmaterial usw führten zu Widersprüchen. So wurde mehrfach das Sauerstoff-Schwefelkohlenstofflicht für wirksamer als Magnesiumlicht erklärt; Lossen aber erklärte dies für falsch und fand bei seinen Versuchen mit Bromsilberplatten das Magnesiumlicht wirksamer[1]).

Mc. Lellan verbrannte verschiedene Substanzen (Schwefel, Schwefel- und Antimonsulfid, Phosphor, Magnesium usw.) in einem Glaskolben in Sauerstoffgas (ca. 6 bis 7 Liter) und untersuchte die photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatineplatten, indem er ein Skalenphotometer über die Platten legte (Brit. Journ. Phot. 1881, S. 634). Er fand, daß der Aktinismus des Lichtes brennender Körper bedeutend größer ist, sobald die Verbrennung im Sauerstoffgas statt an der atmosphärischen Luft erfolgt.

Nach H. W. Vogel ist die Wirkung der Sellschen Lampe auf photographische Platten etwa viermal geringer als das Licht eines heiteren Wintertages um die Mittagszeit. Vor anderen künstlichen Lichtquellen bietet sie den Vorteil, wegen ihrer vorwiegend blauen Farbe die Augen nicht zu blenden, was bei Porträtaufnahmen wohl zu beachten ist[2]).

1) Phot. Archiv 1878, S. 70.
2) Bericht der deutsch. chem. Gesellsch. 1875, S. 96.

Zündsätze (indianisches Weißfeuer[1]) gestatten die Aufnahme damit beleuchteter Personen in ungefähr der doppelten bis vierfachen Zeit, als im Durchschnitt bei Tageslicht notwendig ist. Magnesiumblitzlicht wirkt aber in viel kürzerer Zeit ein.

Das Licht der besten und am kräftigsten leuchtenden, am Tageslicht erregten phosphoreszierenden Substanzen ist verhältnismäßig schwach; es wirkt bei unmittelbarer Berührung auf eine Bromsilbergelatineplatte ungefähr so kräftig, wie das Licht einer Normalkerze in einer Distanz von 50 cm. Phosphoreszenzlicht wirkt immer viel schwächer als jenes Licht, welches die Phosphoreszenz erregte.

Gaedicke fand, daß 102 g seines Magnesiumchlorat-Schwefelantimonblitzlichtpulvers in 1 m Entfernung ebenso stark auf Albuminpapier wirken wie Sonnenlicht in 1 Sekunde (Phot. Mitt. 1887, S. 109).

Das brennende Magnesium besitzt eine ebenso große chemische Wirkung wie die Sonne ohne Wolken bei 10° Höhe, d. h. wenn beide Lichtquellen dieselbe scheinbare Fläche haben. Dies ist der Fall, wenn eine Magnesiumscheibe von 1 cm Durchmesser 10,7 m von dem beleuchteten Gegenstande entfernt ist. Bei einer Sonnenhöhe von 22,4° ist die chemische Wirkung der Sonne 36mal größer als die des Magnesiums (Bunsen und Roscoë).

Abney verglich die Wirkung verschiedener Lichtquellen in photographischer Beziehung und zwar mittels Platinotyppapier. Er fand, daß die Helligkeit des elektrischen Lichtes, welches dem Auge = 1 Normalkerze ist, photographisch wie 10,7 Kerzen, welche während einer Minute einwirken, wirkt. Ein englischer Gran Magnesium (= 0,065 g) wirkt photographisch = 23,1 Normalkerzen während der Einwirkung von einer Minute. Ein gutes Oxyhydrogenkalklicht von der optischen Helligkeit = 400 Kerzen wirkt photographisch = 800 Kerzen und bei solchem Lichte muß man in 5 Stunden eine Platynotypie kopieren. Bei gleicher optischer Helligkeit wirkt nach Abney das elektrische Licht viermal stärker in photographischer Beziehung als das Magnesiumlicht. Z. B. wirkt elektrisches Bogenlicht von 1150 Kerzen sichtbarer Helligkeit = 12300 Kerzen beim photographischen Kopierprozeß mit der Brenndauer von einer Minute. Ein solches Licht gibt bei einer Distanz von 30 cm in 10 Minuten eine Platynotypiekopie; wenn man Magnesiumband mit einem Magnesiumkonsum von 124 Gran in der Minute in derselben Distanz verbrennt, so muß man 40 Minuten belichten, obschon die Helligkeit dem Auge gleich dem vorhin genannten elektrischen Lichte ist; dies ergibt einen Verbrauch von ungefährt 370 g während 40 Minuten. Im Sonnenlichte würde man ungefähr 1 Minute kopieren müssen. Daraus geht hervor, daß das elektrische Bogenlicht nächst dem Sonnenlichte als die geeignetste Lichtquelle für längere Lichtwirkung zum Kopieren usw. zu bezeichnen ist, während sich Magnesium hierfür weniger eignet (Bulletin Belge Phot. 1891, S. 858; Eders Jahrb. f. Phot. 1892, S. 379).

Zum Zwecke der Untersuchung des photographischen Lichteffektes einer künstlichen Lichtquelle pflegt man als Vergleichslichtquelle die Hefnersche Amylacetatlampe als Standard zu benutzen und im Abstand von 1 m und für die Wirkungszeit von 1 Sekunde den relativen photographischen Effekt zu ermitteln.

1) Bei einem Verbrauch von ca. 30 g pro 10 Sekunden.

Für die Charakteristik der Lichtquellen ist die Kenntnis des Verhältnisses ihrer photographischen Wirksamkeit dividiert durch das Verhältnis ihrer optischen Helligkeit, d. i. die sog. relative Aktinität, von Wichtigkeit (vgl. Seite 81).

Das Verhältnis der photographischen Wirksamkeit einer künstlichen Lichtquelle zu jener der Hefnerschen Normalkerze (HE.) ist mittels des Scheinerschen Sensitometers oder dergl. leicht zu bestimmen. Man ermittelt unter Verwendung ein und derselben photographischen Plattensorte und gleichartiger (gleichzeitiger) Entwicklung zunächst aus der abgelesenen Sensitometerzahl die approximative relative Helligkeit beider Lichtquellen. Dann berechnet man darnach, in welcher Distanz die fragliche Lichtquelle aufzustellen ist, um denselben photographischen Effekt in derselben Zeit wie die Hefnerkerze zu geben. Nach einigen Versuchen wird man experimentell diese Distanz nachgeprüft und sichergestellt haben und dann ist die photographische Wirksamkeit der Lichtquelle mit Bezug auf die Hefnereinheit nach dem Entfernungsgesetz leicht zu errechnen.

In ähnlicher Weise kann man mit Skalenphotometern oder Röhrenphotometern (Bestimmung der Helligkeit des durch weiße Papierreflektoren oder matte Gläser diffus gemachten Lichtes) die aktinometrische Messung vornehmen.

Stets gilt die Aktinitätszahl nur für eine bestimmte photographische Schicht, z. B. für Bromsilbergelatine, welche zumeist angewendet wird. Die relative Aktinität zweier Lichtquellen schwankt je nach Zusammensetzung der lichtempfindlichen Schicht; sie ist anders für Bromsilber als für Chlorsilber, ändert sich gewaltig durch Sensibilisierung der photographischen Schichten mit Farbstoffen (orthochomatische Platten), ist für Chromatpapiere häufig anders als für Silberkopierpapiere usw.

1. Chemische Helligkeit verschiedener Lichtquellen bezogen auf Bromsilbergelatine mit Entwicklung und die Hefnerkerze.

Für die Photographie bei künstlichem Licht ist die photographische Helligkeit verschiedener Lichtquellen auf die Bromsilbergelatine-Trockenplatte von besonderem Interesse. Vergleicht man die photographische Wirksamkeit der benutzten Lichtquelle im Abstande von 1 m mit der Wirkung einer Hefnerkerze, so ergibt sich nach Eders Versuchen umstehende Tabelle.

Auf Chlorsilbergelatine mit Entwicklung wirkt 1 mg Magnesiumband an der Luft verbrennend = 872 Sekunden-Meter-Kerzen. — Auf orthochromatische (Erythrosin-) Bromsilbergelatineplatten wirkt 1 mg Magnesium nur = 192 Sekunden-Meter-Kerzen, weil die gelb-

Benutzte Lichtquelle in einer Distanz = 1 m	Relative optische Helligkeit	Zeitdauer der Einwirkung der Lichtquelle in Sekunden	Chemische Leuchtkraft (photogr. Wirkung) bezogen auf die Hefnerlampe
1. Hefner-Altenecks Amylacetatlampe	1	1	1
2. Drummondsches Kalk-, Magnesia- oder Zirkonlicht	70	1	260
3. Gaslicht (Argandbrenner)	16	1	28
4. Auersches Gasglühlicht	60	1	152
5. Elektrisches Bogenlicht	400	1	4000

	Chemische Leuchtkraft (photogr. Wirkung) in Sekunden-Meter-Kerzen (Hefner)
6. Magnesiumband an der Luft verbrennend und frei auf Bromsilbergelatine einfallend besitzt eine chemische Helligkeit pro 1 mg	435 SMH.[1])
7. Dasselbe nach dem Durchgange durch eine farblose Glasplatte	270 bis 325
8. Magnesiumpustlicht nach dem Durchgange durch eine farblose Glasplatte pro 1 mg Mg	385
9. Magnesiumblitzlicht mit Permanganat oder Müllers Gemisch mit Chlorat und Perchlorat pro 1 mg Mg	200
10. Magnesiumband in Sauerstoff verbrennend pro 1 mg Mg	769
11. Gleiche Teile Aluminiumpulver und Kaliumperchlorat pro 1 mg Al	232
12. An der Luft brennender Phosphor pro 1 mg	$2^3/_4$
13. In Sauerstoff brennender Phosphor pro 1 mg	85

grünempfindlichen Platten gegen das gelbliche Amyllicht sich günstiger als gegen Magnesiumlicht verhalten, dessen chemischer Effekt somit etwas zurückbleibt.

Hieraus geht hervor, daß ein Drummondsches Kalklicht, welches dem menschlichen Auge 70 mal heller als eine Kerze erscheint, auf Bromsilber eine 260 mal größere photographische Wirksamkeit als die Kerze zeigt; Gaslicht erscheint optisch z. B. 16 mal heller als eine Kerze, wirkt aber auf Bromsilber 28 mal stärker ein und brennendes Magnesiumband (von obiger Beschaffenheit) ist chemisch zirka 24 mal wirksamer (auf Bromsilbergelatine) als es optisch erscheint, photographisch aber fast 2000 mal stärker wirkend als eine Kerze. — Hierher gehört auch die von Michalke (Phot. Mitt. 1890, Bd. 24, S. 195) gemachte Beobachtung, daß das gedämpfte Tageslicht bei gleicher optischer Helligkeit wie das Licht einer Amylazetatkerze dennoch 10 mal wirksamer auf Bromsilbergelatine als letzteres ist.

Berechnet man die chemische Leuchtkraft auf Sekunden-Meter-Kerzen und ermittelt den Effekt, welcher sich ergeben würde, wenn

1) Sekunden-Meter-Hefnereinheiten (SMH.).

das Licht während einer Sekunde anhalten würde, es resultiert folgende Tabelle (Eder):

	Relative Wirkung auf Bromsilbergelatine berechnet auf Sekunden-Meter-Kerzen
1. Normalkerze (Hefnereinheit)	1
2. Magnesiumblitzlicht, beim Verbrennen von 1 g Magnesium, nach dem Durchgang durch farblose Gläser (photographische Objektive)	200000—300000

Wenn man bedenkt, daß „gutes Licht“ im Atelier des Photographen auf das horizontale Photometer im Durchschnitt einen chemischen Effekt von 50000 bis 100000 Sekunden-Meter-Kerzen äußert, daß direktes Sonnenlicht (senkrecht auf das Photometer einfallend) bei einem Versuche am 24. Oktober 1890 um 9 Uhr vormittags in Wien bei fast wolkenlosem Himmel eine Wirkung von 450000 Sekunden-Meter-Kerzen äußerte, daß ferner das elektrische Bogenlicht von 4 Lampen à 2000 Kerzen optischer Helligkeit (also zusammen von 8000 Kerzen optischer Helligkeit) eine chemische Leuchtkraft für Bromsilbergelatine von beiläufig 80000 Kerzen hat, so ergibt sich, daß das Magnesiumpulver von allen bis jetzt bekannten künstlichen Lichtquellen bei der kürzesten Verbrennungsdauer den relativ stärksten chemischen Effekt äußert.

Man kann mit Bestimmtheit behaupten, daß nächst dem Sonnenlicht das Magnesium- und das elektrische Licht das photographisch wirksamste ist und das elektrische Bogenlicht gibt Flammen von mehreren tausend Kerzen Leuchtkraft, welche nicht nur auf photographische Brom- oder Jodsilberplatten fast so energisch wie Sonnenlicht wirken, sondern Jodsalze sogar energischer als letzteres zersetzen[1]). Das Magnesiumlicht ist so gewaltig aktinisch, daß 4 bis 5 g Magnesiumpulver binnen einem Bruchteile einer Sekunde eine chemische Leuchtkraft von ungefähr einer Million Kerzen entwickeln.

Im elektrischen Licht vegetieren und atmen die Pflanzen wie im Sonnen- oder Tageslicht[2]) und gewisse organische Produkte, wie z. B. rohes Blutalbumin, werden durch das elektrische Licht in 24 Stunden entfärbt (gebleicht[3]). (Vgl. XII. Kapitel.)

2. Chemische Leuchtkraft und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes.

Magnesiumband verbrennt viel langsamer als Magnesiumpulver, und hängt die entwickelte Lichtmenge wohl mit dem Gewichte

1) S. Leeds, Chem. News Bd. 42, S. 147; Beibl. Annal. Phys. Chemie 1880, S. 730. (Vgl. auch dieses Handbuch, Bd. I, S. 369.)
2) Siemens, Phot. Korresp. 1880, Bd. 17, S. 69.
3) Chemiker-Zeitung 1881, S. 97 aus Monit. prod. chim. Bd. 2, S. 402.

des verbrannten Magnesiums zusammen, steht aber in keinem geraden Verhältnisse. — Auch ist es nicht ganz einerlei, wenn man dasselbe Gewicht von Magnesium in Form eines Bandes (also in einem längeren Zeitraum), oder als reines Magnesiumpulver in einer Flamme, oder in einer Explosivmischung verbrennt.

Nur für die ungenaue Schätzung, welche aber immerhin für die praktische Photographie als ein ganz beiläufiger Anhaltspunkt dient, kann man annehmen: Der photographische Effekt ein und desselben Gewichtes von verbranntem Magnesium ist ungefähr gleich, sei es nun, daß man es in der einen oder der anderen Form verbrennt; verbrennt man das 2, 3, 4fache Gewicht von Magnesium, so kann man die Belichtung auf $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ der ursprünglichen Belichtungszeit abkürzen. Wenn auch der Praktiker sich ohne Nachteil mit einer solchen ungenauen Regel abfinden mag, so hält sie dennoch einer exakteren Prüfung nicht Stand.

Vergleicht man die chemische Leuchtkraft von gleichen Gewichtsteilen langsam brennenden Magnesiumbandes und schnell verbrennendem reinen Magnesiumpulver, so ergibt sich, daß sie in beiden Fällen nur annähernd, aber nicht genau dieselbe ist, sondern daß das in eine Flamme geblasene reine Magnesiumpulver ein wirksames Licht entwickelt; dagegen bleibt die Leuchtkraft des mit sauerstoffreichen Substanzen (Chlorat usw.) gemischten und in einem Häufchen entzündeten Magnesiumpulvers hinter dem reinen, durch eine Flamme geblasenen Magnesium zurück (nahezu um die Hälfte) und erreicht kaum die Leuchtkraft eines gleichen Gewichtes von langsam verbrennendem Magnesiumband.

Der Grund dieser auffallenden Erscheinung dürfte in folgendem liegen: Die Flamme des brennenden Magnesiums ist von einem weißen Rauch (MgO) umgeben und ist für die auf dasselbe fallende oder von innen kommende Licht von brennendem Magnesium nahezu undurchsichtig, so daß das gleichzeitige Abbrennen mehrerer hintereinander befindlicher Magnesiumbänder, oder eines in analoger Weise ausgebreiteten Häufchens von Magnesium-Chloratmischung kaum mehr Licht liefert, als der vordere Teil des brennenden Magnesiums allein. Je näher die brennenden Magnesiumpartikelchen sich aneinander befinden, je kompakter die brennende Masse ist, um so weniger ist eine Steigerung des Lichteffektes bemerkbar. Z. B. liefert ein kompaktes Häufchen von Magnesium-Chloratpulver nur $^2/_3$ oder $^3/_4$ des Lichtes wie dasselbe Quantum, welches in Form eines langgestreckten Walles ausgestreut ist. Ferner geben sechs dicht gewundene Magnesiumbänder annähernd nur die Häfte des Lichteffektes als dasselbe Quantum, wenn man das Band nacheinander verbrennt oder die Drähte in einiger Entfernung nebeneinander entzündet. Daraus dürfte es sich ungezwungen erklären lassen, daß die kleinere Lichtfläche eines entzündeten kompakten Magnesiumhaufens in explosiver Mischung weniger Licht aussendet, als die viel breitere Lichtfläche des in eine Flamme geblasenen Magnesiumpulvers, welches sich wie eine Staubwolke breit verteilt. In der Mitte zwischen beiden steht das langsam verbrennende, aber nur eine kleine Flammenzunge gebende Magnesiumband.

In neuerer Zeit stellte Eder genaue photometrische Untersuchungen der chemischen Helligkeit von brennendem Magnesium, Aluminium und Phosphor an (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, 1903, Bd. 112, Abt. IIa, S. 249).

Wir teilen diese Arbeit im nachfolgenden mit.

A) Photometrie des Magnesiumlichtes.

Nicht selten wird brennendes Magnesiumband als Normallichtquelle bei photochemischen Versuchen benutzt, seitdem Bunsen und Roscoë vor einem halben Jahrhundert angegeben hatten, daß die Verbrennung von Magnesium ein einfaches und sicheres Mittel zu photometrischen Maßbestimmungen darbietet[1]). Magnesiumdraht über 10 mm Länge soll nach diesen Angaben konstant sein, kürzere Drahtlängen gaben relativ geringere optische Helligkeit, jedoch erklärten Bunsen und Roscoë selbst, daß ihre optischen Helligkeitsbestimmungen nicht genau seien, weil die Farbentönung von Magnesium- und Kerzenlicht in dem von ihnen benutzten Fettfleckphotometer stark verschieden sei. Nach Roscoë soll Magnesiumdraht, von welchem in einer Minute 0,12 g bei einer Länge von 0,987 m verbrennen, die Lichtintensität von 74 Stearinkerzen geben. Bunsen fand auch, daß Sauerstoff die Helligkeit des Magnesiumlichtes sehr steigert, nämlich auf 110 Kerzen[2]).

Nach Troost entwickelt Magnesiumdraht von 97 mm Länge und 0,33 mm Dicke bei seiner Verbrennung soviel Licht (optische Helligkeit) als 64 Kerzen und die Intensität steigt auf 110, wenn die Verbrennung in Sauerstoff geschieht[3]).

Eder versuchte vor längerer Zeit[4]) die chemische Wirksamkeit des Magnesiumlichtes für photographische Zwecke zu messen und erzielte mit dem damals zur Verfügung stehenden, für technische Zwecke genügend genauen Warnerke-Sensitometer pro 0,05 g Magnesium für Bromsilbergelatine die chemische Leuchtkraft von 11400 Kerzen Meter-Sekunden (bezogen auf Hefnerkerzen oder HMK.). Später fand Eder, daß die bräunlich gefärbten Skalen des Warnerke-Sensitometers die Lichtqualität beeinflussen und begründete die Forderung, bei sensitometrischen Versuchen das zu untersuchende Licht frei einfallen zu lassen[5]).

Für technisch-photographische Zwecke fallen diese Differenzen allerdings nicht stark ins Gewicht, wenn man unter sonst gleichen Verhältnissen arbeitet.

Die Eignung des Magnesiumlichtes als Lichteinheit für genaue photometrische Versuche ist aber noch nicht festgestellt und es ist hierfür, wie ich zeigen werde, nicht ohne weiteres zu verwenden.

B) Bestimmung der optischen Helligkeit des an der Luft brennenden Magnesiumbandes.

Ein kurzes Stück brennendes Magnesiumband gab bei Eders Versuchen (in Übereinstimmung mit Bunsen) geringere optische Helligkeit als ein langes Stück Band. Der Grund liegt wahrscheinlich darin, daß während des Brennens das Magnesiumband sinkt, so daß ein immer länger werdendes brennendes Stück nach abwärts hängt. Man muß in einer Magnesiumlampe mit Uhrwerk abbrennen und auch bei Anwendung einer solchen erscheint die entwickelte Helligkeit unverhältnismäßig größer, wenn ein lang herabhängendes Stück Magnesium auf einmal brennt, weil offenbar hierbei die Flammentemperatur steigt.

---

1) Bunsen und Roscoë, Pogg. Ann. d. Phys. Bd. 101, S. 235; Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 38.

2) Annal. Chemie und Pharm. 1852, Bd. 82, S. 144.

3) Pogg. Annal. Phys. und Chem. 1865, Bd. 201, S. 644.

4) Eder, Ausführl. Handb. der Phot., 2. Aufl., Bd. I, Abt. 1, S. 457.

5) Siehe Eders Abhandl.: System der Sensitometrie photographischer Platten; diese Sitzungsber., Bd. 108, Abt. IIa., 1899.

Eder benutzte bei seinen Versuchen eine präzis konstruierte optische Bank von Krüß, mit einzuschaltenden grünen und roten Gläsern im Sinne von Webers Angaben[1]) versehen. So konnte Eder aus der Relation der Helligkeit für Grün und Rot die optische Helligkeit des brennenden Magnesiums mit größerer Genauigkeit als Bunsen und Troost bestimmen.

Bei Eders Versuchen gab Magnesiumband, von welchem 7,4 mg pro Sekunde (in der Lampe mit Uhrwerk) verbrennen, die optische Helligkeit = 135 Hefnerkerzen[2]). In engen Grenzen nimmt die optische Helligkeit proportional der pro Sekunde verbrannten Magnesiummenge zu oder ab.

C) Bestimmung der chemischen Helligkeit des brennenden Magnesiums.

Eder klemmte bei seinen Versuchen über die chemische Helligkeit brennenden Magnesiumbandes das letztere horizontal, mit der schmalen Seite nach oben, ein und entzündete es mittels eines Bunsenbrenners, dessen aufgesetzter Schornstein die Flamme bis nahe zur Spitze abblendete.

Die Art des Entzündens ist für den photometrischen Effekt der Gesamtmasse Magnesium nicht gleichgültig[3]). Das in die Flamme gehaltene Stück Magnesium brennt langsam an, hält man es zu weit hinein, so schmilzt es und verascht ohne hell aufzubrennen und diese Partie gibt dann weniger Licht. Mitunter bildet das Verbrennungsprodukt MgO eine Art Röhre, welche den Austritt des Lichtes hemmt und so sind mehrere Quellen zur Unregelmäßigkeit der Lichtemission gegeben und zwar ist dies um so störender, je kürzer das Magnesiumband ist.

a) Frei einstrahlendes Magnesiumlicht auf Bromsilbergelatine.

Es wurde ein Stückchen Magnesiumband[4]) vom Gewichte 2,6 mg in der Distanz von 44,5 m vor einer Bromsilbergelatineplatte abgebrannt und der Effekt einer Hefnerschen Amylflamme im Abstande von 12 m während stufenweise steigender Belichtung von $^1/_2$ bis 3 Minuten verglichen. Entwickler: Eisenoxalat. Die Schwärzung wurde gemessen und gefunden für Bromsilber: Chemische Helligkeit pro 1 mg Magnesium = 435 Hefner-Meter-Sekunden (HMS.).

b) Frei einstrahlendes Magnesiumlicht auf Chlorsilbergelatine.

Wurde unter analogen Verhältnissen geprüft. Verbrannt wurden 13 bis 16 mg Magnesium im Abstande von 3 bis 5 m: Chemische Helligkeit pro 1 mg Mg = 872 HMS.

c) Relative Aktinität des Magnesiumlichtes für Bromsilber und Chlorsilber.

Setzt man die optische Helligkeit des Magnesiumlichtes = 135 Hefnerkerzen, wenn 7,4 mg Mg pro Sekunde verbrennen, so würde dieses Quantum Magnesium für

1) L. Webers Photometer, von Franz Schmidt und Haensch in Berlin.

2) Amylazetatlampe von Hefner; geprüft von der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg.

3) Englisch hängte Magnesiumbandstücke an den Enden eines Drahtsternes auf, so daß bei der Drehung des Sternes die Stücke in die Spitze der Bunsenflamme kamen. Trotzdem beobachtete er zuweilen Schwankungen über 5% Lichtstärke vom Mittelwerte (Englisch, Schwärzungsgesetz der Bromsilbergelatine, 1901).

4) 1 cm des von mir benutzten Magnesiumbandes wog durchschnittlich 0,0065 g.

Bromsilber die chemische Wirkung $435 \times 7{,}4 = 3219$ HMS., für Chlorsilbergelatine $= 872 \times 7{,}4 = 6453$ HMS. äußern.

Daraus ergibt sich die relative Aktinität[1]) des Magnesiumlichtes (Magnesium an der Luft brennend) für Bromsilbergelatine = 23,8, für Chlorsilbergelatine = 47,8.

d) Chemische Wirkung von Magnesiumlicht (an der Luft), welches durch farblose Gläser fällt, auf Bromsilbergelatine.

Eder benutzte ein Röhrenphotometer eigener Konstruktion[2]), dessen Bohrlöcher nicht in arithmetischer Progression zunehmen wie bei H. W. Vogels Röhrenphotometer, sondern in Helligkeitsabstufungen nach einer geometrischen Progression, welche genau den Scheinergraden entspricht, d. i. 1 : 1,27. Bei Eders Röhrenphotometer wird die geringste Helligkeit durch ein Bohrloch von 0,5 mm Durchmesser am Ende einer 10 cm langen Röhre erzeugt (Nr. 20 Eders Photometer), während die hellste Stelle (Nr. 1) 25 Löcher à 1 mm aufwies. Die Helligkeitsgrenzen lagen also zwischen 1 und 100. Das einfallende Licht muß diffus gemacht werden, damit es die am andern Ende der Röhren angebrachten photographischen Platten gleichmäßig schwärzt.

Man kann nach Vogels Vorgang das Licht durch Reflexion von weißem Papier diffus machen und benötigt dann mit Eders Röhrenphotometer bei einem Abstande desselben vom weißen Zeichenpapier von ca. 1 m, in der Nähe eines Zimmerfensters, einige Sekunden Belichtungszeit; Eder schaltete für seine Versuche sechs mattierte, farblose Spiegelglasscheiben ein, sie dämpften das Ultraviolett bei $\lambda < 3800$ und absorbierten bei $\lambda < 3300$ völlig, wodurch der chemische Effekt des Magnesiumlichtes im Vergleiche zur Amyllampe stärker geschwächt wurde. Immerhin entsprechen diese Verhältnisse gut den in der angewandten Photographie vorhandenen Verhältnissen (Lichtabsorption in Objektiven usw.); allzuviel Lichtwirkung geht nicht verloren, weil eben das Licht des brennenden Magnesiumoxyds nicht allzuweit ins Ultraviolett reicht[3]), sondern schon bei $\lambda < 3600$ bis 3400 keine ausgiebige photographische Wirkung äußert.

Bei den folgenden Versuchen zeigen kleine, nur 1 cm lange Stückchen von Magnesiumband in ungünstigen Fällen Schwankungen chemischer Helligkeit bis $\pm 20\%$. Bei längeren Stücken sind die Schwankungen geringer (ca. 10%) und können durch ganz präzise, gleichartige Weise des Abbrennens weiter herabgesetzt werden[4]); aber auch in günstigen Fällen beobachtete ich Helligkeitsschwankungen von $\pm 7\%$.

1) D. i. das Verhältnis ihrer photographischen Helligkeit dividiert durch das Verhältnis ihrer optischen Helligkeit. Vgl. Eders Abhandlung: „System der Sensitometrie photographischer Platten“, III. Abhandlung, 1901; diese Sitzungsber., Bd. 110, Abt. IIa., S. 1103.

2) Auf Scheiners Photometer bezog Eder sein System der Sensitometrie und führte dies auch konsequent bei diesen Untersuchungen weiter.

3) Siehe Eder, Das Flammen- und Funkenspektrum des Magnesiums. Denkschrift d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, 1903.

4) Die Ursache, warum längere Magnesiumbänder konstantere Helligkeit liefern als ganz kurze Stückchen, mag darin liegen, daß die Störung (Dämpfung) der Lichtemission sich namentlich in der ersten Phase des Entzündens und dann wieder beim Abbrennen des letzten Restes von Magnesiumband äußert. — Nimmt man eine progressive Belichtung durch Abbrennen von mehreren Stückchen Magnesiumband à 1 cm

Chemische Leuchtkraft des an der Luft brennenden Magnesiumlichtes nach dem Durchgange durch farbloses Glas.

Bezogen auf Bromsilbergelatine und verglichen mit Amylazetatlicht.

Gewicht des verbrannten Magnesiums	Länge des Magnesiumbandes	Je 1 mg Magnesium hat die Wirkung in HMS.
0,005 bis 0,007 g	1 cm	270 HMS.
0,030	5	285
0,065	10	325

Wie man aus dieser Tabelle sieht, liefern kleine Stückchen Magnesiumband relativ weniger Licht als größere Stücke[1]). Bei Bändern von ca. 20 cm Länge beobachtete ich in mehreren Fällen die chemische Helligkeit $J =$ über 400 HMS. pro 1 mg Magnesium.

Man darf also nach diesen Ergebnissen niemals das Licht von 10 einzelnen Stückchen Magnesiumband von 1 cm gleichsetzen dem Licheffekte von 10 cm auf einmal verbrannten Magnesiumbandes.

e) Magnesiumlicht (an der Luft brennend) auf orthochromatische Platten.

Bei einer anderen Versuchsreihe verglich Eder die Wirkung von 46 bis 104 mg Magnesiumband im Abstande von 1 bis 7 m mit der Wirkung einer Amylazetatlampe im Abstande von 1 m und einer Wirkungsdauer von 5 bis 10 Minuten (Röhrenphotometer mit sechs Mattgläsern) bei orthochromatischen Platten.

Es ergab sich, daß 1 mg Magnesium auf Erythrosinplatten (Bromsilbergelatine + Erythrosin) durchschnittlich den Effekt = 192 HMS. ausübt, es wirkt also für gelbgrünempfindliche orthochromatische Platten das Magnesiumlicht nicht um so viel kräftiger als Amyllicht, wie dies bei gewöhnlichen (nur für Blauviolett und Ultraviolett empfindlichen) photographischen Platten der Fall ist.

Dementsprechend ändert sich auch die relative Aktinität des Magnesiumlichtes und wird wesentlich kleiner als für gewöhnliche Bromsilberplatten.

f) Magnesium als Normallichtquelle zur Photographie und Sensitometrie photographischer Platten.

Die im Spektrum des brennenden Magnesiums auftretenden kräftigen Magnesiumoxydbanden λ 5007 bis λ 4900 im Vereine mit den relativ schwächeren grünen Magnesiumtriplet bei λ 5183 bis λ 5167 zerreißen die Kontinuität des vom weißglühenden, pulverigen Magnesiumoxyd ausgestrahlten kontinuierlichen, sichtbaren Spektrums beträchtlich. Die genannten grünen Lichtstrahlen drängen sich so sehr hervor, daß sie bei

Länge vor, so kann man sich durch genaue Schwärzungsmessungen der belichteten photographischen Platten überzeugen, daß der Belichtungseffekt variabel ist und mitunter zufällig den Anschein einer „Periodizität“ annimmt; die Unterschätzung oder Vernachlässigung dieses Phänomens kann zu Selbsttäuschungen führen.

1) Auch Englisch fand dasselbe und gab an, daß nur für kurze, nicht aber für längere Stücke von Magnesiumband die chemische Lichtstärke proportional der Länge ist, ohne daß er die entwickelte Lichtmenge photometrisch genauer bestimmt hätte (a. a. O.).

photometrischen (sensitometrisch-photographischen) Messungen die grüne Spektralzone im Vergleiche zur blauvioletten viel heller erscheinen lassen als im diffusen Tageslichte[1]).

In dieser Hinsicht untersuchte Eder die relative Helligkeit des von weißem Papier reflektierten Tages- und Magnesiumlichtes unter Anwendung von orthochromatischen (für Gelbgrün mittels Erythrosin sensibilisierten) Platten unter Vorschaltung von spektralanalytisch genau charakterisierten blauen und gelben Lichtfiltern[2]) und fand die Platten gegen Magnesiumlicht doppelt so empfindlich im Gelbgrün als gegen Tageslicht, wenn die beiden Lichtarten auf dieselbe Helligkeit (photographische Wirksamkeit) im Blauviolett gebracht waren.

Bestimmt man also aktinometrisch die relative Grün- und Blauempfindlichkeit einer photographischen Schichte bei Magnesiumlicht, so gelten diese Zahlen nicht für diffuses Tageslicht. Es macht somit Schwierigkeiten, brennendes Magnesium als Normallichtquelle für photometrisch- oder sensitometrisch-photographische Zwecke in Übereinstimmung mit dem Verhalten gegen Tageslicht zu bringen, sobald man sich nicht auf lediglich blauviolettempfindliche photographische Schichten beschränkt, sondern orthochromatische Platten oder dergl. verwendet, bei welchen auch ihre Grünempfindlichkeit in Betracht kommt.

Amyl- oder Benzinlicht, welches ein kontinuierliches Spektrum aufweist, ist bei photometrischen Zwecken leichter mit dem Tageslichte in bestimmte Relation zu bringen als das durch hell aufleuchtende einzelne Banden zerrissene Spektrum des brennenden Magnesiums, welches letztere sich zufolge dieser Eigenschaft noch ungünstiger stellt als das gleichfalls nicht streng kontinuierliche Licht gewöhnlichen elektrischen Kohlenflammenbogens[3]).

Nach dieser Sachlage erscheint das von H. W. Vogel seinerzeit vorgeschlagene System der absoluten Sensitometrie photographischer Platten mittels eines Röhrenphotometers „unter Anwendung einer mit Magnesiumlicht erhellten weißen Papierfläche als Normallichtquelle“[4]) nicht empfehlenswert. Es ist auch nicht empfehlenswert für relative Sensitometrie von Platten stark verschiedener Farbenempfindlichkeit, wegen der erwähnten spektralen Zusammensetzung des Magnesiumlichtes, abgesehen davon, daß brennendes Magnesium sich durchaus nicht dem Ideale einer konstanten Normallichtquelle nähert.

g) Magnesium, in Sauerstoff verbrennend,

gibt wesentlich mehr Licht als an der Luft, wie bereits Bunsen (s. o.), Troost (s. o.), Abney[5]) u. a. angeben und was zur Verwendung solchen Lichtes zu photographischen Aufnahmen führte[6]).

1) Siehe Eders Abhandlung: „Das Flammen- und Funkenspektrum des Magnesiums“ 1903.

2) Kupferoxydammoniak und Kaliummonochromat entsprechend Eders „System der Sensitometrie photographischer Platten“.

3) Das Bremerlicht mit dem stark ausgebildeten Kalziumbogen zeigt aber noch mehr Diskontinuität als das Magnesiumlicht.

4) Eder, Ausführl. Handb. d. Photogr., 2. Aufl., Bd. I, 2. Hälfte, S. 413.

5) Abney, Instruction in Photography, London 1892, S. 266. — Nach Abney ist der Effekt von einem engl. Grain Magnesiumband, in Sauerstoff verbrannt, photographisch äquivalent 6 bis 12 Grain Magnesium, an der Luft verbrennend.

6) M. Kiesling (Phot. Mitt., Bd. 35, S. 137; Bd. 36, S. 392). Über andere Versuche vgl. Eders Jahrbücher für Phot.; ferner Eder, Ausf. Handb. d. Phot., 2. Aufl., I. Bd., I. Abt , S. 501 und 502.

Da genauere aktinometrische Versuche fehlen, so verbrannte Eder Magnesiumband in mit Sauerstoff gefüllten Literkolben (Zündung durch Durchleiten eines elektrischen Starkstomes) und bestimmte die Wirkung parallel mit analog angeordneter Verbrennung von Magnesium in einem mit Luft gefüllten Kolben. Die Dämpfung durch Rauch und Glas war also in beiden Fällen analog. 1 mg Magnesiumband an der Luft ergab unter diesen für die Lichtemission ziemlich ungünstigen Verhältnissen für Bromsilber die Wirkung = 266 HMS., dagegen 1 mg Magnesium, in Sauerstoff verbrennend = 769 HMS. Es wird also im Sauerstoffkolben die Wirkung des brennenden Magnesiums auf Bromsilber ungefähr verdreifacht, wobei Glasabsorption mitspielt.

h) Magnesiumpulver, durch eine Gasflamme geblasen (Magnesiumpustlicht).

Bläst man Magnesiumpulver durch eine Bunsen-Gasflamme (0,02 bis 0,05 g Magnesium), so entwickelt 1 mg verbranntes Magnesiumpulver je nach der Art des Durchblasens und Abbrennens für Bromsilber, beim Durchgange durch farblose Gläser (analog der Versuchsreihe *d*), die chemische Wirksamkeit = 294, 472 und 389 HMS., also im Mittel 385 HMS.

Es entwickelt also Pustlicht bei derselben Menge verbrannten Magnesiums durchschnittlich etwas mehr wirksames Licht als an der Luft verbrennendes Magnesiumband. Für die photographische Praxis ist dies aber von geringer Bedeutung.

i) Magnesium, gemischt mit sauerstoffhaltigen Substanzen (Magnesiumblitzlichtpulver).

Bekanntlich brennt Magnesium in Gemischen mit sauerstoffreichen Substanzen (Chloraten, Nitraten, Permanganaten usw.) leicht unter heller Lichtentwicklung ab (Blitzlichtpulver).

Ganz kleine Quantitäten solcher Blitzlichtpulver brennen ungleichmäßig ab. Verwendet man aber 1 bis 2 g, besser 3 bis 4 g Magnesiumpulver (mit entsprechendem Zusatz von Sauerstoff abgebenden Substanzen), so erzielt man bessere Resultate und die entwickelte Lichtmenge ist einigermaßen konstant

Für photographisch praktische Zwecke nimmt man an, daß die entwickelte Lichtmenge hauptsächlich von der Menge des verbrannten Magnesiummetalls abhängt.

Die photometrische Bestimmung zeigt aber, daß die relative Aktinität für verschiedene photographische Präparate von der Beschaffenheit der beigemengten sauerstoffreichen Salze abhängt und vom Emissionsspektrum dieser Metallsalze beeinflußt wird.

So z. B. gibt Magnesium gemischt mit gleichen Teilen Kalisalpeter für Bromsilber nur drei Viertel jener photographischen Wirkung als ebensoviel Magnesium in Gemischen mit Hypermanganat[1]).

Müllers Magnesiumblitzlichtpulver mit Chlorat + Perchlorat[2]) ist ebenso wirksam wie das mit Permanganat. Bei Eders Versuchen gaben 2 g Magnesiumpulver in beiden letztgenannten Gemischen den Effekt von 400000 HMS oder pro 1 mg Magnesium den Lichteffekt von 200 HMS., d. i. also weniger als in Form von Pustlicht und noch weniger als Magnesium, in Sauerstoff verbrennend.

1) 4 Teile Magnesiumpulver, gemischt mit 3 Teilen gepulvertem trockenen Kaliumpermanganat.

2) 30 Teile Kaliumperchlorat, 30 Teile Kaliumchlorat, 40 Teile Magnesiumpulver (s. Eder, Ausführl. Handbuch der Phot., 2. Aufl., Bd. I., Abt. I, S. 515).

Es gibt also das Pustlicht bei relativ weniger Rauch mehr Lichteffekt als die erwähnten Magnesiumblitzlichtpulver.

Immerhin geben diese Explosivpulver keine schlechtere Konstanz der Helligkeit als Magnesiumband, wobei die explosionsartigen, stark zerstreuend abbrennenden Blitzlichtpulver sich günstiger verhalten als langsam in der Masse verglimmende.

D) Chemische Helligkeit von verbrennendem Aluminium.

Blattaluminium, durch den elektrischen Strom glühend gemacht, brennt an der Luft ziemlich schlecht, mit mäßiger Lichtentwicklung; — in Sauerstoff aber mit großer Lichtintensität und blitzschnell, fast gleich einer Verpuffung.

Die große Lichtemission des in Sauerstoff brennenden Aluminiums beobachteten vor vielen Jahren zuerst Wöhler[1]), dann Gorup Besanez[2]) und Martin Kiesling[3]) verwendete das in Sauerstoff verbrennende Blattaluminium zu photographischen Aufnahmen.

Bei Eders Messungen gab 1 mg Blattaluminium beim Verbrennen an der Luft den Effekt (für Bromsilber) von nur 14 HMK. (!)

Dagegen liefert 1 mg Aluminium[4]) in Sauerstoff[5]) beim Verbrennen die chemische Helligkeit = 715 bis 824 HMS. für gewöhnliche Bromsilbergelatine.

Bei Versuchen mit orthochromatischen Platten (Erythrosin-Bromsilbergelatine) zeigte das Aluminiumlicht nicht diese große Überlegenheit über Amyllicht, sondern 1 mg Aluminium entsprach nur 368 HMS.

Aluminiumpulver zu gleichen Teilen mit Kaliumperchlorat gemischt, gibt ein gutes Blitzlichtpulver; 0,2 bis 0,4 g davon brennen gut ab und dann entwickelt sich pro 1 mg Aluminium Licht von der Wirksamkeit = 232 HMS. (für Bromsilbergelatine).

E) Chemische Helligkeit des Lichtes von brennendem Phosphor.

Werden 0,3 g Phosphor in einem sehr geräumigen, dünnwandigen Becherglase in Sauerstoff verbrannt[6]), so entwickelt sich blendend weißes Licht und zwar ist die chemische Lichtintensität für Bromsilber pro 1 mg Phosphor = 84,5 HMK., welche Zahl eine Minimalzahl ist, weil im Becherglase viel Rauch geblieben war.

Unter ganz analogen Verhältnissen liefert der an der Luft verbrennende Phosphor pro 1 mg nur die chemische Helligkeit von 2,8 HMK.

Phosphorlicht hat also im Vergleiche mit dem Magnesium- und Aluminiumlichte als Lichtquelle für chemisch wirksame Strahlen keine Bedeutung.

Über die chemische Leuchtkraft (für Bromsilbergelatine) und Verbrennungsdauer verschieden zusammengesetzter Magnesiumblitzlichtpulver

stellte Fr. Novak im Anschluß an des Verfassers Versuche genaue Messungen an[7]). Wir entnehmen dieser Abhandlung folgendes:

1) Pogg. Ann., Bd. 11, S. 146.

2) Ann. Chem. Pharm. 1867, Bd. 142, S. 376.

3) Phot. Mitt., Bd. 37, S. 102.

4) Es wurden mehrere Blätter Aluminium im Gewichte von 0,03 bis 0,06 g verbrannt und der Effekt von je 1 mg daraus berechnet.

5) Glasflasche, Photometer mit 6 Glasscheiben.

6) Entzündung durch Erwärmung von außen.

7) Phot. Korresp., August 1907.

Die Bestimmung der photographisch wirksamen Lichtmenge wurde mit Hilfe des Ederschen Röhrenphotometers durchgeführt (s. Seite 186, wobei gewöhnliche Bromsilbergelatinetrockenplatten zur Aufnahme verwendet wurden. Dadurch wurde die chemische Leuchtkraft auf Bromsilbergelatine in Kerzen-Meter-Sekunden (HMS.) bestimmt (bezogen auf die Hefner-Amylazetatlampe als Einheit). Vor dem Sensitometer wurden drei Scheiben aus mattem Glas befestigt; das Blitzlicht wurde 6 m vom Sensitometer mit Hilfe elektrischer Zündung abgebrannt. Die Blitzlichtgemenge, die in die Untersuchung einbezogen wurden, enthielten 1 g Magnesium.

Die Bestimmung der Verbrennungsgeschwindigkeit erfolgte mit dem Apparate von Rheden (s. Seite 610).

Bezüglich der Herstellung der Blitzlichtgemische wäre noch allgemein zu bemerken, daß die einzelnen Zusätze für sich allein feinst gepulvert und dann erst auf Glanzpapier mit dem Magnesiumpulver gemischt wurden. Diese Vorsichtsmaßregel ist wegen der Gefährlichkeit mancher Blitzlichtgemenge, die sich durch Reibung oder Stoß schon entzünden, von größter Wichtigkeit.

Nachstehende Tabelle enthält die erzielten Versuchsresultate, wobei erwähnt sei, daß Gemische von Magnesiumpulver mit Kadmiumnitrat und Zinknitrat bis jetzt überhaupt noch nicht untersucht worden waren.

Gemische von 1 g Magnesium mit folgenden, vollkommen trockenen Präparaten	Relative chemische Leuchtkraft in bezug auf Bromsilbergelatine in Kerzen-Meter-Sekunden (HMS.)	Verbrennungsgeschwindigkeit in Sekunden
$^3/_4$ g Kaliumpermanganat	173,000	0,120
1 g Kaliumnitrat	36,000	0,070
1 g Baryumnitrat	60,000	0,070
1 g Strontiumnitrat	84,000	0,105
1 g Thoriumnitrat	281,000	0,220
$^3/_4$ g Thoriumnitrat	332,000	0,230
$^1/_2$ g Thoriumnitrat	358,000	0,240
1 g Zirkonnitrat	237,000	0,240
1 g Cerinitrat	173,000	zirka 1 Sekunde
1 g Zinknitrat	173,000	0,250
$^1/_2$ g Zinknitrat	282,000	0,270
1 g schwach basisches Kadmiumnitrat	399,000	0,300
1 g Wolframsäure	20,000	zirka 1 Sekunde
1 g molybdänsaures Ammonium . .	86,000	„ 1 „

Unter den Gemischen, welche untersucht wurden, ergab die größe Leuchtkraft (photographische Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine nach dem Passieren des Lichtes durch Glas) dasjenige mit Kadmiumnitrat. Dann folgt das Gemisch mit Thoriumnitrat. Aus der Tabelle ist weiter sofort ersichtlich, daß die Variierung des Thoriumnitratgehaltes eine Änderung der Leuchtkraft bedingt; am günstigsten ist das Verhältnis $^1/_2$ Teil Thoriumnitrat mit 1 Teil Magnesiumpulver. Das Cerinitrat ist zu Blitzlichtgemischen nicht zu verwenden, weil es zu langsam abbrennt. Wohl aber dürfte es sich wegen seiner ziemlich beträchtlichen Leuchtkraft gut zu Zeitlichtgemischen eignen, wobei die Verbrennungsgeschwindigkeit allerdings durch geringe Beimengungen von indifferenten Stoffen noch weiter verringert werden müßte. Als sehr hell muß auch

das Gemenge von $^1/_2$ Teil trockenem Zinknitrat und 1 Teil Magnesiumpulver bezeichnet werden. Die Gemenge von Wolframsäure und molybdänsaurem Ammon haben wegen zu geringer Leuchtkraft und zu langsamen Abbrennens keine praktische Bedeutung.

Was die Verbrennungsgeschwindigkeit anbelangt, so verbrennen unter den vorliegenden Proben am raschesten die Gemenge mit Kaliumnitrat und Baryumnitrat. Die Verbrennungsgeschwindigkeit der Präparate, welche die größte Leuchtkraft ergaben, nämlich der Gemenge mit Kadmiumnitrat und Thoriumnitrat ist zwar viermal, resp. dreimal länger als die des Kaliumnitratgemenges, aber nach den praktischen Proben ist diese Geschwindigkeit noch vollständig ausreichend, um gute Aufnahmen zu liefern, wobei diese Gemenge den Vorteil einer mehr als neun- bis zehnmal so großen photographischen Wirksamkeit auf Bromsilbergelatine als das Kaliumnitratgemisch besitzen.

Was die Menge des entwickelten Rauches anbelangt, so ergab sich die Regel, daß bei den vorliegenden Proben in dem Maße als die Leuchtkraft zunimmt, sich die Menge des entwickelten Rauches verringerte. Am meisten Rauch lieferte unter den Blitzlichtgemischen das mit Kaliumnitrat, am wenigsten die Gemenge mit Thoriumnitrat und Kadmiumnitrat.

Über die relative chemische Leuchtkraft und Verbrennungsdauer verschiedener Zeitlichtgemische von Franz Novak s. Seite 557.

Über die Aktinität verschiedener elektrischer Bogenlampen für photographische Kopierzwecke

stellte Paul v. Schrott[1]) genaue Versuche an.

Die Untersuchung befaßte sich vor allem mit der Quecksilberquarzlampe von Dr. Küch, sodann mit gewöhnlichen Quecksilberdampflampen und schließlich mit verschiedenen Kohlensorten für Effektbogenlampen. Die Untersuchung der chemischen Helligkeit erfolgte mit Hilfe des Vogelschen Seidenpapierphotometers und des Normalfarbenphotometers. Bei Anwendung des ersteren zeigte sich, daß die bisher in der photographischen Praxis gemachte Annahme, daß die Absorptionskonstante eines solchen Photometers für alle Lichtquellen dieselbe sei, nicht zutreffe, vielmehr dieselbe für jede Lichtquelle einen anderen Wert annehme, so zwar, daß das kurzwellige violette Licht in höherem Maße vom Seidenpapier absorbiert wird, als das langwellige. Während die Konstante bei Belichtung mit einer Scheinerschen Benzinlampe bei Verwendung von Bromsilbergelatine mit Hervorrufung 1,283 betrug, war bei Verwendung des später beschriebenen Chlorsilber-Normalpapieres für eine Glühlampe die Konstante 1,36, für rote Effektkohle 1,486, für die Quarzlampe 1,74.

Da das Vogel-Photometer mit einer Glasplatte bedeckt war, wurden die ultravioletten Strahlen bis zur Wellenlänge λ 300 absorbiert und daher bei der Messung nicht in Betracht gezogen, was ja mit Rücksicht auf die in der Praxis verwendeten Glasscheiben der Kopierrahmen berechtigt ist. Als Normalpapier wurde das von Eder angegebene Normal-Chlorsilberkaliumnitritpapier verwendet[2]) [siehe S. 144].

Als Normalfarbe konnte die Bunsensche Normalfarbe (1 Teil Ruß, 1000 Teile Zinkoxyd mit sehr verdünnter Gelatinelösung auf weißem Karton aufgestrichen) wegen

1) Phot. Korresp., Sept. 1909; Zeitschr. f. wissensch. Phot. 1909; Eders Jahrb. f. Phot. 1910, S. 351.

2) Phot. Korresp. 1909, Juliheft.

Lichtquelle	Gesamte Lichtintensität (optisch)	Wattverbrauch der Lichtquelle allein ohne Vorschaltwiderstand	Wattverbrauch von Lichtquelle + Vorschaltwiderstand, Spannung = 110 Volt	Ökonomie der Lichtquelle ohne Vorschaltwiderstand	Ökonomie der Lichtquelle + Vorschaltwiderstand	Chemische Helligkeit für 1 Stunde Exposition, 1 m Distanz: für Chlorsilberpapier	Chemische Helligkeit für 1 Stunde Exposition, 1 m Distanz: für gelbes Pigmentpapier	Relative Aktinität, bezogen auf die Glühlampe = 1	Chemische Ökonomie für Chlorsilberpapier, Glühlampe = 1,1·2 Watt pro 1 HK	Chemische Ökonomie für gelbes Pigmentpapier	Verlust der ultravioletten Strahlung durch Glas in %
Metallfadenglühlampe	40,25	48,3	48,3	1,2	1,2	0,414	—	1	1	—	—
Effektkohle, rot	1010	609	1650	0,602	1,63	58,2	18,3	5,6	0,243	0,82	50
Effektkohle, gelb	1990	595	1738	0,3	0,875	82,5	25	4	0,152	0,502	37
Gewöhnliche Bogenlampe	2500	990	2180	0,396	0,875	145	64,5	5,65	0,129	0,29	30
Effektkohle, weiß (blaustichig) . . .	1990	589	1628	0,297	0,845	320	6,1	15,5	0,045	0,24	25
Effektkohle, weiß (rotstichig) . . .	2940	600	1694	0,221	0,62	355	7,4	11,7	0,0445	0,214	45
Quecksilberdampflampe (gewöhnlich) .	765	258	437	0,34	0,57	53	3,3	6,7	0,0715	1,15	—
Quecksilberdampflampe (Quarz) . . .	1300	352	484	0,27	0,37	267	16,7	20,7	0,015	0,24	83

des zu raschen Anlaufens des Kopierpapieres nicht gut verwendet werden, es wurde deshalb ein dunklerer Normalton, und zwar auf 1000 Teile Zinkoxyd 10 Teile Ruß verwendet.

Die gefundenen Resultate sind in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt.

Beim Wattverbrauch der Lampen wurde einerseits der effektive Stromkonsum, anderseits derselbe bei Schaltung der einzelnen Lampe in einem Netze von 110 Volt unter Berücksichtigung der im Vorschaltwiderstand nutzlos verlorenen Energie angegeben.

Die gefundenen Werte der chemischen Intensität wurden auf eine Distanz der Lichtquelle vom Photometer von 1 m und die Expositionszeit von 1 Stunde umgerechnet. Da die chemische Wirkung einer Normalbenzinlampe zu schwach war, wurde eine 110voltige Metallfadenlampe von 40,25 HK. Helligkeit und der Beanspruchung von 1,2 Watt pro 1 HK. als Vergleichslichtquelle verwendet und deren relative Aktinität $= \frac{\text{chemische Helligkeit}}{\text{optische Helligkeit}} = 1$ gesetzt.

Die Quarzlampe von Küch nimmt in bezug auf relative Aktinität weitaus den ersten Rang ein. Ebenso ist sie in bezug auf chemische Ökonomie bei Chlorsilberkopien die beste.

Beim Bichromatverfahren werden die Verhältnisse für die Quarzlampe etwas ungünstiger, da das violette Licht auf das gelbe Pigment in geringerem Maße zur Wirkung kommt.

Schließlich wurde auch der Verlust an ultravioletter Strahlung durch Belichtung unter einer Glasplatte im Vergleich mit einer Bergkristallplatte bestimmt.

Bei einem praktischen Versuch zeigten sich die gefundenen und in vorstehender Tabelle mitgeteilten Zahlen voll bestätigt.

EINUNDDREISSIGSTES KAPITEL.

DIE SPEKTRALE ZUSAMMENSETZUNG DES VON VERSCHIEDENEN BOGENLAMPEN AUSGESENDETEN LICHTES.

I. Spektren des elektrischen Lichtes.

Elektrische Kohlenfadenlampen leuchten je nach ihrer Belastung durch den elektrischen Strom verschieden stark[1]) und mit verschiedenen gelblich- bis bläulich-weißen Farbennuancen. Die schwach glühende Kohlen- oder Metallfadenlampe leuchtet rötlich, die stark (normal) erhitzte gelblich-weiß, die mit überspanntem Strom gespeiste bläulich-weiß, indem sich das Maximum der Energie im Spektrum des emittierten Lichtes mit steigender Temperatur von den längeren zu den kürzeren Wellen hin verschiebt. Das Spektrum derartiger Glühlampen ist kontinuierlich.

Auch bei der Nernst-Lampe, dem Drummondschen Kalklicht, dem Auerschen Gasglühlicht, handelt es sich der Hauptsache nach um Lichtemission eines hell glühenden festen Körpers und ähnliche annähernd kontinuierliche Spektralerscheinungen. Allerdings ist die relative Helligkeitsverteilung der verschiedenfarbigen Zonen der Emulsionsspektren dieser Lichtquellen etwas verschieden.

Über die relative Helligkeit der Farbenbezirke einiger Lichtquellen (nach Köthgen) wurde bereits auf Seite 11 gesprochen. Daraus geht z. B. hervor, daß das Auersche Licht ziemlich dem Sonnenlicht sich nähert; trotzdem es an und für sich grünlich erscheint, hat es dem Sonnenlicht gegenüber immer noch als rötlich zu gelten. Das elektrische Bogenlicht zwischen gewöhnlichen Kohlenelektroden ist der Farbenverteilung im Tageslicht ziemlich ähnlich, ebenso das weiße Moore-Licht.

1) Die Änderung der elektrischen Spannung um 1 Prozent bewirkt bei Kohlefäden 6 bis 7 Proz. Änderung der Lichtstärke (bei metallischen Fäden erheblich weniger).

Durch Verwendung geeigneter Reflektoren kann bei der indirekten Beleuchtung ein dem Tageslichte an Färbung fast gleich kommendes weißes Licht erzeugt werden.

Als normales „rein weißes“ Licht gilt das zerstreute Licht eines wolkenlosen Sommertages um die Mittagszeit (vgl. S. 13).

Das elektrische Kohlenbogenlicht, welches am Abend als bläulich-weiß empfunden wird, erscheint gegenüber dem Tageslicht im allgemeinen gelblich. Jedoch ändert sich die Farbennuance nach Art des Bogens. Ein kurzer Bogen, bei dem hauptsächlich das Licht der weißglühenden Kohle zur Geltung kommt ist reiner weiß, als das Licht eines langen Kohlebogens, welcher violett gefärbt ist; bei hochgespanntem Strom und beschränktem Luftzutritt ist das Kohlebogenlicht auffallend violett nuanciert und weist Mangel an Rot auf.

Über die Farbe künstlicher Lichtquellen und über den Lichteffekt der Strahlung stellte W. Voege eingehende Versuche an. Zum Vergleich der Farbe eines künstlichen Lichtes mit dem Tageslicht kann man das Licht durch ein Prisma zerlegen und mit einem Spektralphotometer die Helligkeit in den einzelnen Farben bestimmen. Ein einfacheres Verfahren besteht darin, daß man aus dem Gesamtlicht durch Einschalten eines gefärbten, zweckmäßig vor die Lupe des Photometerkopfes eingesetzten Glases einen bestimmten Spektralbezirk herausblendet und in diesem Licht photometriert. Voege untersuchte nach dieser Methode folgende Lichtquellen: Tageslicht bei bedecktem Himmel, Tantallampe (25 Kerzen), Nernstlampe (80 Kerzen), Petroleumlampe mit Rundbrenner (20 Kerzen), Azetylen (30 Kerzen), gewöhnliche Bogenlampe (8 Ampère), Bremerlampe (8 Ampère), „Carbone“-Lampe (10 Ampère), Flammbogenlampe von Siemens mit weißen, gelben und roten Kohlen, Quecksilberlampe (Quarzlampe von Heraeus). In einer Tabelle (vgl. Originalabhandlung) werden die zahlenmäßigen Resultate mitgeteilt. Der Auerglühkörper ähnelt im Blau der Tantallampe, enthält aber viel weniger Rot. Bei der Osmiumlampe sind die Zahlen für Rot unnormal groß. Ein ausgesprochen diskontinuierliches Spektrum haben das Bremerlicht, das Flammbogenlicht und die Quecksilberlampe; letzterer fehlt das Rot vollständig. Das Licht der Flammbogenlampe mit weißen Kohlen stimmt mit dem Tageslicht sehr gut überein und hat nur im Grün einen Überschuß. Der Lichteffekt einer Strahlung, d. h. das Verhältnis der Energie der sichtbaren Strahlung zu der der Gesamtstrahlung, wird am besten nach dem Verfahren von Angström bestimmt. Nach diesem blendet man nach Zerlegung der Strahlung durch ein Prisma die dunklen Wärmestrahlen ab, vereinigt die Lichtstrahlen wieder durch eine Linse und mißt sie photometrisch und bolometrisch. Die Methode von Wedding, wonach die Wärmestrahlen durch ein vorgeschaltetes Wassergefäß absorbiert werden, ist nicht einwandfrei, da die Wärmestrahlen von verschiedener Wellenlänge und Intensität nicht gleichmäßig vom Wasser absorbiert werden, und es nicht zulässig ist, den photometrisch gemessenen Lichtverlust im Wasser bei der Energiemessung mit dem Bolometer in gleicher Weise prozentual zu berücksichtigen (J. f. Gasbel. Bd. 48, S. 513; Chem. Zentralbl. 1905, Bd. 2 Nr. 12, S. 875, Eders Jahrb. 1906, S. 365).

Villant verglich die Lichtemission von Kohlefadenlampen, Metallfaden- und Nernstlampen („Compt. rend.“ Bd. 142, S. 81; „Brit. Annual Phys.“ 1906, S. 728).

Setzt man die mittleren Intensitäten der drei Lampen gleich und die der Kohlelampen gleich 1, so ist die Tantallampe von λ 523 ab heller, oberhalb 523 dunkler als die Kohlelampe, die Nernstlampe dagegen zwischen λ 638 und λ 488 heller. (Eders Jahrb. f. Phot. 1908, S. 376).

Es wurde bereits mehrmals in diesem „Handbuch“ erwähnt, daß die spektrale Zusammensetzung des elektrischen Bogenlichtes zwischen Kohlenelektroden in den verschiedenen Teilen des Flammenbogens eine andere ist.[1])

Die weißglühenden Kohlenelektroden, insbesondere die positive Kohle, senden ein kontinuierliches Spektrum aus, welches im sichtbaren Teil sehr hell ist, an der Grenze des sichtbaren Violett im Ultraviolett allmählich abnimmt, wie Tafel II und VIII zeigen. Man erkennt dies namentlich an Tafel VIII Fig. 8 und 9. Daneben tritt mehr oder weniger deutlich das Bandenspektrum der Kohle, beziehungsweise des Kohlen-Stickstoffs (sog. Cyanspektrum) auf, welches man insbesondere in Tafel V Nr. 1 und VIII sieht. Allerdings ist das kontinuierliche Spektrum einer gewöhnlichen 10 Ampère-Bogenlampe so lichtstark, daß es das Bandenspektrum des Bogens verdeckt, wie insbesondere aus Tafel VIII Fig. 8 und 9 ersichtlich ist. Dieses kontinuierliche Spektrum nimmt an Violett und Ultraviolett ziemlich rasch an Intensität ab, so daß die stärker brechbaren Cyanbänder im Violett und insbesondere im Ultraviolett überwiegen und zur Geltung kommen. Bei länger gezogenen Flammenbogen, insbesondere mit hochgespannten Strömen und bei abgesperrter Luft in Dauerbrand-Hochspannungslampen (z. B. Reginalampe, s. S. 439) treten die violetten und ultravioletten Kohlenbanden so intensiv hervor, daß sie über das kontinuierliche Spektrum dominieren und entscheidend für die violette Farbennuance derartiger Kohlenflammenbogen sind.

Die roten, gelben und anderen weniger brechbaren Strahlen des Spektrums solcher Flammenbogen büßen an Helligkeit ein und die sehr aktinischen violetten und ultravioletten Banden sind nunmehr die Hauptträger der Lichtemission, welche bei geringerer optischer Helligkeit enorme photographische Wirksamkeit auf Brom- und Chlorsilber äußert. Diese Kohlen-Stickstoffbanden von Kohlenelektroden an der Luft im elektrischen Flammenbogen ist namentlich in Tafel V ersichtlich.

1) Im elektrischen Flammenbogen zwischen Kohleelektroden lassen sich mehrere Zonen oder Schichten unterscheiden. Der innere Teil (Kern) zeigt eine bläuliche bis violette Färbung und emittiert die Kohlen- und Cyanbänder, welche von der Mitte gegen die Ränder abnehmen; am äußeren Teil treten mehr die von Verunreinigungen der Kohle verursachten Metallinien auf, welche an der äußersten Hülle schwächer werden. (Vgl. Würschmidt, Eders Jahrb. f. Phot. 1911.)

Die Cyanbande (Nr. 2), deren Kante bei λ 4607 $\mu\mu$ liegt, ist relativ lichtarm. Sehr hell sind dagegen die violette Cyanbande (Nr. 3) mit der Kante bei λ 4216 und die ultraviolette (Nr. 4) bei λ 3884 und 3590, welche in den genannten Tafeln ihren eigentümlichen, nach Ultraviolett abschattierten Komponenten zeigen[1]).

Da die ultravioletten Banden schon in jenen kurzwelligen Spektralzonen liegen, welche durch manche Gläser merklich geschwächt werden, so erklärt dies die Erscheinung, daß Vorschalten von Glas die photographische Wirksamkeit derartigen Bogenlichtes beim Kopierverfahren auf Chlorsilberpapier ungefähr um 30 % schwächt.

Der große photographische Effekt der Hochspannungslampen ist auf die große Helligkeit der genannten violetten und ultravioletten Bänder zurückzuführen.

Für die Photographie farbiger Objekte, für Zwecke der Dreifarbenphotographie ist das weiße Bogenlicht mit kontinuierlichem Spektrum viel besser, als das diskontinuierliche Spektrum des violetten Kohlenbogens, weil das ausgesendete Lichtspektrum bei letzterem gewissermaßen zerrissen ist, viele Farben (namentlich Rot) fast fehlen oder schlecht verteilt sind und deshalb falsche Effekte bei der photographischen Farbenwiedergabe verursachen.

Unsere Tafeln zeigen ferner, daß selbst im Spektrum sogenannter reiner Kohle niemals gewisse Spektrallinien von mineralischen Verunreinigungen fehlen, z. B. treten die Linien des Natriums, Kalziums, im Ultraviolett die sehr charakteristische Liniengruppe des Siliziums und Bor, neben der Kohlenlinie λ 2478, ferner Aluminiumlinien usw. auf. Tafel VIII zeigt ferner, daß das Sonnenspektrum bei weitem nicht so weit nach Ultraviolett verläuft als das elektrische Bogenlicht; noch weiter ins Ultraviolett verläuft das Funkenspektrum.

Die Farbe des Bogenlichtes ändert sich auch je nach der Art der Glocke, mit welcher der Lichtbogen umgeben wird.[2]) Ein Lichtbogen mit Opalüberfangglas erscheint blau, während ein Lichtbogen mit Alabasterglas weißer erscheint. Das Kohlenmaterial ist auch von Einfluß auf die Färbung des Lichtes, besonders auch die chemischen Leuchtzusätze im Docht.

Werden die Kohlenstäbe mit gewissen Mineralsalzen imprägniert, so kann man im Bogenlicht gelbe, rote oder weiße Töne erzeugen (Effektkohlen s. Seite 412 und 456).

Weiße Effektkohlen mit fluorbaryumhältigen Kohlenstiften, geben ein aus zahlreichen Linien bestehendes Spektrum (zumeist dem ele-

1) Vgl. Eder und Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911.

2) Monasch, „Der elektrische Lichtbogen bei Gleichstrom und Wechselstrom und seine Anwendungen“, 1904, S. 158.

mentaren Baryum angehörig), welche Linien über das gesamte sichtbare Spektrum gut verteilt sind und sich auch weit ins Ultraviolett erstrecken.

Dieses Baryumspektrum ist in Tafel II (auf gewöhnliche Platten, von Blau bis weit ins Ultraviolett) photographiert; Tafel V Nr. 2 zeigt die Photographie desselben Spektrums von Rot bis zu Beginn des Ultraviolett, das ist jene Zone, welche bei photographischen Aufnahmen mit Glasobjektiven in Wirkung tritt; einige Baryumlinien sind in unserer Tafel mit ihren Wellenlängen bezeichnet, und auch das Auftreten einer Fluorbaryumbande ist daselbst zu sehen[1]). Die weißen Effektkohlen mit Baryumfluorid eignen sich gut zur Reproduktion farbiger Objekte, für Dreifarbenphotographie, für Kopierzwecke (Silber- und Chromatpapiere usw.).

Das Bogenspektrum von Strontium- und Kalziumverbindungen zeigt Tafel II Nr. 2; die Kalziumdoppellinie von der Wellenlänge 3968 und 3933 entspricht der Fraunhoferschen Linie *HK* an der Grenze des sichtbaren Spektralviolett. Diese Linien treten mit sehr großer Helligkeit auf und verraten selbst geringe Spuren von Kalzium, welche sehr häufig als Verunreinigung auftreten (vgl. Tafel V; Spektrum der reinen Kohle; Tafel IX).

Die Cooper-Hewittsche Lampe und ähnliche Quecksilberglaslampen zeigen ein aus wenigen, sehr hellen Linien bestehendes Spektrum, von welchem bei der angewandten Photographie mit den üblichen Glasobjektiven hauptsächlich folgende Linien zur Geltung kommen.

	Wellenlänge			Wellenlänge	
Quecksilberlinie	5791	gründgelb	Quecksilberlinie	4078	violett
„	5770		„	4047	
„	5461	grün	„	3984	
„	4916		„	3907	
„	4359	blau	„	3663	
„	4348		„	36—	
„	4340		„	3650	

Die hierbei auch (namentlich bei starken Strömen und größerer Dampfdichte) auftretenden feinen roten und orangefarbigen Linien sind schwach und für die Färbung derartigen Lichtes von geringem Belang.

Tafel V Nr. 3 zeigt das Spektrum einer Quecksilberglaslampe, aufgenommen im Glasprismenspektrograph; Tafel II das Quecksilberspektrum einer Quecksilberquarzlampe; in beide sind die Wellenlängen der Linien eingetragen.

Über eine intensive monochromatische Lichtquelle von Ch. Fabry und A. Perot („Compt. rend.“ 1899, 128, S. 1156 bis 1158). Das Licht des bekannten

1) Näheres siehe Eder und Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911.

Quecksilberlichtbogens wird mittels Filtration durch Kaliumbichromat und gesättigte Didymchloridlösung monochromatisch für Grün $\lambda = 546\,\mu\mu$. Auch die gelben Wellen lassen sich durch Eosinfiltration gut isolieren („Zeitschr. f. phys. Chemie“ 1899, Bd. XXX, Heft 1, S. 169; Eders Jahrb. f. Phot. 1900, S. 520).

Spektralzonen mit Quecksilberdampflampen. Um die chemische Wirkung der von einer Quecksilberdampflampe ausgesandten verschiedenfarbigen Strahlen einzeln studieren zu können, kann man Lichtfilter nach den Angaben von Hartmann verwenden:

Quecksilberlinien	Wellenlänge	Die als Lichtfilter dienenden Lösungen
Rote	695	Konzentrierte Lösung von Chrysoidin und Eosin
Rote + orange	615	Lösung von Chrysoidin
Rote, orange + gelbe	579	Schwache Lösung von Chrysoidin
Hellgrüne	546	Lösung von Nitrosodimethylanilin (läßt auch Ultraviolett 366 durch)
Blaugrüne	492	Lösung von Guineagrün mit Brillantgrün
Cyanblaue	436	
Violette	405, 408	
Ultraviolette	366 u. kleiner	

(Physik. Zeitschr. 1906, 58, Nr. 228; Eders Jahrb. f. Phot. 1907, S. 340.)

II. Spektrum von Magnesiumlicht, verglichen mit Drummondschem Kalklicht.

Über den Verlauf des ultravioletten Spektrums brennenden Magnesiums und des Drummondschen Kalklichtes in die ultraviolette Region des Spektrums gibt am besten ein Vergleich mit dem Sonnenspektrum (Tafel VIII) Aufschluß; sämtliche dieser Vergleichsaufnahmen sind im Quarzspektrographen aufgenommen.

Das Spektrum des Drummondschen Lichtes im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse im Linnemannbrenner bei mäßigem Druck zeigt Tafel VIII Nr. 7. Es wurde ein Stift von Magnesia zur Weißglut gebracht. Die optische Helligkeit war etwa 80 Kerzen.

Bei der photographischen Aufnahme im Quarzspektrographen erwies sich die relative Helligkeit des Magnesia-Knallgaslichtes im Rot, Gelb, Grün und Blau größer als beim Lichte brennenden Magnesiums; dagegen nahm die Intensität der stärker brechbaren Strahlen beim Drummondschen Lichte rascher ab; es mußte die Belichtungszeit ungefähr viermal länger genommen werden, um ein deutliches ultraviolettes Spektrum in den brechbareren Spektralbezirken zu erhalten und trotz dieser längeren Belichtungszeit erstreckt sich die Wirkung weniger weit ins Ultraviolett. Ähnlich verhält sich Drummondsches Kalk- und Zirkonlicht. Alle

diese mittels des Sauerstoff-Leuchtgasgebläses hergestellten Lichtquellen geben nur im Anfange des Ultraviolett, das ist beiläufig bis $\lambda = 3500$ eine genügende Helligkeit, wie auch Tafel VIII Nr. 7 deutlich zeigt. Die Spektren des Drummondschen Lichtes sind kontinuierlich, mit Ausnahme der auftretenden Hauptlinien des brennenden Oxyhydrogengases (der sog. Wasserbänder), sowie des Swanschen Spektrums (brennende Kohlenwasserstoffe). Ferner bemerkt man einzelne Metallinien, zum Beispiel die Magnesiumlinie $\lambda = 2852$. Da die Intensität des Magnesia-Knallgaslichtes bei der angegebenen Belichtungszeit nur bis ungefähr $\lambda = 3600$ eine namhafte ist und von $\lambda = 3600$ bis ca. 3500 schon merklich sinkt, so folgt, daß man diese Lichtquelle zu Absorptionsversuchen nur mit Erfolg für das sichtbare Spektrum bis zur Region $\lambda = 3500$ benutzen kann; verlängert man die Belichtungszeit, um weitere Bezirke des Ultraviolett photographieren zu können, so entstehen in den weniger brechbaren Spektralbezirken häufig störende Erscheinungen von Überexposition (Lichthöfe, Irradiationserscheinungen, Solarisation). Bei Verwendung von Leuchtgas-Sauerstoff unter höherer Gaspression wird die Weißglut gesteigert und rückt die Helligkeit des Spektrums weiter ins Ultraviolett vor.

Das Sonnenlicht ist für Absorptionsversuche im Ultraviolett günstiger als das Drummondsche Licht, da man bei einigermaßen klarem Sonnenschein darauf rechnen kann, das Sonnenspektrum mittels des Quarzspektrographen bis zur Fraunhoferschen Linie S mit der Wellenlänge 3100 $\mu\mu$ photographieren zu können. Freilich ist die Helligkeit des Sonnenspektrums in der Regel von R ab nicht mehr bedeutend (s. Tafel VIII).

Genügend weit in die stärker brechbaren Regionen des Ultraviolett erstreckt sich weder das Sonnenlicht, noch das Magnesium- oder Drummondsche Licht, sondern man muß zum Funkenspektrum (mittels eines kräftigen Ruhmkorffschen Induktors) greifen. Nicht so weit wie die letztere, aber weiter als die erstgenannten Lichtquellen, reicht das Licht des elektrischen Flammenbogens (s. Tafel VIII).

Das Spektrum des brennenden Magnesiums erstreckt sich bei genügender Belichtung weiter gegen das brechbarere Ende des Ultraviolett, als dies bei dem Sonnenspektrum, wie es bei unseren Witterungsverhältnissen für gewöhnlich zur Verfügung steht, der Fall ist. Das in Tafel IX abgebildete Spektrum des brennenden Magnesiums wurde durch eine drei Minuten andauernde Belichtung im Quarzspektrographen erhalten und zum Vergleiche ein schwaches Funkenspektrum von Magnesiummetall daneben photographiert. Es geht daraus hervor, daß das brennende Magnesium ein nahezu kontinuierliches Spektrum

liefert, welches sich mit genügender Helligkeit über den ganzen sichtbaren und ultravioletten Teil bis gegen $\lambda = 2800$ erstreckt. Die Helligkeit der brechbareren Strahlen ist von da ab nur mehr eine geringe und das Spektrumband dehnt sich selbst bei langer Belichtung nur verhältnismäßig langsam gegen das brechbarere Ende des Spektrums aus.

Außer dem kontinuierlichen Spektrum treten auch charakteristische Bänder des Magnesiumoxydspektrums auf, sowie einige Linien des Magnesiums selbst (die Triplets im Grün λ 5184, 5173, 5167; die ultraviolette Mg-Linie λ 2852 u. a.).

Das brennende Magnesium wäre vermöge seines ziemlich kontinuierlichen Emissionsspektrums als Lichtquelle für den Spektralbezirk $\lambda > 2800$ brauchbar, wenn nicht der Magnesiumoxyd-Rauch äußerst belästigend und das unruhige Brennen der Magnesiumflamme höchst störend wäre; für Untersuchungen im stärker brechbaren Ultraviolett läßt uns das brennende Magnesium im Stiche.

Brennendes Magnesiumband oder Magnesiumpustlicht zeigt bei größerer Dispersion das Spektrum des Magnesiums sehr deutlich, neben dem kontinuierlichen Spektrum, wie in Tafel IX Nr. 1 ersichtlich ist.

Gemische von Magnesiumpulver mit Salpeter zeigen überdies die Kaliumlinien; ein Leuchtpulver aus Magnesium und Lithiumkarbonat weist — außer dem Spektrum des Magnesiums — die Lithiumlinien auf, und zwar nicht nur die rote Lithiumlinie λ 4708, welche die rote Lithiumflamme von Weingeist- oder Bunsenbrennern zeigt, sondern auch die orangegelbe (λ 6103), die grüne (λ 4972) und andere Lithiumlinien, welche sonst nur im elektrischen Flammenbogen und auch bei der enormen Hitze solcher Blitzlichtflammen auftreten (s. Tafel IX).

Magnesium mit Kaliumpermanganat gibt ein Emissionsspektrum der betreffenden Metallinien. — Magnesium mit Thoriumnitrat, mit Kadmiumnitrat, mit Zirkon- oder Cernitrat, sowie Strontiumnitrat geben hauptsächlich kontinuierliche Spektren. Das vielfach zur Herstellung von panchromatischen Magnesiumblitzlichtgemischen benutzte Strontiumnitrat zeigt außer dem kontinuierlichen Spektrum noch die roten Bänder des Strontiumoxyds (s. Tafel IX Nr. 3) und einige wenige Metallinien des Strontiums und des stets als Verunreinigung vorhandenen Kalziums.

Auch beim Strontium treten zufolge der hohen Temperatur des Magnesiumblitzlichtes andere Spektren auf, als bei der niedrigen Temperatur der mit Strontiumsalzen rotgefärbten Bunsenflamme, welche Tafel IX Nr. 5 zeigt; in diesem Falle treten nur die roten und gelben Strontiumoxyd- (resp. Chlorid-)bänder auf, und nur die blaue Strontiumlinie λ 4608. Schon in bengalischen Feuerwerkssätzen mit Kaliumchlorat, Schwefel und Strontiumnitrat entwickeln sich zufolge der höheren

Verbrennungstemperatur die blauen und violetten Strontiumoxydbänder so deutlich, daß die aktinische Wirkung beträchtlich steigt. In der noch höheren Temperatur des Magnesium-Strontiumnitratblitzlichtes erreichen die stärker brechbaren Spektralbezirke noch größere Helligkeit und gesteigerten Aktinismus. Im elektrischen Flammenbogen treten zahlreiche Strontiummetallinien auf, aber es bleibt auch noch das rote Bandenspektrum wenigstens teilweise bestehen (s. Tafel II und IX), was die rötliche Färbung der Strontiumeffektkohlen erklärt (Tafel II).

Wie diese Beispiele zeigen, ist der wahre photochemische Effekt der künstlichen Lichtquellen nur mit Hilfe der Spektralanalyse zu erkennen und die photographische Wirkungsweise zu erklären.

Nachtrag.

Internationale Kerze als photometrische Lichteinheit.

Im Jahre 1909 wurde zwischen dem Bureau of Standards in Washington, dem englischen National Physical Laboratory und dem Laboratoire Central d'Electricité in Paris die Vereinbarung getroffen, daß man folgende Werte der photometrischen Einheiten festsetze:

1 pentane candle = 1 bougie décimale = 1 American candle
= 1,11 Hefnerkerzen = 0,104 Carcels.

Es waren die englische, französische und amerikanische Kerze einander gleichgemacht worden und zwar dadurch, daß die frühere amerikanische Glühlampennormale um 1,6 % erniedrigt wurde und die Messungen mit der Pentanlampe im National Physical Laboratory nicht mehr bei einer Luftfeuchtigkeit von 10 Litern pro cbm, sondern von 8 Litern pro cbm ausgeführt werden. Diese gleiche Einheit der Engländer, Franzosen und Amerikaner heißt Internationale Kerze. — In Deutschland bleibt die Hefnerkerze bei ihrem alten Werte und es ergibt sich die relative Helligkeit: 1,11 Hefnerkerze = 1 Internationale Kerze, wonach die Umrechnung approximativ erfolgen kann. — Dieser Umrechnungsfaktor gilt nur für optische Helligkeit, indem auf die relative photographische Aktinität hierbei derzeit keine Rücksicht genommen ist.

Chlorsilberkristalle,

die sich aus ammoniakalischer Lösung bilden, nach Reinders, absorbieren nicht nur kolloides Silber und Gold, sondern auch viele Farbstoffe, Gelatine, Albumin, Casein usw. und nehmen sie bis ins Innere in homogener Verteilung auf. Dies stimmt mit den Forschungen Eders überein, daß bei der Sensibilisierung die wirksamen Farbstoffe das Silberhaloidkorn färben müssen, also daß ein Farbstoff, um zur photographischen Wirkung zu kommen, das Bromsilbermolekül (resp. Ag Cl) selbst färben müsse. Die meisten zugesetzten Farbstoffe ändern den Habitus der Chlorsilberkristalle nicht, aber manche Farbstoffe rufen starke Dendritenbildung hervor, wie mikrophotographisch festgestellt wurde. — Gelatine und adsorbierte Eiweißkörper erhöhen beträchtlich

die Lichtempfindlichkeit des Chlorsilbers. Dieser Einfluß läßt sich auch nachweisen an Kristallen aus einer Lösung, welche nur 1 Milligramm Gelatine in 10 Liter Lösung enthält. Hierbei wirkt die Gelatine wie ein chemischer Sensibilisator, zufolge der Eigenschaft Chlor zu binden (die Annahme, daß Gelatine als chemischer Sensibilisator bei Silberhaloiden wirken könne, wurde zuerst von Eder ausgesprochen, welcher auch die Absorption von unauswaschbarer Gelatine in Bromsilberkörner der Gelatineemulsion nachwies; dies wird durch Reinders Versuche bestätigt). — Die Aufnahme von kolloidem Silber bei der Kristallisation aus einer kolloides Silber enthaltenden Lösung wird vermindert oder ganz verhindert durch die gleichzeitige Anwesenheit von Gelatine oder Agar-Agar. (W. Reinders, Zeitschrift f. phys. Chemie, 1911, Bd. 57, S. 696.) Es ist auffällig, daß Gelatine die Adsorption von kolloidem Silber an Silberhaloide hindert, während die Silberkeimtheorie gerade beim latenten Lichtbild Absorption von kolloidem Silber fordert.

Anfärbung von Diaminpapier durch photochemische Wirkung.

C. Schall studierte die Blaufärbung des p-Phenylendiaminpapiers im Ultraviolett und fand, daß es verschiedene analoge lichtempfindliche organische Substanzen gebe. Salpetersaures p-Toluidendiamin, salpetersaures Benzidin auf Papier wird im Ultraviolett ebenfalls blau gefärbt. Löst man p-Phenylendiamin nebst Acetylcellulose in Chloroform und fügt Acetylentetrabromid zu, so kann man transparente Schichten auf Glas auftragen; sie werden im Ultraviolett blau. Diese Papiere wurden auch spektroskopisch untersucht. (Zeitschr. f. w. Photogr. 1911, S. 89).

Quecksilberquarzlampe.

Buisson und Ch. Fabry nahmen Messungen der Intensität der Quarzquecksilberlampe vor. Wählt man als Einheit die Intensität der grünen Strahlung, so haben die anderen Strahlen folgenden Helligkeitswert:

Wellenlänge	Lichtintensität
Rot	0,13
λ 5769 u. 5790	0,49
λ 5460	1
4358	0,88
4046	0,64
Gruppe 3660	0,41
Gruppe 3130	0,79
Gruppe 2536	0,32
Gesamtstrahlung	60.

Die Intensität der Strahlung ist nicht nach allen Richtungen gleich stark. Das Verhältnis der mittleren sphärischen Intensität und der Intensität in der normalen Richtung beträgt 0,8. (Comptes rendus, Bd. 152, S. 1838; Chem. Zentralbl. 1911, II, S. 830.)

Die Quecksilberquarzlampen zeigen nach längerem Gebrauch eine Abnahme der Intensität der ultravioletten Strahlung, weshalb die photochemische Wirkung der Quarzlampen mit der Zeit abnimmt; während die Strahlung neuer Lampen auf die menschliche Haut enorm (mit Verbrennungserscheinungen) wirkt, rufen die Strahlen länger gebrauchter Lampen nur eine leichte Reaktion hervor. Die Ursache dieser Veränderung ist darin zu suchen, daß die innere Wand der Quarzröhre nach und nach mit einem größeren Beschlag sich bedeckt. (Comptes rendus, Bd. 152, S. 1746; Chem. Zentralbl. 1911, II, S. 829.)

Autoren-Register.

Abney 5. 64. 70. 77. 93. 142. 143. 157. 158. 176. 178. 179. 181. 182. 196. 199. 209. 224. 245. 246. 249. 250. 251. 254. 256. 270. 281. 289. 290. 305. 307. 309. 310. 319. 320. 401. 611. 616. 625.
Acetylen-Co. 496.
Acworth 279. 293.
Adamson 473. 488.
Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation 542. 583.
Albert, E. 179. 298.
— J. 517.
Alden 508.
Alexandre 496. 589.
Amann 330.
Amateurphotographenklub, Wiener 230.
Amory 272.
Andresen 177. 193. 252. 369.
Angström 633.
Armstrong 518.
Arndt & Löwengard 551. 559. 564.
Arons 424.
Arrhenius 364.
Asper 357.
Aubree 432.
Audra 482.
Auer von Welsbach 409. 582.
Autotype-Co. 146.
Axtmann 533.

Babbage 360.
Babo 407. 509. 510. 511.
Baker 240.
Balmain 96. 228. 513.
Baltin 535.
Baly 1.
Bancroft 290.
Bardy 510. 615.
Barlett 550.
Baur 1. 318.
Baxendell 364. 366. 386.
Bayer 609.
Bayley 209.
Bazain 433.
Bazin 315.
Beatty 111.
Beaurepaire 531.
Beck, J. 380. 382.
Becker 327. 328.
Becquerel 71. 94. 106. 114. 250. 251. 253 273. 276. 277. 280. 281. 285. 287. 289. 291. 306. 309. 313. 314. 317. 319. 324. 325. 333. 334. 516.
Bedford 424. 433.
Beer 203.
Bell 606.
Belloc 316.
Benecke 436.
Beneke 523.
Benk 557.
Bernhardt 153.
Bernhoeft 593. 594.
Berres 432. 509.
Berthelot 330. 494.
Berthollet 102.
Besanez 627.
Bethge 549. 550.
Betz 542.
Bezold, v. 10. 179.
Billon-Daguerre 328.
Bing, Louis 150. 153.
Blair 316.
Blanquard-Evrard 315.
Blythsworth 269.
Boardman Co. 466.
Boas 495.
Bögner 415. 416.
Böhm & Rosenthal 92. 171.
Börnstein 340.
Böttger 509.
Boisen 231.
Bolas 433. 561.
Boll 507.
Bonté-Schaefer 487.
Bordier 329.
Borlinetto 507.
Bose 94.
Bothamley 86. 261.
Bouguer 368.
Boutan 537. 538.
Brande 432.
Brandt, P. 230. 530.
Breeze 402.
Bremer 422.
Brice 154.
Brodhun 71. 204. 206.
Brooks 482.
Brothers 483. 516.
Brown 533.
Browning 22.
Brunel 231.
Buff 99. 100. 101. 102. 103.
Buisson 642.
Bunsen 17. 19. 31. 71. 76. 89. 99. 122. 130. 131.

132. 141. 144. 165 209. 323. 364. 367. 368. 369. 370. 371. 379. 392 407. 436. 481. 487. 511. 516. 616. 621. 622. 625. 629.
Bunte 487.
Burnett 101. 112. 114. 119.
Burton 158. 316. 403.

Callier 190. 199. 203. 217. 218.
Carbutt 606.
Carcel 84. 86.
Carl 486. 516.
Caron 503.
Cernovodeanu 324.
Chapman 315.
Chardonnet 36. 42. 302.
Chastaing 321. 322. 324. 325.
Chatelier 493.
Christomanos 93.
Chwolson 94.
Clarke 508.
Claudet 77. 130. 164. 165. 249. 289. 306. 316. 436. 486.
Claudy 485.
Clausius 364. 367.
Clayden 365.
Cloëz 325.
Coehn 327. 328.
Cohen 605.
Cohn 604.
Constant de 316.
Cornu 8. 9. 36. 44. 45. 46. 48. 388.
Cossa 326.
Courmont 328.
Courtier 563.
Cox 482.
Cremer 489.
Croke 523. 605.
Crookes 46. 93. 253. 276. 281. 388. 516.
Crova 78.
Cussons 402.

Daguerre 388.
Dallmeyer 482.
Daniell 432.
Darwin, H. 141.
David 32.
Davy 101. 411.
Deacon 329.
Debenham 312. 317. 560.
Decoudun 121. 123. 124. 231. 238. 239.
Degen 125.
Delachanal 511.
Delamarre 432. 436. 506.
Delden, van 598.
Demole 561.
Demousty 328.
Dewar 302.
Dillaye 538.
Dingler 119. 315. 316. 325. 487. 509.
Donné 280.
Dove 428.
Dow 92.
Downes 105.
Drägerwerk 499. 500. 502.
Draper, J. C. 8. 77. 98. 99. 101. 112. 113. 119. 122. 249. 276. 306. 307. 320. 323. 325.
— H. N. 119.
Driffield 83. 166. 168. 190. 191. 192. 193. 195. 196. 219. 221. 222. 224. 225. 229. 232. 237. 239. 240. 241.
Drummond 79. 497. 503. 504. 505. 516. 637. 638.
Duboin 553.
Duboscq 433.
Duclaux 106.
Dufour 101.
Dujardin 433. 463.
Dunmore 403.

Earle 523.
Eberhard 59. 68. 70. 312.
Ebert 3.
Eckel 440.
Edelmann 507.
Eder 1. 13. 14. 16. 30. 38. 42. 45. 46. 48. 56. 65. 66. 68. 69. 76. 77. 80. 81. 90. 91. 92. 95. 106. 107. 123. 124. 144. 146. 149. 152. 153. 170. 171. 172. 174. 175. 181. 182. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 198. 203. 208. 210. 211. 213. 217. 218. 222. 223. 224. 225. 228. 239. 241. 242. 252. 253. 254. 256. 257. 258. 259. 261. 263. 267. 268. 270. 272. 276. 277. 278. 279. 280. 282. 284. 285. 286. 288. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 298. 299. 300. 302. 309. 311. 312. 313. 316. 317. 319. 321. 324. 334. 340. 341. 342. 345. 347. 360. 387. 402. 406. 481. 483. 503. 504. 505. 508. 509. 512. 515. 518. 524. 542. 545. 549. 561. 570. 611. 617. 619. 620. 621. 622. 623. 625. 626. 627. 635. 636. 641. 642.
Edison 408.
Eichmann 231.
Eisenlohr 276.
Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben 446.
Elkan 499. 504.
Ellis 489.
Elster 96.
Englisch 176. 622. 624.
Erdmann 10.
Exner, F. 12. 70.

Fabre 323.
Fabricius 490.
Fabry 367. 636. 642.
Falk & Co. 560.
Falz & Werner 453. 454. 455. 456. 465.
Faraday 516.

Farbenfabriken vorm. F. Bayer 342. 345. 545. 555. 559.
Farland, Mc. 486.
Farmer, H. 449.
Fattinger 583.
Favre 103.
Feige 424.
Feitzinger 125.
Ferguson 237. 239.
Fernau 241.
Féry 52. 87.
Festing 178.
Fiedler 583.
Fischer, F. 324.
Fischer & Foß 493.
Fizeau 249. 306. 407.
Fleury-Hermagis 157.
Fol 357.
Formanek 1. 353.
Forel 357.
Foucault 249. 306. 407.
Fowler 106.
Foxlee 315.
Fraunhofer 7. 10. 11. 33. 43. 46. 58. 250. 251. 300. 312. 335. 336. 337. 638.
Freewing 508.
Freund 449.
Fürstenau 482.
Fueß 44. 49. 50. 55. 154.
Fyfe 281.

Gaedicke 507. 517. 518. 546. 580. 586. 616.
Galewski 548.
Gamble 462. 480.
Garneri 77. 143.
Garnier 433. 463.
Gaudechon 330.
Gaudin 432. 436. 506. 507.
Gaumont 410. 496. 611.
Gaylord 60.
Gehrcke 70.
Geiger 420.
Geißler 427. 428.
Geitel 96.
Gekawerke 153.
Gekawerke s. Krebs.
Geldmacher 517. 606.
Gerland 326.
Gillard 315.
Giroud 90.
Gissing 40.
Glasenapp 546. 561.
Glatzel 36.
Gmelin 560.
Goerz 121. 124. 230. 574. 575.
Goldberg 199. 206. 228. 326.
Goldstein 290.
Goode 432.
Gordes 571.
Gothard, E. v. 29. 37. 38. 47.
Gouy 94.
Graetz 488.
Grätzel 518.
Graham, Otto 337.
Grant 520. 563. 603.
Grebe 1. 5.
Greene 542.
Griveaux 94.
Grotkowsky 325.
Grove 408.
Grünberg 12.
Grüne 482.
Grundy 504.
Guébhard 524.
Günther 285. 316.
Günther & Tegetmeyer 96.
Guerney 497.
Gulliver 507.
Guntz 285.

Haack 505.
Haagn 426.
Haake & Albers 442. 530.
Haberkorn 353.
Hackh 570. 595. 598.
Haddon 504.
Hagenbach 61.
Halle 44.
Hankel 131.
Hann 328. 379.
Harbers-Scharmach 586.
Harcourt 86.
Hardwich 505.
Harmann 507.
Harnecker 505.
Harrison 508. 518. 534.
Hart 520. 582.
Hartley 42. 301. 358.
Hartmann 199. 204. 205. 395. 637.
Haschek 70.
Hasselkampf 530.
Hauberrisser 546.
Haugk 315.
Heele 23. 35. 39. 40.
Heeren 130. 231.
Hefner-Alteneck 11. 84. 90. 91. 171. 210. 211. 622.
Heid 435.
Helland-Hansen 357.
Heller 395.
Helmholtz 10. 11. 12.
Hemsley 550.
Henderson 403.
Hennig 569.
Henrey 324. 550.
Heraeus 329. 426. 427. 480. 633.
Herchefinkel 323. 327.
Herschel 77. 130. 249. 251. 253. 275. 276. 281. 284. 285. 286. 288. 289. 290. 305. 306. 314. 317. 320. 325. 326.
Hertzsprung 367.
Herzberg 332.
Herzka 291.
Hesekiel 534. 579.
Hett 241.
Hewitt 38. 424. 425. 476. 479.
Heyde 125.
Hilbert 495.
Hilger 35. 40. 49. 70.
Hill 505.
Himly 317. 474. 483.
Hitchcock 562.
Hoff, van t' 94
Hoffsümmer 128.

Hoh 154.
Holetschek 364. 367. 371. 373. 386.
Holliday 358.
Holm 518.
Holmers 402.
Holzt 529.
Homolatsch 482.
Honikel 142.
Horn 119. 316. 407.
Hößl & Laad 470.
Houdaille 75. 150. 168.
Houghton 587.
Howell 409. 489.
Hrdliczka 583. 586. 587.
Hrudnik 286.
Hruza 529. 609.
Hübl 261. 262. 272. 279. 299. 345. 348. 353. 355. 358. 457. 464.
Hughins 46.
Humphrey 535. 536.
Hunt 77. 130. 275. 276. 281. 282. 320. 337.
Hurman 518.
Hurter 83. 166. 168. 190. 191. 192. 193. 195. 196. 219. 221. 222. 224. 225. 229. 232. 236. 239. 240. 241.
Husnik 122.

Ilford 231.
Illjinsky 534.
Imperial Dry Plate Co. 239.
Ives 59. 246. 298.

Jahr 403.
— R. 489.
James 525.
Jandus 422.
Jankó, v. 548.
Janssen 165. 304. 388. 403.
Jarmen 438. 558.
Jencic 144.
Jensen 365.
Jeserich 505.
Jobson 446.
Jodin 320.
Jodlbauer 111.
Joé 488.
Johnson 147.
Jones, Chapman 14. 62. 83. 159. 199. 222. 224. 225.
Jordan 77. 130.
Junghans 507.

Kahlbaum 36.
Kailan 327.
Kalähne 358.
Kamm 494.
Kaßner 366.
Kastle 111.
Kayser 1. 9. 54. 56. 59. 70. 357. 358.
Kenngott 491.
Kenyon 517. 535.
Keppeler 87.
Kernbaum 327. 328.
Keßler 542. 548. 550. 562.
Kirchhoff 17. 19. 31.
Kieser 211. 272. 554. 555. 571.
— & Pfeufer 446.
Kiesling 145. 153. 536. 562. 567. 625. 627.
Kilburn 316.
Kindermann 530.
King 199.
Klary 518. 532. 589.
Klein, H. O. 529.
Kleye 417. 499.
Klimsch 153.
Knauer 541. 551.
Kochan 94.
Köhler 480. 603. 605.
König 470.
König, A. 11.
— -Dieterici 12.
König, E. 351. 355.
Körting & Mathiesen 422. 456. 466.
Köst 592. 593.
Köthgen 11. 79. 632.
Kolben 446.
Konen 272.
Konkoly 29.
Krebs 542. 548. 553. 554. 555. 561. 563. 565. 571. 584. 599. 611.
Kreusler 96.
Kreutzer 113. 122. 231. 320. 360. 506. 509.
Krone 392. 395. 402. 485.
Krüger 315.
Krüß 19. 20. 38. 42. 61. 85. 302. 341. 622.
— H. 85. 504.
— H. A. 42.
Küch 426. 427. 629. 631.
Kuffner 172.
Kühne 326.
Kundt 340.
Kunwald 545.
Kunstanstalten, Berlin-Neuroder 474.
Kurtz 395.

Lainer 544. 569.
Lambert 74. 77. 368.
Lamy 147.
Landolt 3. 340.
Lang, L. 231.
Lang, Louis 591.
Langer 311.
Langley 368.
Larkin 517. 531.
Larsen 143.
Lassaigne 281.
Law 482. 483.
Lea 114. 270. 285. 296. 315. 316. 503.
Leborgne 432.
Lecher 390.
Lechner, R. (W. Müller) 146. 418. 472. 476. 495. 499. 528. 530. 532.
Leeds 103. 104. 619.
Lehmann 9.
— E. 278. 279. 280.
— H. 30. 41. 268. 358.
Leimbach 189.
Leiß 46. 49. 55.
Lellan 509. 535. 615.
Lenard 96. 275. 328.

Lerebours 249. 306.
Leroux 563.
Lesmüller 550.
Leth 517.
Leutner 163.
Levitsky 439.
Lewis 52.
Ley 353. 357.
Liebenthal 5. 71. 72. 83. 85. 87. 88. 302. 359.
Liebert 438. 440.
Liesegang 147. 188. 189. 317. 417. 434. 483. 484. 493. 495. 499. 500. 501. 504.
Liesegang, R. E. 288.
Lilien, v. 547.
Limency, Lanet de 150.
Link 579.
Linnemann 498. 504.
Lipowitz 113. 130.
Lippe, v. d. 474.
Lippmann 480.
Listing 9.
Liveing 302.
Lloyd 149.
Lockyer 45. 68.
Loehr, v. 528.
Löscherer 315.
Löwe 41.
Löwengard 555.
Löwy 463.
Lohse 270. 302.
Londe 569. 611. 612.
Lossen 510. 615.
Lottermoser 275.
Lowe 90.
Lucenay 432. 436. 506.
Lueger 493. 582.
Luggin 94. 290.
Lüttke & Arndt 551.
Lüppo-Cramer 95. 251. 262. 263. 272. 273. 274. 275. 278. 280. 281. 285. 286. 287. 288. 289. 296. 297. 305. 309. 310. 313. 314. 317. 324. 328.
Lumière, A. & L. 320. 547. 551.
Lummer 70. 71. 204. 206.
Luther 190. 211. 239.
Lyman 56.

Mach, E. 165. 166.
— L. 610. 612.
Maddox 516.
Magnesiumfabrik Bremen 518.
Malagutti 130. 131.
Mallmann 32. 483.
Malone 433.
Malval 231.
Maquenne 328.
Marchand 71. 77. 106. 110. 112. 114. 116. 117. 118. 320. 364. 369. 370. 380.
Marcus 491. [393.
Marion 446.
Mariot 517.
Marguery 433.
Markham 509.
Marktanner-Turneretscher 504. 505. 523.
Martens 199. 200. 203. 204.
Mascart 8. 10.
Mather 520.
Maximowitsch 202. 203.
Mecklenburg, Herzog Adolf F. v. 578.
Mees 218. 333.
Mehner 426.
Meisenbach 463.
Meister, Lucius & Brüning 350. 352. 354. 355.
Melchion 315.
Mercator 518. 536. 578. 599. 600.
Merck 350.
Mermet 511.
Meydenbauer 492. 495. 518. 521. 522. 523. 542. 543. 545. 546. 567. 586.
Meyer, G. 268.
Michalke 618. 619.
Michelson 70.
Miethe 9. 42. 54. 80. 507. 517. 518. 527. 546. 586. 603.
Militärgeographisches Institut 457.
Miller 463.
Millet 432.
Millochau 269.
Minchin 94.
Minisini 522.
Mitscherlich 154.
Mittelstraß 495.
Moissan 88.
Moitessier 436.
Moll 231. 528.
Molteni 505.
Monasch 411. 415. 635.
Monckhoven 112. 113. 147. 162. 277. 424. 486. 487. 503. 505. 512.
Monfort 432.
Monpillard 87. 204.
Montagna 143.
Moore 428. 430.
Morgan 441.
Moser 275. 313.
Mothay, T. du 487. 503.
Moule 436. 506. 507. 508.
Mousson 10.
Mucklow 183.
Müller 46. 510. 518. 547. 578. 602. 626.
— A. 445. 448.
— G. 71.
— J. 276. 281.
Müller & Wetzig 495.
Mutoskop-Co. 479.
Myrbach-Rheinfeld, Otto Freih. v. 387.

Nachet 204.
Nadar 433. 517.
Natterer 482.
Naumann 93.
Navez 482.
Nernst 92. 410.
Neuhauß 548. 577.
Newcomb 544.
Newton 10. 315.
Ney 521. 522. 523.
Nichols 78. 585.
Nicol 92.

Nièpce de St. Victor 112. 113. 250. 285. 288. 318.
Nikias 446.
Nipher 304.
Nobert 58.
Nogier 328. 329.
Norley 428.
Novak, F. 215. 218. 350. 351. 352. 542. 544. 552. 554. 556. 557. 571. 612. 627. 629.
Nutting 36. 312.

Offord 535.
Ogier 402.
Oldal 395.
Olivier 92.
Ost 437.
Ostwald 621.
Otley 481.

Payser 241.
Pellin 86. 87.
Penrose 62. 452. 455.
Perger 463.
Perkins 476.
Perley 310.
Pernter 364. 365. 368. 370. 389.
Perot 634.
Pertsch 521.
Petit 438. 594.
Pettauer 518. 601.
Pfaff 502.
Pfaundler 504.
Pflüger 44. 96. 426.
Phillipps & Son 231.
Phipson 555.
Picard 124.
Pickering 78.
Piffard 514. 536.
Pilgrim 10. 11.
Pillsbury 10.
Pizzighelli 71. 89. 291. 364. 370. 371. 393.
Placzek 231.
Plank 5.
Planté 106.
Platinotyp-Co. 535. 536.
Pledge 333.
Plotnikow 105. 325.
Plücker 427.
Poey 143.
Poggendorff 516.
Poitevin 251. 281. 284. 285. 287. 289.
Portable Studio Co. 163.
Poulenc 585. 594.
Precht 80. 92. 310.
Prümm 315. 316. 395.
Pulfrich 23. 41.
Palligny 403.
Purkinje 79. 80. 363.
Putz 560.
Puyo 596.

Quarzlampen-Gesellschaft 427.
Quedenfeldt 574. 587.
Quidde 315.
Quincke 23.

Radau 71. 364.
Rae 221.
Randall 96.
Ranque 524.
Rayleigh 13. 365. 368.
Regener 327.
Reginalampenfabrik 446. 452. 455. 465. 466.
Regnault 150.
Reichardt 395.
Reichsanstalt, Berliner 85.
Reinders 641. 642.
Reisinger, v. 517.
Rémelé 516.
Retschinsky 426.
Reynolds 320.
Rheden 231. 609. 628.
Richard 315.
Riche 510. 615.
Rideal 105.
Riecke 42.
Riedel 595.
Rigollot 94.
Riggenbach 365.
Ris-Paquot 518.
Ritschie 231.
Ritter 288. 289. 290.
Ritz 256.
Rodriguez 433. 463. 495.
Röhmann 548.
Röntgen 273.
Roger 428. 532.
Rogers 79.
Roloff 111.
Rombout 605.
Ronzelen 440.
Rood 332. 428.
Roscoë 71. 76. 89. 99. 101. 102. 130. 131. 132. 133. 135. 136. 138. 139. 141. 142. 165. 183. 209. 323. 364. 366. 368. 369. 370. 371. 379. 380. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 407. 481. 516. 616. 621.
Ross 323. 324. 328.
Roth 143.
Rothe 275.
Rottmayer 509.
Rousseau 570.
Roussin 120.
Rowland 8. 58. 59. 63. 64. 65. 57. 68. 69. 212. 515.
Rudolf 79.
Rüdorff 83.
Ruhmkorff 638.
Rumford 101.
Runge 56.
Rutherford 19. 21.

Sachse 603.
Sage 601.
Sahulka 409.
Salomon 508.
Samec 144. 391.
Sanger Shepherd 223.
Sarasin 357.
Sauerstoffabrik 501.
Saussure 102.
Sawyer 71. 151. 153. 158.
Scal 424.
Schaetzke 596.
Schall 130. 330. 331. 642.
Schaum 1. 71. 95. 96. 272. 367. 401. 411.

Scheffer, W. 187.
Scheiner 31. 90. 91. 168. 168. 169. 170. 171. 172. 174. 175. 177. 193. 205. 211. 217. 225. 623. 629.
Scheller 403.
Schering 602.
Schilling 71. 90.
Schillings 574. 575. 577.
Schirm 518. 525. 527. 532. 596. 598. 606.
Schjerning 42.
Schleußner 68.
Schmidt, G. C. 94
— H. 518. 601.
— J. 442. 445. 450.
Schmidt u. Haensch 19. 23. 31. 35. 44. 70. 85. 200. 498. 503. 504. 622.
Schnauß 507. 509. 518. 592. 593.
Scholl 94.
Schott 340. 425. 479.
Schramm 364.
Schroeder 589.
Schrott, P. v. 71. 156. 157. 427. 430. 480. 629.
Schrötter 516.
Schultz-Sellack 253. 275. 277. 280. 291. 314.
Schulze 332.
Schumann 26. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 53. 54. 55. 79. 279. 282. 301. 483.
Schwab 146.
Schwartz 541. 551. 552. 553. 566. 581.
Schwarz, G. 112.
Schwarzschild 76. 81. 172. 176. 177. 189. 190. 191. 209.
Schwier 375.
Scoble 268. 269.
Scolik 32. 483.
Scotellari 315.
Scott 231. 380. 381. 383. 505.
Sebelien 106. 111. 387.
Seco 482.
Seebeck 284. 285. 287. 288. 506. 509.
Seegest 488.
Seib 541. 548. 558. 559. 565. 570. 601.
Seidel 368.
Seifert 93.
Sell 511. 615.
Senebier 287.
Senteck 482.
Seyewetz 548.
Sheppard 218.
Sichel 479.
Sichling 318.
Siedentopf 275. 287. 290. 324. 480.
Siegel & Butziger 492.
Siegl 21.
Siemens 483. 619. 633.
— W. v. 88.
— -Schuckertwerke 452. 470.
— & Halske 85. 468.
Silbermann 103. 323.
Silliman 432.
Silva, de 317.
Simon 72.
Simony 9.
Sinsel 530.
Slingsby 532. 599.
Smith 105. 231. 239.
Smith Piazzi 517.
Soleil 126.
Spencer, J. A. 157.
Sperling 595.
Spiller 510.
Spindler & Hoyer 60. 61.
Spitaler 368. 369. 376. 379.
Spitzer 566. 568. 573. 582. 589.
Spurge 183.
Spurr 511.
Staeble 230.
Stagel 440.
Stanley 52.
Stark 272.
Staudenheim, v. 561.
Stebbing 615.
Stefan 5.
Stefanowski 152. 158.
Stegemann 578.
Stein 71. 505. 520.
Steinhauser 396.
Steinheil 21. 28. 30. 32. 44. 61. 258. 403. 611.
Steinmetz 423.
Stelling 141. 142. 364. 366. 392. 393. 395.
Stephard 545.
Sternfeld 158.
Sterry 239. 241.
Stine 71. 90.
Stobbe 327.
Stöckl 328.
Stolze 155. 187. 316. 567.
Strakosch 385. 386.
Stralsunder Bogenlampenfabrik 448.
Streintz 395.
Sturm & Co. 474
Suck 516.
Süß 567.
Summer 522.
Svedberg 328.
Swan 148. 149. 638.
Symons 395.
Szekely 521.

Talbot 153. 281. 432.
Tallent 62.
Tappeiner 111.
Taylor 182. 183. 184. 517. 563.
Tenac, van 487.
Tennant 518.
Tesla 481.
Thiele 323. 327. 329.
Thompson 230.
Thorpe 364. 389. 390.
Thouret 434.
Tip-Top-Werke s. Seib.
Tischler 573.
Toepfer 31. 61. 70. 90. 171.
Traube 341.
Traut 446. 544.
Trautz 272. 322.
Trepied 368.
Triebel 533.

Trivelli 272.
Troost 621. 622. 625.

Ulbricht 415.
Unger & Hoffmann 495. 504.
Uppenborn 90.
Urbain 424.

Valenta 1. 13. 16. 30. 38. 42. 46. 56. 65. 68. 69. 263. 264. 265. 267. 268. 295. 297. 300. 309. 334. 341. 347. 358. 359. 428. 481. 508. 512. 515. 545. 549. 561. 611. 635. 636.
Vallot 106.
Veress 288.
Vidal 93. 160. 161. 231.
Vieille 494.
Vierordt 10. 21. 341.
Villant 633.
Villard 273. 274. 290. 314. 317.
Villars 305.
Villon 561.
Violle 86. 87. 88.
Visbeck 529. 547 600.
Voege 633.
Vogel, August 120.
— E. 490.
— H. C. 42. 270.
— H. W. 26. 27. 71. 93. 113. 150. 151. 152. 153. 154. 158. 184. 185. 251. 253. 258. 261. 262. 270. 277. 279. 280. 282. 291. 314. 340. 390. 402. 483. 511. 517, 521. 605. 615. 623. 625. 629.
Vogel, J. H. 493.
Voigt 595.
Volkmer 461. 463.
Voltz, Weiß & Co. 540. 591.

Wachsmuth 1.
Wachtl 239.
Wächter 187.
Wagner 487.
Wall 218. 239. 351.
Wallace 59. 356. 357.
Warburg 327.
Warnerke 71. 96. 117. 118. 126. 148 155. 156. 159. 188. 222. 223. 226. 227. 228. 513.
Wartenberg 53.
Wassiljewa 327.
Waterhouse 59. 268. 307. 310.
Watkins 147. 232. 235. 236. 237. 239. 240. 241.
Watt 610.
Watts, Marshall 1.
Way 424.
Weber, L. 73. 90. 123. 199. 205. 211. 622.
Wedding 430. 633.
Weigert 195.
Weinert 441. 447. 455.
Weiß 239.
— A. 561.
Werge 315.
Wernicke 191.
Weyde, van der 438. 508.
Widmark 1.
Wiedemann 3. 279.
Wien 5.
Wiener 191 285. 287. 288.
Wiesner 145. 146. 826. 367. 368. 386. 389. 326.
Wild 390.
Wildermann 94. 95. 101.
Williams 533.
Willis 435.
Wilson 466.
Winkelmann 200.
Winstanley 510.
Winter 435.
Winther 109. 111. 242. 272.
Wittwer 102. 103.
Wöhler 560. 627.
Wolf 275. 328. 329.
Wolf-Czapek 428. 605.
Wollaston 325.
Wollner 533.
Wood 298. 303. 357. 358.
Woodbury 148. 149. 433. 462.
Woods 112. 113. 114.
Woodward 436.
Wortley 188. 315.
Würschmidt 634.
Wulff 497. 507.
Wünsche 581.
Wyler 315.
Wynne 231. 237. 238. 240.

Young 10.

Zeeman 70.
Zehnder 275.
Zeidler 413.
Zeiß 23. 358.
Zenker 251. 285. 286. 287. 288. 289. 314. 325.
Zenneck 41.
Zöllner 93.
Zsigmondi 340.

Sach-Register.

Abhängigkeit des Transmissionskoeffizienten der Atmosphäre für die Sonnenstrahlung von Feuchtigkeit, Luftdruck und Wetterlage 387.
Abklatsch-Gitter 59. 60.
— -Replika 59. 60.
Ablenkung des Spektrums, Minimum der 6.
Absorption der aktinischen Strahlen in der Atmosphäre 388.
— des Glimmers und Zelluloids im Ultraviolett 302.
— des Lichtes in farbigen Gläsern 332.
— — in farblosen organischen Substanzen 357.
— — durch dicke Wasserschichten 357.
— — im Wasser 357.
— farbiger Schichten, Bestimmung mittels quantitativer Spektralanalyse 341 bis 348.
— photographischer Keile 199.
— selektive 359.
— verschiedener Glassorten 298—302. 334—340.
Absorptionsgesetze zur Bestimmung des Skalenwertes von Papierskalenphotometern 154—157.
Absorptionsmesser 203.
Absorptionsspektren farbiger Flüssigkeiten 341.
— farbiger Gläser 334—340.
Absorptionsspektrum 5.
Absorptionsverhältnis 341.
Achromate für Spektralapparate 45.
Action continuatrice 289. 314.
Additive Farbenmischung s. d.
— Lichtfilter 355.
Adsorption von Brom durch Bromsilber 247. 309.
Aeskulin-Schutzfilter 349.
Äther im Licht 325.
Äthyläther im Licht 325.
Äthyleosin, Farbensensibilisator 266.
Äthylrot, Farbensensibilisator 267. 311.
Äthylviolett, Farbensensibilisator 263. 295.
Akridingelb, Farbensensibilisator 265.
Aktine 77. 405.
Aktinität, relative 81. 406. 617.
— — verschiedener Lichtquelle 81. 405. 615. 617.
— — von brennendem Magnesium 617. 622.
— verschiedener elektrischer Bogenlampen für Kopierzwecke 629—631.
Aktinograph 77. 221. 229.
Aktinometer 101. 147.
Aktinometrie 77. 615.
— der photographischen Lichtintensität künstlicher Lichtquellen 615—631.
— des Sonnenlichtes 177.
— von Fixsternaufnahmen 80.
Aktino-Photometer 125.
Aktino-Photometer-Kompaß 238. 239.
Aktinosemantor 396—401.
Akuretprintmeter 163.
Alarmphotometer 118. 119.
Albedo 74. 359.
— photographische 74. 75.
Albuminpapier 284.
Alizarinblau, Farbensensibilisator 268. 269.
Alizarinblaubisulfit, Farbensensibilisator 268. 312.
Alizarinrotlack, Reflektionsspektrum 361.
Aluminium, fettfreies 560.
— Photometrie des brennenden 627.
— und Magnesium 562.

Aluminiumblitzlicht 540. 560. 561.
Aluminiumbronze 561.
Aluminiumhülsen für Zeitlichtpatronen 555.
Aluminiumlicht 560.
— Argentorat 561.
Aluminiumpulver, fettfreies 560.
Aluminiumzeitlicht 562.
Ameisensäure im Licht 330.
Ammoniumbichromat als Lichtfilter 347.
Ammoniumnitrat im Blitzlichtgemisch 544.
Ammoniumpikrat und Neupatentblau als Lichtfilter 345.
Ammoniumoxalat im Licht 331.
Amorces 580.
Amylazetatlampe als Normallicht 84—86. 210.
Anfangswirkung, photographische 314.
Antitypie 77.
Aristopapier 284.
Arsen, metallisches, Verhalten im Spektrum 321.
Arsenige Säure, Verhalten im Spektrum 322.
Asphalt im Licht 325.
Atelierlampen, elektrische, s. elektrisches Licht in der Porträtphotographie.
Ateliers für Magnesiumlicht 584. 592 bis 595.
Atmosphäre, Absorption der aktinischen Strahlen 388.
— Unschärfe durch wallende Bewegung der 394.
Auge, Empfindlichkeit für die Grenzen der Farben 9.
— — für Ultraviolett 1.
Auramin-Gelbfilter 351.
Aurantia-Gelbfilter 351.
Ausbleichverfahren 326.
Ausdehnung des Spektrums 1.
Auskopierverfahren bei elektrischem Licht s. d.
Autoblitzpatrone 564.
Autochrom-Gelbfilter 352.
Autochromplatte, grünes Dunkelkammerlicht 353.
— Lichtdurchlässigkeit 333.
Autokollimationsmethode 40. 41. 52.
Autokollimationsspektroskop 41.
Azetylen in Azeton 496.
Azetylengas, Explosionsgefahr bei 493.
Azetylenglühlicht 495.
Azetylenlampe als Normallichtquelle 86. 87. 494.
Azetylenlampen 494. 495.
Azetylenlicht in der Photographie 493—496.
— Straßenbeleuchtung mit 494.
— zur Projektion 494—496.
Azetylenreiniger, Purator 493.
Azetylen-Sauerstoffgebläse 496.

Baldurzündung 574.
Bariumphosphatkronglas s. Uviolglas.
Baryumsalze im Blitzlichtgemisch 546. 548. 550.
Baumwollgelb, Farbensensibilisator 265.
Bee-Expositionsmesser 236.
— — für Autochromplatten 237.
Beersches Gesetz 203.
Beleuchtung, Definition 73.
— einer Fläche, Stärke 71.
— elektrische, von Strichzeichnungen 456.
— — in der medizinischen Diagnose 449.
— — in der Mikrophotographie 461.
— farbige, in der Porträtphotographie 449.
— — in der Reproduktions- und Dreifarbenphotographie 461.
Beleuchtungsvorrichtungen s. Bogenlampen, Lichtquellen usw.
Beleuchtungswert, Bestimmung 405.
Belichtungsmesser 229.
— in Uhrform 235.
— mit Normalfarbenphotometer 231.
— ohne Normalfarbenphotometer 229.
Belichtungsschleier 208.
Belichtungstabellen 231.
— für Autochromplatten 230.
Belichtungstafeln 230. 231.
Belichtungszeit beim Photographieren in verschiedenen Breitengraden 380—385.
— Berechnung 230. 231.
— Schwankungen in der relativen — bei der Dreifarbenphotographie 13.
— Spielraum in der 196. 197.
Bengalisches Feuerwerk 506—508.
— Weißfeuer 506—508.
— — spektrale Zusammensetzung 507.
Benzingasglühlicht 491.

Benzinlampe als Normallichtquelle 90. 210.
Bergkristallinsen bei der Ultraviolettphotographie 298.
Bestimmung der Verbrennungsdauer von Blitzlicht s. Blitzlicht.
Beugungsspektrum s. Spektrum.
Bewölkung, Einfluß auf die chemische Intensität des Tageslichtes 391.
Bezeichnung der photometrischen Methoden 77.
Blattgold, Absorptionsspektrum des dünnen 339.
Blattgrün s. Chlorophyll.
Bleichromat als Schutzfilter 349.
Bleiglas, Absorptionsspektrum des 334.
Blitzlampen, Magnesium-, Foco 591.
— — Fulgur 534.
— — für Gas 533.
— — Meteor 531.
— — mit Beleuchtungsschirmen 584.
— — mit Rauchfängern 584—595.
— — mit Reflektoren 584.
— — Nacht- 574—578.
— — Orion 530.
— — Photospire 524.
— — Reform 530.
— — Regina 530.
— — Rembrandt-Taschenblitz 583.
— — Rhaco 569.
— — Sedinia 529.
— — Stella 581.
— — von Haake & Albers 530.
— — von Hruza 529.
— — von Klary 532.
— — von Klein 529.
— — von Lechner 532.
— — von Loehr 528.
— — von Miethe 527.
— — von Roger 532.
— — von Schirm 525. 532.
— — von Sinsel 530.
— — von Triebel 533.
Blitzlicht mittels elektrischer Bogenlampen 450.
— Jupiterlampe 450.
— Magnesium- s. d.
— orthochromatisches 548.
Blitzlichtfolien 566.
Blitzlichtgemische, Bestimmung der Verbrennungsdauer 607—613.
— Packung 564—566.
— -Zündung 567—583.
— — mit Elektrizität 569—578.
— — mit Friktion 582.
— — mit Lunten 567—569.
— — mit Perkussion 580.
— — mit pyrophoren Metallen 582.
— — mit Weingeist 569.
— — pneumatische 578—580.
Blitzlichtpapiere 566.
Blitzlichtpatronen 548. 564.
Bogenlampen 411—413. 417—420.
— Aktinität verschiedener — für Kopierzwecke 629—631.
— automatisch regulierende 419. 420. 441.
— Bivolt- 412.
— Blitzlicht mittels elektrischer 450.
— Dauerbrandlampen 412. 422. 446.
— — Jandus 422. 465.
— — Liliput 422.
— — Regina 422. 446. 452. 465.
— — von Müller 448.
— Doppelspannungs- 412. 421. 422.
— — Excello-Kugelflammen 422.
— — Helia 442.
— Effekt- 464.
— Empirielampe 422—445.
— Ewon- 420.
— — Miniaturscheinwerfer 420.
— Gleichstrom- 412. 413. 420.
— Handregulier- 417. 445.
— Hochspannungs- 422. 446. 464. 465.
— Jupiter- 450. 475.
— Kopier- 462—471. 629—631.
— Lumineszenz- 412. 422. 423.
— mit Scheinwerfern 420. 421. 454.
— Müllers 445.
— Niederspannungs- 412. 417—420.
— Nortlight 446.
— Ökonomie der 423.
— Photolumen 441.
— Reginakopier- 465.
— Schwachstrom 418.
— Simplicissima 446.
— Sonja-Universal- 447. 448. 465.
— Spar- 421.
— Stralsunder 448.

Bogenlampen, Wechselstrom- 412. 420.
Bogenlicht, Einfluß auf die Reproduktion farbiger Objekte 461.
— Kombination von Glühlicht mit 450. 472. 474. 475.
— spektrale Zusammensetzung 632—637.
— s. Lichtquellen, elektrische.
Bogenspektren 7. 15.
Bolometer, Photometrie mittels 71.
Bougie décimale 76. 88.
Braunstein im Blitzlichtgemisch 545.
Brechung des Lichtes 3.
— im Prisma 3.
Bremerlicht 422.
Brockengespenst, Photographie des 395.
Brom, Adsorption durch Bromsilber 247. 309.
Bromsilber, direkte Schwärzung 251.
— Farbensensibilisatoren s. d.
— mit Entwicklung 253.
— zerstäubende Wirkung des ultravioletten Lichtes auf 275.
— -Gelatine, Empfindlichkeitsmaxima 258.
— — variable Lage in den verschiedenen Spektrographen 258. 259.
— Farbensensibilisatoren s. d.
— Farbensensibilisierung durch farblose Substanzen 270.
— Maximum der Absorption 271.
— mit Zusatz von kolloidalem Silber 272. 273.
Bromsilbergelatine, Photographie mit ultraviolettem und infrarotem Licht auf 302. 303.
— -Platten, Vorbelichten 268. 269.
— Röntgenstrahlen, Einfluß auf die Farbenempfindlichkeit 273. 274.
— Verhalten gegen das Sonnenspektrum 256. 357.
— -kollodiumbadeplatten mit physikalischer Entwicklung 253.
— -kollodiumemulsion, Verhalten gegen das Sonnenspektrum 254. 255.
— Solarisation bei 307. 308.
Bromsilberplatten, photographischer Effekt auf 76.
Bromsilberschichten, Empfindlichkeit bindemittelfreier — gegen Ultraviolett 54.
Bromwasser, Zerstörung der Solarisation durch 310.
Büchsenphotometer mit einer Normalfarbe 146.
— mit mehreren Farben 148.
Bunsen-Roscoesches Gesetz s. Reziprozitätsregel.

Carcelllampe als Normallichtquelle 84.
Ceriumnitrat im Blitzlichtgemisch 542.
Charakteristik der verschiedenen Bogenlampen 417—423.
Chemische Photometer an der Visierscheibe 126.
— Photometrie 71. 77. 98 u. ff.
— — Prinzip 77.
— Reaktionsgeschwindigkeit 95.
— Wirkungen des farbigen Lichtes 242 bis 318.
Chemisches Gleichgewicht 95.
Chinin und Chromsäure im Licht 326.
Chininsulfat-Schutzfilter 349.
Chinolinrot, Farbensensibilisator 266. 312.
Chlor- und Kohlenoxydgas in der Photometrie 98. 99.
Chlor- und Wasserstoffgas im Licht 323.
— — — in der Photometrie 98. 99.
Chlorate im Blitzlichtgemisch 546.
Chlorcitratpapier 284.
Chlorgas im Licht 323.
Chlorknallgasphotometer 98. 99. 100. 101.
Chlorophyll im Licht 326.
Chlorsilber, am Licht violett angelaufenes 284. 285. 286.
— direkte Schwärzung im Lichte 283.
— Empfindlichkeit des 293.
— Farbensensibilisatoren: Fluoresceïn 295.
— — Glyzinrot 294.
— — Rose bengale 295.
— mit adsorbiertem kolloidalem Silber und Hervorrufung 295—298.
— mit Hervorrufung 290—295.
— Spektren des 292.
Chlorsilberkristalle 641.
Chlorsilberpapier in der Photometrie s. Normalpapier.
Chlorwasser in der Photometrie 102. 103.
Chromate, Verhalten im Spektrum 319.
Chromatglas, Absorptionsspektrum des 336.

Chromgelb, Reflektionsspektrum 360.
Chromoxydglas, Absorptionsspektrum des 334.
Chromsaure Salze im Blitzlichtgemisch 549.
Chromsäure, Zerstörung der Solarisation durch 310. 313.
Chromylchloridlicht 509. 512.
Chronopose universel 231.
Chronoskop 231.
Chrysanilin, Farbensensibilisator 265.
Chrysoidinlösung in der Spektrumphotographie 261.
Composition, Photogenic 507.
Corallin, Farbensensibilisator 261.
Crownglas 300.
Curcumapapier im Licht 325.
Cyanin, Farbensensibilisator 268. 312.
— im Licht 324.
Cyclamin, Farbensensibilisator 312.

Daguerreotypie 253. 275. 307.
— Dunkelkammerbeleuchtung 349.
Daguerreotypplatten 253. 276. 307.
— Solarisationserscheinungen an 307.
Dämpfungsfilter 266.
Densograph 199. 206. 207. 208.
Development-Faktor 237.
Dezimalkerze 76.
Dial-Exposure-Meter 236.
Dial-Meter 236.
Diaminpapier, Anfärbung durch photochemische Wirkung 642.
Dichte 191.
Dichtigkeit 190. 191.
Dicyanin, Farbensensibilisator 268.
Diffraktionsspektrum s. Spektrum.
Dispersion 4.
— des Quarzspektrographen 45.
Dispersionsvermögen 4.
D-Linie des Spektrums 7.
Dreifarben-Lichtfilter 354—356.
Dreifarbenphotographie, elektrisches Bogenlicht in der 635.
— farbige Beleuchtung in der 461.
— -Lichtfilter s. Lichtfilter.
Dreifarbenphotographie, Schwankungen der relativen Belichtungszeit in der 13.
Drummondsches Licht 497—505.
Drummondsches Licht, Spektrum 637.
Drummondsches Licht s. Kalklicht.
Druckfarben, Reflektionsspektren der 360. 361.
Dunkelkammerbeleuchtung, Glas für 334.
Dunkelkammerlichtfilter 348. 349.
Dynaktinometer 77.

Echelon diffraction gratings 70.
Ederlösung s. Quecksilberoxalatphotometer.
Edersche Legierung 16.
Effektkohlen 412. 422. 456. 461. 635.
Eichung des Spektralapparates 6.
Einfache Farben s. d.
Einheit der Flächenhelle 73.
— der Lichtabgabe 73.
— des Lichtstromes 72.
Eisenoxydglas, Absorptionsspektrum des gelben 337.
Eisenoxydulglas, Absorptionsspektrum des grünen 337.
Eisenoxydulhydrat, Verhalten im Spektrum 321.
Eisensalze in der Photometrie s. Photometer.
Eisenverbindungen, Verhalten im Spektrum 320. 321.
Eisenvitriol, Verhalten im Spektrum 321.
Eiweißkörper im Licht 330.
Elektrische Fernzündung Baldur 574.
— Lichtquellen f. d.
— Zündung von Magnesium 569—578.
Elektrisches Bogenlicht s. Elektrisches Licht.
— Licht im photographischen Porträtatelier 436—450.
— im Reproduktionsatelier 450—462.
— — spektrale Zusammensetzung 632—637.
— — Verwendung in der Photographie 432—480.
— — Geschichte 432—436.
— — zum Kopieren 462—471.
— — zum Projizieren 472.
— — zum Vergrößern 472.
— — s. a. Lichtquellen.
Emission s. Lichtstrahlung.
Emissionsspektrum 5.
Empfindlichkeit, absolute 175.

Empfindlichkeit photographischer Präparate, Prüfung 71. 208.
— verschiedener photographischer Platten bei Amyl- u. elektrischem Lichte 216.
Empfindlichkeitsangaben verschiedener Systeme, Umrechnungstabellen 239.
Empfindlichkeitsmaxima bei künstlichen Lichtquellen 259.
— für Bromsilbergelatine 258.
— — variable Lage in verschiedenen Spektrographen 258.
Empfindlichkeitsmessung s. Photometer, Photometrie, Sensitometrie.
Entwicklung der Jodsilbergelatineemulsion 278. 279.
— Nebenbelichtung bei der 310. 314.
— physikalische, von Jodsilberkollodium 276. 277.
Entwicklungsfaktor 219. 220. 222. 237.
Entwicklungskonstante 222.
Entwicklungsprozeß, Normalfarbenphotometer für den 149.
Entwicklungsspielraum 237.
Entwicklersubstanz, Abhängigkeit des Schwellenwertes von der 188.
Eosin, Farbensensibilisator 263. 266. 311.
— -Bromsilbergelatine, Empfindlichkeit 293.
— -Bromsilberkollodium 294.
— -Chlorsilbergelatine, Empfindlichkeit 293.
Erdoberfläche, Lichtverteilung auf der 376—380.
— Verteilung der chemischen Lichtwirkung des Sonnenlichtes auf der 370.
Ergänzungsfarben 4.
Erythrosin, Farbensensibilisator 262. 266. 311.
Erythrosinbadeplatte, Gelbfilter für 347.
— Grünfilter 345.
Exponometer 125.
Exposition, Periode der richtigen 195.
Expositionsmesser 121—126. 229.
— zur direkten Abschätzung der Helligkeit der Landschaft 125.
— zur Helligkeitsermittlung auf der Visierscheibe 122. 123. 124. 125.
Expositionstabellen für verschiedene Breitengrade 380—385.
Expositionszeitmesser 229. 241.
Exposure Diagrams 230—241.
— Meter 231.
Extinktion 190.
Extinktionskoeffizient 341.
Extrabelichtung 314.

Fächerblitz 565.
Farbe der Blumen, Ausbleichen der 326.
Farben des Spektrums, Veränderung durch Vermischen mit weißem Licht 5.
— einfache 4.
— Ergänzungs- 4.
— homogene 4.
— Komplementär- 4.
— Verteilung im Sonnenspektrum 9.
Farbenanpassung 285. 326.
— des Silberphotochlorids 285. 287—290.
Farbenband 4.
Farbenbezirke einiger Lichtquellen, relative Helligkeit 11.
Farbenempfindlichkeit von Bromsilbergelatine, Einfluß der Röntgenstrahlen 273.
Farbengrenzen, Wellenlängen der 10.
Farbenmischung, additive 4.
Farbensensibilisatoren 261.
— Akridingelb 265.
— Alizarinblau 268. 269.
— Alizarinblaubisulfit 268. 312.
— Äthyleosin 266.
— Äthylrot 267. 311.
— Äthylviolett 263. 295.
— Baumwollgelb 265.
— Canariengelb 265.
— Chinolinrot 266. 312.
— Chrysanilin 265.
— Corallin 261.
— Cyanin 268. 312.
— Cyclamin 312.
— Dicyanin 268.
— Eosin 263. 266. 311.
— Erythrosin 262. 266. 311.
— Fluorescein 263. 295.
— Formylviolett 266. 312.
— für Bromsilber 261.
— Glyzinrot 294.
— Malachitgrün 269.
— Monobromfluorescein 266. 295.

Farbensensibilisatoren: Nigrosin 268.
— Nitropheningelb 263. 265.
— Orthochrom 267. 311.
— Phloxin 266.
— Pinachrom 267.
— Pinacyanol 267. 268.
— Pinaverdol 266.
— Rose bengale 294.
— Tetrabromfluoresceinnatrium s. Eosin.
— Tetrajodfluoresceinnatrium s. Erythrosin.
— Thiazolgelb 263. 265.
— Titanscharlach 264. 266.
— Wollschwarz 268.
Farbensensibilisierung, Erklärung der 270. 271. 272.
— von Bromsilber durch farblose Substanzen 270.
— von lichtempfindlichen Substanzen 323.
Farbenverteilung im Sonnenspektrum 10.
Farbenzerstreuung 4.
Farbige Beleuchtung in der Porträtphotographie 449.
Farbige Flächen und die orthochromatische Photographie, Schätzung der Leuchtkraft von 178—182.
Farblose Gläser s. d.
Farbrasterplatten, Lichtabsorption der 332.
Farbstoffdichte 348.
Farbstoffe, photochemische Wirkung auf lichtunechte 2.
Fata morgana s. Luftspiegelung.
Ferrichlorid und Oxalsäure in der Photometrie 112.
Ferrioxalat in der Photometrie 112. 113.
Feuersbrunst, Photographie 485.
Feuerwerk, bengalisches 506—508.
— — Laterne für 506.
Feuerwerksphotographie 508.
Filtrierpapier im Licht 330.
Fixsternaufnahmen, Aktinometrie von 80.
Fläche, Stärke der Beleuchtung einer 72.
Flächenhelle 73.
—, Einheit der 73.
Flammenform von Blitzlichtgemischen 607. 613. 614.
Flammenspektren 6. 638.
Flexoidphotometer 153.
Flintglas 300.
Fluorescein, Farbensensibilisator 263. 295.
Fluoreszenzwirkung des Ultraviolett 14.
Flüssigkeiten, Absorptionsspektren farbiger 341.
— in der Photometrie 98.
Flüssigkeitsprisma 21.
Flußspatspektrograph 43.
Focobelichtungstabelle 231.
Foco-Blitzlampe 591.
Formylviolett, Farbensensibilisator 266. 312.
Fortsetzende Strahlen s. d.
— Wirkung des Lichtes 314.
Fraunhofersche Linien 7.
Friktionszündung beim Magnesiumlicht 582.
Fulgur-Blitzlampe 534.
Funkenspektren 7. 16.

Gas in Sauerstoff verbrennend, Photographie bei 486. 487.
Gasator 501.
Gas-Blitzlampe 533.
Gase in der Photometrie 98.
Gasgemische für Kalklicht s. d.
Gaslicht, Photographie bei 481. 482. 486. 487.
— Vergrößern mit 483.
Gasolin im Kalklicht s. d.
Gasglühlicht beim Projizieren 489.
— beim Vergrößern 490.
— Benzin- 491.
— Graetzin- 488.
— Howellitelampe 489.
— mit Azetylen 495.
— Mita- 491. 492.
— Photographie bei 487. 488.
— Spiritus- 491. 492.
Geißlersche Röhren, Licht der 427. 428.
— — Spektrum der 428.
„Geister“ beim Gitterspektrograph 69.
Geka-Kugelblitz 561.
Gelatinefolien im Skalenphotometer s. Flexoidphotometer.
Gelbfilter 350—352.
— Auramin 351.
— Aurantia 351.
— Erythrosinfiltergelb 353.
— Filtergelb 350—351.

Gelbfilter für Autochromaufnahmen 352.
— für Blitzlichtautochromien 352.
— in der photographischen Schichte selbst 352.
— Methylorange 351.
— Pikrinsäure 351.
— Pinorthol 353.
— Tartrazin 351.
Gelblack, Reflektionsspektrum 361.
Gelbscheibe f. Dämpfungsfilter.
Geradsichtige Prismen 21.
Gesetz, Beers 203.
— Stefans 5.
„Gespenster" beim Gitterspektrograph 69.
Gitter, Beugungs- 14. 58. 59.
— -Spektrum s. Spektrum.
Gitterspektrograph 56. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67.
Gitterspektroskope 61.
Glas, Absorption im Ultraviolett 47. 301.
— für Dunkelkammerbeleuchtung 334.
— — Lichtfilter 334.
Glas im Licht, manganhaltiges 324.
—, Lichtabsorption in farbigen Gläsern und Farbrasterplatten 332. 341.
Gläser, Absorptionsspektren farbiger 334 bis 340.
— — Blattgold, dünnes 339.
— — Bleiglas 334.
— — Chromatgläser 336.
— — Chromoxydglas 334.
— — Eisenoxydglas, gelbes 337.
— — Eisenoxydulglas, grünes 337.
— — Goldrubinglas 334.
— — Holzglas, gelbes 339.
— — Kobalt-Boraxglas 336.
— — Kobaltgläser 336.
— — Kohleglas 339.
— — Kupferchromatgläser 336.
— — Kupferoxydglas 334.
— — Kupferoxydul-Überfangglas 334.
— — Kupferrubinglas 334.
— — Manganglas 336.
— — Nickel-Bleiglas 336.
— — Selenglas, rötliches 339.
— — Silberspiegel, metallische 339.
— — Silber-Überfangglas 337.
— — Uranalkalisilikatglas 336.
— — Uranglas 336.
Gläser, Absorptionsspektren farbiger —, Uranglas, bleihaltiges 386.
— farbige für spezielle Spektralbezirke 340.
— farblose 300.
— — Absorption des Lichtes 302.
— Lichtabsorption in farbigen 332. 333.
— Lichtverlust beim Durchgang des Lichtes durch verschiedene 332.
— selektive Absorption im Ultraviolett 47. 301.
— Untersuchung farbiger — bezüglich ihres Verhaltens gegen photographische Platten 333.
Glaslinsen bei der Ultraviolettphotographie 298.
Glassorte, Einfluß auf den photographischen Effekt der Spektrographen 42.
Glasspektrograph 36. 37. 38.
— -Spiegel, schwarze — in der Wolkenphotographie 365.
Gleichgewicht, chemisches 95.
Glimmer, Absorption im Ultraviolett 302.
Glühlampen als Normallichtquelle, elektrische 92.
Glühlicht, elektrisches 408—411. 472—476.
— — Fokusglühlampe 476.
— — Kombination mit Bogenlicht 450. 472. 474. 476.
— — Kopieren bei 476.
— — Photographie bei 472—476.
— — überspanntes für Ateliers 474.
— — Vergrößern bei 476.
— — s. Lichtquellen, elektrische.
Glyzinrot, Farbensensibilisator 294.
Gold, kolloides im Licht 324.
Goldchlorid im Licht 324.
Goldrubinglas, Absorptionsspektrum des 334.
Gradation 193.
Graetzinlicht 488.
Grünes Dunkelkammerlicht 353.
— — für die Autochromie 353.
— — mit Säuregrün + Naphtholgrün + Tartrazin 353.
Grünfilter für Erythrosinbadeplatte 345.
Grundempfindungen 12.
Guajakharz im Licht 325.

Harze im Licht 325.
Hauptfarben, Wellenlängen der 10.
Hefnerkerze 72. 84. 85.
— als Normallichtquelle 84. 85.
Heliochromie 285.
Heliograph 77.
Heliostat 36.
Helligkeit, chemische, künstlicher Lichtquellen 617—619.
— der einzelnen Bezirke des Sonnenspektrums 10.
— Farbenbezirke einiger Lichtquellen, relative 11.
— der Wohnräume, Normalien 75.
— des Kalklichtes 504.
— indizierte 73.
— künstlicher Lichtquellen, optische 404.
— optische der Lichtquellen 78.
— optische, und photographische Wirksamkeit 405.
— optische, verschiedener Gang der chemischen Lichtintensität und der 366. 367.
— relative der Spektralfarben einzelner Lichtquellen 78. 79.
— von Sonnen- und Tageslicht, chemische 146.
Helligkeitsverteilung im normalen Sonnenspektrum 11.
Herscheleffekt 305. 306.
Hervorrufung s. Entwicklung.
Hilfsbelichter 317.
Hilfsbelichtung im Positivprozeß 317. 318.
Himmelslicht 364. 365.
— chemische Intensität des blauen, s. Intensität.
— gemeinschaftliche Wirkungen mit dem Sonnenlichte 375.
Höhlenphotographie 547.
Holzfeuer, Photographie bei 485.
Holzglas, Absorptionsspektrum des gelben 339.
Holzpapier, Vergilben im Licht 326.
Homogene Farben 4.
Homogenes Licht 3.
Howellite-Gasglühlicht 489.
Hühnereiweiß im Licht 330.
Ilford Exposure Meter 231.
Indianisches Weißfeuer s. bengalisches Weißfeuer.
Induktion, photochemische 101.
Inertia 219. 220. 237.
Infallible Exposure Meter 231. 237.
— Print Meter 238.
Infrarot, Photographie 268. 269. 302. 303.
— Spektrograph für 41.
Infrarotes Licht, Photographie bei 302. 303.
Insolationsapparat 134.
Insolationsband 133.
Insolator 145.
Intensität, chemische des blauen Himmelslichtes 373.
— — des direkten Sonnenlichtes 373.
— — Einfluß der Bewölkung auf — des Tageslichtes 391.
— des Lichtes, chemische, und optische Helligkeit, verschiedener Gang 366. 367.
— s. a. Lichtintensität, -Stärke.
Interferenzspektroskop 70.
Internationale Kerze 641.

Jodbromsilber, Verhalten gegen farbiges Licht 281. 282.
Jodidverbindung, Verhalten einer alkalischen im Sonnenspektrum 281.
Jodkalium und Salzsäure im Licht 105.
Jodoform-Benzol-Lösung im Licht 325.
Jodoformchloroform-Lösung in der Photometrie 120.
Jodsilber 273. 275.
— auf Daguerreotypplatten mit Quecksilberdampfhervorrufung 276.
— bei direkter Schwärzung, ohne Hervorrufen 275.
— Maximum der Lichtwirkung 275.
— Solarisationserscheinungen auf 280.
— Spektralempfindlichkeit 279.
— vorbelichtetes 273. 279. 280.
— Zerstäubungsbilder auf 280.
— -Gelatineemulsion mit Entwicklung 278.
— -Kollodium mit physikalischer Entwicklung 276. 277.
— — Solarisation bei 307. 308.
— — -Platte 277.

Jodwasserstoff im Licht 105. 323.
Jodwasserstoffsäure in der Photometrie 102. 103. 104.

Kadmiumnitrat im Blitzlichtgemisch 544.
Kalisalpeter im Blitzlichtgemisch 543.
Kaliumbichromat als Lichtfilter 346. 347.
Kaliummonochromat, Absorptionsspektrum 342.
— -Lichtfilter 342.
Kaliummonochromatpapier im Skalenphotometer 153.
Kaliumpermanganat im Blitzlichtgemisch 545.
Kalklicht 497—505.
— -Brenner Triumph 501.
— Drummondsches 497—505.
— für Projektionszwecke 499.
— Gasator für 501.
— Gasolin in 502.
— Helligkeit 504.
— Knallgasgebläse für 498.
— Lichtkondensor für 505.
— Lichtintensität 504.
— mit Gasgemischen 497—505.
— Olivin 505.
— Oxy-Hydrogen- 497—505.
— photochemische Wirksamkeit 504.
— Porträtaufnahmen bei 505.
— Sauerstoff im, komprimierter 497.
— Spektrum des 637.
— Vergaser für 502.
— Zirkonerde im 497. 503.
Kalkspatspektrographen 43. 44. 45. 46.
Kalziumlicht 560. 563.
Kameras, weiß austapezierte 315. 316.
Kanariengelb, Farbensensibilisator 265.
Keile, Absorption photographischer 199.
Kerze, internationale 641.
Kerzenbeleuchtung, Magnesiumaufnahmen mit dem Effekt von 522.
Ketten, photogalvanische 94. 95. 96.
Klima, photochemisches, von Ägypten und des Sudan 385.
Klimatologie und Photographie 364—403.
Knallgasgebläse im Kalklicht s. d.
Knochenasche im Blitzlichtgemisch 553.
Kobalt-Boraxglas, Absorptionsspektrum des 336.
Kobaltglas, Absorptionsspektrum des 336.
Kohleglas, Absorptionsspektrum des 339.
Kohlenoxyd als Normallichtquelle 89.
Kohlenoxyd im Licht 323.
Kohlenoxydgas und Chlor in der Photometrie 98. 99. 101.
Kollimator 17. 18.
Kollodiumverfahren, Dunkelkammerbeleuchtung 349.
Kompensations-Lichtfilter 348.
Komplementärfarben 4.
Kompoundprisma 21.
Kondensor 26.
Konkavgitter 58. 59.
— Abklatsch- 59.
Konkav-Gitterspektrographen 63. 64. 65. 66. 67. 68.
— — Fehler 69.
Kontrastfilter 266. 348.
Kontinuierliches Spektrum 5.
Kopieren bei elektrischem Licht 462—471. 629—631.
— bei Magnesiumbandlicht s. Magnesium.
— bei Quecksilberlicht 479. 480.
Kopierlampen 462—471. 629—631.
Kopierprozeß, Normalfarbenphotometer für den 146. 147. 148.
— Skalenphotometer im 150—159.
Kopieruhr „Fernande“ 163.
Kopiervorrichtungen für elektrisches Licht 466.
Kopierzylinder 469—471.
— Rex 470.
— Vakuumlichtpaus- 470. 471.
Kugelblitz 561.
Kugelphotometer s. Photometer.
Kupferoxydammoniak, Absorptionsspektrum von blauem 341.
— für Lichtfilter 341. 343.
Kupferoxydglas, Absorptionsspektrum des 334.
Kupferoxydul-Überfangglas, Absorptionsspektrum des 334.
Kupferrubinglas, Absorptionsspektrum des 334.
Kupfersalze im Blitzlichtgemisch 546.
Kupfersulfatlösung in der Photometrie 122.
Kurve, charakteristische 193.

Lackmus im Licht 324.
Lampenlicht, Photographie bei 482. 483. 486. 487.
Leuchtfarbe als Normallicht 96. 126.
— Photographie mit der Balmainschen 513.
Leuchtgas s. Gaslicht.
Leuchtgasflamme als Normallichtquelle 89.
Leuchtkraft, chemische und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten des Magnesiumlichtes 619.
Leuchtsätze s. Magnesium.
Leuchtsteine 513.
Licht, aktinisches 77. 81. 405.
— chemische Wirkungen des farbigen 242—318.
— Drummondsches s. Kalklicht
— elektrisches s. Lichtquellen.
— monochromatisches 4.
— Philipp 487.
— photochemische Wirkung auf lichtempfindliche Schichten 2.
— — — auf lichtunechte Farbstoffe 2.
— polarisiertes, im Himmelslicht 365.
— — Einfluß bei der Wolken-, Regenbogenphotographie usw. 365.
— ultraviolettes, zerstäubende Wirkung auf Bromsilbergelatine 275.
— — Absorption des durch Glimmer, Zelluloid usw. 302.
— Verhalten verschiedener lichtempfindlicher unorganischer Substanzen im farbigen 319—331.
— Wellenlänge des 2.
— Wirkung des farbigen Lichtes auf photographische Platten 7.
Lichtabgabe 73.
— Einheit der 73.
Lichtabnahme gegen den Horizont 367.
— -Absorption eines Lichtfilters und Zusammenhang mit dem photographischen Effekt auf lichtempfindlichen Platten 356.
— — in farbigen Gläsern und Farbrasterplatten 332.
— — von Wasserschichten und farblosen organischen Substanzen 357.
Lichtarten, entgegengesetzte Wirkung spektralverschiedener s. Herscheleffekt.
Lichtarten, Schwankungen des Skalenwertes von Papierskalenphotometern bei verschiedenen 156. 157.
Lichtbogen, elektrischer 411.
Lichtdurchlässigkeit der Autochromplatte s. d.
— von Alkohol 45.
— von Flußspat 45.
— von Glyzerin 45.
— von Kalkspat 45.
— von Quarz 45.
— von Steinsalz 45.
Lichteinheit, chemische 89.
— praktische 76.
Lichteinheiten für Photometrie s. Normallichtquellen.
— Tabelle der wichtigsten 88.
Lichtelektrische Apparate als Photometer 94. 95. 96.
Lichtelektrizität 71.
Lichtempfindlichkeit photographischer Präparate, Bestimmung 82.
Lichtempfindlichkeitsbestimmung s. Sensitometrie.
Lichtgenuß der Pflanzen 145.
Lichtfilter 266. 334. 341—358.
— additive 355.
— Ammoniumpikrat + Neupatentblau 345. 346.
— blaue Kupferoxydammoniaklösung 341. 343.
— Ammoniumbichromat 347.
— für Dreifarbenphotographie 354—356.
— für Ultraviolett 303. 357.
— Glas für 334.
— grünes für Erythrosinbadeplatte s. Grünfilter.
— Kaliumbichromat 346. 347.
— Kaliummonochromat 342.
— Kompensations- 348.
— Kontrast- 348.
— Methylviolett 343.
— Naphtolorange 347.
— Schutz- 348.
— Schwankung der relativen Belichtungszeit hinter 13.
— schwarzes 357.
— Säuregrün + Kaliumbichromat 345.
— Säureviolett 342.

Lichtfilter, Selektions- 348.
— subtraktive 355.
— Tolanrot 347.
— Trocken- — für Dreifarbenphotographie 355. 356.
Lichtintensität, Abhängigkeit von der Sonnenhöhe 367.
— für Orte derselben geographischen Breite 371.
— für Berlin und Orte gleicher geographischer Breite 375.
— für Wien 371.
— Messung 136. 137. 138. 139. 615.
— — der künstlichen Lichtquellen 615.
— Winkel bei elektrischen Bogenlampen 413.
— s. a. Lichtstärke.
Lichtkondensor für Kalklicht s. d.
Lichtmagnete 513.
Lichtmengen, Bestimmung der für photographische Prozesse in SMK 75.
— Messung reflektierter 75.
Lichtmeter 89.
Lichtmühle s. Radiometer.
Lichtpauserei bei elektrischem Licht 468 bis 471.
— mit Quecksilberlicht 470. 480.
Lichtquellen, Aktinometrie der photographischen Lichtintensität künstlicher 615.
— Bestimmung der Helligkeit zweier 210.
— chemische Helligkeit verschiedener 617—619.
— Eigenschaften verschiedener 430. 431.
— elektrische 408—431.
— — automatisch regulierende Bogenlampe 419. 420. 441.
— — Bivolt-Lampen 412.
— — Bogenlampen mit Scheinwerfern 420. 421.
— — Bogenlicht 411.
— — Dauerbrandlampen 412. 422. 446.
— — Doppelspannungslampe 412. 421.
— — Effektkohlenlampen 422. 461. 464.
— — Empirielampe 442—445.
— — Ewon-Bogenlampe 420.
— — Excello-Kugelflammenlampe 422.
— — Gleichstromlampen 412. 413. 420.
— — Glühlicht 408—411. 472—476.
Lichtquellen, elektrische, Handregulierlampen 417. 445.
— — Helialampe 422.
— — Hochspannungsdauerbrandlampe 422. 446. 465.
— — Janduslampe 422. 465.
— — Jupiterlampe 450. 475.
— — Kohlenfadenlampe 409. 408. 472 bis 475.
— — Liliput 422.
— — Lumineszenzlampen 412. 422.
— — Metallfadenlampen 409. 475.
— — Müllerlampe 445. 448.
— — Nernstlampe 92. 410. 411. 475.
— — Niederspannungsbogenlampe 412. 417—420.
— — Nortlightlampe 446.
— — Ökonomie der Bogenlampen 423.
— — Osmiumlampe 409.
— — Photolumenlampe 441.
— — Quecksilberlicht s. d.
— — Reginalampe 422. 446. 452. 465.
— — Schwachstrombogenlampen 418.
— — Simplicissima 446.
— — Sonja-Universallampe 447. 448. 465.
— — Sparbogenlampen 421.
— — Spektren der 632—637.
— — Stralsunder 448.
— — Tantallampe 409. 475.
— — Wechselstromlampen 412. 420.
— — Wolframlampe 409. 475.
— künstliche, Farbe 633.
— optische Helligkeit 78.
— relative Helligkeit der Farbenbezirke einiger 11. 78.
— verschiedene spektrale Zusammensetzungen des Lichtes verschiedener Lichtquellen 78.
Lichtreflexion von Naturobjekten und farbigen Pigmenten 359.
Lichtrichtungsanzeiger 396—401.
Lichtsauger 513.
Lichtsensibilisierung, dauernde 95.
Lichtstärke 72.
— beim Kalklicht 504.
— der Quecksilberquarzlampen 642. 643.
— gewöhnlicher Gleichstrombogenlampen mit Reinkohlen 415.

Lichtstärke, sphärische der Bogenlampen 414. 416.
— verschiedener Lichtquellen 78. 79.
— von Flammenbogenlampen mit nebeneinanderstehenden Kohlen 416.
Lichtstrahlen, negative Wirkung 306.
— Reflexion 2.
— stärker brechbare 4.
— unsichtbare 1. 2.
— — s. a. Infrarot, Ultraviolett.
— Wirkung auf photographische Platten 2.
Lichtstrahlung, Abhängigkeit von der Temperatur 5.
Lichtstrom 72.
— Einheit 72.
Lichtverlust bei der Reflexion 359.
— beim Durchgang des Lichtes durch verschiedene Gläser 332.
Lichtverteilung beim Gleichstrombogen 412. 413. 414.
— — Wechselstrombogen 412. 413.
Lichtwirkungsmesser s. Photergimeter.
Ligroinlampe als Normallichtquelle 90. 92.
Linien, Fraunhofersche 7. 8.
Linienspektrum 5.
Lithiumkarbonat im Blitzlichtgemisch 544.
Lockyer-Riegel 26.
Lucimeter 77. 150.
Luftspiegelung, Photographie der 394. 395.
Lumen 72.
Lumenstunde 77.
Lunten für Magnesium 567.
Lux 73.
Lux-Kopieruhr 154.
Luxograph 508.

Magnesium als Normallichtquelle 92. 93. 624. 625.
— Ateliers für Aufnahmen bei 584. 591 bis 595.
— Beseitigung des Rauches von brennendem 523.
— in Sauerstoff verbrennend 625.
— und Aluminium s. d.
— Zündung s. Magnesium.
— -bandlicht 518—522. 619. 621.
— — beim Kopieren von Pigmentpapier 523.
— — beim Vergrößern 522. 523.
Magnesiumband, Bestimmung der optischen Helligkeit 621.
— — in der Mikrophotographie 522. 523.
— Verbrennungsdauer 619.
Magnesiumblitzlicht 515—553.
— Anwendung in der Wissenschaft 602.
— Art der Flamme 607. 613. 614.
— Bestimmung der Verbrennungsdauer 607—613.
— chemische Leuchtkraft und Verbrennungsdauer von verschiedenen Arten des 627—629.
— Interieuraufnahmen bei 601.
— Photometrie 626. 627.
— Porträt- und Gruppenaufnahmen bei 596—601.
— -Blitzlichtgemische 539—552. 626.
— — gefahrlose 539. 553.
— — Mischvorrichtung für 540. 541.
— — mit Ammoniumnitrat 544.
— — mit Baryumsalzen 546. 548. 550.
— — mit Braunstein s. Mangansuperoxyd.
— — mit Ceriumnitrat 542.
— — mit Chloraten 546.
— — mit chromsauren Salzen 549.
— — mit Kadmiumnitrat 544.
— — mit Kalisalpeter 543.
— — mit Kaliumpermanganat 545.
— — mit Knochenasche 553.
— — mit Kupfersalzen 546.
— — mit Lithiumkarbonat 544.
— — mit Mangansuperoxyd 545.
— — mit Natriumnitrat 544.
— — mit Oxyden der seltenen Erden 549.
— — mit Perchlorat 546.
— — mit rotem Phosphor 546. 550.
— — mit Schwefelantimon 546.
— — mit Strontiumkarbonat 544.
— — mit Strontiumnitrat 542.
— — mit Thoriumnitat 542.
— — mit Vanadinsäure 549.
— — mit Wolframaten 549.
— — mit Zirkonnitrat 542.
— -blitzpulver 515. 541.
Magnesiumlicht 514—559.
— als Normallichtquelle in der Sensitometrie 624.
— beim Kopieren 605.

Magnesiumlicht, chemische Helligkeit, Prüfung mit verschiedenen lichtempfindlichen Substanzen 622.
— chemische Leuchtkraft und photographische Wirksamkeit der verschiedenen Arten 616. 620. 622. 627.
— chemische Wirkung durch farblose Gläser 623.
— Geschichtliches 516—518.
— s. a. Blitzlampen.
— -Licht, kombiniert mit Tageslicht 595. 596.
— Photometrie 621.
— relative Aktinität 622.
— Spektrum des 637.
— -Lampen s. Blitzlampen.
— -leuchtgewebe 566.
— -leuchtsätze 515.
— — rauchschwache 541. 550. 552.
— — ungefährliche 553.
Magnesiumpapier 549.
Magnesiumpulver 541.
— Durchblasen durch die Flamme 525 bis 531. 626.
— — Eintragung von oben 531—535.
— Verbrennungsdauer 619.
— -pustlicht 515. 524. 535. 619.
Magnesiumsauerstofflampen 539. 562.
— in der Unterwasserphotographie 537. 538.
— -Sauerstofflicht 535—538. 625.
— -zeitlicht 515. 553—559.
— -zeitlichtkerzen 558.
— -zeitlichtpatronen 554—559.
Magnetitlampe 423.
Malachitgrün, Farbensensibilisator 269.
Manganglas, Absorptionsspektrum des 336.
Manganoxyd, oxalsaures, Verhalten im Spektrum 320.
Manganoxydulhydrat, Verhalten im Spektrum 321.
Mangansuperoxyd im Blitzlichtgemisch 545.
Massenwirkungsgesetz, chemisches 95.
Medaillon-Temps de Pose 231.
Metalle, pyrophore, Zündung mit 582.
— Zerstäubung im ultravioletten Licht 328.
Metallfadenlampe als Normallichtquelle 92.
Meteor-Blitzlampe 531.
Meteorologie und Photographie 364—403.
Meterkerze 73.
Methoden der spektrographischen Untersuchungen 24. 25.
Methylorange-Gelbfilter 351.
Methylviolett, Absorptionsspektrum 343.
— -Lichtfilter 343.
— Reflektionsspektrum 361.
Mikrophotographie 436. 461.
— mit Magnesiumband 522.
Mikrophotometer 199. 204. 205.
Miloriblau, Reflektionsspektrum 362.
Mineralöle im Licht 325.
Miniaturscheinwerfer Ewon 420.
Minimum der Ablenkung 6. 18.
Mita-Gasglühlicht 491. 492.
Mondlicht, Photographie bei 401—403.
Mondlandschaften, Photographie von 402. 403.
Monobromfluorescein, Farbensensibilisator 266. 295.
Monochromatisches Licht 4.
Moorelicht 427—430.

Nachbelichtung 314. 315. 316. 317.
— bei Bromsilbergelatineplatten 316. 317.
Nacht, Photographie in der, s. Photographie.
Nachtblitzlichtapparat 574—578.
Naphtholorange als Lichtfilter 347.
Natriumlinie 7.
Natriumnitrat im Blitzlichtgemisch 544.
Naturobjekte, Lichtreflexion 359.
Nebenbelichtung 314. 315.
— beim Entwickeln 310. 314.
Nernstlampe als Normallichtquelle s. d.
— in der Projektion 410. 411.
— in der Spektralanalyse 410. 411.
Nickel-Bleiglas, Absorptionsspektrum des 336.
Nigrosin, Farbensensibilisator 268.
Nitropheningelb, Farbensensibilisator 263. 265.
Nitroprussidnatrium in der Photometrie 120.
Nitrosodimethylanilin-Ultraviolettfilter 358.
Normaleisenentwickler 198.

Normales Spektrum s. Spektrum.
Normalfärbung 131.
Normalkerze als Normallichtquelle, englische 83.
Normalfarbenphotometer 129—150.
— englische 146. 147. 148.
— für den Hervorrufungsprozeß 149. 150.
— in Büchsenform s. Büchsenphotometer.
— selbstregistrierendes 144.
— und Insolator 145.
Normallichtquellen, Amylazetatlampe 84. 85. 86. 210.
— Azetylenlampe 86. 87.
— Benzinlampe 90. 210.
— Carcellampe 84.
— elektrische Glühlampen 92.
— englische Normalkerze 83.
— für photometrische Zwecke 82. 210.
— Hefnerkerze 84. 85.
— internationale Kerze 641.
— Leuchtgasflamme 89.
— Licht des weißglühenden Platins 83. 88.
— Ligroinlampe 90. 92.
— Magnesium 92. 93. 624. 625.
— Metallfadenlampen 92.
— mit Kohlenoxyd 89.
— Nernstlampen 92.
— Paraffinkerze 83.
— Pentanlampe 86.
— phosphoreszierende Substanzen als 96. 126.
— Tabelle der wichtigsten 88.
— Walratkerze 83.
Normalien für die Helligkeit von Wohnräumen 75.
Normalpapier, photographisches 129. 130. 131. 144.
Normalphotometer 125.
Normalschwarz 131.

Öle, fette, im Licht 325.
Olivinlicht 505.
Opazität 190. 198.
Optische Expositionsmesser s. d.
— — Helligkeit künstlicher Lichtquellen 404. 405.
— und photographische Wirksamkeit 405.
— Photometrie 71.
Orangefilter 347.
Organische Substanzen im Licht 324. 325. 326.
Orion-Blitzlampe 530.
Orthochrom, Farbensensibilisator 267. 311.
Orthochromatische Platten, Messung der Gesamtempfindlichkeit 213.
— — sensitometrische Prüfung 212. 213.
— — Untersuchung auf Farbenempfindlichkeit mit Lichtfiltern 213.
— Photographie, Schätzung der Leuchtkraft farbiger Flächen 178. 179—182.
Oxalsäure in der Photometrie 105. 106.
Oxydationsbeschleunigung durch rotes Licht 250. 322. 323.
Oxydationstheorie 289.
Oxyde der seltenen Erde im Blitzlichtgemisch 549.
Oxy-Hydrogen-Kalklicht s. Kalklicht.

Papiere, Reflexionsfähigkeit farbiger 75.
Papierskalenphotometer, Absorptionsgesetze zur Skalenwertbestimmung 154. 155. 156. 157.
Paraffinkerze als Normallichtquelle 83.
Paraffinlampen in der Photographie 482.
Paraphenylendiamin für ultraviolettempfindliches Papier 330. 331. 642.
Pendelapparat in der Photometrie 132.
Pentanlampe als Normallichtquelle 86.
Perchlorat im Blitzlichtgemisch 546.
Perkussionszündung für Magnesium 580 bis 582.
Persulfat, Zerstörung der Solarisation durch 310.
Petroleumlicht beim Photographieren 482.
— beim Vergrößern 483.
— mit Sauerstoff 482. 483.
Pflanzen, Lichtwirkung auf 145.
Pflanzenteile, Wirkung von Ultraviolett auf die Vegetation grüner 328.
Phänomen, Purkinjes s. d.
Phenol im Licht 325.
Phenylendiaminpapier s. Diaminpapier.
Phloxin, Farbensensibilisator 266.
Phosphor im Blitzlichtgemisch, roter 546. 550.
— verbrennender, Photographie bei 509.
Phosphoreszenz-Photometer 126. 128.

Phosphoreszierende Substanzen als Normallichtquelle 96. 126.
— — in der Photometrie 121. 126. 128.
Phot 76.
Photantitypimeter 77. 114. 115. 116. 117.
Photobromid, Solarisation bei 304.
Photobromidplatten 273.
Photochemische Induktion s. d.
— Reaktionen, Wirkung farbigen Lichtes auf 322.
— Wirkung des Lichtes 2.
Photochlorid s. Silberphotochlorid.
Photoelektrische Ströme als Photometer 94.
Photergimeter 77. 143.
Photogalvanische Ketten als Photometer 94. 95.
Photogenic Composition 507.
Photographie bei Azetylenlicht 494. 495.
— bei Feuersbrünsten 485.
— bei Gasglühlicht 487. 488.
— bei Gaslicht 481. 482. 486. 487.
— bei Holzfeuer 485.
— bei Kerzenlicht 481.
— bei künstlichem Licht 404—407. 436. 476.
— bei Magnesiumlicht 514—559.
— bei Mondlicht 401—403.
— bei Nacht 486.
— bei Nacht mit elektrischem Licht 438.
— bei Öllampenlicht 482.
— bei Petroleumlicht 482.
— bei Quecksilberlicht 476. 478.
— des infraroten Spektrum 268. 269.
— des Ultraviolett kürzester Wellenlänge 53.
— im Zusammenhang mit Meteorologie und Klimatologie 364—403.
— mit infrarotem und ultraviolettem Licht auf Bromsilbergelatine 302. 303.
Photographische Präparate, Empfindlichkeitsprüfung 71.
Photographometer 164.
Photojodid s. Silberphotojodid.
Photokompaß 238. 239.
— chemische, an der Visierscheibe 126.
— — mit Chlorgas und Wasserstoffgas oder Kohlenoxydgas 98. 99.
— — mit Chlorwasser 102. 103.
— — mit Ferrichlorid und Oxalsäure 112.
— — mit Ferrioxalat 112. 113.
Photometer, chemische, mit Gasen und Flüssigkeiten 98 u. ff.
— — mit Jodoformchloroformlösung 120.
— — mit Jodwasserstoffsäure 102. 103. 104.
— — mit Kohlenoxyd und Chlor 101.
— — mit Nitroprussidnatrium 120.
— — mit Oxalsäurelösung 105. 106.
— — mit Quecksilbersalzen 106—112.
— — mit Uranylverbindungen 112. 113.
— elektrochemische 94.
— kombinierte Skalen- und Normalfarben- 160—163.
— Kugel-, für elektrisches Bogenlicht 414. 415.
— Leutner 163.
— mit rotierenden Scheiben 164. 165. 166—182.
— mit vorbeigezogenen Schlitzen 164. 165.
— nach Husnik 122.
— Normalfarben- 129—150.
— optische, photographische Verwertung 121. 187.
— Phosphoreszenz- 121. 126. 128.
— Röhren- 126. 138.
— selbstregistrierendes 142. 143.
— Skalen-, s. d.
— -Papier 251.
Photometerskalen s. Skalen.
Photometerzimmer, Beschaffenheit 83.
Photometrie, charakteristische Größen 190.
— chemische 71. 98 u. ff.
— der chemisch wirksamen Strahlen 71.
— der chemischen Helligkeit von brennendem Aluminium 620. 621.
— — — — von brennendem Magnesium 627.
— — — — von brennendem Phosphor 627.
— der elektrischen Bogenlampe 414. 415.
— Grundsätze der 72. 73.
— mittels des Bolometers 71.
— mittels des Radiometers 71. 93.
— mittels Lichtelektrizität 71. 94. 95. 96.
— mittels photographischer Schichten 129.
— optische 71.
— Prinzip der chemischen 77.
— System Hurter & Driffield 219.
— verschiedenfarbiger Lichtquellen 80.

Photometrie, von elektrischen Kopierbogenlampen 629—631.
Photometrische Größen und Einheiten 74.
— Lichteinheit. internationale Kerze 641.
— Methoden mit Bestimmung des durch die Lichtwirkung erlittenen Gewichtsverlustes 119.
— — mit gewichtsanalytischer Bestimmung des zersetzten Eisensalzes 119.
— — mit Messung des entweichenden Kohlensäuregases 112. 113.
Photosphäre 7.
Photospektrograph 5.
— s. a. Spektrograph.
Photospire-Blitzlampe 524.
Physikalische Entwicklung des Jodsilberkollodiums 276. 277.
Pigmente, Lichtreflexion farbiger 359.
Pigmentverfahren, Skalenphotometer für das — s. Skalenphotometer.
Pikrinsäure-Gelbfilter 351.
Pinachrom, Farbensensibilisator 267.
Pinacyanol, Farbensensibilisator 267. 268.
Pinaverdol, Farbensensibilisator 266.
Pinorthol-Gelbfilter 353.
Plate Tester 222.
Platin als Normallichtquelle, Licht des weißglühenden 83. 88.
Platten, Wirkung des Sonnenspektrums auf photographische 242.
Plattenprüfer 222.
Plückersche Röhren s. Geißlerröhren.
Pneumatische Magnesiumzündung s. Magnesium.
Polarisationsphotometer 199. 200. 201. 202. 203.
Porträtphotographie bei Azetylenlicht s. d.
— bei Gasglühlicht s. d.
— bei Magnesiumlicht s. d.
— elektrisches Licht in der 432—450.
— farbige Beleuchtung für 449.
— mit Kalklicht 505.
Positivprozeß, Hilfsbelichtung im 317. 318.
Prisma, Abhängigkeit der Farbenausdehnung vom Stoffe des 14.
— Kompound- 19. 21.
— mit Bergkristall 14.
— mit Flintglas 14.
Prisma mit Kalkspat 14.
— mit Kronglas 14.
— mit Quarz 14.
— mit Thalliumglas 21.
— Rutherford- 19. 21.
Prismatisches Spektrum s. d.
Prismen mit Flüssigkeiten 21.
— geradsichtige 21.
Prismenspektralapparate 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 34. 35. 39. 40.
Projektion mit Kalklicht 499.
Projektionsapparat mit elektrischem Licht 472.
— mit Gasglühlicht 489—492.
Projektionslampen 417—420. 472. 489. 494. 495. 496.
Prüfung der Empfindlichkeit photographischer Präparate 71.
— von Platten für Dreifarbendruck 216.
Prüfungsresultate von Handelsplatten 215.
Purkinjesches Phänomen 79. 363.
Pustlicht s. Magnesium.
Pyrophore Metalle als Zünder 581. 582.

Quarzlampe 426. 427. 470. 480.
— Verwendung in der photographischen Praxis 426. 470. 480.
Quarzprisma nach Cornu 44.
Quarzprismen 14. 44. 45. 46.
Quarzspektrograph 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52.
— mit gekrümmter versilberter Reflexionsfläche 52.
Quecksilberbogenlampe 424—427. 476 bis 480.
Quecksilberchlorid im Licht 324.
Quecksilberdampfhervorrufung in der Daguerreotypie s. Jodsilber.
Quecksilberdampflampe 424—427.
— beim Kopieren 477. 479.
— Cooper-Hewitt- 424. 425. 470—479.
— Hageh 425. 479.
— in der Kinematographie 479.
— in der Lichtpauserei 470. 480.
— in der photographischen Praxis 476 bis 480.
— spektrale Zusammensetzung des Lichtes der 636.

Quecksilberdampflampe, Spektralzonen mit 637.
Quecksilberjodid im Licht 324.
Quecksilberjodür im Licht 324.
Quecksilberlicht, intensives monochromatisches 636. 637.
Quecksilberoxalatgemisch im Licht 106. 324.
Quecksilberoxalatphotometer 106—112. 324.
Quecksilberquarzlampe s. Quarzlampe.
Quecksilberquarzglaslampe 426. 427.
– ultraviolettes Licht der 426. 427.
— Messung der Intensität 642. 643.
Quecksilbersalze in der Photometrie 106 bis 112.

Radiometer, Photometrie mittels 71. 93.
Rauchfänger s. Blitzlicht.
— -Säcke s. Blitzlicht.
Rayons continuateurs 313—318.
— excitateurs 313—318.
— — Wirkung beim Zustandekommen photographischer Bilder 314.
Reaktionen organischer Substanzen im ultravioletten Licht 330.
— — — s. a. Ultraviolett.
— photochemische, Ultramikroskopie der 330.
Reaktionsgeschwindigkeit, chemische 95.
Rechenschieber-Expositionsmesser 239.
Reflektoren beim Kopieren mit elektrischem Licht 464. 465.
Reflektionsspektren von Alizarinrotlack 361.
— von Chromgelb 360.
— von Druckfarben 360. 361.
— von Gelblack 361.
— von Methylviolett 361.
— von Miloriblau 362.
— von Schweinfurtergrün 361.
— von Zinnober 360.
Reflexion der Lichtstrahlen 2. 359.
Reflexionsfähigkeit farbiger Papiere in bezug auf weißes Licht 75.
Reform-Blitzlampe 530.
Refraktionsspektrum 4.
Regenbogenphotographie 365.
Regina-Blitzlampe 530.
Rembrandt-Taschen-Blitzlampe 583.
Reproduktion farbiger Objekte, Einfluß der Art des elektrischen Bogenlichtes 461.
— farbige Beleuchtung in der 461.
Reproduktionsapparat mit Azetylenbeleuchtung 495.
Reproduktionsateliers mit elektrischem Licht 450—462.
— mit Quecksilberlicht 476—480.
Reproduktionsbogenlampen 452—461.
Reziprozitätsregel, photographische 75. 209.
Rhaco-Blitzlampe 569.
Rhodaminbromsilberpapier 252. 253.
Riegel bei Spektralapparaten 26.
Röhrenphotometer 126. 138. 182—187.
— an der Visierscheibe 126.
Röntgenstrahlen, Einfluß auf die Farbenempfindlichkeit 273.
Rose bengal, Farbensensibilisator 294.
Rotes Dunkelkammerlicht 353.
— — mit Kupferrubin 353.
— — mit Rose bengal 353.
— — mit Rot und Dunkelrot Höchst 354.
— — mit Tolanrot 353.

Salpeterpapierlunten 547. 567.
Sauerstoff im ultravioletten Licht 327.
— komprimierter, im Kalklicht s. d.
— Verbrennen von Magnesium in 535—538.
Säuregrün und Kaliumbichromat als Lichtfilter 345.
— -Lichtfilter 345.
Säureviolett, Absorptionsspektrum 342. 343.
— -Lichtfilter 342.
Scheiben, rotierende, mit farbigen Sektoren 178—182.
Scheinwerfer bei Bogenlampen 420. 421. 454. 463.
— Ewon 420.
Schirmwirkung des Farbstoffes 286.
Schleier, Bestimmung des 192.
Schutzfilter 348.
Schwankung der Stärke des ultravioletten Lichtes bei natürlicher Beleuchtung 387.
Schwankungen der chemischen Lichtintensitäten bei scheinbar klarem Himmel 388.
— — — — im Laufe des Jahres 393.

Schwankungen der spektralen Zusammensetzung des Tageslichtes mit der Sonnenhöhe 13.
— des Skalenwertes von Papierskalenphotometern 156. 157.
— in der relativen Belichtungszeit hinter Filtern 13.
Schwarzes Lichtfilter für Ultraviolett 357.
Schwärzung photographischer Platten 190. 191. 192.
— — — Messung 197—208.
— von Bromsilber, direkte 251.
Schwärzungskurven, Methode zur Konstruktion 195.
Schwärzungsmessung von Chlorsilberpapier s. Normalfarbenphotometer.
Schwärzungszahl 198.
Schwefel, verbrennender — in der Photographie 509. 510.
Schwefelantimon im Blitzlichtgemisch 546.
Schweflige Säure, Verhalten im Spektrum 322.
Schwefelkohlenstoff-Stickoxydlicht 509 bis 511.
Schwefelnatrium, Verhalten im Spektrum 322.
Schweinfurtergrün, Reflektionsspektrum 361.
Schwellenwert 175. 188. 208.
Sedinia-Blitzlampe 529.
Sehpurpur im Licht 326.
Selektions-Lichtfilter 348.
Selenglas, Absorptionsspektrum des rötlichen 339.
Selenphotometer 96.
Sensibilisatoren, optische 243. 261.
— selektive 261.
Sensibilisierungsmaximum 260.
Sensitometer 168—182. 188. 624.
— Einfluß der Kerzendistanz auf die Angaben des 174.
— für die Dreifarbenphotographie 181.
— mit farbigen Lichtschirmen 217.
— mit phosphoreszierenden Schichten 226.
— mit Rauchglaskeil 228.
— von Stolze 187.
— von Warnerke 226.
— Wirkung intermittierender Beleuchtung beim 174.
Sensitometrie 129. 168—182. 188. 208 bis 215.
Sensitometrische Prüfung farbenempfindlicher Platten 212. 213.
Silber, kolloidales, in der Bromsilbergelatine 272. 273.
Silberphotochlorid, Farbenanpassung 287 bis 290.
— Natur des 318.
— Verhalten gegen das Sonnenspektrum 296.
Silberchlorür 285.
Silberphotobromid 286. 296.
Silberphotochlorid 284—286. 318.
Silberphotohaloide 280. 286. 287—290. 295—298.
Silberphotojodid 280. 296.
Silbersalze, Wirkung der farbigen Strahlen auf 247.
Silberspiegel, Absorptionsspektrum der metallischen 339.
Silber-Überfangglas, Absorptionsspektrum des 337.
Skalen für Photometer, durch Druckverfahren erzeugte 159.
— — photographische Erzeugung 157. 158. 159.
Skalenphotometer 150—159.
— kombinierte Normalfarben- und 160 bis 163.
— mit Kollodiumhäutchen 157.
— mit Papierskalen 150—157.
— mit Prismen aus gefärbtem Glas 157.
— mit Wachstaffet 157.
Skalenwert von Papierskalenphotometern, Absorptionsgesetze zur Bestimmung des 154—157.
— — — Schwankungen des 156.
Solarisation bei Photobromid 273.
— im Rot 289.
Solarisationserscheinungen auf Jodsilber 281.
— bei orthochromatischen Platten 311. 312.
— im Spektrum 303—313.
— Perioden der 304.
Solarisationsphänomen, Hemmung 310.
— Wegbeizen mit Chromsäure 311. 314.
Sonnenblitz 565.

Sonnenhöhe, Abhängigkeit der Lichtintensität von der 367.
— Schwankungen der spektralen Zusammensetzung des Tageslichtes mit der 13.
Sonnenlicht, Aktinometrie des 177.
— direktes, Verhältnis der chemischen Intensität zu der des zerstreuten Himmelslichtes 386—388.
— Farben- und optische Helligkeitsverteilung im normalen Spektrum 11.
— gemeinschaftliche Wirkungen mit dem Himmelslicht 375.
— Helligkeit 401.
— Reichtum an Ultraviolett in bedeutenden Höhen 9.
— Spektrum 1.
— — Wirkung auf Bromsilber 251.
— — Wirkung auf photographische Platten 243.
— und Tageslicht, chemische Helligkeit 146.
— Verteilung der chemischen Lichtwirkung auf der Erdoberfläche 370. 371.
— s. Himmelslicht.
Sonnenspektrograph 31. 32.
Sonnenspektrum, Helligkeit der einzelnen Bezirke des 10.
— s. Spektrum.
Sonnenstrahlung, Abhängigkeit des Transmissionskoeffizienten der Atmosphäre für die — von Feuchtigkeit, Luftdruck usw. 387.
— lichtelektrische Photometrie der 96.
Speed 221.
Spectroscope à vision directe 22.
Spektralanalyse 1.
— Bestimmung der Absorption farbiger Schichten mittels quantitativer 341—348.
Spektralapparate 5—39.
— Eichung 6. 7.
— mit Prismen 17. 18. 19. 20. 21. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 34. 35. 39.
— mit Magnaliumspiegeln 36.
— mit Silberspiegeln 36.
— mit versilbertem Quarz 36.
— Spalt der 17. 25.
— Universal- 20. 21.
Spektrale Zusammensetzung des elektrischen Lichtes 632—637.
— — des Tageslichtes, Schwankungen mit der Sonnenhöhe 13.
Spektralzonen mit Quecksilberdampflampen 637.
Spektrograph 5. 17. 18. 19. 20. 21. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 34. 35.
Spektrographen, Einfluß der Glassorte auf den photographischen Effekt der 42.
Spektrographische Untersuchungen, Methoden der 24. 25.
Spektrophotometrie 72.
Spektroskope 19. 22. 23.
— mit gerader Durchsicht 22.
— Taschen- 22. 23.
— Vergleichs-, für Farbentechniker 23.
Spektrum, Beugungs- 14. 56.
— des Quecksilberlichtes 636.
— des Sonnenlichtes 7.
— — — Farben- und optische Helligkeitsverteilung 11.
— Diffraktions- 14. 56.
— Emissions- 5.
— erregende Strahlen des 313—318.
— fortsetzende Strahlen des 313—318.
— Gitter- 14. 15. 56.
— kontinuierliches 5.
— Linien- 5.
— Minimum der Ablenkung 6. 17.
— normales 15.
— prismatisches 3. 15.
— Refraktions- 4. 15.
— sichtbare Ausdehnung 1.
— Solarisationserscheinungen im 303 bis 313.
— Verhalten der arsenigen Säure im 322.
— — der Chromate im 319.
— — der Eisenverbindungen im 320. 321.
— — der schwefeligen Säure im 322.
— — des Eisenoxydulhydrats im 321.
— — des Eisenvitriols im 321.
— — des Manganoxydulhydrats im 321.
— — des metallischen Arsens im 321.
— — des oxalsauren Manganoxyds im 320.
— — des Schwefelnatriums (ein- und mehrfach) im 322.
— — des Schwefelwasserstoffwassers im 322.

Spektrum, Verhalten verschiedener lichtempfindlicher unorganischer Substanzen im 319—331.
— von Drummondlicht 637.
— von Magnesiumlicht 637.
— Wirkung auf photochemische Reaktionen 322. 323.
Spektrumphotographie 1. 6. 7. 14. 15. 24.
— auf Bergeshöhen 9.
— künstlicher Lichtquellen 632—640.
— mit Glaslinsen 9.
— mit Quarzlinsen 9.
— von Infrarot 268. 269.
Spielraum in der Belichtung 196. 197.
Spiritusgasglühlicht 491. 492.
Standard-Expositionsmesser 232.
Stefansches Gesetz 5.
Stella-Blitzlampe 581.
Strahlen, erregende d. Spektrums 313—318.
— fortsetzende des Spektrums 313—318.
— Photometrie der chemisch wirksamen 71.
— Schumannsche 53.
— Wirkung farbiger auf Silbersalze 247.
Strahlung, Lichteffekt der 633.
Ströme, photoelektrische, als Photometer 94. 95.
— — in der Photometrie des Ultraviolett 96.
Strontiumkarbonat im Blitzlichtgemisch 544.
Strontiumnitrat im Blitzlichtgemisch 542.
Stufengitter 70.
Stufenspektroskop 70.
Substanzen, farblose, Farbensensibilisierung von Bromsilber 270.
— phosphoreszierende als Normallicht 96. 97.
— zur Erzeugung ziemlich homogenen Lichtes 3.
Subtraktive Lichtfilter 355

Tageslicht, Schwankungen der spektralen Zusammensetzung des — mit der Sonnenhöhe 13.
— -Aufnahmen, Anteil des Ultraviolett 298 299—302.
Talbot 77.
Tartrazin-Gelbfilter 351.
Taschenspektroskop 22. 23.
Teleobjektive in der Spektrumphotographie 41.
Temperatur, Abhängigkeit der farbigen Lichtstrahlung von 5.
— — der Lichtstrahlung von 5.
Tetrabromfluoresceinnatrium, Farbensensibilisator s. Eosin.
Tetrajodfluoresceinnatrium, Farbensensibilisator s. Erythrosin.
Thermosäule in der Photometrie 96.
Thiazolgelb, Farbensensibilisator 263. 265.
Thoriumnitrat im Blitzlichtgemisch 542.
Tieraufnahmen in der Nacht bei Magnesium 574—578.
Tip-Top-Blitzlichtpackung 565.
Titanchloridlicht in der Photographie 512.
Titanscharlach, Farbensensibilisator 264. 266.
Tithonometer 77. 98. 99.
Tolanrot als Lichtfilter 347.
Torpedoblitz 565.
Torzündung 571.
Transparenz 190.
Trocken-Lichtfilter für Dreifarbenphotographie 355. 356.
Trockenplatten, Empfindlichkeitsmessung von 188. 189.
— — s. a. Sensitometrie.

Überexposition, Periode der 195.
Ultramikroskopie photochemischer Reaktionen 330.
Ultraviolett, Absorption des Glimmers und Zelluloids im 302.
— Absorption durch Sauerstoff 53.
— Anteil bei Tageslichtaufnahmen 298.
— Durchlässigkeit in Wasserstoff 53.
— Empfindlichkeit des Auges für 1.
— Fluoreszenzwirkung 14.
— kürzester Wellenlänge, Photographie des 53.
— Reaktionen im 329.
— Zerstäuben von Metallen im 328.
— zerstäubende Wirkung auf Bromsilbergelatine s. d.
Ultraviolettempfindliches Papier 330. 331. 642.
Ultraviolettes Licht der Quecksilberquarzglaslampe 426. 427.

Ultraviolettes Licht, Photographie bei 302. 303.
— — Schwankung der Stärke des — bei natürlicher Beleuchtung 387.
— — Wirkung auf Ammoniumpersulfat 329.
— — — auf Äthylen und Wasserstoff 329.
— — — auf Bromat- und Chloratlösungen 328.
— — — auf Bromwasserstoffsäure 329.
— — — auf die Vegetation grüner Pflanzenteile 328.
— — — auf Kaliumnitrat 329.
— — — auf Kaliumperkarbonat 329.
— — — auf Knallgas 329.
— — — auf Kohlenoxychlorid 328.
— — — auf Methylalkoholdampf und Luft 329.
— — — auf photochemische Systeme 327.
— — — auf Sauerstoff 327.
— — — auf Wasser 327. 328.
— — — im Deaconprozeß 329.
Ultraviolett-Filter 298. 357.
— — Lichtfilter, Acridingelb 358.
— — Kanariengelb 359.
— — Nitrosodimethylanilin 359.
— — Säuregelb 358.
— — Triamidoazobenzol 358.
Umkehrungserscheinungen 309.
— s. a. Solarisation.
Undurchlässigkeit gegen Licht 190. 191.
Unschärfe durch wallende Bewegung der Atmosphäre 394.
Unsichtbare Lichtstrahlen s. d.
Unterexposition, Periode der 195.
Untersuchungen, Methoden der spektrographischen 24. 25.
Unterwasserphotographie 537. 538.
Uranalkalisilikatglas, Absorptionsspektrum des 336.
Uranglas, Absorptionsspektrum des 336.
— — des bleihaltigen 336.
Uranylsalze in der Photometrie s. Photometer.
Uranylverbindungen in der Photometrie 112. 113.
Uviolglas 425.
— in Spektrographen 42.
Uviolobjektiv 299.

Vakuumlichtpauszylinder s. Lichtpauserei.
Vakuumspektrograph 44. 53. 54. 55. 56.
Vanadinsäure im Blitzlichtgemisch 549.
Verbrennungsdauer von Magnesiumblitzlicht 607—613.
Verbrennungsgeschwindigkeit von Blitzlicht, Bestimmung 608—613.
Vergaserdosen für Kalklicht f. d.
Vergleichsspektroskop für Farbentechniker 23.
Vergrößern bei elektrischem Licht 433 bis 436. 472.
— mit Gasglühlicht s. d.
— Gaslicht 483.
— Magnesiumbandlicht 522.
Vibrotypen 395.
Vorbelichten von Bromsilberplatten 268. 269. 316.
Vorbelichtung 208. 268. 269. 315. 316.

Walratkerze als Normallichtquelle 83.
Wasser, Absorption von Licht in 357.
— Sterilisation durch ultraviolettes Licht 327. 328.
— Zerlegung durch ultraviolette Strahlen 328.
Weißfeuer, bengalisches 506—508.
Wellenlänge des Lichtes s. Licht.
— kürzeste 9.
Wellenlängen der Hauptfarben und der Farbengrenzen 10.
— -Messungen mit dem Gitterspektrographen 69.
Wirkung von farbigen und farblosen Medien in bezug auf Photographie 332.
Wohnräume, Normalien für die Helligkeit der 75.
Wolframate im Blitzlichtgemisch 549.
Wolkenphotographie 365.
Wollschwarz, Farbensensibilisator 268.

Xanthophyll im Lichte 326.

Zahl, aktinographische 221.
Zeitlicht s. Magnesium.
— — Kerzen 558.
— — Tip-Top 558.
— — Patronen, Magnesium- 554—559.
Zelloidinpapier 284.

Zelluloid, Absorption des Ultraviolett durch 302.
— — Lunten 569.
Zeroplatte 304.
Zerozustand 304.
Zerstäuben von Metallen im Ultravioletticht 328.
Zerstäubung von Bromsilber durch Ultraviolett 275.
Zinkäthyl 563.
Zinklicht 560. 563.
Zinnober, Reflektionsspektrum 360.
Zirkonerde im Kalklicht s. Kalklicht.
Zirkonnitrat im Blitzlichtgemisch 542.
Zündsätze s. Feuerwerk, Weißfeuer.
Zündung, elektrische, von Magnesium s. d.
— pneumatische 578.
— mit Friktion 582.
— mit pyrophoren Metallen 582.
Zusammenhang zwischen Lichtabsorption eines Lichtfilters und des photographischen Effektes auf lichtempfindlichen Platten 357.
Zusammensetzungen des Lichtes verschiedener Lichtquellen, verschiedene spektrale 78.
Zustand, neutraler 304.
Zwischenlichteinheit s. Benzinlampe.
Zwischenlichtquelle s. Benzinlampe.

Druckfehler-Verzeichnis.

S. 9 Z. 10 v. u.: „Pic de Teide“ statt „Pic de Tyde“.
S. 61 Z. 3 v. u.: „Toepfer“ statt „Töpfer“.
S. 70 Z. 5 v. o.: „Toepfer“ statt „Töpfer“.
Auf den ungeraden Seiten von S. 73 bis S. 97 im Kolumnenkopf: „Die Photometrie der . . . . .“ statt „Die Photographie der . . . . .“.
S. 87 Z. 12 u. 25 v. o.: „Féry“ statt „Ferry“.
S 109 Z. 19 v. o.: „Winther“ statt „Winter“.
S. 153 Z. 5, 6 u. 13 v. o.: „Kissling“ statt „Kiesling“.
S. 171 Z. 8 u. 11 v. o.: „Toepfer“ statt „Töpfer“.
S. 179 Z. 1 v. u.: „Bezold“ statt „Betzhold“.
S. 238 Z. 5 u. 6 v. o.: „Decoudun“ statt „Decoudin“.
S. 239 Z. 22 v. o.: „Decoudun“ statt „Decoudin“.
S. 239 Z. 4 v. u.: „Wachtl“ statt „Wachtel“.
S. 268 Z. 16 v. o.: „Scoble“ statt „Scable“.
S. 290 Z. 4 v. u.: „Menge“ statt „Mcnge“.
S. 301 Z. 16 v. o.: „Schumann“ statt „Schuhmann“.
S. 315 Z. 19 v. o.: „Wortley“ statt „Worthley“.
S. 318 Z. 6 v. u.: „Baur“ statt „Bauer“.
S. 324 Z. 4 v. u.: „Cernovodeanu“ statt „Cernovodeann“.
S. 327 Z. 7 v. u.: „Herchefinkel“ statt „Herchfinkel“.
S. 351 Z. 20 v. u.: „Tartrazin“ statt „Tartazin“.
S. 358 Z. 15 v. o.: „Kalähne“ statt „Kalahne“.
S. 364 Z. 11 v. o.: „Marchand“ statt „Marcand“.
S. 364 Z. 12 v. o.: „Holetschek“ statt „Holetscheck“.
S. 366 Z. 15 v. u.: „Baxendell“ statt „Raxendell“.
S. 379 Z. 7 v. u.: „Dr. Spitaler“ statt „D. Spitaler“.
S. 387 Z. 5 v. u.: „Messungen“ statt „Messuugen“.
S. 391 Z. 5 v. o.: „Samec“ statt „Somec“.
S. 396 Z. 1 v. o. und Figurenbezeichnung „Aktinosemantor“ statt „Aktisonometer“.
S. 415 Z. 22 v. o.: „Gleichstrombogenlampen“ statt „Geichstrom . . . . .“.
S. 583 Z 1 v. u.: „Fattinger“ statt „Faltinger“.
S. 599 Z. 15 v. u.: „Georg“ statt „Gustav“.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. Saale.

Verlag von **Wilhelm Knapp** in **Halle a. S.**

Heft 7. **Das nasse Kollodionverfahren, die Ferrotypie und verwandte Prozesse, sowie die Herstellung von Rasternegativen für Zwecke der Autotypie.** Preis M 4,—.

Heft 8. **Das Bromsilber-Kollodion-, sowie das orthochromatische Kollodion-Verfahren usw.** Preis M 5,—.

Band III, oder Heft 9—11.

Die Photographie mit Bromsilber-Gelatine und Chlorsilber-Gelatine.

5. Auflage. Preis M 20,—.

Heft 9. **Die Grundlage der Photographie mit Gelatine-Emulsionen.** Preis M 7,—.

Heft 10. **Die Praxis der Photographie mit Gelatine-Emulsionen.** Preis M 8,—.

Heft 11. **Die Photographie mit Chlorsilber-Gelatine.** Preis M 5,—.

Band IV, oder Heft 12—15.

Die photographischen Kopierverfahren.

2. Auflage. Preis M 16,—.

Heft 12. **Die photographischen Kopierverfahren mit Silbersalzen (Positiv-Prozeß) auf Salz-, Stärke- und Albuminpapier usw.** Preis M 5,—.

Heft 13. **Die Lichtpausverfahren, die Platinotypie und verschiedene Kopierverfahren ohne Silbersalze. (Cyanotypie, Tintenbilder, Entstaubverfahren, Urankopien, Anthrakotypie, Negrographie usw.)** Preis M 3,—.

Heft 14. **Der Pigmentdruck und die Heliogravüre.** Preis M 6,—.

Heft 15. **Die photographischen Kopierverfahren mittels Mangan-, Kobalt-, Cerium-, Vanadium-, Blei- und Zinn-Salzen und Asphalt.** Preis M 3,—.

Jeder Band und jedes Heft sind einzeln käuflich.

Verlag von **Wilhelm Knapp** in **Halle a. S.**

Das Atelier des Photographen

und

Allgemeine Photographen-Zeitung.

Zeitschrift für Photographie und Reproduktionstechnik.

Herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat **Dr. A. Miethe,** Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. und **F. Matthies-Masuren,** Halle a. S. als Leiter des künstlerischen Teiles

Erscheint wöchentlich zweimal derart, daß monatlich ein Hauptheft mit je 16 bis 20 Vollbildern zur Ausgabe kommt, dem sich jede Woche zweimal das Beiblatt **„Photographische Chronik“** anreiht, das auch besonders bezogen werden kann. Es enthält regelmäßig ein ausführliches Repertorium, Auslandsberichte, Vereins-, Atelier- und Patentnachrichten, kleine Mitteilungen von allen den Photographen interessierenden Gebieten, einen Fragekasten und Stellen-Nachweis.

Preis vierteljährlich für Deutschland, Österreich und Luxemburg **M 3,—**, fürs Ausland **M 4,—**; „Chronik“ allein **M 1,50**, fürs Ausland **M 2,—** bei postfreier Zusendung.

Probehefte kostenfrei.

Jahrbuch

für

Photographie und Reproduktionstechnik.

Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner

herausgegeben von

Hofrat Dr. **Josef Maria Eder,**

Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Direktor der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt und o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien

Bisher erschienen 25 Jahrgänge.

Preis des Jahrganges M 8,—, in Ganzleinenband M 9,50.

Jeder Jahrgang umfaßt über 700 Seiten Text mit über 300 Abbildungen und etwa 30 Kunstbeilagen.

Ausführlicher Prospekt mit Inhaltsangabe kostenfrei.

Rezepte und Tabellen

für Photographie und Reproduktionstechnik,

welche an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien angewendet werden.

Herausgegeben von

Hofrat Dr. **Josef Maria Eder,**

Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Direktor der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt und o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Achte Auflage. — Preis M 3,80.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.