

www.e-rara.ch

Das Buch der Erfindungen Gewerbe und Industrien

Arndt, C.

Leipzig, 1896-1901

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 6632

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-26751>

Die Erfindung der Photographie und ihre Entwicklung bis zur Gegenwart.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Die Erfindung der Photographie und ihre Entwicklung bis zur Gegenwart.



Unter den großen Fortschritten und Entdeckungen des 19. Jahrhunderts nimmt die Photographie mit den ersten Rang ein. Während man noch bis vor 20 Jahren vielfach der Ansicht huldigte, daß das letzte Ziel dieser Kunst in einer Wiedergabe des Menschen, der Natur und der Werke des Menschen zu umgrenzen sei, wissen wir heute, daß die Photographie sich ganz andere Aufgaben gesteckt hat, und daß sie berufen scheint, ja jetzt schon berufen ist, alle Gebiete menschlichen Wissens, menschlichen Forschens und menschlicher Kunst zu durchdringen und zu erweitern. Es gibt heutzutage kaum noch ein Gebiet menschlicher Thätigkeit, in welches die Photographie nicht eingriffe. Der Wissenschaft hat sie neue Bahnen gewiesen, der Kunst neue Ideale vorgezeichnet, der Technik ist sie eine mächtige Hilfe, der Industrie eine Stütze von unermeßlichem Werte; aber vor allen Dingen hat sie sich in den Dienst der menschlichen Kultur insofern gestellt, als sie in neuerer Zeit das gewaltigste und allumfassende Volksbildungsmittel geworden ist, dessen Wirkung wir immer mehr zu verstehen und zu würdigen beginnen. Die Photographie vereinigt in sich zwei Seelen, die eine, welche indirekt der Menschheit nützt, indem sie in Kunst und Wissenschaft, in Technik und Industrie thätig ist, die andere, indem sie sich durch Verbreitung der Bildung direkt in den Dienst der großen Aufgaben der Menschheit stellt. Wie die Photographie in diesem letzteren Sinne arbeitet, können wir alle Tage beobachten. Unsere Eltern noch waren in Bezug auf die Bildungsmittel, die ihnen zu Gebote standen, verhältnismäßig arm und beschränkt. Die Lithographie und der Holzschnitt waren die einzigen Mittel, mit denen die Bildung durch das Bild dem Volke zugänglich gemacht werden konnte. Wie reich sind wir dagegen heutzutage. Jeder kann sich mit Leichtigkeit eine Fülle von Illustrationen der trefflichsten Art beschaffen, jeder kann sich an der Hand vorzüglicher Abbildungen Kenntnis von jedem beliebigen Dinge im Bereich des menschlichen Wissens verschaffen, und dieses alles verdanken wir allein der Photographie, die noch vor 50 Jahren von vielen vielleicht für eine interessante Entdeckung, von der übrigen Mehrzahl aber für eine Kuriosität ohne jeden inneren Wert gehalten wurde.

Wenn wir den Begriff Photographie im weitesten Sinne fassen und alle diejenigen Prozesse als Photographie betrachten, bei welchen das Licht wirksam ist zur chemischen Veränderung der Farbe irgendwelcher Objekte, so müssen wir feststellen, daß die Kenntnis derartiger Vorgänge bis in die allerälteste Zeit zurückreicht. Schon den ältesten Kulturvölkern war bekannt, daß die Bildung der pflanzlichen Farbstoffe, besonders des Chlorophylls, ferner die Farben der Blüten und Früchte auf die Lichtwirkung zurückzuführen sei. Aristoteles spricht in seinem Werk über die Farben von der Thatsache, daß die

unterirdischen Teile der Pflanzen farblos seien, daß die Früchte aber an der Sonnenseite sich besonders färbten. Er führt ferner die schwarze Farbe der Äthiopier auf die Wirkung des Sonnenlichtes im tropischen Afrika zurück.

Fast ebenso alt wie die Kenntnisse von dem Entstehen der Farbe im Licht ist auch die von dem Verbleichen derselben. Vitruv berichtet in seinem Buch über die Architektur, daß Zinnober (minium) an den dem Licht ausgesetzten Flächen der Bauten und Wandgemälde mißfarbig wird, und daß, um dies zu verhindern, ein Wachsüberzug empfehlenswert sei. Er benutzte also schon damals die uns geläufige Thatsache, daß viele photochemische Prozesse unter Ausschluß der Feuchtigkeit und des Luftsaurestoffes teils langsam, teils gar nicht von statten gehen. Plinius, der im übrigen nur bekanntes wiederholt, bringt die hochinteressante Thatsache vor, daß Smaragde sich im Lichte in ihrer Farbe verändern. Bekanntlich ist der Smaragd eine Varietät des Berylls und zwar diejenige Varietät dieses Minerals, die ihre prachtvolle Farbe einem kleinen Chromgehalt verdankt. Diese Erfahrung also würde die Kenntnisse der ersten Thatsache aus dem großen und wichtigen Kapitel der Lichtempfindlichkeit der Chromverbindungen darstellen.

Deuten alle diese gelegentlichen Äußerungen griechischer und römischer Autoren darauf hin, daß ihnen die Veränderungen, welche das Licht gelegentlich an gefärbten Gegenständen hervorzubringen im Stande ist, bekannt waren, so dürfen wir andererseits nicht außer Augen lassen, daß den Alten ein äußerst interessanter photochemischer Prozeß nicht nur bekannt war, sondern von ihnen in einer ausgedehnten Industrie benutzt wurde. Es ist der Prozeß der Purpurfärberei.

Die alten Schriftsteller haben uns über diesen Prozeß wenig Technisches und Thatsächliches hinterlassen. Erst Eudoxia, die Tochter Konstantins VIII., beschreibt die Purpurfärberei in wesentlichen Punkten offenbar richtig, und erst näheren Forschungen ist es vorbehalten geblieben, wenigstens die äußeren Vorgänge bei diesem merkwürdigen Prozeß näher kennen zu lernen. Das Muscheltier, dessen Saft von den Alten zur Purpurfärberei benutzt wurde, ist nicht genau bekannt. Sie nennen es manchmal Purpura oder auch Pelagia oder Phönicum. Wahrscheinlich wurden verschiedene Tiere benutzt, teils zweischalige Muscheln, teils auch Schnecken. Der Prozeß muß ein an verschiedenen Orten verschiedener gewesen sein. Man färbte, verdünnte und mischte, unterschied aber wesentlich zwei verschiedene Arten von purpurgefärbten Stoffen, den sogenannten tyrischen Purpur von dem Amethystpurpur. Ersterer erhielt seine glänzende rote Farbe offenbar durch zweimaliges Färben.

Die Versuche, den Purpurfarbstoff der Alten wiederzufinden, waren lange Zeit auch von praktischer Bedeutung. Heute würde aus diesem Grunde niemand mehr nach demselben suchen. Der erste, welcher wohl eine genauere Beschreibung der höchst merkwürdigen Eigenschaften des Saftes gewisser Meermolusken gab, ist Lacaze-Duthiers. Er beobachtete, wie ein Fischer sein Hemd mittels eines Federkiels mit dem gelblichen Saft einer Meer Schnecke bezeichnete, und fragte denselben, weswegen er dies thue, da die schwach gelbliche Farbe der Zeichnung kaum sichtbar war. Der Fischer machte ihn darauf aufmerksam, daß schon nach wenigen Minuten sich diese schwach gelbliche Farbe im kräftigen Sonnenlicht allmählich in eine grünliche, dann in eine schmutzig violett-rote verwandelte, während zu gleicher Zeit jener charakteristische widerliche Geruch bemerkbar wurde, den auch die Alten wiederholt als den Purpurgewändern eigentümlich beschrieben. Ein Licht auf die Frage nach den Muscheltieren, welche die Alten zur Purpurfärberei benutzten, wirft der Umstand, daß sich sowohl in Pompeji, als auch an anderen Stellen der italienischen Seeküste, alte Muschelhaufen finden, die offenbar mit dem Gewerbe der Purpurfärberei in Beziehung stehen. Wenigstens wurde in Pompeji ein derartiger Muschelhaufen bei dem Hause eines Färbers gefunden. Es handelte sich hier um die Schalen von *Murex trunculus*. Ein anderer großer Muschelberg, der Monte testaceo bei Tarent, besteht wesentlich aus den Schalen von *Murex brandaris*. Daß die Purpurfärberei der Alten tatsächlich auf ähnlicher Basis beruht wie der Vorgang, welchen Lacaze-Duthiers beobachtete, geht auch aus einer Notiz hervor, die Eduard von Martens in einer Sitzung der

Berliner anthropologischen Gesellschaft jüngst publizierte, und nach welcher die Eingeborenen von Zentralamerika noch heute jene Künste fortsetzen, die einst den Ruhm von Tyrus begründeten. Das Muscheltier, welches die Indianer dort benutzen, ist eine im Altertum offenbar seltener verwendete Gattung (*Purpura patula*), die an den Küsten Zentralamerikas massenhaft vorkommt. Mit Purpur gefärbte Gewänder werden dort heute noch hoch geschätzt, und man scheut die umständliche und zeitraubende Behandlung nicht, sie herzustellen. Auch in Costarica ist das Verfahren heute noch in Übung, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Kunst des Purpurfärbens dort eine Erfindung der Indianer selbst ist und schon vor Entdeckung Amerikas geübt wurde, da den Spaniern seinerzeit die Kunst der Purpurfärberei überhaupt nicht bekannt war. Über die Methode, wie die Indianer bei der Purpurfärberei dort verfahren, ist übrigens näheres ebenfalls nicht bekannt; soviel aber steht fest, daß man die Schnecke durch Anspieen veranlaßt, ihren gelben Saft auszusprühen, mit dem man dann vorzugsweise baumwollene Stoffe tränkt und sie dem Lichte aussetzt.

Nachdem wir so gesehen haben, daß schon das Altertum einen echten photochemischen Prozeß kannte und benutzte, finden wir auch auf diesem Gebiete wie auf fast allen anderen Gebieten der wissenschaftlichen Technik mit dem Verfall der antiken Kultur eine klaffende Lücke, welche die Entdeckungen der neueren Zeit von den Kenntnissen des Altertums trennt. Erst zur Zeit der Alchimisten zeigen sich die ersten Spuren einer Kenntnis von der Wirkung des Lichts. Sie pflegten häufig ihre Tinkturen an sonnige Orte zu stellen, um ihr Reisen zu befördern. Albertus Magnus war es dann, dem zuerst die wichtige Thatsache bekannt wurde, daß das salpetersaure Silberoxyd oder der Höllenstein die menschliche Haut schwarz färbt, ohne daß er die Mitwirkung des Lichts bei diesem Prozeß erwähnt.

Eine eigentümliche Lichtwirkung wurde von dem im Jahre 1693 geborenen, sehr bekannten russischen Großkanzler und Feldmarschall Bestuscheff benutzt. Die nach ihm benannte und noch heute nicht ganz in Vergessenheit geratene Bestuscheffsche Tinktur war im wesentlichen eine Lösung von Eisenchlorid, die auf merkwürdigen Umwegen gewonnen wurde. Die gelbe Lösung dieses Salzes wurde dann dem Lichte ausgesetzt und ging dabei in eine farblose über, indem sich durch die Lichtwirkung Eisenchlorür bildete. Es war damit die Thatsache der Lichtempfindlichkeit der Eisensalze wenigstens dem Prinzip nach erkannt, und hieran schloß sich die Beobachtung, daß eine Rückbildung des Chlorids aus dem Chlorür sich im Dunkeln vollzog. Diese Reduktion der Eisenoxydsalze im Licht bildet noch heute die Grundlage äußerst wichtiger photographischer Prozesse, auf ihr beruht u. a. der Platinprozeß, der Eisenblauprozeß und eine Reihe anderer Kopierverfahren. Faßt man den Begriff Photographie etwas enger, d. h. als die Kunst, mit Hilfe des Lichts Bilder zu erzeugen, so muß man als den Erfinder dieser Kunst den Arzt und Physiker J. H. Schulze bezeichnen.

Johann Heinrich Schulze wurde 1687 zu Coblig geboren und war später Doktor der Medizin und Professor der griechischen und arabischen Sprache in Halle a/S. In einem 1727 erschienenen Buch machte er die höchst bedeutungsvolle Mitteilung, daß sich Silbersalze im Licht schwärzen. Er wurde auf diese Entdeckung durch einen Zufall geführt, als er Versuche machte, künstliche Leuchtsteine aus den Sulfiden der Erdalkalimetalle herzustellen. Bei dieser Gelegenheit scheint er von der erst in neuerer Zeit bewußt erkannten Thatsache ausgegangen zu sein, daß diese Leuchtsteine am intensivsten wirken, wenn die Sulfide nebenbei ganz kleine Mengen von anderen Substanzen, besonders Kupfer, Arsen, Silber u. s. w. enthielten. Jedenfalls hatte er sich eine Mischung von Salpetersäure, in der er etwas Silber aufgelöst hatte, und Kreide hergestellt, welche letztere Substanz in offenbar erheblichem Überschuß enthielt. Als er die Flasche, welche den weißen Kreideschlamm beherbergte, zufällig dem Licht aussetzte, beobachtete er, daß er sich an der dem Licht zugewendeten Seite schwärzte, und nutzte diese Erscheinung sofort aus, um Schriftzüge, die aus einer undurchsichtigen Schablone ausgeschnitten waren, auf diese Weise im Licht auf den weißen Kreideschlamm zu kopieren.

Es waren also durch Schulze die ersten, wenn auch vergänglichen Bilder mit Hilfe des Lichts thatsächlich erzeugt worden, und somit hat es seine volle Berechtigung, wenn man ihm die Entdeckung der Photographie zuschreibt, eine Thatsache, auf welche zuerst mit besonderem Nachdruck Professor Oeder hingewiesen hat.

Die Entdeckung, daß sich Silbernitrat im Licht schwarz färbt, wenn es mit gewissen Substanzen in Berührung kommt, wurde vom letzten Drittel des 18. Jahrhunderts an schon technisch ausgenutzt, indem diese Substanz zum Schwarzfärben von Achat angewendet und ebenfalls bereits der erste Versuch gemacht wurde, Haare, Horn, Holz und Federn auf gleiche Weise zu färben. Der große Chemiker Priestley erkannte richtig,



238. Johann Heinrich Schulze.

daß das Pflanzenleben auf einen photochemischen Prozeß wesentlich zurückzuführen ist, daß die Pflanzen im Licht Sauerstoff ausatmen, eine Thatsache, welche mit aller Schärfe zuerst von Ingenhousz ausgesprochen wurde. Einen weiteren Schritt zur Erkenntnis der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze machte dann Scheele, welcher richtig beobachtete, daß Chlor Silber sich besonders schnell in violettem Licht färbte und nur äußerst langsam im roten Licht eine Veränderung erlitt. Ferner beobachtete er, daß belichtetes Chlor Silber unter Wasserbedeckung Salzsäure abspalte. Ein besonders interessanter Versuch von Scheele ist der, bei welchem er feststellte, daß sich Chlor Silber nach der Belichtung nicht mehr vollkommen in Ammoniak löse, während dies vorher der Fall ist. Er konstatiert ferner, daß der schwarze Niederschlag, der nach der Lösung in Ammoniak überbleibt, bei Übergießen mit

Salpetersäure das Entstehen von roten Dämpfen bewirke, woraus er richtig schloß, daß dieser schwarze Niederschlag aus metallischem Silber bestehe.

Die wichtigste photographische Untersuchung, deren Tragweite für die praktische Photographie sich bis in die neueste Zeit hinein verfolgen läßt, ist die Untersuchung von Senebier über die Empfindlichkeit von Pflanzenfarbstoffen einerseits und von Harzen andererseits. Senebier fand, daß eine alkoholische Lösung des grünen Farbstoffes der Blätter, das Chlorophyll, bereits nach einer Bestrahlung von wenig Minuten durch Sonnenlicht gebleicht werde, und daß das Gleiche von Lösungen des Drachenblutharzes und den alkoholischen Tinkturen aus Blumenblättern, Kaminkeln, Rosen, Saffran, Kermes u. gelte. Vor allen Dingen aber fand Senebier, daß gewisse Harze ihre Löslichkeit in Terpentinöl und anderen Fetten und flüchtigen Ölen verlieren, wenn sie vorher belichtet wurden, und legte dadurch den Grundstein zu den modernen Reproduktionsverfahren, des Asphaltzinkprozesses und der Autotypie.

Das 19. Jahrhundert beginnt in photochemischer Hinsicht mit der wichtigen Entdeckung von Seebeck, daß das Chlorsilber im Lichte nicht immer dieselbe dunkle Farbe annimmt, sondern daß die Färbung desselben verschieden ist je nach der Farbe, durch welche es bestrahlt wurde. Er fand auf Grund seiner Versuche, daß das Chlorsilber unter einem blauen Glas blau, unter einem roten Glas rot und unter einem grünen Glas grün anlies, und fand so die erste Thatsache, welche mit der Photographie in natürlichen Farben zusammenhängt, deren Erklärung aber bis heute noch nicht vollkommen gegeben ist. Dieses Experiment wurde später unzähligemal wiederholt und besonders durch Herrschel weiter verfolgt, der die bedeutungsvolle Entdeckung machte, daß man die auf Chlorsilber entstandenen Bilder durch Behandlung mit unterschwefligsaurem Natron fixieren, d. h. lichtbeständig machen könnte.

Das waren ungefähr in großen Zügen die Thatsachen, welche bekannt waren, als Nicéphore Niepce und Daguerre in den Gang der Untersuchungen mit so außerordentlichem Erfolge eingriffen. Wir wollen auf die Arbeiten dieser beiden Forscher, welche grundlegend für die moderne Photographie geworden sind, etwas näher eingehen. Nicéphore Niepce war 1765 in Châlons sur Saône geboren und beschäftigte sich nach einer Reihe von anderen Untersuchungen auf verschiedenen Gebieten auch mit der damals in Deutschland entdeckten Lithographie. Sein Streben ging dahin, mit Hilfe des Lichtes Photographien herzustellen in der Art, daß er dem lithographischen Steine einen Überzug von lichtempfindlichen Substanzen geben wollte, welche ein späteres mechanisches Ätzen des Steines nach Belichtung unter dem Originale



239. Mandé Daguerre.

zulassen sollten. Wahrscheinlich leitete ihn bei den Untersuchungen die Entdeckung der Lichtempfindlichkeit der Harze durch Senebier. So ist unzweifelhaft, daß er schon um jene Zeit (1822) die Eigenschaft des Asphaltes kannte, in dünner Schicht durch die Lichteinwirkung unlöslich im Terpentinöl zu werden. Gewiß ist, daß N. Niepce am 19. Juli 1822 ein Porträt Pius' VII. reproduziert hatte, welches der General Poucet du Maupas vielen Personen zeigte. Der Prozeß, wie ihn N. Niepce damals handhabte, war jedenfalls nicht wesentlich von unserem Asphaltprozeß verschieden. Er bestand darin, daß ein lithographischer Stein oder eine Metallplatte mit einem Asphaltfirnis überzogen wurde, dann unter einem Originale dem Lichte ausgesetzt und schließlich mit Terpentinöl behandelt wurde, wobei die dunklen Striche im Original lösliche Stellen der Asphaltsschicht hinterließen, die durch das Lösungsmittel herausgewaschen wurden. So entstand eine teils mit unlöslichem Asphalt bedeckte Fläche, welche nach Behandlung mit einem passenden Abwasser eine Druckplatte lieferte. N. Niepce versuchte, auch auf diesem Wege direkte Bilder herzustellen, indem er seine lichtempfind-

liche Harzlösung auf eine polierte Silberplatte aufgoß, unter einem Original oder in der Camera belichtete und dann nach Auflösen des löslich gebliebenen Theiles die Silberplatte Joddämpfen aussetzte, wobei sich die von der Lack-schicht entblößten Teile der Platte schwarz färbten.

Soweit waren die Versuche von N. Niepce geblieben, als derselbe durch Vermittelung der bekannten Optiker Victor und Charles Chevalier mit einem anderen Manne bekannt wurde, der die Photographie auf eine ungeahnte Höhe bringen sollte. Dieser Mann war der Pariser Maler Mandé Daguerre (18. November 1787 zu Cormeilles geboren). Es ist nicht bekannt, wie weit Daguerre bereits vor seiner Verbindung mit N. Niepce es in der Lichtbildnerei gebracht hatte, aber so viel ist sicher, daß er es verstand, die Niepceschen Thatfachen vor allen Dingen durch die Hilfe eines wunderbaren Zufalls in einer ungeahnten Weise zu verwerten. Zwischen Niepce und Daguerre kam im Jahre 1835 ein Vertrag zustande, nach welchem sich die beiden Erfinder zu gemeinsamer Arbeit verbanden. Daguerre experimentierte in der ersten Zeit mit Silberplatten, welche er ebenfalls Joddämpfen aussetzte, und welche nach sehr langer Belichtung in der Camera ein, wenn auch höchst unvollkommenes Bild lieferten. Wie er zu der Erfindung des nach ihm benannten Verfahrens der Daguerreotypie gelangte, möge nach der uns überlieferten Anekdote kurz berichtet werden, ohne daß wir für deren thatsächliche Wahrheit eine Gewähr übernehmen wollen: Daguerre hatte eine Zahl seiner jodierten Silberplatten in der Camera belichtet, aber die Belichtungszeit war eine so kurze gewesen, daß noch kein deutliches Bild entstanden war. Er stellte seine Platte in einen Schrank, in welchem verschiedene Chemikalien aufbewahrt wurden. Als er denselben nach mehreren Monaten öffnete, fand er zu seinem größten Erstaunen, daß jetzt die Platten außerordentlich schöne und detailreiche Bilder in bis dahin unerreichter Vollendung zeigten. Da es ihm unbekannt war, auf welche Weise der Inhalt des Schrankes die Platten beeinflusste, so räumte er nach und nach die Chemikalien aus dem Schranke heraus, ohne daß derselbe seine magische Eigentümlichkeit, die Bilder zu erzeugen, verlor. Schließlich war der einzige Gegenstand, welcher außer den Platten noch im Schranke enthalten war, eine offene Schale mit Quecksilber, und Daguerre kam daher auf die Vermutung, daß diese Schale der Grund der eigentümlichen Kraft des Schrankes sein müsse. Seine Vermutung bestätigte sich in glänzender Weise, denn als er eine verhältnismäßig kurz belichtete jodierte Silberplatte den Dämpfen von Quecksilber aussetzte, entstand in kurzer Zeit ein Bild, welches nicht nur sein Erstaunen erregte, sondern welches die Geburt eines neuen Verfahrens repräsentierte, das in kurzer Zeit die ganze Welt eroberte. N. Niepce hat die Früchte seiner Arbeit nicht mehr geerntet, er starb vor der Entdeckung Daguerres; aber die französische Regierung, der durch Arago unter Vermittelung der Akademie der Wissenschaften die neue Kunst bekannt geworden war, zeichnete Daguerre und den in den väterlichen Vertrag als Rechtsnachfolger eingetretenen Sohn Niepces durch besondere Ehrungen und durch eine ihnen bewilligte Jahresrente aus.

Seit den Entdeckungen Daguerres hat die Photographie begonnen, im Sturm laufe die Welt zu erobern, und wir werden im nachfolgenden Gelegenheit haben, die weiteren Vervollkommnungen der photographischen Kunst in den nächsten 60 Jahren, vom Jahre 1839 an bis in die Neuzeit hinein, zu verfolgen, was wir am besten an der Hand der Erklärung der modernen photographischen Prozesse werden thun können. Nachdem durch jene epochemachende Entdeckung ein festes Fundament geschaffen war, fehlte es nicht an Männern, welche die neue Kunst verbesserten und vervollkommneten, und die Mittel unserer modernen Photographie sind von den primitiven Methoden Daguerres mindestens ebensoweit entfernt, als das Daguerresche Bild von dem silberhaltigen Kreideschlamm, in welchen der deutsche Arzt Schulze durch das Licht Zeichen und Worte schreiben ließ.

Die photographischen Apparate.

Gehe wir jetzt einen Blick auf die Prozesse, deren sich die moderne Photographie bedient, werfen, wollen wir uns kurz einen Überblick über das Handwerkszeug des Photographen verschaffen, weil uns erst dies in den Stand setzen wird, den physikalischen Teil der Prozesse zu verstehen. Die photographischen Prozesse zerfallen im allgemeinen in zwei verschiedene Abschnitte, der eine, welcher sich mit der Erzeugung des sogenannten Negativs beschäftigt, der andere, welcher aus dem Negativ das sogenannte Positiv erzeugt. Ein Negativ nennt man in der Photographie ein Bild, in welchem alle hellen Teile des Originals dunkel und alle dunklen hell erscheinen, während das Positiv in



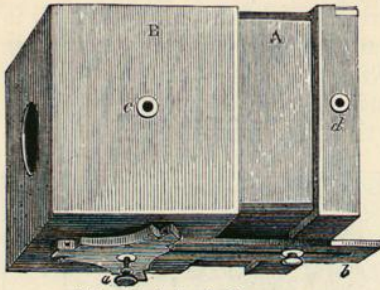
240. Negativ.



241. Positiv.

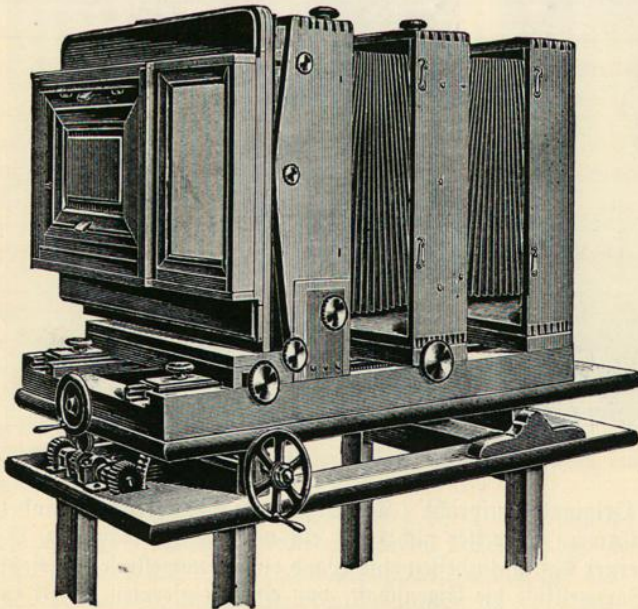
seiner Tonabstufung der des Originals entspricht. Die Erzeugung des Negatives findet in der Camera statt. Die Camera ist weiter nichts als ein verdunkelter Raum, z. B. ein allseitig geschlossener, hölzerner Kasten, in dessen eine Wand eine Sammellinse eingesetzt ist. Wie bekannt, hat eine Sammellinse die Eigenschaft, von einem entfernten Objekt in einer gewissen Entfernung hinter der Linse ein umgekehrtes Bild zu entwerfen. Dieses umgekehrte Bild wird gewöhnlich auf eine sogenannte matte Scheibe projiziert, eine Glasplatte, deren eine Oberfläche geraut und daher durchscheinend ist. Der Photograph bewegt die matte Scheibe so lange auf die Linse zu oder von ihr weg, bis das von der Linse entworfene Bild des aufzunehmenden Gegenstandes auf der matten Scheibe vollkommen scharf erscheint. Wenn dies erreicht ist, wird die matte Scheibe fortgenommen, die Linse mit einem Deckel versehen und genau an die Stelle der matten Scheibe die lichtempfindliche Platte gebracht, auf welcher durch Lüften des Deckels der Linse die Aufnahme vor sich geht. Unsere Abb. 242 u. 244 zeigen verschiedene Arten der heutzutage gebräuchlichen

Cameras. Für das Atelier und die Porträtaufnahme bedient man sich fester, stabiler Apparate, auf säulen- oder tischförmigen Stativen, welche mit Zahntrieben oder ähnlichen Einrichtungen versehen, ein Heben und Senken der Camera, sowie ein Vorwärts- und Rückwärtsneigen zulassen. Für die Reise jedoch und für Aufnahmen im Freien hat man andere, leicht zusammenlegbare Cameras im Gebrauch, die auf ebenfalls zusammenlegbaren dreibeinigen Stativen aufgestellt werden.



242. Einfache Kassencamera.

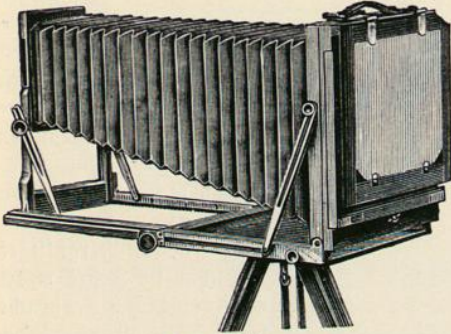
Um die empfindliche Platte genau in die Ebene der matten Scheibe zwecks der Aufnahme zu bringen, bewahrt man dieselben in sogenannten Kassetten auf, flachen Kästen, die mit einem Schieber versehen sind, hinten genau in der Camera mittels Falzen oder ähnlicher Einrichtungen anschießen und dann durch Öffnen des Schiebers die Platte gegen das Innere der Camera freilegen. Unsere Abb. 245 zeigt eine derartige Kassette, in welcher zwei empfindliche Platten mit den Rückseiten gegeneinander angebracht sind, der Art, daß man durch Um drehen der Kassette hintereinander zwei Aufnahmen machen kann. Einige weitere Einrichtungen, welche an den meisten Cameras angebracht sind, haben den Zweck, die Linse gegen die Mitte der Camera heben und senken zu können und der matten Scheibe und damit zugleich der empfindlichen Platte eine beliebige Neigung gegen die Achse der Linse zu erteilen. Diese Bewegungen sind aus gewissen Gründen vielfach wünschenswert.



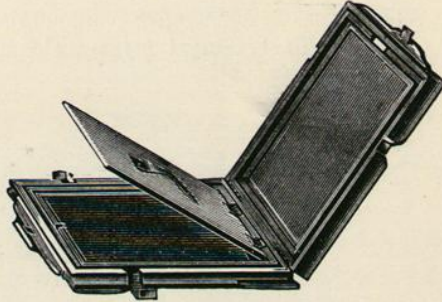
243. Moderne Ateliercamera.

Der wichtigste Teil an einer photographischen Camera ist die bilderzeugende Linse, und auf ihre Konstruktion müssen wir im folgenden näher eingehen. Die gewöhnliche Sammellinse ist nicht geeignet, ein scharfes Bild irgend eines Gegenstandes zu erzeugen. Die Linse ist, wie der Optiker sagt, mit Aberrationen behaftet. Ihre Brennweite ist nicht über ihre ganze Oberfläche hin konstant, sondern ist für die Mitte und für den Rand eine verschiedene. Daraus folgt, daß, wenn die matte Scheibe sich in einer solchen Lage befindet, daß die die Mitte der Linse passierenden Strahlen auf ihr ein scharfes Bild erzeugen, dies nicht in gleicher Weise für die Randstrahlen der Fall ist, mithin das scharfe Kernbild von einem verwaschenen Hofe umgeben ist, der ihm seine Präzision nimmt. Ebenso ist die Brennweite einer einfachen Linse von der Farbe des vom Gegenstande ausgestrahlten Lichtes abhängig. Die roten Strahlen haben eine längere Brennweite als die violetten, so daß aus diesem Grunde ebenfalls eine erhebliche Unschärfe des Bildes (farbige Ränder) entsteht. Diese beiden Uebelstände, welche bei allen aus Linsenkombination bestehenden optischen Instrumenten auftreten, werden bekanntlich zum größten Teil

dadurch gehoben, daß man sich an Stelle der einfachen Linse einer doppelten Linse bedient, welche aus einer Sammellinse und einer Zerstreuungslinse verfertigt ist, die aus verschiedenen Gläsern bestehend, in ihren Krümmungen und Brennweiten derartig eingerichtet sind, daß sie die oben genannten Fehler der beiden Linsen gegenseitig aufheben oder kompensieren. In dieser Weise zusammengesetzt sind z. B. die Objektive unserer Fernröhre. Die ältesten Linsen, welcher man sich zur Erzeugung von Photographien bediente (Chevalier), sind nach diesem Typus hergestellt, und sie finden noch jetzt in etwas



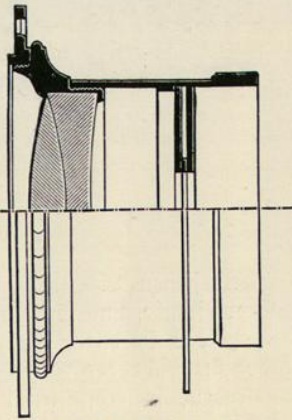
244. Käsecamera.



245. Kassette.

abgeänderter Form für manche Zwecke der Photographie eine Anwendung. Man nennt sie einfache Landschaftslinse (Abb. 246).

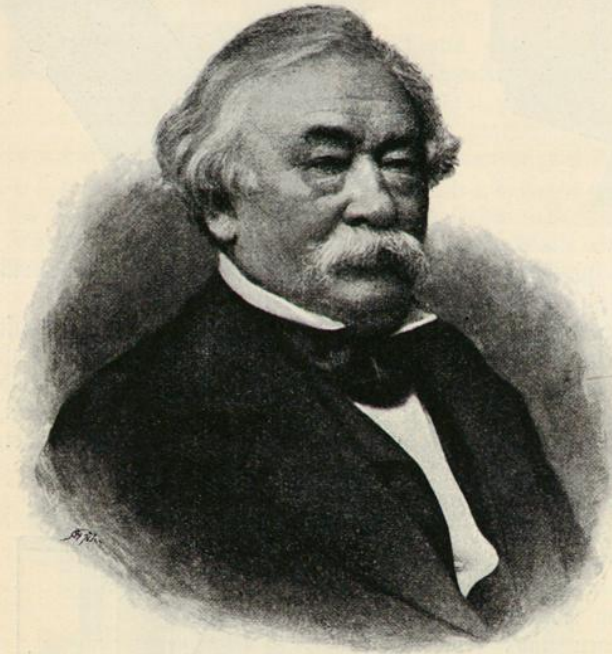
Diese einfachsten Landschaftslinsen aber sind nach vielen Richtungen hin mangelhaft und genügen den meisten Anforderungen der Neuzeit nicht. Um dies zu verstehen, muß man sich daran erinnern, daß im Fernrohr beispielsweise nur ein ganz kleines Bildfeld scharf verlangt wird. Wenn man sich durch die Mitte der Linse eine Linie gezogen denkt, welche die Mittelpunkte der die Linse begrenzenden kugelförmigen Oberflächen verbindet, so bezeichnet man diese Linie in der Optik als die Achse der Linse. Die gewöhnliche sogenannte achromatische, aus zwei Gläsern zusammengesetzte Linse gibt nun nur in der Nähe dieser Achse scharfe Bilder. In der Photographie aber wird verlangt, daß ein verhältnismäßig außerordentlich großes Bildfeld, also auch Punkte, welche sehr weit seitlich von dieser Achse gelegen sind, scharf abgebildet werden, und zwar, daß das scharfe Bild auf einer Ebene liegt, da es ja auf einer ebenen, empfindlichen Platte aufgefangen wird. Um dies zu erreichen, mußten die Optiker auf neue Mittel und Linsenkombinationen sinnen, und die aus diesen Bestrebungen sich allmählich entwickelnde photographische Optik ist heute eine der wichtigsten Zweige der praktischen Optik geworden. Eine große Anzahl von Fabriken beschäftigen sich ausschließlich mit der Herstellung photographischer Objektive, und diese Industrie ist eine so große geworden, der Bedarf an photographischen Linsen ein derartig enormer, daß man wohl sagen kann, daß von photographischen Objektiven mehr verbraucht werden, als von allen übrigen optischen Konstruktionen zusammengenommen. Wir wollen jetzt dem Leser in gedrängtester Form eine Übersicht über die gebräuchlichen Konstruktionen der photographischen Linsen und deren Geschichte geben.



246. Landschaftslinse.

Daguerre arbeitete zunächst mit einfachen, meniskenförmigen Linsen später lieferte ihm Chevalier eine achromatische Linse von der Form, wie wir sie jetzt als Landschaftslinse bezeichnen (Abb. 246). Diese Linsen hatten neben anderen Fehlern noch einen wesentlichen Mangel, der damals bei der großen Unempfindlichkeit der Daguerre-

otypien besonders stark in die Waagschale fiel. Man konnte denselben nur eine geringe Öffnung geben, und die Folge davon war, daß die Menge des eindringenden Lichtes sehr klein und die Belichtungszeit infolgedessen sehr lang war. Das Bestreben der Optiker ging infolgedessen vor allen Dingen dahin, die Lichtstärke der photographischen Objektive zu vergrößern, besonders im Hinblick darauf, daß damals als Hauptaufgabe der Photographen das Porträt im Vordergrunde stand, und die Möglichkeit, ein photographisches Porträt von treffender Ähnlichkeit zu erzeugen, hing davon ab, ob es gelang, dem photographischen Objektiv eine solche Lichtstärke zu geben, daß die Belichtungszeit bis auf wenige Minuten, ja bis auf Bruchteile einer solchen abgekürzt werden konnte. Aus diesen Gesichtspunkten entstand dasjenige photographische Objektiv, welches noch heutzutage in der Porträtphotographie fast ausschließlich angewendet wird, das sogenannte



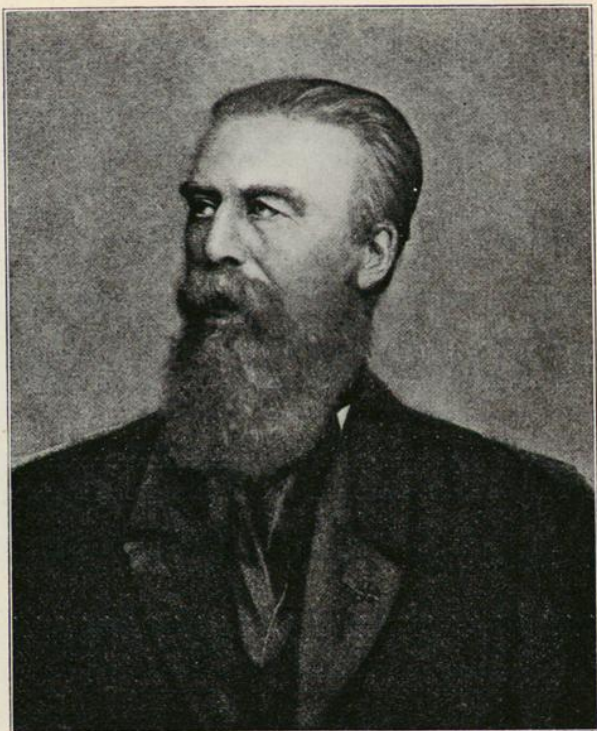
247. Pechval.

Porträtobjektiv, welches von Pechval, einem genialen österreichischen Mathematiker, berechnet und von Boigtländer in Braunschweig in mustergültiger Weise schon im Jahre 1840 zur Ausführung gebracht wurde. Die Konstruktion des Pechvalschen Porträtobjektives ist in Abb. 247 schematisch verfinnbildlicht. Es besteht im wesentlichen aus einer Vorderlinse, die für die Achsenstrahlen möglichst gut korrigiert ist, und aus einem Hinterlinsenpaar, dem die Aufgabe zugewiesen ist, die Korrektion des ganzen Linsensystems auch für Randstrahlen zu einem möglichst vollkommenen zu machen. Dabei ist zugleich die wichtige Aufgabe gelöst, daß das ganze System von einer bis auf den heutigen Tag fast un-

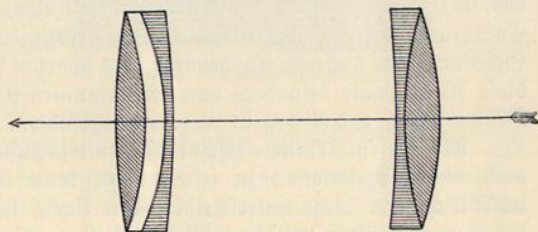
übertroffenen Lichtstärke ist, mindestens zehnmal so lichtstark als das ursprüngliche Chevaliersche, und somit erlaubte, die Belichtungszeit auf den zehnten Teil zu reduzieren.

War so durch die Konstruktion des Pechvalschen Porträtobjektives zunächst dem Hauptwunsche der Photographen, äußerste erreichbare Lichtstärke, genügend Rechnung getragen, so eröffneten sich bald mit dem Auftauchen neuerer Anwendungsweisen der Photographie weitere Bedürfnisse, welche durch das Porträtobjektiv in sehr ungenügender Weise befriedigt wurden. Das Porträtobjektiv ist nämlich nicht orthoskopisch, d. h. es gibt gerade Linien der Objekte im Bilde nicht korrekt geradlinig wieder, vielmehr erscheinen dieselben gegen den Rand des Bildes hin nicht unerheblich gekrümmt. Zugleich läßt die Schärfe der Abbildung nach dem Rande hin sehr schnell nach. Diese beiden Fehler fallen für den Porträtphotographen durchaus nicht ins Gewicht, dagegen werden sie sofort unangenehm bemerkbar, wenn es sich um Landschafts- und besonders, wenn es sich um Architekturaufnahmen handelt. Die Landschafts- und die Architekturphotographie können nur Instrumente mit Vorteil anwenden, welche orthoskopisch zeichnen und die Aufnahme eines großen Bildwinkels gestatten. Die Optiker haben lange Jahre An-

strennungen gemacht, diese Bedingungen zu erfüllen, aber ohne erheblichen Erfolg. Wollte man einen großen Bildwinkel scharf abbilden, so mußte man wieder zu sehr lichtschwachen Konstruktionen zurückgreifen, welche in sehr vielen Ausführungsarten damals in den Handel gebracht wurden. Es war daher ein ganz enormer Fortschritt in der Konstruktion photographischer Linien, als Dr. Adolf Steinheil in München im Jahre 1864 ein neues, vollkommen abweichendes photographisches Objektiv konstruierte, den sogenannten Aplanaten, welcher bei mittlerer Lichtstärke absolute Orthoskopie und große Randchärfe gab. Die Konstruktion des Aplanaten beruht darauf, daß zwei achromatische Linien hintereinander in einer gewissen Entfernung angeordnet wurden, derartig, daß sie in Bezug auf eine durch die Mitte ihrer Verbindungslinie gelegte gedachte Ebene symmetrisch stehen, wie es unsere Abb. 249 veranschaulicht. Diese Konstruktion ist, wie leicht bewiesen werden kann, vollkommen orthoskopisch und gewährt bei guter Ausführung und richtiger Wahl der zur Verwendung kommenden Glasarten ein ziemlich großes, ebenes und scharfes Bildfeld. Es ist daher erklärlich, daß diese epochemachende Neuheit sich bald allgemeiner Beliebtheit erfreute, und daß der Aplanat sehr bald das Porträtobjektiv überall da verdrängte, wo nicht, wie bei der eigentlichen Porträtaufnahme, vor der äußersten Lichtstärke alle anderen Forderungen zurückstehen mußten. Ebenso erklärlich ist es, daß sich bald andere Optiker mit der Konstruktion dieser Instrumente befaßten, ohne daß es lange Zeit gelang, dem Steinheilschen Urtypus gegenüber augenfällige Verbesserungen zuwege zu bringen. Das Wirken Adolf Steinheils in der photographischen Optik ist aber mit der Konstruktion des Aplanaten nicht beschloffen. Jahrelange, mühevollen Berechnungen führten den großen Optiker schließlich noch auf die Konstruktion eines zweiteiligen hochwertigen Objektivtypus, des sogenannten Antiplaneten, welcher bei größerer Lichtstärke als der Aplanat bei verhältnismäßig großer Randchärfe genügende Orthoskopie gab. Es ist hier nicht der Ort, auf den Antiplaneten und seine Konstruktion näher einzugehen, es mag nur hervorgehoben werden, daß dieses Instrument neben seiner eminenten praktischen Bedeutung auch theoretisch einen Fortschritt bedeutet, dessen Tragweite erst in den letzten Jahren erkannt worden ist.



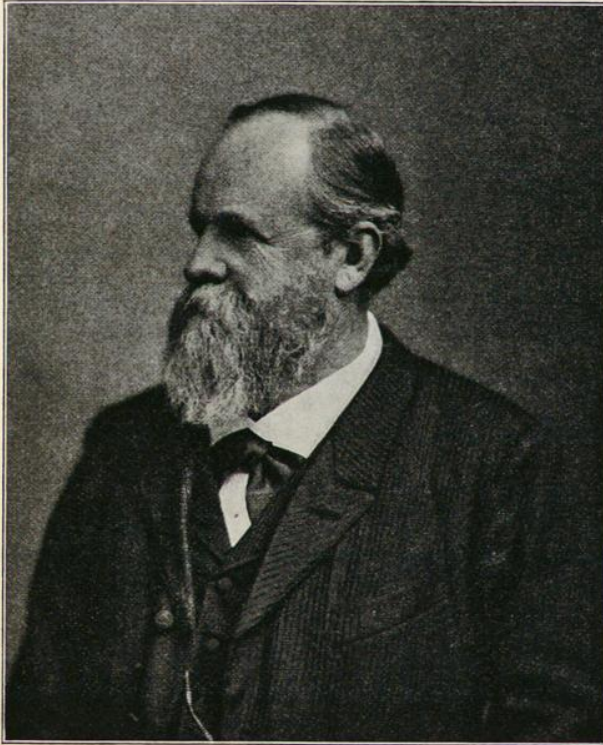
248. von Voigtländer.



249. Hehvals Porträtobjektiv.

Auf diesen Standpunkt war die photographische Optik speziell durch die Arbeit deutscher Forscher gelangt, als ein Ereignis eintrat, welches eine neue Ära bedeutet, die Errichtung des gläsernen Laboratoriums von Schott & Genossen in Jena. Dieses Institut, unterstützt von der Freigebigkeit der preussischen Regierung, hat der Optik neue Mittel und neue Bahnen gewiesen.

Die Wirkungsweise optischer Linsenkombinationen hängt neben richtiger Auswahl der Krümmungen wesentlich von der Art des angewandten Materials ab, und eine je größere Auswahl von Gläsern dem praktischen Optiker zur Verfügung gestellt wird, um so mehr Anwartschaft hat er, kompliziertere Aufgaben zu lösen. Von diesen erweiterten Mitteln machte bereits in den 80er Jahren die photographische Optik Gebrauch.



250. Ad. Steinheil.

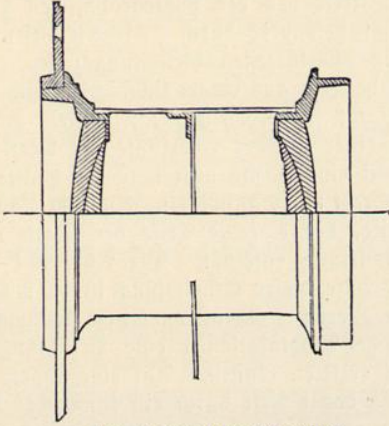
Behval hatte schon gezeigt, daß die genügende Abstufung der optischen Eigenschaften der anzuwendenden Gläser erheblich gewisse wichtige Fehler photographischer Objektive beeinflusse, und hierauf wurden zielbewußte

Untersuchungen basiert, welche im Jahre 1887 und 1888 zuerst von Miethe und Schröder und später in erfolgreicherer Weise von Prof. Abbé und Dr. Rudolph gefördert wurden. Diesen Bestrebungen, welche eine Umwälzung in der photographischen Optik mit sich führten, sind die neuesten Typen der photographischen Objektive entsprungen, deren Vollendung eine derartige ist, daß wir fast sagen können, daß sie für die Praxis nichts mehr zu wünschen übrig lassen. Das Resultat dieser Arbeiten, welche in neuester Zeit mit besonderem Erfolge auch von Görz und Voigtländer aufgenommen wur-

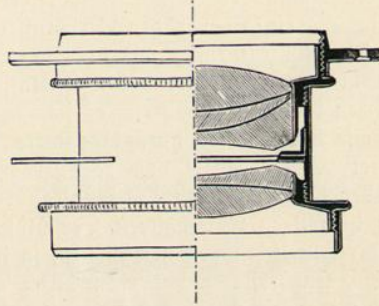
den, war die Schaffung eines neuen Objektivtypus, der sogenannten Anastigmat und Collineare, welche, auf verschiedenen Prinzipien basierend, bei großer resp. mittlerer Lichtstärke eine äußerste Ausdehnung des scharfen Bildfeldes ermöglichen. Später wurden diese Anastigmat besonders von der bekannten Anstalt Zeiß in Jena, Voigtländer in Braunschweig und Görz in Berlin ausgeführt.

Mit diesen Arbeiten scheint die Entwicklung der photographischen Optik durchaus noch nicht abgeschlossen zu sein. Man kann in ihren Fortschritten in neuester Zeit wesentlich zwei Wege unterscheiden, den einen, welcher sich bemüht, durch Vergrößerung der angewendeten optischen Mittel weitere Verfeinerungen der Instrumente hervorzubringen, den anderen, welcher das gleiche Ziel unter Benützung möglichst geringer und einfacher Mittel erstrebt. Beide Wege haben zu guten und aussichtsreichen Resultaten geführt. Die Zahl der Linsen, welche zu photographischen Objektiven vereinigt werden, ist in neuerer Zeit bis auf zehn gestiegen, während andererseits durch den englischen Optiker

H. D. Taylor ein neuer Weg gezeigt wurde, um mit Hilfe von drei einfachen Linien die gleichen Resultate zu erreichen wie mit den komplizierteren Systemen der festländischen Optiker. Diesen Bestrebungen verdankt die bekannte Cooke Linse (Triple Anastigmat) ihre Entstehung und Vervollkommnung, und dies Prinzip wird höchst wahrscheinlich nicht bloß für die photographische Optik, sondern auch für die anderen Zweige dieser Wissenschaft von Bedeutung werden.

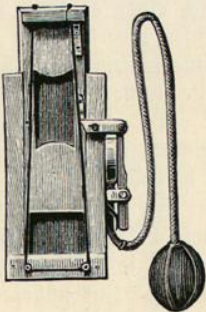


251. Aplanat von Steinheil.
Zeitweiser Durchschnitt.

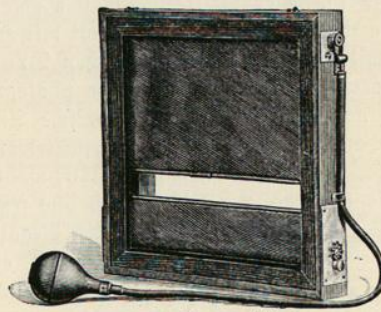


252. Antiplanet.
Schematischer Durchschnitt.

Bei der gewöhnlichen photographischen Aufnahme wird die Platte dadurch belichtet, daß man den Deckel des Objektivs abnimmt und nach einer gegebenen Anzahl von Sekunden wieder schließt. Die außerordentliche Empfindlichkeit aber unserer modernen Platten hat es dahin gebracht, daß wir vielfach so kurz belichten müssen, daß das Abnehmen und Aufsetzen des Deckels nicht schnell genug mit der Hand ausgeführt werden kann; speziell bei den sogenannten Momentphotographien, Aufnahmen, welche in dem Bruchteil einer Sekunde hergestellt werden, bedient man sich daher schon seit längerer



253. Fallbrettverschluß.



254. Anshühverschluß.

Zeit der sogenannten Momentverschlüsse, Einrichtungen, welche ein sehr kurzes Belichten mit Hilfe einer mechanischen Öffnungs- und Verschlußvorrichtung erlauben, und ihre Konstruktion ist je nach den verschiedenen Zwecken eine außerordentlich verschiedene. Die ersten und einfachsten Momentverschlüsse sind die sogenannten Fallbretter. Das Objektiv ist durch ein längliches, vertikal gestelltes Brettchen verschlossen, das durch irgend eine Vorrichtung fest gehalten wird. Beim Entfernen dieser Vorrichtung fällt das Brettchen von dem Objektiv herunter, wobei eine in dasselbe geschnittene kreisförmige Öffnung an der Linsenöffnung vorüberstreicht. Mit derartig primitiven Verschlüssen, von denen uns Abb. 253 einen zeigt, lassen sich jedoch viele photographische Aufgaben

nicht lösen. Die Belichtungszeit eines solchen Verschlusses ist für schnell bewegte Gegenstände immer noch zu lang. Man hat deswegen andere, kompliziertere Einrichtungen erdacht, welche im wesentlichen nach zwei verschiedenen Prinzipien gebaut werden. Entweder ist der Verschluss dem Fallverschluss ähnlich konstruiert, aber die Bewegung der vor dem Objektiv vorüberstreichenden Öffnung wird durch Federdruck oder pneumatische Einrichtungen beschleunigt, oder man verzichtet überhaupt auf eine Öffnung und einen Schluß des Objektivs und läßt den Momentverschluss direkt vor der photographischen Platte arbeiten. Diese letztere Art des Verschlusses hat besonders durch Anschütz wesentliche Vervollkommnungen erfahren und erlaubt die aller kürzesten Belichtungszeiten. Die Einrichtung eines derartigen Verschlusses ist so, daß ein aus einem lichtdichten Stoff bestehendes Rouleau dicht vor der Platte angebracht ist. Das Rouleau wickelt sich im Moment der Auslösung des Verschlusses von einer an der Oberkante der Platte befindlichen Rolle ab, während es sich zugleich auf eine zweite unterhalb der Platte angebrachte Rolle, welche durch eine starke Feder gedreht wird, aufwickelt. In dem Rouleau befindet sich ein Spalt von regulierbarer Breite, der einzelne Teile der Platte nacheinander beim Abrollen des Rouleaus der Lichtwirkung entblößt. Die Abb. 254 zeigt einen derartigen Anschütz'schen Verschluss. Mit Hilfe dieser Einrichtung ist es möglich, sehr kurze Belichtungen herzustellen, ja für viele Zwecke, z. B. astronomische Aufnahmen der Sonnenoberfläche hat man durch eigenartige Modifikationen eine Belichtungszeit von weniger als $\frac{1}{1000}$ Sekunde mit Leichtigkeit erzielen können. Auf eine andere Art Momentaufnahmen, welche darauf beruhen, daß das Objekt durch ein künstliches Licht von kurzer Dauer erleuchtet wird, werden wir in einem späteren Abschnitt zurückkommen.

Die gebräuchlichen photographischen Prozesse.

Die Betrachtung der geschichtlichen Entwicklung der Photographie hatte uns eingangs unseres Kapitels bis zur Erwähnung des daguerreotypischen Prozesses geführt. Die Daguerreotypie, d. h. die Kunst, photographische Bilder auf einer Silberplatte herzustellen, hatte aber außer dem Fehler der großen Unempfindlichkeit noch den weiteren höchst wichtigen Mangel, daß jede Originalaufnahme nur eine einzige Photographie lieferte, eine Vielfältigung dieses Originals war nicht möglich. Wir wissen, daß wir heutzutage in dieser Beziehung weiter gekommen sind. Nach einer einzigen Originalaufnahme können wir entweder direkt mit Hilfe der sogenannten Kopierprozesse oder indirekt mit Hilfe des photographischen Druckverfahrens eine unbegrenzte Anzahl von Kopien erzeugen. Unsere heutigen photographischen Prozesse laufen also im Prinzip darauf hinaus, daß die photographische Aufnahme zunächst ein Original liefert, nach welchem dann die Kopien erst hergestellt werden. Dieses Original nennt man, wie eingangs bereits mitgeteilt, ein Negativ, während die danach hergestellten Kopien Positive genannt werden. Wir werden uns jetzt zunächst mit der Herstellung der Negative eingehender zu befassen haben. Ein Negativ nennt man, wie bekannt sein dürfte und wie auch eingangs bereits erwähnt wurde, ein Bild, bei welchem die lichten Stellen des Originals dunkel und die dunklen Stellen licht wiedergegeben sind. Zur näheren Orientierung zeigen die Abb. 240 u. 241 ein Negativ und ein Positiv nach dem gleichen Objekte. Während wir in der modernen Photographie eine große Anzahl von Verfahren haben, um nach einem Negativ Positive herzustellen, bedienen wir uns zur Herstellung der Negative selbst im allgemeinen nur dreier verschiedener Verfahren, von denen das eine, das sogenannte Gelatintrockenverfahren wesentlich dominiert. Um aber dieses Verfahren verstehen zu können, wollen wir auch kurz die beiden anderen Verfahren besprechen, das nasse Kollodiumverfahren und das Kollodiumtrockenverfahren. Beide Verfahren werden auch heute noch für gewisse Zwecke mit großem Erfolge angewendet.

Das Kollodiumverfahren wurde im Jahre 1850 durch Le Gray erfunden und besonders durch Fry und Archer in den folgenden Jahren ausgebildet und vervollkommen. Das Verfahren, welches jene Forscher damals anwandten, ist wesentlich nicht von unserem

modernen Kollodiumverfahren verschieden. Das Kollodiumverfahren basiert auf der Lichtempfindlichkeit des Jodsilbers. Wenn wir feinzerteiltes Jodsilber dem Lichte aussetzen, so erleidet dasselbe zunächst keine sichtbare Veränderung, aber es gehen zu gleicher Zeit gewisse physikalische Prozesse vor sich, welche noch nicht näher erforscht und bekannt sind. Wenn wir nämlich derartiges Jodsilber unter einer Schicht einer Lösung von Höllenstein belichten und später eine reduzierende Substanz, z. B. Eisenvitriol damit in Berührung bringen, so schlägt sich aus dem Höllenstein, der bekanntlich eine Verbindung der Salpetersäure mit dem Silber ist, metallisches Silber nur an denjenigen Stellen der Jodsilberschicht nieder, an denen das Licht auf das Jodsilber eingewirkt hatte. Der Kollodiumprozeß hat seinen Namen davon, daß das Jodsilber bei demselben in einem dünnen Kollodiumhäutchen eingebettet ist. Das praktische Verfahren ist kurz erläutert folgendes: Schießwolle, d. h. gewöhnliche Baumwolle, welche durch passende Behandlung mit Salpetersäure nitriert wurde, wird in einer Mischung von Alkohol und Äther aufgelöst. Das entstehende Produkt, dessen Eigenschaft sowohl von der Natur der angewandten Baumwolle, als auch besonders von der Konzentration und Mischung der zur Nitrierung angewandten Säure abhängt, ist das sogenannte Rohkollodium. Diesem Rohkollodium wird eine gewisse Quantität von Jod und eine kleinere Quantität von Bromsalzen zugesetzt und die entstehende klare Flüssigkeit in passender Weise gleichmäßig über eine wohlgeputzte Glasplatte ausgebreitet. Sogleich nach dem Ausbreiten der Flüssigkeit beginnen die Lösungsmittel des Kollodiums, der Äther und der Alkohol, zu verdunsten, und die Schicht gewinnt mehr und mehr Zusammenhang und Härte, bis sie schließlich zu einem lederartigen Häutchen zusammentrocknen würde. Bis zu diesem Grade läßt man nun das Austrocknen der Kollodiumschicht nicht fortschreiten, sondern taucht die Platte in dem Moment, wo die Schicht zu erstarren beginnt, in das sogenannte Silberbad, welches im wesentlichen aus einer etwa 10% Lösung von Höllenstein in Wasser besteht. Der chemische Vorgang, der sich jetzt abspielt, ist der folgende: Die Jod- und Bromsalze, welche in der Kollodiumschicht enthalten sind, zersetzen sich mit dem im Silberbad enthaltenen Höllenstein (salpetersaurem Silber) wechselweise derartig, daß in der Kollodiumschicht fein verteiltes Jod- und Bromsilber abgelagert wird, während in das Silberbad salpetersaure Salze (wenn z. B. Jodkalium und Bromkalium im Kollodium enthalten war, salpetersaures Kali) übergeführt werden. Dieser Prozeß, welcher in wenigen Minuten beendet ist, zeigt sich äußerlich darin, daß die bisher durchsichtige Kollodiumschicht zu einer milchweißen oder grünlichweißen halbdurchsichtigen Schicht verändert wird. Wenn wir die Platte aus dem Silberbad herausnehmen, so finden wir also folgende Substanzen in ihr vereinigt: das Kollodium mit dem darin verteilten Jod- und Bromsilber und die anhaftende Flüssigkeitsschicht aus dem Silberbade, welche im wesentlichen überschüssiges salpetersaures Silber enthält. Die so vorbereitete Platte wird nun noch naß der Lichtwirkung in der Camera ausgesetzt, und zwar genügen zur Herstellung eines Negativs im allgemeinen wenige Sekunden. Wenn nach dieser Zeit die Platte aus der Camera herausgenommen wird, so ist auf derselben keine Veränderung vorgegangen, aber die belichteten Stellen haben jene vorhin erwähnte Eigenschaft angenommen, das durch eine reduzierende Substanz aus der überstehenden Höllensteinschicht abgechiedene Silber pulverförmig als schwarze Masse niederzuschlagen. Der Prozeß, welcher den Zweck hat, diesen Vorgang einzuleiten und zu beenden, wird in der Photographie Entwicklung genannt. Die Entwicklung ist also derjenige Vorgang, bei welchem das durch die Lichtwirkung entstandene, noch unsichtbare und daher als latent bezeichnete Bild in ein sichtbares Bild übergeführt wird. Die belichtete Kollodiumplatte wird, sobald sie aus der Camera kommt, mit dem Entwickler übergossen, welcher aus irgend einer reduzierenden Lösung, Eisenvitriol oder Pyrogalllösung, besteht. Diese Lösung zerlegt das der Platte anhaftende, aus dem Silberbad stammende Silbernitrat, und das entstehende pulverförmige Silber scheidet sich auf der Jodsilberschicht ab und zwar dort am meisten, wo die stärkste Lichtwirkung stattgefunden hatte. Die Entwicklung wird in dem Moment unterbrochen, wo der Silberniederschlag die gewünschte Stärke

und damit das Bild die genügende Intensität erreicht hat. Hiermit wäre das Negativ fertig, wenn es nicht noch nötig wäre, die in ihm enthaltenen unzeretzten Jod- und Bromsilberverbindungen, welche spätere Veränderungen erleiden würden, aufzulösen. Dieser Prozeß, welchen man mit den Kunstausdruck „fixieren“ bezeichnet, wird gewöhnlich mit einer Lösung von Cyankalium oder unterschwefligem Natron ausgeführt. Beide Substanzen haben die Eigentümlichkeit, Jod- und Bromsilber aufzulösen und sie in Wasser lösliche Doppelverbindungen überzuführen. Es erübrigt dann nur noch, diese löslichen Substanzen durch das nachfolgende Auswässern zu entfernen. Das auf diese Weise entstehende Kollodiumnegativ ist nun meist noch nicht genügend intensiv, es muß daher der vorhandene Silberniederschlag schwärzer und deckender gemacht werden, was durch die Operation des Verstärkens geschieht, die mit Hilfe von Silber- oder Quecksilberwalzen in sehr verschiedener Weise vorgenommen werden kann.

Dem im vorstehenden in seinen Grundzügen geschilderten Kollodprozeße haften aber eine große Anzahl von Mängeln an, welche dazu führten, denselben für viele Zwecke durch andere, bequemere Prozesse zu ersetzen. Zunächst ist die Herstellung einer fehlerfreien Kollodplatte durchaus keine einfache Sache; das Putzen des Glases muß mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden. Das gleichmäßige Aufgießen der Kollodiumschicht, das Silber derselben im Silberbade und das Aufgießen des Entwicklers erfordert eine große und nur durch lange Erfahrung zu gewinnende Übung. Das Silberbad selbst gerät mit der Zeit durch allerlei Verunreinigungen, welche in dasselbe gelangen, in Unordnung. Genug, der Fehlerquellen gibt es eine so große Menge, daß die Herstellung eines vollkommen fehlerfreien Kollodnegativs große Schwierigkeiten macht, so große Schwierigkeiten, daß unsere heutigen Amateure gewiß vor denselben zurückschrecken würden. Hierzu gesellt sich eine zweite wesentliche Unbequemlichkeit des Prozesses. Die Platten müssen, wie vorhin angedeutet, noch naß belichtet werden. Wenn sie trocken werden, verlieren sie einmal einen großen Teil ihrer Empfindlichkeit, und zugleich kristallisiert das überschüssige Silbernitrat aus und erzeugt Flecke und Fehler in der Platte. Man muß also die Platte stets kurz vor dem Gebrauch erst präparieren, was auf Reisen und beim Arbeiten im Freien äußerst störend und zeitraubend ist. Schließlich ist die Empfindlichkeit der Kollodiumplatten nur eine beschränkte, so daß die Herstellung schneller Momentaufnahmen besonders bei nicht äußerst günstigen Lichtverhältnissen und mit den lichtstärksten Objektiven unmöglich ist. Alle diese Unzuträglichkeiten haben dazu geführt, daß in neuerer Zeit das Kollodverfahren nur noch da angewendet wird, wo man seiner schätzenswerten Eigenschaften nicht entraten kann, und die dabei unumgänglichen Unbequemlichkeiten gern in den Kauf nimmt. Der Kollodprozeß hat nämlich vor dem modernen Trockenverfahren etwas höchst Wesentliches voraus. Die außerordentliche Dünne der empfindlichen Schicht, verbunden mit ihrer Feinkörnigkeit und Zartheit des Silberniederschlags bedingen nämlich, daß das Kollodverfahren ganz besonders geeignet ist zur Herstellung von Platten, die die höchste Schärfe haben müssen, ein Erfordernis, welches besonders bei den später zu besprechenden mechanischen Druckverfahren an erster Stelle steht.

Die ersten Verfahren, haltbare Trockenplatten herzustellen, sind schon ziemlich alt, aber wirklich brauchbare Resultate wurden erst im Jahre 1862 durch Rüssel gewonnen, welcher das sogenannte Tannintrockenverfahren entdeckte. Da dieses Verfahren heutzutage nicht mehr angewendet wird, so können wir dasselbe füglich übergehen. An seine Stelle trat wenig später das heutzutage noch vielfach benutzte und für gewisse Zwecke ausschließlich anwendbare Kollodiumemulsionstrockenverfahren, welches 1864 durch Sayce und Bolton ausgebildet wurde. Dies Verfahren ist vom Kollodverfahren trotz seiner äußerlichen Ähnlichkeit wesentlich verschieden, eine Verschiedenheit, welche besonders in der Art ihrer Entwicklung ihren Ausdruck findet. Wir hatten gesehen, daß die nassen Kollodiumplatten stets bei einem vorhandenen Überschuß von Silbernitrat entwickelt werden, und daß die Entstehung des sichtbaren Bildes einer Art von physikalischem Prozeß zu danken war, mit dessen Hilfe aus der überschüssigen Silbernitratlösung metallisches Silber an den belichteten Stellen niedergeschlagen wurde, während das in der Schicht

selbst enthaltene Jod Silber nicht reduziert wurde. Ganz anders im Kolloidmemulsionstrockenprozeß. Hier ist die lichtempfindliche Substanz nicht Jod Silber, sondern Brom Silber. Freies Silbernitrat ist nicht zugegen, und die Entwicklungslösung wirkt so, daß durch dieselbe das belichtete Brom Silber thatsächlich gespalten und metallisches Silber aus ihm als bilderzeugende Substanz abgetrennt wird. Als reduzierende Substanz dient in der Entwicklungslösung nicht mehr Eisenvitriol, sondern entweder Pyrogallol oder das von Eder für diesen Zweck zuerst vorgeschlagene oxalsaure Eisenoxydul. Die Herstellung von Kolloidmemulsionstrockenplatten nach dem Emulsionsverfahren ist im Prinzip folgende: einem passenden Rohkolloidum wird eine gewisse Menge eines Bromsalzes z. B. Bromkalium zugefügt und dem so entstandenen bromierten Kolloidum in der Dunkelkammer allmählich unter stetem Umschütteln alkoholische Silbernitratlösung zugefügt. Die beiden Salze, das Bromkalium und das Silbernitrat, zerlegen sich wechselseitig so, daß neben Brom Silber Kaliumnitrat in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt. Das Brom Silber scheidet sich hierbei als ein äußerst fein verteilter weißlich-gelber Körper aus, so daß die Flüssigkeit etwa das Ansehen von Sahne gewinnt. Die somit gewonnene Emulsion muß zunächst aller löslichen Salze, speziell des Kaliumnitrates und des etwa überschüssigen Bromkaliums entleert werden. Dies geschieht durch Auswaschen der gewonnenen Emulsion mit Wasser. Zu diesem Ende läßt man die empfindliche Emulsion in einem dünnen Strahl in Wasser einströmen, wobei sich dieselbe in Form von feinen Flocken abscheidet und durch mehrmaliges Wechseln des Wassers gewaschen wird. Die gewonnenen Emulsionsflocken werden hierauf getrocknet und von neuem in Ätheralkohol aufgelöst. Das so entstandene Produkt, die fertige Brom Silberkolloidmemulsion, gießt man schließlich auf gereinigte und mit einem passenden Unterfuß versehene Glasplatten aus. Man hat verschiedene Mittel, die Empfindlichkeit dieser Kolloidmemulsionstrockenplatten zu steigern, und zwar geschieht das durch den sogenannten Reifungsprozeß, einen Prozeß, der, auf mannigfaltige Weise zustande gebracht, zu einer Vergrößerung des Brom Silberkornes, Hand in Hand gehend mit einer steigenden Empfindlichkeit gegen Licht, führt. Die Entwicklung dieser Brom Silberkolloidmemulsionstrockenplatten, welche sich in trockenem Zustande viele Monate unverändert halten, geschieht, wie bereits angedeutet, nach der Belichtung durch Übergießen derselben mit einer alkoholischen Pyrogallollösung oder mit dem sogenannten Eisenentwickler, d. h. einer Lösung von oxalsaurem Eisenoxydul in oxalsaurem Kalilösung. Die Platten werden nach der Entwicklung in der beim Kolloidprozeße angedeuteten Weise fixiert und sind dann gewöhnlich ohne weiteres kopierfähig, sobald nicht durch eine nachträgliche Verstärkung oder Abschwächung die Kontraste des Bildes vergrößert oder verkleinert werden müssen.

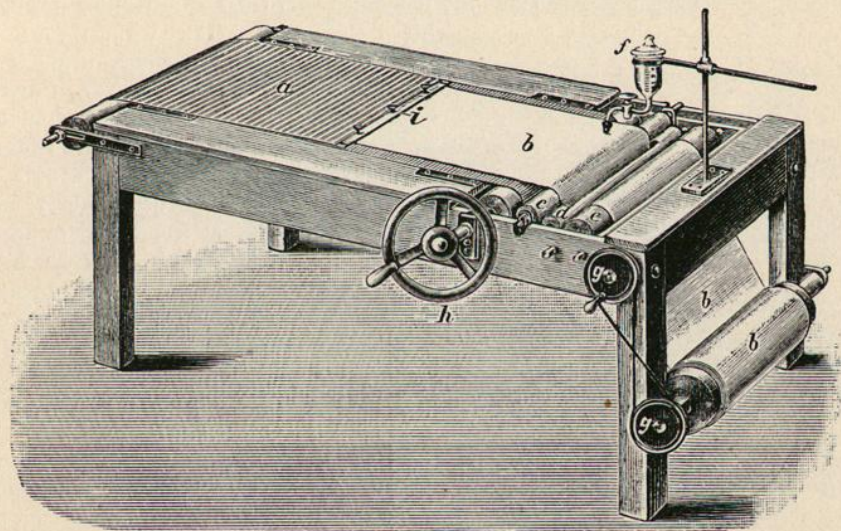
Das wichtigste aller photographischen Negativverfahren und dasjenige, welches heutzutage in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle zur Anwendung gelangt, ist das im Jahre 1871 von Maddox erfundene und später besonders von Monckhoven und Eder verbesserte Brom Silbergelatinetrockenverfahren. Wir müssen diesem Verfahren bei seiner großen Wichtigkeit ein besonderes Interesse widmen. Das Brom Silbergelatinetrockenverfahren erlaubt die Herstellung von äußerst empfindlichen Platten, so empfindliche, daß dabei die Aufnahme aller schnellster Momentbilder und die Lösung der schwierigsten photographischen Aufgaben möglich wurde. Theoretisch ist das Gelatinetrockenverfahren kaum von dem Kolloidmemulsionstrockenverfahren verschieden. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die Emulsion als Träger nicht Kolloidum, sondern eine wässrige Gelatinelösung enthält. Man hat eine große Menge von Verfahren ausgebildet, die, alle auf demselben Prinzip basierend, zu hoch- oder höchstempfindlichen Platten führen, und wir wollen die wichtigsten derselben wenigstens kurz besprechen. Alle Methoden laufen darauf hinaus, daß bromhaltige Gelatinelösungen im Dunkeln mit Silbernitratlösung vermischt werden, und daß schließlich die so entstandene Emulsion gereift und gewaschen wird, um die löslichen Salze zu entfernen. Der Vorgang des Reifens unterscheidet die einzelnen Arten der Emulsionsbereitung. Während man beim sogenannten Kochverfahren die hohe Empfindlichkeit des Präparates dadurch erreicht, daß man die fertige, aber noch

ungewaschene Emulsion längere Zeit auf der Temperatur des kochenden Wassers erhält, wird der Reifeprozess beim sogenannten Ammoniakverfahren dadurch gefördert, daß der Emulsion eine gewisse Quantität Ammoniak bei niedrigen Temperaturen zugefügt und dann dieselbe eine gewisse Zeit lang bei mittleren Temperaturen digeriert wird. Die auf die eine oder andere Weise hochempfindlich gemachte Emulsion wird hierauf durch Abkühlen zur Erstarrung gebracht, durch ein grobmaschiges Gewebe gepreßt, so daß sie in sogenannte Rudeln zerlegt wird, gründlich ausgewaschen, das überschüssige Wasser entfernt, schließlich durch Erwärmen geschmolzen und auf Glasplatten ausgegossen. Es gibt noch andere Arten der Emulsionbereitung, welche in der Neuzeit aber meistens verlassen worden sind. Unter ihnen ist die von Obernetter und von Henderson erdachte zu erwähnen.

Die Herstellung von Bromsilbergelatineplatten ist, so einfach sie theoretisch scheint, nicht ganz leicht. Die Erzeugung einer fehlerfreien hochempfindlichen Trockenplatte hängt von der Innehaltung einer großen Anzahl kleiner Kniffe und Kunstfertigkeiten ab, und die Folge davon ist, daß sich die einzelnen Photographen längst davon entwöhnt haben, ihre Platten selbst herzustellen, vielmehr diese Arbeit Fabriken überlassen, welche sich ausschließlich mit der Herstellung von Trockenplatten beschäftigen. Solche Fabriken befinden sich in allen zivilisierten Staaten in großer Anzahl, und einzelne derselben haben ihren Betrieb allmählich außerordentlich vergrößert. Es lohnt, einen kurzen Blick auf die fabrikmäßige Herstellung von Trockenplatten zu werfen. In einer Trockenplattenfabrik hat man gewöhnlich mehrere Räume, welche zur Herstellung der Emulsion dienen; diese Räume sind sämtlich mit tiefrotem Lichte erleuchtet, weil dieses Licht, wie wir später sehen werden, auf die gewöhnliche Trockenplatte von geringer Wirkung ist. Die Emulsion wird in großen Mengen auf einmal hergestellt; so erzeugen große Fabriken vielfach auf einmal 50, ja 100 l Emulsion. Die Gelatine, welche für diesen Zweck eigens in anderen Fabriken hergestellt wird und von außerordentlicher Reinheit und sonstigen ganz bestimmten Eigenschaften sein muß, wird zunächst in großen Gefäßen mit destilliertem Wasser gewaschen und dann in kaltem Wasser ausgequollen. Die gequollene Gelatine wird dann mit der nötigen Wassermenge übergossen und im Wasserbade geschmolzen. Hierauf erfolgt der Zusatz der bestimmten Menge des nötigen Bromsalzes und gewisser kleiner Mengen anderer Substanzen, welche den Charakter dieser fertigen Emulsion nach gewissen Richtungen beeinflussen. Der bromhaltigen Gelatine, welche meist in großen, innen versilberten Gefäßen hergestellt wird, wird dann allmählich die erforderliche Menge Silbernitrat hinzugefügt, die entstandene, sahnearartige Emulsion auf die eine oder andere Weise zur Reife gebracht, geadelt, gewässert und schließlich unter künstlichem Druck durch Leder hindurch gepreßt und filtriert. Die hiermit fertige Emulsion wandert in Räume, in welchen die sogenannten Gießmaschinen aufgestellt sind. Diese Maschinen beruhen auf dem Prinzip, daß die fertige Emulsion aus einer schmalen Spalte eines Gefäßes ausfließt und sich gleichmäßig über eine mit Glastafeln belegte Fläche ausbreitet, welche mit konstanter Geschwindigkeit unter der Gießspalte fortgeführt wird. Die gegossenen Platten gelangen dann auf der beweglichen Bahn in horizontaler Stellung auf eine Metallplatte, welche durch Eis permanent gekühlt wird. Hier erstarrt die Gelatine, und die Platten werden jetzt in besonderen Trockenräumen nebeneinander auf Regalen vertikal aufgestellt, bei künstlichem Zuge in absoluter Dunkelheit und in von Staub befreiter Luft getrocknet. Das fertige Produkt wird schließlich, mit passenden Zwischenlagen versehen, in lichtdichte Kästen verpackt und in den Handel gesetzt. Ein großer Teil all der vorbeschriebenen Arbeiten wird von weiblichem Personal ausgeführt, nur die Herstellung der Emulsion selbst und die Prüfung derselben vor dem Verguß fällt gewöhnlich einem gebildeten Chemiker zu. Es ist kaum glaublich, welch außerordentliche große Mengen von Silber jährlich für die Herstellung von Trockenplatten verwendet werden und damit zum großen Teil für immer verloren gehen. Tausende von Zentnern des edlen Metalles werden alljährlich dem Reich der Atome wiedergegeben. Die fertigen Bromsilberplatten werden nun in folgender Weise weiter behandelt. Sie gelangen in die

Hände der Konsumenten, werden in die Kassetten gelegt, in der Camera belichtet und dann entwickelt. In der ersten Zeit des Bromsilbergelatineverfahrens kannte man nur zwei Entwickler, den Eisenentwickler und den Pyrogallolentwickler; in neuerer Zeit jedoch hat man auch noch eine große Anzahl anderer Substanzen gefunden, welche, aromatische Verbindungen und Abkömmlinge der Steinkohlenteerprodukte, in Verbindung mit Alkali zur Hervorrufung der Platten dienen. Unter diesen Substanzen verdienen besonders das Hydrochinon, das Paramiaphenol und das Amidol genannt zu werden.

Wir haben in vorstehendem die gebräuchlichsten Methoden der Herstellung eines photographischen Negativs erörtert und gelangen nun dazu, diejenigen Mittel kennen zu lernen, mit deren Hilfe nach diesen negativen die positiven Bilder, das was der Late eine Photographie nennt, hergestellt werden. Die Erzeugung der positiven Bilder ist eine außerordentlich mannigfaltige, und die Verfahren hierzu zählen nach Hunderten. Wir müssen uns deswegen beschränken, die wichtigsten Prozesse hier kurz zu erledigen. Es ist klar, wenn wir unter ein Negativ eine Trockenplatte legen und beide Schicht an

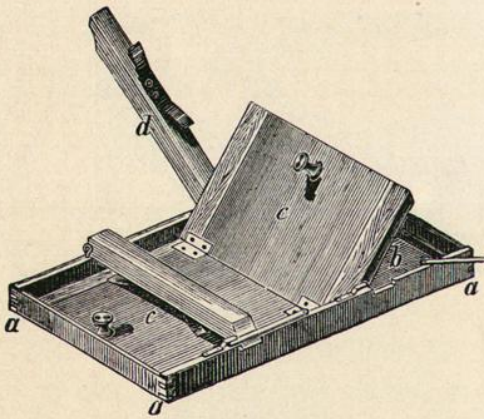


255. Gießmaschine.

Schicht zusammenpressen und hierauf von der Seite des Negativs her belichten, dann die Trockenplatte hervorrufen und fixieren, wir dann auf dieser Trockenplatte ein Positiv erhalten müssen, denn das Licht durchdringt das Negativ an allen durchsichtigen Stellen, und auf der Trockenplatte müssen bei der nachherigen Entwicklung diese Stellen sich am intensivsten schwärzen. Auf diese Weise entsteht ein Bild, welches man in der Photographie ein Diapositiv nennt, d. h. ein durchsichtiges Positiv, wie es für Fensterbilder und für die Bilder der Laterna magica Anwendung findet. Ein ähnlicher Prozeß kann auch auf Papier ausgeführt werden. Wenn man eine Bromsilbergelatineemulsion statt auf Glas auf Papier aufträgt und dann ebenso wie vorhin beschrieben verfährt, so erhält man ein gewöhnliches Positiv. Derartige Positivverfahren, welche zur Herstellung des Bildes einer Entwicklung bedürfen, sind mehrfach im Gebrauch, und man wendet sie im allgemeinen dann an, wenn man mit sehr kurzen Belichtungszeiten auskommen will, oder wenn man nach einem Negativ mit Hilfe der Camera eine Vergrößerung oder Verkleinerung herstellen will. Die gewöhnlichen Positivprozesse aber sind meist sogenannte Auskopierprozesse, d. h. das Positiv wird nicht durch Entwicklung sichtbar gemacht, sondern direkt durch Belichten im Kontakt mit dem Negativ erzeugt. Den Apparat, in welchem man das Kopiermaterial mit dem Negativ in festem und sicherem Kontakt hält und beide zusammen der Lichtwirkung aussetzt, nennt man einen Kopierrahmen

(Abb. 256). Der Kopierrahmen ist meist so eingerichtet, daß man durch Aufheben einer Klappe an der Rückwand des Rahmens den Fortschritt des Kopierprozesses kontrollieren und den richtigen Moment der Beendigung desselben beobachten kann.

Unter den Auskopierprozessen wenden wir uns zunächst dem Silberprozesse zu, der auf der Fähigkeit des Chlorsilbers beruht, sich im Lichte schnell zu schwärzen, eine Fähigkeit, welche, wie wir früher sahen, schon von Schulze erkannt worden war. Zur Herstellung eines Kopierpapiers bedarf man daher weiter nichts, als irgend einer Methode, welche es erlaubt, eine dünne, gleichmäßige Schicht von Chlorsilber auf eine Papierunterlage auszubreiten. Praktisch wird dies Verfahren in verschiedener Weise gehandhabt. Das bis jetzt verbreitetste und besonders von den Berufsphotographen beliebte Verfahren ist das auf sogenanntem Albuminpapier. Feines, in seiner Textur gleichmäßiges Papier wird mit einer chlornatriumhaltigen Eiweißschicht überzogen, wodurch es nach dem Trocknen eine glänzende Oberfläche erhält. Dieses Papier, welches ebenfalls in großem Betriebe massenhaft hergestellt wird, wird nun vom Photographen lichtempfindlich dadurch gemacht, daß man die Albuminseite auf einer Silberlösung schwimmen läßt. Es bildet sich dann in der Schicht Chlorsilber, und es verbleibt außerdem in derselben überschüssiges Silbernitrat. Es er-



256. Kopierrahmen.

übrig bleibt, dasselbe dadurch zu fixieren, daß man mit Hilfe von unterschwefligsaurem Natron das Chlorsilber, welches noch nicht geschwärzt wurde, entfernt. Würde man in dieser einfachen Weise verfahren, indem man die belichtete Kopie einfach in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron brächte, so erhielte man allerdings ein Bild von vollständiger Beständigkeit, aber die Farbe desselben ist eine durchaus nicht angenehme. Das aus dem Chlorsilber reduzierte Silber nämlich zeigt nach dem Fixieren einen gelben oder fuchsroten Ton.

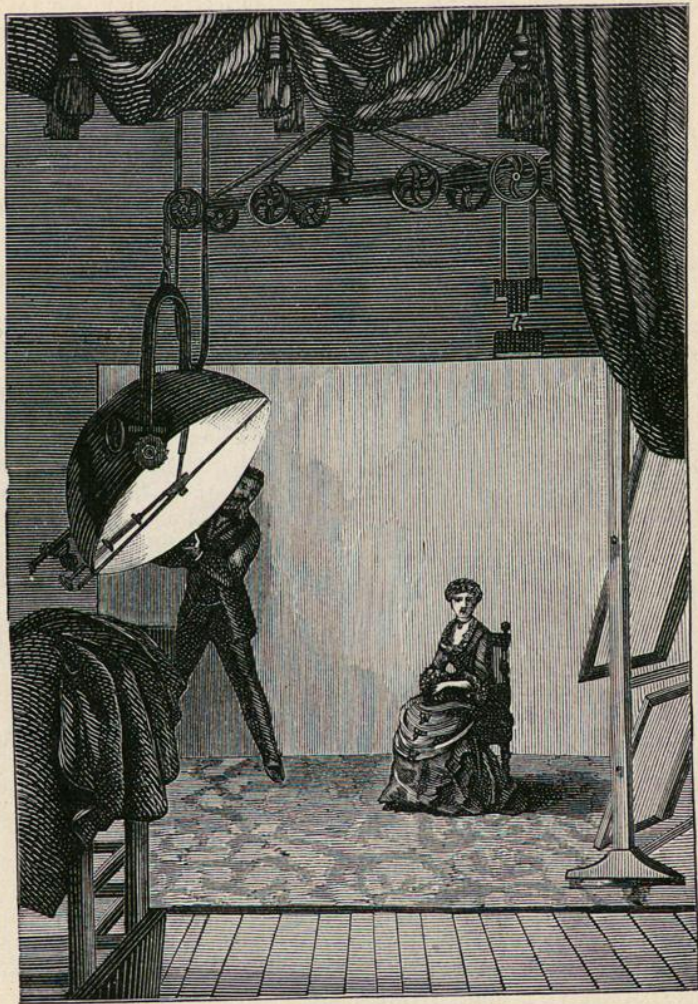
Diejenigen Prozesse, welche dazu dienen, die Farbe des Bildes zu verändern, nennt man Tonprozesse, und man führt dieselben bei Albuminpapier durch, indem man die Kopie vor dem Fixieren in eine alkalische Goldlösung bringt, in welcher ein Teil des metallischen Silbers aufgelöst und durch metallisches Gold ersetzt wird. Das fein verteilte metallische Gold hat eine blaugraue Farbe, und die Folge davon ist, daß die Kopie je nach der Menge des darin abgesetzten Goldes Mischöne durchläuft, welche von rotgelb in braun, purpurviolett und blauschwarz übergehen. Man sieht also, daß man je nach der Länge des Verweilens der Kopie im Goldbade den Ton derselben innerhalb gewisser Grenzen in der Gewalt hat. Es mag noch erwähnt werden, daß die Farbe des Bildes sehr wesentlich von der Zusammensetzung des Goldbades und der Natur des angewandten Kopierpapiers abhängt.

Das Albuminpapier hat man in neuerer Zeit vielfach durch andere Silberpapiere ersetzt. Die sogenannten Chlorsilberemulsionspapiere oder Kopierpapiere sind mit einer Schicht Chlorsilberkollodium oder Chlorsilbergelatineemulsion überzogen, die zu gleicher Zeit überschüssiges Silbernitrat enthält. Diese Schichten verhalten sich vollkommen analog den beschriebenen Albuminschichten, und ihre Behandlungsweise weicht nur in Einzelheiten von der des Albuminpapiers ab. Die Emulsionspapiere zum Auskopieren werden heutzutage meist von Amateuren verarbeitet, aber auch die Fachphotographie beginnt sich allmählich dieser sehr schönen Verfahren zu bemächtigen, besonders da die Herstellung lichtempfindlicher Chlorsilberemulsionspapiere jetzt ebenfalls in großartigem Maßstabe fabrikmäßig betrieben wird.

Die auf die eine oder die andere Weise gewonnenen Silberkopien haben aber gegen sich einige sehr triftige Bedenken. Es ist dies ihre mangelhafte Haltbarkeit. Alle Silberbilder bleichen nämlich mit der Zeit aus, was auf die Unmöglichkeit zurückzuführen ist, das beim Fixieren angewandte unterschweflige saure Natron wieder vollkommen aus der Papierfaser herauszuwaschen. Ebenso wirkt der überall in der Luft, besonders in bewohnten Räumen enthaltene Schwefelwasserstoff auf die Bilder äußerst nachteilig ein. Schließlich

sind auch Licht und Feuchtigkeit zwei Faktoren, deren gemeinsamer Wirkung die Silberbilder auf die Dauer nicht widerstehen können. Man hat deswegen an Stelle der Silberbilder schon lange andere Verfahren in Anwendung gebracht, welche ein haltbares Bild liefern. Wir wollen hier nur zweier dieser Verfahren gedenken, des sogenannten Platinprozesses und des Kohledruckes, des letzteren besonders, weil er uns mit einer neuen Gruppe photographischer Erscheinungen bekannt macht, die hauptsächlich in den photomechanischen Druckverfahren eine große Rolle spielen. Der Platinprozeß beruht auf der Lichtempfindlichkeit der Eisensalze, und die Erzeugung eines Platinbildes läuft darauf hinaus, daß man ein leicht reduzierbares Platinsalz (Kaliumplatinchlorür) mit gewissen organischen Eisensalzen zusammen auf Papier aufträgt, wobei ganz nach der Zusammenfügung der empfindlichen Lösung entweder durch Auskopieren oder nachheriges Entwickeln mit oxalsaurem Kali das Bild aus feinverteiltem sammet-schwarzen Platin sich aufbaut. Diese Platinbilder sind ihres prachtvollen Tones, der sie Kupferstichen sehr ähnlich macht, und ihrer geradezu unbegrenzten Haltbarkeit wegen in letzter Zeit sehr in Aufnahme gekommen. Das Verfahren aber ist einerseits kostspieliger und zweitens wesentlich schwieriger als der Silberkopierprozeß.

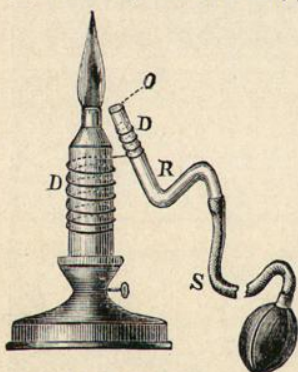
Der sogenannte Kohle- oder Pigmentprozeß führt ebenfalls zu absolut haltbaren Bildern von großer Schönheit. Das Verfahren beruht auf einer eigentümlichen



257. Atelier mit elektrischem Licht.

Eigenschaft von mit doppeltchromsauren Alkalien versetzten Leimschichten, im Lichte ihre Wasserlöslichkeit zu verlieren. Wenn wir Gelatine in wässrige Lösung unter Zusatz irgend eines Farbstoffes, z. B. chinesische Tusche, mit doppeltchromsaurem Kali versetzen und die schwarze Masse auf Papier auftragen und trocken werden lassen, schließlich unter einem Negativ belichten und dann in heißes Wasser legen, so lösen sich in dem heißen Wasser nur diejenigen Teile der Schicht auf, welche nicht vom Lichte getroffen werden, während die belichteten Stellen unlöslich geworden sind und daher den Schatten des Bildes bilden. Wir werden bei den mechanischen Druckverfahren noch Gelegenheit haben, auf diesen sogenannten Pigmentprozeß und die ihn begründende Eigenschaft der Gelatine näher einzugehen.

Ehe wir in folgendem zu der hauptsächlichsten Anwendung der Photographie übergehen, müssen wir noch einen kurzen Blick auf das Licht werfen, welches die Grundbedingung für alle photographischen Prozesse darstellt. Wie in der Einleitung bemerkt, ist die Photographie ein Verfahren, welches die Herstellung von Bildern mit Hilfe der Lichtwirkung bezweckt. Wir haben schon gelegentlich bemerkt, daß nicht jedes Licht auf die photographischen Präparate mit gleicher Stärke einwirkt, z. B. haben wir hervorgehoben, daß das rote Licht, welches deswegen hauptsächlich zur Beleuchtung der Dunkel-



258. Bunsenlampe.

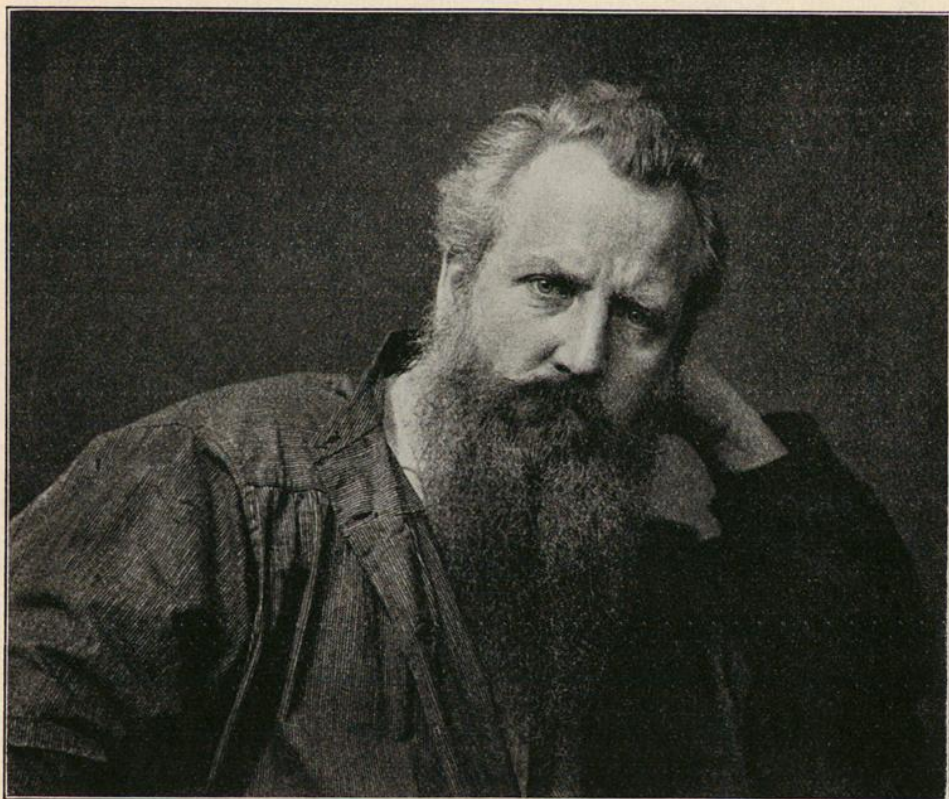
kammern und der photographischen Laboratorien Anwendung findet, keine oder nur eine ganz geringe photographische Kraft in sich birgt. Das Sonnenlicht in seine einzelnen Bestandteile, die farbigen Lichtarten, zerlegt ist, wirkt auf die photographischen Präparate nicht wie auf unser Auge. Während unser Auge das gelbe und gelbgrüne Licht als das hellste empfindet, ist für die meisten photographischen Präparate, speziell für die im Negativprozeß zur Anwendung gelangenden Silberverbindungen das blaue, violette und ultraviolette Licht von besonderer Wirksamkeit. Wenn wir ein Spektrum z. B. auf einer Trockenplatte aufnehmen, so wirkt das rote, gelbe, gelbgrüne und grüne Licht bei normaler Belichtungszeit gar nicht ein. Die Wirkung beginnt erst im Hellblau und erstreckt sich, nachdem im Blauviolett ein Maximum erreicht

wurde, außerordentlich weit über das sichtbare Spektrum nach seinem violetten Ende hinaus. Diese Thatfache ist von einschneidender Wirkung für die Photographie. Nur solche Lichtquellen, welche reich an blauen und violetten und besonders an ultravioletten Strahlen sind, wirken photographisch kräftig auf die gewöhnlichen Präparate ein. Wenn man daher das Sonnenlicht oder das zerstreute Tageslicht, welches in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zur Erzeugung der photographischen Bilder dient, durch künstliches Licht ersetzen will, so muß man sich dazu einer Lichtquelle bedienen, welche reich an brechbaren Strahlen ist. Das gewöhnliche Petroleum- und Gaslicht ist deswegen für die üblichen photographischen Verfahren nicht wohl anwendbar. Dagegen ist zur Erzeugung photographischer Bilder das elektrische Bogenlicht und vor allen Dingen das Licht des verbrennenden Magnesiums sehr wohl nutzbar zu machen.

Das Licht des elektrischen Bogens hat man vielfach versucht in der photographischen Praxis einzuführen, aber bis jetzt sind diese Bestrebungen nur vereinzelt von durchschlagendem und praktischem Erfolge gekrönt gewesen. Besonders in England gibt es noch heute und gab es bis vor kurzem eine große Anzahl von Ateliers, in welchen Porträtaufnahmen bei elektrischem Bogenlicht angestellt werden. Die Einrichtung eines derartigen Ateliers mit elektrischem Bogenlicht zeigt uns Abb. 257. Wenn man das Modell den direkten Strahlen des elektrischen Lichtes aussetzen würde, so würde das Resultat ein ziemlich schlechtes sein; das Licht würde auf die Augen der Personen außerordentlich stark einwirken, dieselben blenden und den Gesichtsausdruck infolgedessen beeinträchtigen. Andererseits würden die scharfen Schlagschatten die Ähnlichkeit und die Gesamtwirkung wesent-

lich schädigen. Man bringt deswegen das elektrische Licht derartig an, daß der Lichtpunkt selbst für das Modell verdeckt ist und das dasselbe erleuchtende Licht erst von einem kugelförmig gekrümmten Reflektor zurückstrahlt.

Die Unbequemlichkeit und die Kostspieligkeit des elektrischen Lichtes haben jedoch schon frühzeitig den photographischen Forscher veranlaßt, sich nach anderen Lichtquellen umzuthun. Als der beste Ersatz dieses elektrischen Lichtes und nach vielen Richtungen hin demselben überlegen wurde das Licht des brennenden Magnesiums gefunden. Schon in den 60er Jahren hatte man in England Porträts bei dem Licht brennenden Magnesiums hergestellt. Aber diese Versuche wurden trotz ihrer guten Resultate jahr-



269. Photographische Aufnahme eines Porträts bei Magnesiumblitzlicht.

zehntelang vollkommen vergessen, bis in der Mitte der 80er Jahre in Deutschland erneute Versuche in der angedeuteten Richtung gemacht wurden. In ein vollkommen neues Stadium trat die Photographie bei künstlichem Lichte, als es im Jahre 1887 gelang, das Magnesiumlicht in eine derartige Form zu bringen, daß es die Aufnahme von Momentbildern gestattete. In diesem Jahre veröffentlichten Miethe und Gädick ein Verfahren, welches lange Zeit nicht in die Praxis zu dringen vermochte, aber heutzutage mit einigen Modifikationen bereits der vielseitigsten Anwendungen sich fähig gezeigt hat. Das Verfahren war darauf basiert, daß fein gepulvertes Magnesium in Verbindung mit Sauerstoff abgebenden Salzen unter Entwicklung eines äußerst intensiven, photographisch mächtig wirksamen Lichtes momentan verpufft. Die Magnesiumblitzphotographie, wie man dieses Verfahren genannt hat, beruht also darauf, daß man das eben erwähnte Gemisch entzündet, und daß in dem Moment der Explosion die Aufnahme vollendet wird. Die für photographische Zwecke verwandten Mischungen sind sehr mannigfaltige. Meist

benutzt man Gemische von Magnesium und Salpeter oder das ursprünglich von den Erfindern angegebene Gemisch von Magnesiumpulver, chlorsaurem Kali und Schwefelantimon. Derartige Gemische verbrennen außerordentlich schnell, in $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{20}$ Sekunde etwa, und geben dabei eine Lichtwirkung, welche zur Herstellung eines photographischen Bildes vollständig ausreicht. Später hat man dies Magnesiumblitzverfahren in verschiedener Weise modifiziert. Die Mischungen von Magnesium mit chlorsaurem Kali oder Salpeter erwiesen sich in der Hand ungeschulter oder unvorsichtiger Personen als äußerst gefährlich. Die Photographen waren nicht gewöhnt, explosive und feuergefährliche Körper zu behandeln, und daher ereigneten sich besonders in Amerika eine große Anzahl von Unglücksfällen, welche den Tod vieler Personen zur Folge hatten. Als eine Verbesserung konnte daher ein anderes Magnesiumblitzverfahren angesehen werden, welches darauf beruht, daß fein verteiltes Magnesiumpulver durch eine heiße Flamme hindurchgeblasen wird. Das Magnesiumpulver verbrennt dabei, ähnlich wie der Bärappjamen in dem bekannten Experiment, blitzartig schnell unter der Entwicklung eines blendenden, photographisch höchst wirksamen Lichtes. Eine derartige „Pustlampe“, wie man diese Apparate genannt hat, zeigt uns Abb. 258. Das Magnesiumblitzlicht wird auch heute noch vielfach und immer mehr in der Photographie angewendet. Besonders bedient man sich desselben für wissenschaftliche Zwecke, aber auch zu nächtlichen Porträtaufnahmen, auf Maskenbällen, Festlichkeiten und dergl. In den großen Städten gibt es überall einzelne Ateliers, welche sich ausschließlich mit diesem Verfahren beschäftigen. Ein bei Magnesiumblitzlicht aufgenommenes Porträt zeigt uns Abb. 259.

Die Anwendung der Photographie in Wissenschaft, Technik und Kunst.

Die vorstehende kurze Übersicht über die geschichtliche Entwicklung der Photographie und über die modernen photographischen Prozesse wird am besten eine weitere Ergänzung in dem nun zu betrachtenden Kapitel finden, in der Anwendung der Photographie auf den verschiedenen Gebieten der Forschung und der Kunst. Unseren Lesern ist allen bekannt, wie die Photographie sich in allen Kreisen des Lebens dadurch Freunde erworben hat, daß sie ein ebenso billiges wie zuverlässiges und schönes Mittel darstellt, um Antlitz und Gestalt der Menschen der Zukunft zu übermitteln. Die photographischen Porträts verstorbener Anverwandter, lieber Freunde und Familienmitglieder fehlen in keinem Hause, und viele derselben sind Reliquien, deren Wert wir alle zu schätzen wissen. Aber mit der Porträtphotographie ist, wie wir ebenfalls alle wissen, das Gebiet der Photographie bei weitem nicht erschöpft. Dieser Zweck der schwarzen Kunst ist an Wichtigkeit heute längst zurückgetreten hinter anderen höchst bedeutungsvollen Resultaten, welche die Photographie auf anderen Gebieten gewonnen hat. Keine Wissenschaft ist so abstrakt, keine Kunst so erleuchtet, kein Gewerbe so selbständig, daß es der Photographie entraten könnte. Wir müßten mit unserer Übersicht Bände füllen, wenn wir auch nur den hauptsächlichsten Zwecken der Photographie nachgehen wollten. Auf unserem knapp bemessenen Raum können nur einzelne Thatsachen, die besonders hervorgehoben zu werden verdienen, Platz finden.

Wir wenden uns zunächst der astronomischen Photographie zu, einem Wissenszweige, welcher im Begriff ist, die astronomische Forschung auf einen ganz neuen Boden zu stellen, und der bereits heute Früchte gezeitigt hat, von denen wir noch vor einem Jahrzehnt uns nichts träumen ließen. Wir wollen uns zunächst klar zu machen suchen, welche Vorzüge die Photographie für die Astronomen in sich vereint. Wenn wir durch eins unserer mächtigen Teleskope nach dem nächtlichen Fixsternhimmel blicken, so sehen wir das Gesichtsfeld des Instrumentes angefüllt mit einer größeren oder geringeren Zahl feinerer oder hellerer Lichtpunkte, deren jeder einzelne eine Sonne darstellt, größer und leuchtender vielleicht als unsere eigene Sonne, umkreist von zahlreichen Planeten, die vielleicht ebenso wie unsere Erde der Boden organischer Entwicklung geworden sind. Mit unseren modernen Riesenteleskopen ist die Zahl der überhaupt sichtbaren Sterne

eine ganze enorme. Trotzdem können wir mit Recht vermuten, daß mit dem, was sich unseren Augen in diesen Instrumenten enthüllt, der Reichtum der Schöpfung noch nicht beschloffen ist. In dem Maße, wie wir mächtigere Hilfsmittel anwenden würden, würden wir neue Welten, neue Sonnen in neuen ungezählten Mengen entdecken. Aber ihre Entfernung ist so groß, ihr Licht so schwach, daß unser geschärftes Auge sie nicht mehr wahrzunehmen vermag. Denken wir uns aber, daß an Stelle unseres Auges mit seiner empfindlichen Netzhaut eine photographische Platte im Fernrohr angebracht wäre, so können wir leicht diese lichtschwächsten Sternchen, welche wir nicht sehen können, auf dieser zur Abbildung bringen. Wenn wir mit bloßem Auge durch ein Fernrohr sehen, so werden wir Lichtpünktchen, die unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze sind, nicht wahrnehmen können, wenn wir auch noch so lange die betreffende Gegend des Himmels betrachten. Das Auge kann Lichteindrücke, welche unterhalb seiner Empfindlichkeitsgrenze sind, nicht aufspeichern; anders die photographische Platte. Auf ihr verrichtet das Licht eine Arbeit, welche mit der Zeit an Größe wächst, und ein Lichteindruck, der zu schwach ist, sie in einer Sekunde nicht zu beeinflussen, wird vielleicht nach minuten- oder stundenlanger Belichtung deutlich zur Wirkung kommen. Thatsächlich hat man diese Eigenschaft der photographischen Platte mit größtem Erfolge benutzt und da, wo unser Auge zwischen vereinzelt Sternpunkten in den mächtigen Fernröhren den dunkeln Himmelsraum erblickt, bevölkert sich der Raum auf der lichtempfindlichen Platte mit Tausenden und Aber-tausenden von Sternpunkten, die so schwach sind, daß vielleicht niemals das menschliche Auge sie direkt wahrnehmen wird.

Wir fragen uns nun billig, welchen Nutzen kann die Menschheit für ihre Erkenntnis aus dieser Fähigkeit der photographischen Platte, auch die feinsten Sternpunkte festzuhalten, ziehen? Aber ehe wir diese Frage beantworten, wollen wir noch einer anderen Eigenschaft der Photographie gedenken, ihrer Objektivität. Alles, was ein Beobachter sieht, seine Messungen und seine Wahrnehmungen sind subjektiv, von persönlichen Fehlern und Zufälligkeiten beeinflusst. Das Bild, welches die photographische Platte uns zeigt, aber ist ein objektiv einwandfreies, nicht mehr behaftet mit den Zufälligkeiten, die die Persönlichkeit des Beobachters sonst mit sich bringt. Wenn wir uns also mit Hilfe der Photographie ein Bild des gestirnten Himmels verschaffen, so wird dasselbe in allen seinen Einzelheiten nicht nur unendlich viel reichhaltiger sein, als das durch direkte Messungen gewonnene, sondern es wird auch zuverlässiger, fehlerfreier und daher wissenschaftlich wertvoller sein. Schon in der Mitte der 80er Jahre tauchte deswegen der Gedanke auf, das große Himmelsgewölbe photographisch niederzulegen und dadurch der Nachwelt ein Material zur Verfügung zu stellen, wie es ohne Anwendung der Photographie überhaupt nicht zu beschaffen wäre. Besonders den Bemühungen der Gebrüder Henry in Paris ist es zu danken, daß dieser großartige Plan einer schnellen und vorzüglichen Vollendung entgegengeht. Diese Männer, ebenso bedeutende Beobachter und Astronomen, wie praktische Optiker, haben Instrumente geschaffen, welche als vorbildlich für diese Arbeiten dienen können, und mit deren Hilfe die großartigen Durchmusterungen des Himmels von vielen über die ganze Erde zerstreuten Sternwarten gemeinsam in Angriff genommen wurden. Die Resultate dieser gewaltigen Arbeit werden erst unsere Nachkommen voll und ganz genießen können. Aber wir können schon heute voraussagen, wie dieselben ihrem Wesen nach beschaffen sein werden. Die astronomischen Forschungen der verfloffenen fünfzig Jahre haben vielfach den Nachweis geliefert, daß die Ruhe am Fixsternhimmel eine nur scheinbare ist, und daß sich dort, ebenso wie in unserem Sonnensystem Bewegungserscheinungen abspielen, von denen die frühere Zeit keine Ahnung hatte. Nicht nur, daß wir entdeckt haben, daß einzelne Sternpaare umeinander kreisen, wir haben auch nachgewiesen, daß ganze Sternregionen und Gruppen von Fixsternen bestimmte, gleichmäßige Eigenbewegung zeigen, welche auf eine gemeinsame Wirkung, die allgemeine Schwere, schließen läßt. Wenn die photographische Aufnahme des Himmels nach 50 oder 100 Jahren wiederholt werden wird, wird sich dieses Material vertausendfachen. Wichtige Aufgaben, welche jetzt noch ihrer definitiven Lösung harren, werden dann erledigt werden, z. B. die

Frage nach der Richtung, in welcher unser Sonnensystem sich im Raume fortbewegt, und vielleicht werden wir uns dann auch die Gehege entschleiern, nach denen gewaltige Komplexe von Massensystemen, deren einzelne Teile über riesige Räume ausgebreitet sind, umeinander rotieren oder sich bewegen. Auch die Thatsache, daß gewisse Fixsterne im Laufe der Zeit ihre Helligkeit teils periodisch, teils gelegentlich verändern, ja, daß neue Sterne auftauchen oder an Glanz bis zum Verlöschen nachlassen, war schon vor Anwendung der Photographie bekannt, aber auch hier wird die kartographische Niederlegung der Himmelstugel neues und würdiges Material der Erkenntnis liefern.

Ein anderes Gebiet astronomisch-photographischer Fixsternforschung hat erst in neuester Zeit wichtige Fortschritte gemacht. Dem Fernrohr ohne jeden Hilfsapparat ist nur eine Art der Bewegungen am Himmel zugänglich, nämlich die, welche sich senkrecht zur Gesichtslinie abspielt. Eine Bewegung in der Gesichtslinie auf den Beobachter zu oder von dem Beobachter weg kann mittels des Fernrohres niemals wahrgenommen werden. Die Spektralanalyse liefert zum erstenmal die Möglichkeit, auch solche Bewegungen zu erkennen und zu messen. Ebenso wie ein Ton seine Höhe verändert, wenn die Schallquelle sich uns nähert oder sich von uns entfernt, so ändert sich auch die Farbe des Lichtes, wenn die Lichtquelle sich uns nähert oder sich von uns entfernt. Bekanntlich sind die Spektren der Sonne und der Fixsterne von Linien durchzogen, die, ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrem physikalischen Zustand entsprechend, gewisse Marken innerhalb des farbigen Bandes darstellen. Ein großer Teil dieser Linien ist seiner Natur nach erkannt worden. Man weiß, welche derselben dem Wasserstoff, welche dem Natrium, welche dem Eisen u. s. w. angehören. Wenn diese Linien bei irgend einem Sterne gegen ihre gewöhnliche Lage verschoben erscheinen, so deutet dies darauf hin, daß der Stern sich uns nähert oder sich von uns entfernt. Schon vor der Anwendung der Photographie war man auf einzelne Fälle aufmerksam geworden, in welchen ein Verschieben der Linien gegen ihre Grundposition bei einigen Sternen wahrscheinlich wurde. Aber es war nicht gelungen, die Größe der Verschiebung, ja, den Sinn derselben, mit Sicherheit zu messen. Hier hat die Photographie in überraschender Weise eingegriffen. Es ist ihr gelungen, mit großer Sicherheit bei einer großen Anzahl von Sternen Bewegungen in der Gesichtslinie festzustellen und zu messen. Ja, noch mehr! Es hat sich eine Astronomie des Unsichtbaren entwickelt. Thatsachen haben sich uns enthüllt, welche dem Auge wohl für immer verborgen geblieben wären. Wenn wir uns denken, daß ein Doppelsternpaar, dessen beide Komponenten einander so nahe stehen, daß selbst das schärfste Fernrohr sie nicht zu trennen vermag, umeinander rotiert, so wird sich diese Rotation im photographischen Spektroskop durch eine periodische Verschiebung ihrer Liniengruppen zeigen. Auf diese Weise hat besonders H. C. Vogel und Scheiner an einer großen Anzahl von Sternen ihre Duplizität und die Umlaufzeit ihrer Komponenten festgestellt und nachgewiesen, daß der Abstand dieser Doppelsterne ein so geringer ist, daß sie selbst mit viel vollkommeneren optischen Mitteln, als wir sie bis jetzt besitzen, niemals getrennt gesehen werden können.

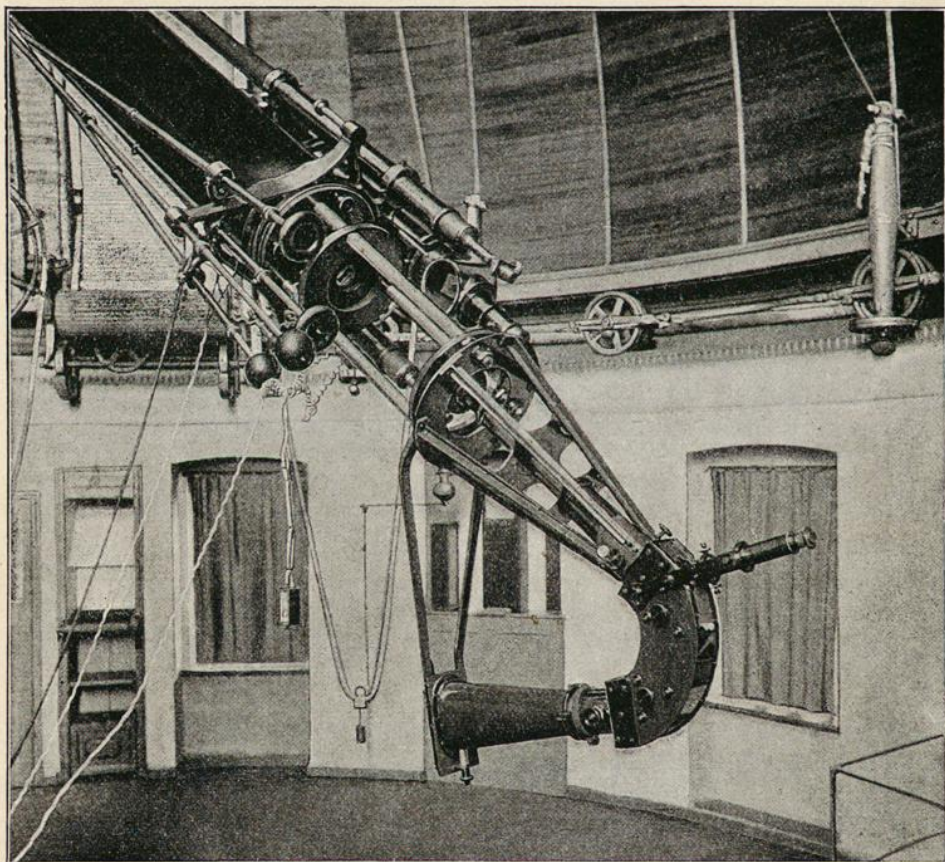
In einer anderen Richtung ist der bekannte amerikanische Astronom Pickering vorgegangen. Während die gewöhnlichen spektrographischen Aufnahmen der Sterne auf jeder Platte nur ein einziges Sternspektrum geben, hat er eine Art von spektrographischer Durchmusterung des Himmels vorgenommen. Vor die Objektivlinse des Fernrohres befestigte er ein Prisma und brachte in die Bildebene des Instruments eine photographische Platte. Alle Sternpunkte wurden auf diese Weise in schmale Spektren ausgezogen, deren Größe hinreicht, um einen Schluß auf die Natur des Spektrums, welches jedem dieser Sterne angehört, zu machen. So sind mit Hilfe der Photographie eine Anzahl von interessanten Sternen aufgefunden worden, welche sich durch ihre Beschaffenheit und physikalische und chemische Natur besonders auszeichnen und besonderes Interesse erwecken. Abb. 261 gibt eine Vorstellung des großen Spektrographen der Potsdamer Sternwarte und einige Spektroalbilder von Sternen, welche mit Hilfe desselben gewonnen sind. Ebenso ist ein Stück des Himmels, wie er sich der astrophotographischen Linse darstellt, dem Leser in Abb. 260 vorgeführt. Man sieht dort, wie sich Tausende und Abertausende



260. Photographische Aufnahme eines Teiles der Milchzelle.

von Sternen zu undurchdringlichen Massen häufen, so massenhaft und so zahlreich, daß sich ihrer gegenseitigen Ausmessungen mit Hilfe des Auges fast unüberwindliche Hindernisse entgegenstellen würden.

Auch auf anderen Gebieten der Astronomie hat die photographische Forschung wichtige Resultate gezeitigt. Speziell unsere Sonne, deren mächtiges Licht scheinbar eine Erschwerung ihrer photographischen Wiedergabe mit sich bringt, ist in allen ihren Details photographisch studiert worden. Ein Bild eines großen Sonnenfleckes, wie er sich im photographischen Fernrohr darstellt, ist in Abb. 263 wiedergegeben. Weniger glücklich ist

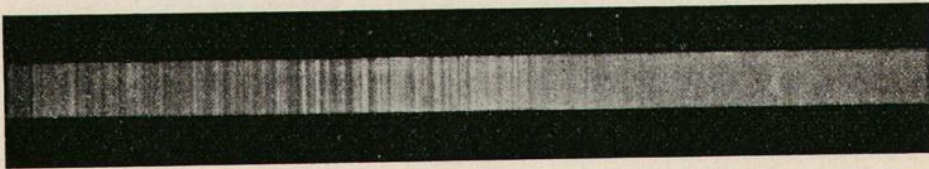
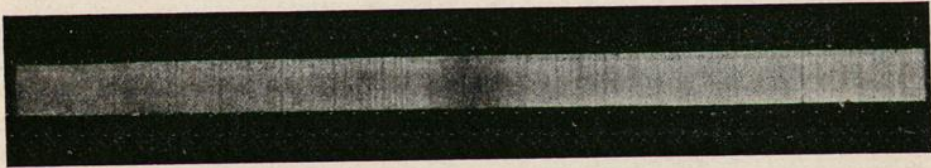
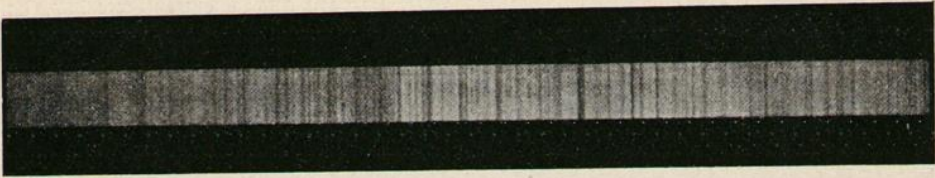


261. Spektrograph des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam.

die photographische Forschung bis jetzt bei dem Studium der Oberflächenbeschaffenheit der Planeten und des Mondes gewesen. Hier ist die Beobachtung mit dem Auge der photographischen Methode immer noch überlegen. Immerhin aber zeigt die Mondphotographie (Abb. 264), daß auch hier die empfindliche Platte geeignet ist, eine große Menge von Details wiederzugeben und dadurch mindestens ein anschauliches Bild unseres Nachbarkörpers im Weltraume zu fixieren.

Die Photographie hat sich aber nicht nur als geeignet gezeigt, ungeahnte Aufschlüsse im Bereich der unendlichen Größe des Weltalls zu geben, auch unsere Kenntnisse von den kleinsten Dingen hat sie mit Hilfe des Mikroskops wesentlich gefördert und vertieft. Die Mikrophotographie ist heutzutage bereits eins der wichtigsten Hilfsmittel auf vielen Gebieten der medizinischen, bakteriologischen und kriminalistischen Forschung. Wir wenden uns jetzt diesen Gebieten zu, ebenfalls nur die wichtigsten Thatsachen kurz streifend. Die

Fähigkeit eines Mikroskops, die kleinsten Gegenstände wahrzunehmen, wächst nicht mit der Vergrößerung der angewandten Linsen allein, sie ist auch abhängig von gewissen anderen Elementen und vor allem von der Farbe des zur Beleuchtung des Gegenstandes angewandten Lichtes. Je kürzer nämlich die Lichtwellen sind, mit welchen das Objekt beleuchtet wird, desto weiter können wir die Vergrößerung mit Nutzen forcieren. Die photographische Platte, welche speziell für die kürzesten Wellenlängen, das blaue, violette und ultraviolette Licht, empfindlich ist, wird also, wenn es gilt, äußerst kleine Details mit dem Mikroskop darzustellen, zu diesem Zwecke brauchbarer sein, als das Auge des Beobachters. Gewisse Naturkörper, besonders die Panzer der Kieselalgen (Diatomeen) sind dadurch ausgezeichnet, daß sie mit einer wunderbar feinen, regelmäßigen Struktur versehen sind, und die Kenntnis dieser Strukturen und die Verbesserungen der Mikroskope zur Erweiterung dieser Kenntnisse haben miteinander lange Zeit gleichen Schritt gehalten. Von der außerordentlichen Feinheit derartiger Strukturen mag als ein Beispiel angeführt

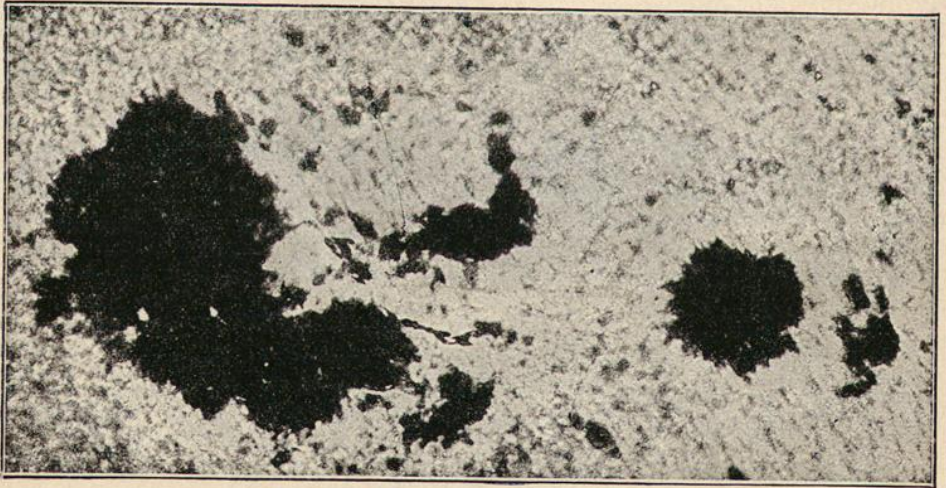


262 bis 264. Spektren von Sternen. Nach Aufnahme von Dr. J. Scheiner.
25. α Canis maj. 26. α Orionis. 27. α Bootis.

werden, daß auf dem Kieselpanzer der *Amphipleura pellucida* sich auf der Länge von 1 mm 4000 bis 5000 feine parallele Längsrippen befinden, die ihrerseits wiederum durch Querrippen gekerbt oder geperlt erscheinen. Die Photographie hat die Lösung dieses schwersten aller bekannten mikroskopischen Objekte mit Leichtigkeit ermöglicht.

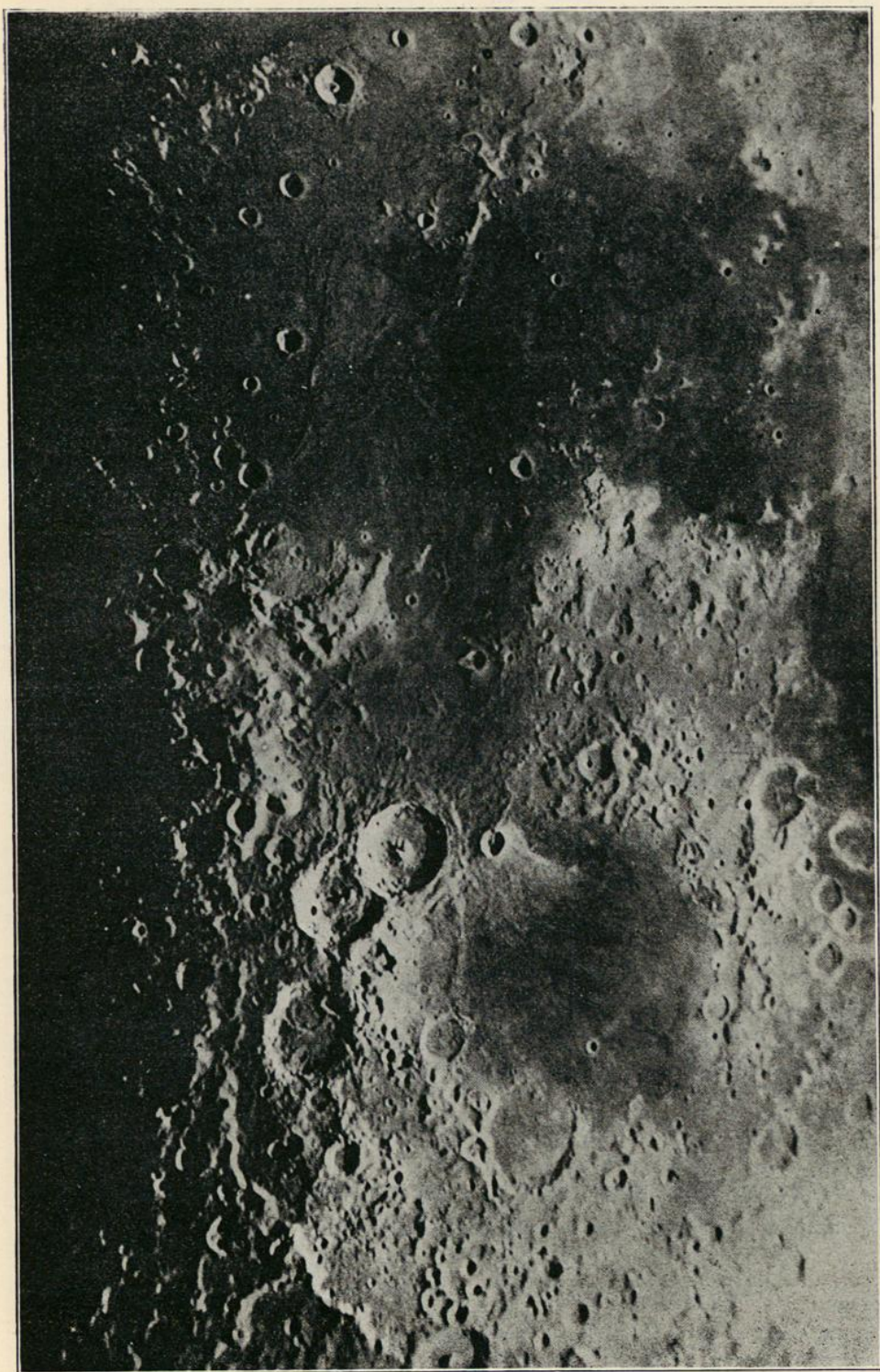
Weit wichtiger aber als diese Forschungen hat sich die Photographie auf dem Gebiete der bakteriologischen Mikroskopie gezeigt. Mit Hilfe vervollkommener Apparate, deren Einrichtung wir im folgenden noch zu beschreiben haben werden, ist es gelungen, die feinsten bakteriologischen Präparate in einer Vollkommenheit photographisch wiederzugeben, wie sie kaum das Auge des Beobachters erblickt. Durch diese Aufnahmen sind höchst wichtige Lehrmittel gewonnen worden, welche auch dem Laien einen Begriff von dem Aussehen jener gefürchteten Feinde und zu gleicher Zeit doch so mächtigen Freunde des Menschengeschlechts geben. Schließlich hat die mikrophotographische Forschung auf dem Gebiete der forensischen Wissenschaft, also besonders auf dem Gebiete der richterlichen Praxis große Dienste geleistet. Ein Beispiel wird das leicht erklären. An dem Kleide eines Verdächtigen finden sich Flecke, von denen mit Recht angenommen werden kann, daß sie von dem Blute des von ihm ermordeten Opfers herrühren. Der mutmaßliche Mörder

behauptet dagegen, daß die betreffenden Flecke von Ziegenblut herkommen, und daß er sich dieselben bei Gelegenheit des Schlachtens seiner Ziege zugezogen habe. Der Mikrophotograph laugt die Flecke mit Wasser aus, sammelt die Blutkörperchen auf einem mikroskopischen Objektenträger und photographiert sie. Bei der Hauptverhandlung erhält jeder der Geschworenen 3 Photogramme, eines, auf welchem Menschenblut, eines, auf welchem Ziegenblut, und eines, auf welchem das Blut photographiert ist, welches aus den Kleidungsstücken des Mörders gewonnen worden ist. So wird denselben durch einen Blick bewiesen, was die beredteste Schilderung des Staatsanwaltes nicht zuwege gebracht hätte. Derartige Fälle spielen heutzutage häufig eine große Rolle, und der Ausfall der mikrophotographischen Untersuchung kann über Leben und Tod eines Angeklagten entscheiden. Spezielle Verdienste auf diesem Gebiete hat sich der Gerichtschemiker Dr. Jeserich in Berlin erworben, welcher in einer großen Anzahl von Fällen zur Entdeckung des Täters und zur absolut sicheren Feststellung des Thatbestandes das unumstößlichste Beweismaterial geliefert hat. Der Vorzug der Mikrophotographie ist eben auf diesem Gebiete der, daß dem Richter oder den Geschworenen das Beobachtungsmaterial des Sachverständigen in leicht zugänglicher Form vorgeführt werden kann.



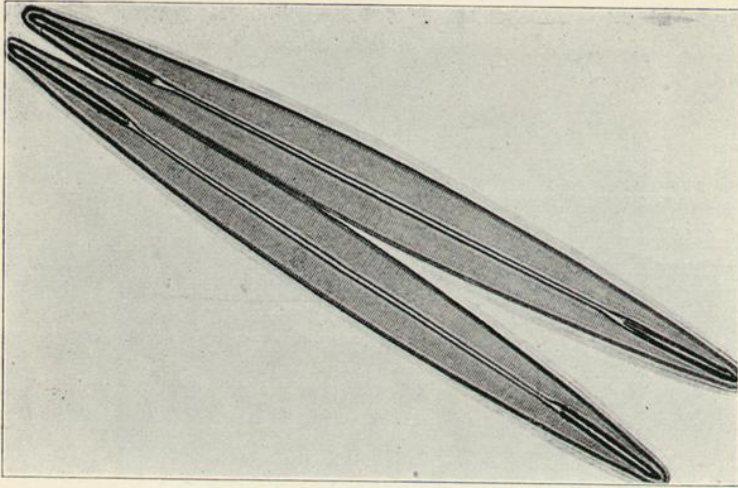
266. Bild eines Sonnenflecks. Nach einer Photographie.

Wir wollen uns jetzt den Apparaten zuwenden, welche zur Herstellung von Mikrophotographien speziell dienen. Jeder Mikrophotograph kann zur Aufnahme von photographischen Ansichten, kleinen Gegenständen dienen; wenn man über das Okular desselben eine Camera stülpt, so erhält man bei passender Beleuchtung des Objektes und richtiger Einstellung des Mikroskopes auf der matten Scheibe desselben ein vergrößertes Bild des Objektes. In der That waren die ersten mikrophotographischen Apparate nichts anderes, als eine derartige Kombination von Camera und Mikroskop. Wenn es sich aber darum handelt, außerordentlich feine Objekte mit großer Schärfe abzubilden, genügen derartige primitive Vorrichtungen nicht, und zwar wirken mehrere Umstände zusammen, um eine Umkonstruktion und wesentliche Verbesserung des Apparates nötig zu machen. Bei sehr starken Vergrößerungen, wie sie speziell bei bakteriologischen Aufnahmen nötig werden, genügen die einfachen Einrichtungen keineswegs, vielmehr greift man in diesen Fällen und auch bei anderen Arbeiten, welche sauber ausgeführt werden müssen, zu sogenannten mikrophotographischen Apparaten, von denen einer der wichtigsten Typen abgebildet ist (Abb. 269 u. 70). Ganz links in der Abbildung sieht man eine elektrische Bogenlampe, welche zur Erzeugung des nötigen intensiven Lichtes dient. Mit derselben verbunden sind eine Anzahl von Linsen, welche das von der Lampe herkommende Licht zu einem parallelen Büschel ver-

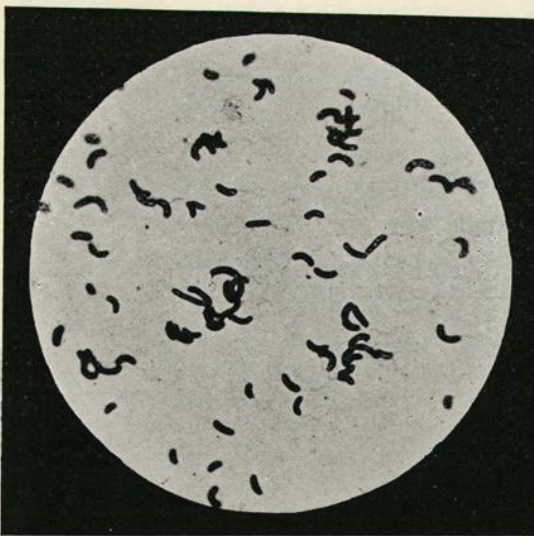


266. Photographische Aufnahme eines Teiles der Mondoberfläche. Nach Henry.
X 47

dichten. Das somit parallel gemachte Licht passiert jetzt einen sogenannten Strahlenfilter, d. h. einen schachtelförmigen Körper, dessen beide Bodenflächen aus Glas bestehen, und der mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt ist, welche gewisse Lichtfarben abschneidet. So vorbereitet fällt das Licht auf den sogenannten Kondensor des liegend angeordneten

267. *Amphipleura pellucida*.

Mikroskopes. Dieser Kondensordient dazu, das parallele Licht derartig zu konzentrieren, daß genau in der Ebene des Objektes ein scharfes Bild der Lichtquelle entsteht. Das Mi-



268. Choleraabakterien.

kroskop, welches mit einem Objektiv und einem eigens für diesen Zweck konstruierten Okular versehen ist, ist lichtdicht aber locker mit der aus gezogenen Camera rechts in Verbin-

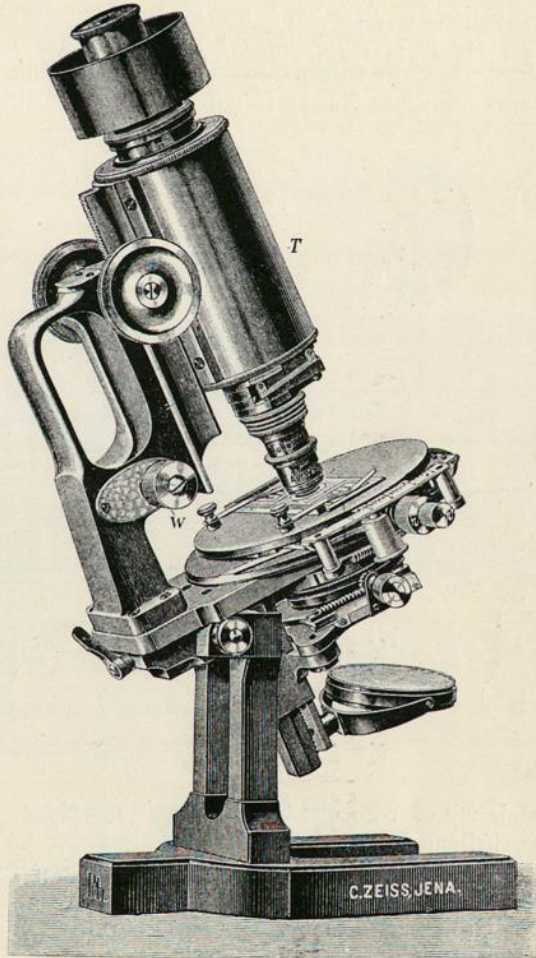
dung gebracht, und auf deren Mattscheibe kann der Beobachter durch Benutzung eines langen Stangenschlüssels die feine Einstellung des Mikroskopes und damit die höchste Schärfe des Bildes bewirken. Wie man sieht, ist die elektrische Lampe und das Mikroskop zusammen auf einem Tisch und die Camera ganz unabhängig davon auf einem zweiten Tisch aufgebaut. Zwischen beiden findet keine direkte Verbindung statt, um Erschütterungen, die etwa die Camera treffen, nicht auf das Mikroskop zu übertragen. Derartige Apparate, von denen Abb. 271 nur einen einzigen Typus zeigt, sind in sehr verschiedener Weise ausgeführt worden, aber ihre Konstruktion läuft im wesentlichen immer auf die ange-deutete hinaus.

Man hat sich nicht damit begnügt, leblose Objekte zu mikro-photographieren, sondern man hat auch unter Anwendung von Sonnenlicht oder Magnesiumblitzlicht Momentbilder von kleinen organischen Wesen, speziell von Infusorien hergestellt. Diese Bilder haben

bereits wichtige Aufschlüsse über gewisse Formen des niedrigsten Lebens geliefert.

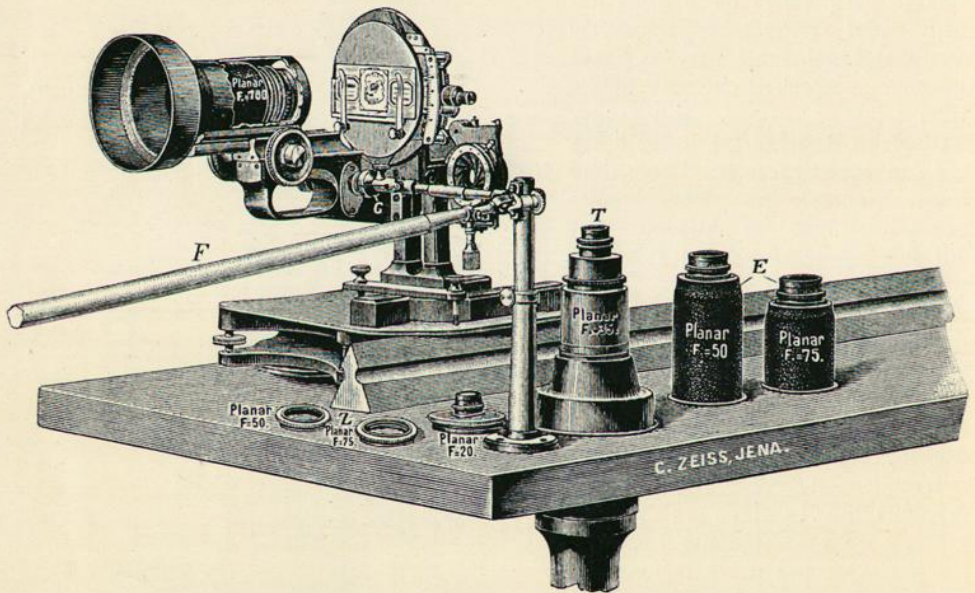
Handelt es sich bei der Mikrophotographie darum, von kleinen Gegenständen sehr vergrößerte scharfe Bilder herzustellen, so gibt es andererseits gewisse Fälle, in denen ein gegenteiliger Vorgang erwünscht ist. Allen Lesern sind die kleinen Bildchen bekannt,

welche mit einer einfachen Glaslupe verbunden, oft in Federhaltern und anderen kleinen Nippfassen angebracht sind, und die vielfach in Bädern u. s. w. verkauft werden. Diese kleinen Lupen enthalten auf der der konvex gekrümmten Seite gegenüberliegenden Fläche eine mikroskopisch kleine Photographie, die vielfach auf der Größe eines Quadratmillimeters eine Anzahl von Details mit größter Schärfe ausgeführt zeigt. Diese kleinen Gegenstände, welchen gewiß kein praktischer Nutzen beizumessen ist, sind gewissermaßen die degenerierten Abkömmlinge eines wichtigen Zweiges der Photographie, welcher bereits berufen war, im Dienste der Menschlichkeit interessante und dem allgemeinen Wohl dienende Aufgaben zu erfüllen. Allen Lesern ist erinnerlich, daß während der Belagerung von Paris 1870/71 unzählige Brieffschaften durch den eisernen Gürtel, welcher die französische Hauptstadt umspannte, aus der Stadt in das umgebende Land und umgekehrt befördert wurden. Ein großer Teil dieser Brieffschaften wurde durch die Taubenpost expediert. Jedes Tier führte Hunderte und Aberhunderte von Mitteilungen verschiedenster Art mit sich. Diese Mitteilungen, welche zum großen Teil privater Natur waren, waren die Ursache, daß viele Familien außerhalb der blockierten Hauptstadt von dem Ergehen der Ihrigen innerhalb und umgekehrt lang ersehnte Kenntnis erhielten. Die Möglichkeit, dieses Nachrichtenwesen zu unterhalten, wurde durch die sogenannte Photomikrographie gegeben. Die Originalmitteilungen wurden zusammen nebeneinander auf ein mächtig großes Plakat gedruckt und dieses Riesenplakat, welches Hunderttausende von Schriftzeichen und Tausende von Sätzen enthielt, wurde mittels eines miniaturphotographischen Apparates auf eine nur wenige Quadratzoll große Kollodschiicht photographiert. Die Kunst, derartige kleine Photogramme mit absoluter Schärfe herzustellen, verlangt ganz bestimmte Eigenschaften des photographischen Materials. Würden wir auf unseren gewöhnlichen Trockenplatten derartige Aufnahmen machen wollen, so würde deren Korn ein so grobes sein, daß jedes einzelne viele Schriftzeichen auf einmal bedecken würde, mit anderen Worten, das Bild würde selbst bei starker Vergrößerung absolut unleserlich und unscharf ausfallen. Die für die photomikroskopischen Arbeiten erforderlichen Schichten müssen daher vor allen Dingen ein äußerst feines Korn haben. Dragon hieß der Künstler, dem es gelang, derartige feinkörnige Schichten in höchster Vollendung herzustellen, und er bediente sich als Träger der lichtempfindlichen Silbersalze einer Doppelschicht, aus Kolloduntermalage und Eiweißüberzug bestehend. Diese lichtempfindliche Schicht wurde auf ein Stückchen dünnes



269. Photographisches Mikroskop.

Spiegelglas ausgebreitet, die Aufnahme mit Hilfe einer kleinen, aber sehr scharf zeichnenden Linse bewerkstelligt, die Platte entwickelt und fixiert, schließlich das bildtragende Häutchen vom Glase losgelöst, zusammengerollt und in einen Federkiel eingepaßt. Derartige Federkiel führten die Briestauben mehrere ohne jede Beschwerde auf ihrem Fluge mit sich. Seit dieser Zeit ist von der Photomikrographie nur noch zu einem Zwecke Anwendung gemacht worden, nämlich zur Herstellung von verkleinerten Maßstäben, wie solche in der mikroskopischen Technik vielfach zur Ausmessung von Präparaten und dergleichen gebraucht werden. Eine besondere Kunstfertigkeit in der Handhabung der photomikrographischen Prozesse hat in neuerer Zeit der bekannte Hersteller photographischer Präparate Müller in Wedel (Holstein) bewiesen, der Präparate von Diatomeen herstellte, auf denen Tausende dieser kleinen Algenwesen in Reih und Glied angeordnet liegen, wobei jedes unter sich seinen Namen in mikroskopischer Schrift trägt, der unter dem Vergrößerungs-

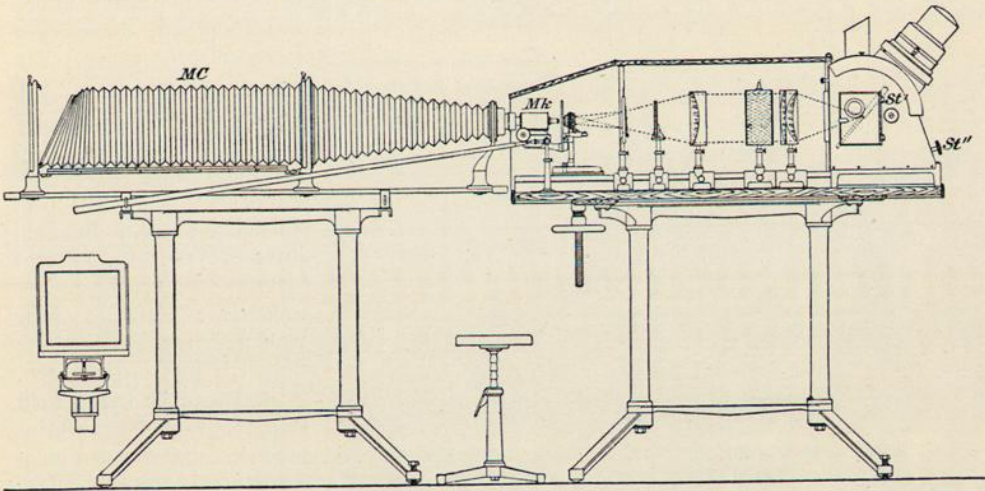


270. Großer mikrophotographischer Apparat.

glase mit aller Schärfe lesbar wird. Einen photomikrographischen Apparat, wie er für die Herstellung so kleiner Bildchen in Federhalter und dergleichen Anwendung findet, zeigt unsere Abb. 272 in der Form, die ihm Prof. Hartnack gegeben hat. Derselbe ist mit 7 Objektiven ausgerüstet und erlaubt daher die Aufnahme von 7 Bildern gleichzeitig. Um einen Begriff davon zu geben, wie billig diese kleinen Bildchen hergestellt werden, mag erwähnt werden, daß Paris eine besondere Hausindustrie entwickelt hat, die für den Preis von 30 Frank tausend dieser kleinen Bilder samt den Vergrößerungsgläschen, auf welche sie aufgeklebt sind, liefert.

Die Photographie der krankheitserregenden Bakterien, welche in neuerer Zeit besonders durch Koch, Pfeifer, Neuhauß u. a. Forscher zu hoher Blüte gefördert worden ist, führt uns auf ein anderes Gebiet photographischer Forschung, auf das Gebiet der medizinischen Photographie. Die medizinische Photographie ist heutzutage von außerordentlicher Wichtigkeit. Einmal dient dieselbe bei einer großen Anzahl von äußeren Krankheiten zur Herstellung von wichtigen Lehrmitteln; Hautkrankheiten, Geschwüre und ähnliche äußere Krankheitsformen werden in ihrem ganzen Verlauf von Zeit zu Zeit photographiert, und die Resultate geben ein übersichtliches Bild des Krankheitsherganges und der Heilung. Besonders wichtig aber ist in neuerer Zeit die Photographie gesunder und kranker Organe

des menschlichen Leibes geworden. Gewisse Augenkrankheiten sind erst durch ihren Verlauf und ihre Fortschritte voneinander unterscheidbar. Dieser Umstand hat dazu geführt, daß speziell der Photographie des Auges, nicht nur seiner äußerlichen sichtbaren Teile, sondern auch der Netzhaut und der Sehnerven besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden ist. Das Magnesiumblitzlicht gab zum erstenmal die Möglichkeit, z. B. den Durchmesser der Pupille eines im Dunkeln ausgeruhten Auges festzustellen. Der Lichtblitz ist so stark, daß die Aufnahme längst beendet ist, ehe das Auge Zeit hat, auf den plötzlichen Lichteindruck zu reagieren, und ehe die die Iris bedienenden Ciliarmuskeln in Thätigkeit treten. Ebenso hat man mit Hilfe des Magnesiumblitzlichts auch die verschiedenen Anomalien der Pupille und der Kornea, sowie der Krankheiten der Augenumgebung z. B. die ägyptische Augenkrankheit gut photographiert. Die Kürze der Belichtung erlaubt hierbei die scharfe Darstellung eines so beweglichen Organes, wie es das Auge ist. Die photographische Wiedergabe des Augenhintergrundes, speziell der Netzhaut, hat gewisse andere Apparate erfordert, auf die näher einzugehen hier der Raum mangelt.

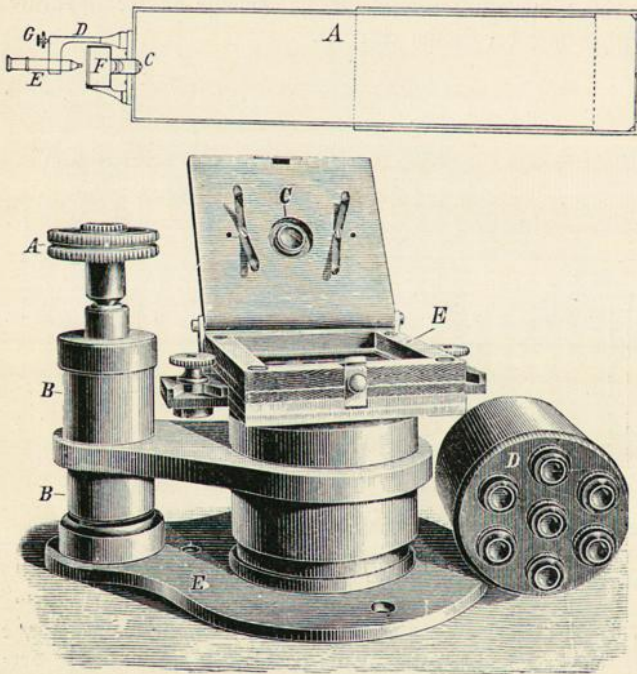


271. Großer Apparat für Mikrophotographie von Carl Zeiss.

Größere Schwierigkeiten hat den Ärzten das Photographieren der inneren Organe gemacht. Spezielles Interesse verdient die Photographie des Kehlkopfs und die verschiedenen Krankheitsformen der Stimmbänder. Mutschold u. a. ist es gelungen, vorzügliche Bilder der Stimmbänder und des Kehlkopfes mit Hilfe des Magnesiumblitzlichtes unter Anwendung des Kehlkopfspiegels herzustellen, ja, in neuester Zeit ist man noch weiter gegangen. Der Versuch, das Innere der menschlichen Blase am lebenden Körper zu photographieren und so die Lage gewisser Krankheitsprodukte oder Geschwülste, welche durch spätere Operationen entfernt werden sollen, photographisch festzulegen. Zu diesem Zwecke wird eine passend gestellte Camera zugleich mit einer elektrischen Glühlampe durch die Harnwege in die Blase eingeführt und während eines kurzen Erglühens der Lampe, die permanent von einem Strom kalten Wassers umspült ist, um ein Verbrennen der Blaseninnenwand zu vermeiden, eine Aufnahme hergestellt. Derartige Aufnahmen haben bereits dazu geführt, gewisse, sonst außerordentlich schwierige Operationen, deren Erfolg ein zweifelhafter war, mit aller Sicherheit auszuführen. Auch hier zeigt sich die Photographie als eine mächtige Helferin und Wohltäterin der Menschheit.

Weitere höchst bedeutungsvolle Gebiete, auf denen die Photographie sich bewährt hat, sind die Völkerkunde, die Alttertumsforschung und die Geographie. Keine Forschungsreise wird heutzutage ohne einen photographischen Apparat unternommen.

Während des Marsches können mit seiner Hilfe eine Anzahl von wichtigen Beobachtungen gesammelt werden, die zu Hause ihrer Verarbeitung harren. Völkertypen werden allwärts aufgenommen, und diese Aufnahmen ethnographischer Natur haben sich bereits zu einer Wissenschaft entwickelt, und ihre Resultate sind glänzende Zeugen der Nützlichkeit dieser Arbeiten. Man hat so einmal wichtiges Lehrmaterial gewonnen und zugleich eine Anzahl von Beobachtungen zum Allgemeinut der gebildeten Welt gemacht, welche bis dahin durch ihre Subjektivität wenig Wert besaßen. An die Stelle der unvollkommenen Zeichnungen von Menschenrassen in ihren Beschäftigungen, ihrem häuslichen Leben und Treiben sind vorzügliche Photogramme getreten. Aber auch auf diesem Gebiete hat die Photographie wesentliche Hindernisse zu überwinden gehabt. Besonders das Tropenklima mit seiner übermäßigen Hitze, großen Feuchtigkeit und den massenhaften Keimen, welche die Atmosphäre bevölkern, stellten neue Anforderungen an die Kunst des

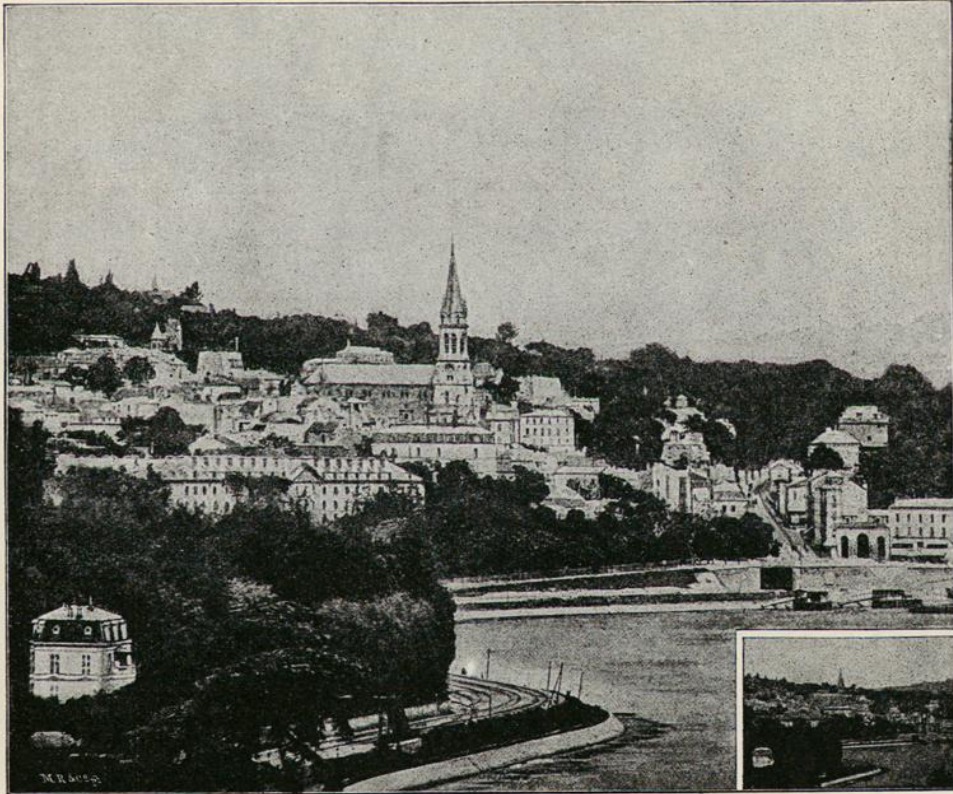


272. Photomikrographischer Apparat.

Photographierens. Unsere Trockenplatten, welche sich bei uns jahrelang unverändert halten, gehen einer schnellen Zersetzung entgegen, wenn sie in die tropischen Klimate gebracht werden. Die feuchte Wärme verändert und zersetzt den Bildträger, die Gelatine, Pilzkeime siedeln sich auf ihrer Oberfläche an, ihre Vegetationen vernichten das unsichtbare Lichtbild, ehe man noch zur Entwicklung und Fixierung schreiten kann. Diese Umstände haben dazu geführt, daß man heutzutage die Trockenplatten möglichst dem tropischen Klima entzieht dadurch, daß man sie in verlöteten Blechbüchsen an ihren Bestimmungsort befördert, die man erst kurz vor ihrem Gebrauch öffnet, und in welche man sie sogleich nach der Aufnahme zurückbringt. Dagegen hat sich gezeigt, daß selbst die intensivste Kälte in den Polarregionen unseren photographischen Präparaten nichts anhaben kann, ja, Experimente haben bewiesen, daß die Trockenplatten ohne Schaden der furchtbaren Kälte des verdampfenden verflüssigten Sauerstoffs ausgesetzt werden können. Ebenso wie die Völkerkunde hat auch die Geographie aus der Photographie wichtigen Nutzen gezogen. Wir werden noch später auf die sogenannte Photogrammetrie zurückkommen, auf die Kunst, mit Hilfe photographischer Aufnahmen eine Karte herzustellen. Hier mag nur der Thatsache gedacht werden, daß photographische Aufnahmen auch ohne kartographische Verwertung als wichtiges Material zur Kenntnis von unbekanntem Länderstrecken mitwirken können.

Besondere Triumphe aber hat die Photographie in der Altertumsforschung gefeiert. Die Felswände Kleinasiens und Armeniens, die Grotten und Tunnel der Pyramiden sind mit Tausenden und Abertausenden von Inschriften versehen, deren Nachzeichnung an Ort und Stelle unter dem glühenden Brande der subtropischen Sonne oder bei dem schwankenden Fackelschein in den Gräbern fast zur Unmöglichkeit werden würde. Die

Photographie hat diese Schwierigkeit mit einem Schlage beseitigt. Schon Arago wies in dem Bericht, welchen er über die Erfindung Daguerres der Akademie der Wissenschaften einreichte, darauf hin, welchen Nutzen die Photographie gestiftet hätte, wenn man zur Zeit der ägyptischen Expedition Napoleons diese Kunst schon gekannt hätte. Dieser Ausspruch hat sich in der späteren Zeit bewahrheitet, und Hunderte und Aberhunderte von Inschriften sind durch die Photographie der Forschung zugänglich und ihr Inhalt Gemeingut der Wissenschaft und der ganzen Menschheit geworden. Zur Aufnahme vieler dieser Inschriften würde jedoch der gewöhnliche photographische Apparat nicht ausreichen. Dieselben sind oft in großer Höhe an unzugänglichen Wänden angebracht, und der gewöhn-



278. Aufnahme mit Teleobjektiv.

liche Apparat würde aus diesen Entfernungen ein Bild von nicht genügender Größe liefern. Hier hat die sogenannte Telephotographie mit Erfolg eingegriffen. Dieselbe bedient sich als Aufnahmeapparat nicht eines gewöhnlichen photographischen Objectives, sondern eines sogenannten Teleobjectives (Miethe, Steinheil, Dallmeyer), einer Konstruktion, welche man am besten als ein photographisches Fernrohr bezeichnen kann, und die typisch nicht wesentlich von dem uns allbekanntesten Operngucker verschieden ist.

Die Photographie als messtechnisches und militärisches Hilfsmittel. Die Eigenschaft der Photographie, ein absolut authentisches und eindeutiges Bild der abgebildeten Gegenstände zu geben, hat schon früh dazu geführt, dieselbe auch für Messzwecke auszunutzen. Wenn wir irgend eine Landschaft von einem Standpunkt photographieren, so erhalten wir unter gewissen, leicht inne zu haltenden Bedingungen ein Bild derselben, welches als eine ausmeßbare zentralperspektivische Darstellung anzusehen ist. Wenn man ein derartiges Bild in Verbindung mit einem zweiten Bilde bringt,

welches von einem anderen Standpunkt aus aufgenommen ist, so sind, die Brennweiten der angewandten Objective als bekannt vorausgesetzt, alle Daten gegeben, um die Lage der auf beiden Aufnahmen abgebildeten Objecte gegen die feste Basis, d. h. die Verbindungslinie zwischen den beiden Cameras zu bestimmen. Wenn die Länge dieser Basis schließlich gemessen ist, so sind dadurch die Entfernungen der Objecte und ihre gegenseitige geographische Lage durch höchst einfache selbsteinerische Beziehungen gegeben. Das Verfahren, welches sich diese Anwendung der Photographie zu nütze macht, nennt man Photographometrie, und dasselbe ist für gewisse Zwecke von äußerstem Wert. Forschungsreisende machen vielfach photographometrische Aufnahmen, um auf viel schnellerem Wege als mit Hilfe des Meßtisches eine Karte der Umgebung ihrer Marschroute zu gewinnen. Aus derartigen Photographien können, wo die senkrechte Lage der empfindlichen Platte als gegeben angenommen werden kann, auch die Höhe von Bergen und die wirklichen Profile abgeleitet werden. Andererseits hat man sich dieser photographometrischen Verfahren besonders dazu bedient, um die Grundrisse und Konstruktionselemente von Bauwerken festzustellen. Besonders Meydenbauer hat sich um diesen Zweig der Photographometrie Verdienste erworben und hat im Auftrage der preussischen Regierung eine große Anzahl von Bauwerken photographometrisch festgelegt. Ja, noch mehr! Die photographische Aufnahme kann in Verbindung mit gewissen anderen Hilfsmitteln zur geographischen Ortsbestimmung dienen nach Methoden, welche besonders von Stolze und Runge ausgearbeitet wurden. Die photographische Camera vertritt hier in gewisser Weise den Theodolithen des Astronomen, weswegen man derartige Instrumente, die den Anforderungen der Meßtechnik genügen, auch Phototheodolithe genannt hat.

Auch in der Kriegswissenschaft ist die Photographometrie vielfach angewendet worden und dient zur Lösung wichtiger militärischer Aufgaben. Die hier angewendeten Methoden aber werden von den Militärbehörden geheim gehalten. Ebenso hat man sich mit Vorteil der Verbindung von Camera und Luftballon bedient, um militärische Reconnoissierungen auszuführen. Vom Bord des Luftschiffes aus überfliehet man ein viel größeres Terrain, als vom Boden aus. Eine Aufnahme aus solcher Höhe kann Aufschlüsse über Terrainteile liefern, welche dem zu ebener Erde stehenden Beobachter durch vorgelagerte Bodenebenheiten verborgen sind. Im Festungskriege wird daher der Camera eine wichtige Aufgabe zufallen, deren Tragweite bis jetzt noch kaum übersehen werden kann. Auch im Seewesen bedient man sich photographischer Aufnahmen, sowohl um gewisse Küstenmarken zu photographieren, als auch um Kenntniss fremder Gewässer und Befestigungen zu gewinnen. Bekannt ist aus jüngster Vergangenheit der Prozeß gegen zwei französische Offiziere, welche im Auftrag ihrer Regierung deutsche Kriegshäfen und Befestigungen an der Küste photographisch aufgenommen und dadurch ein wichtiges Material für die Regierung ihres Landes beschafft hätten, wenn sie nicht vorher durch die Wachsamkeit der Behörden daran verhindert worden wären.

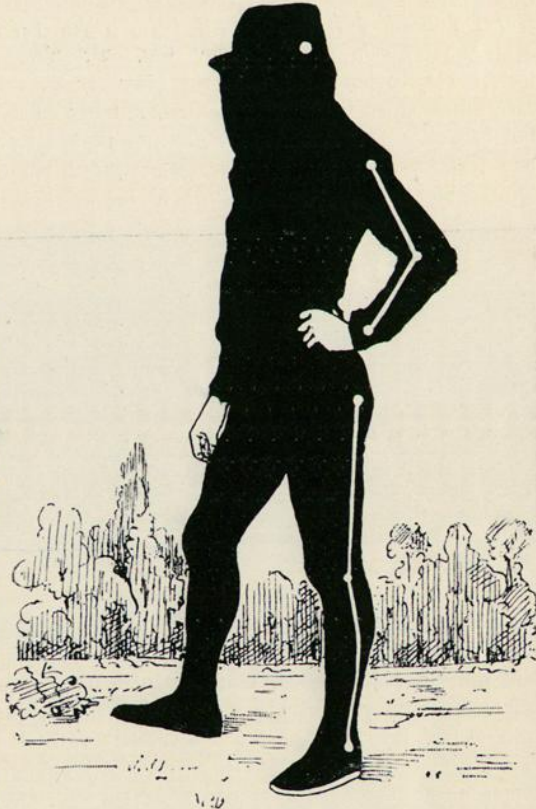
Die Photographie im Dienste der Biologie und als Hilfsmittel beim Studium schnellster Bewegungsercheinungen. Allen unseren Lesern sind die Aufnahmen bekannt, welche Anschütz von den Bewegungen verschiedener Tiere gemacht hat. Schon ehe Anschütz diese Aufnahmen machte, hat sich der Amerikaner Muybridge mit den gleichen Aufgaben befaßt und glänzende Resultate erzielt, und in jüngster Zeit sind die gleichen Arbeiten auf wissenschaftlicher Basis besonders von dem französischen Forscher Marey aufgenommen worden. Ehe wir auf die Resultate dieser Arbeiten eingehen, müssen wir uns vergegenwärtigen, was ihren Wert ausmacht. Das menschliche Auge ist ein Organ, welches auch in Bezug auf die Zeitlichkeit der beobachteten Vorgänge großen Beschränkungen unterworfen ist. Jedes Bild, welches auf der Netzhaut entsteht, wirkt einen Bruchtheil einer Sekunde nach, und daher kommt es, daß schnelle Bewegungen überhaupt nicht zur Wahrnehmung gelangen, sondern dem Bewußtsein nur ein Gemisch derselben überliefert wird, dessen einzelne Phasen sich der Wahrnehmung entziehen. So sind wir nicht imstande, die sich sehr schnell drehenden Speichen eines Rades, die Füße eines galoppierenden Pferdes oder die Schwimmbewegungen eines Fisches zu verfolgen,

noch viel weniger vermögen wir z. B. die Phänomene zu zerlegen, welche mit dem Fallen eines Tropfens oder gar mit der Bewegung eines Geschosses durch den Luftraum verbunden sind. Überall in diesen Fällen hat die Photographie der Wissenschaft ein überreiches Material geliefert und Thatfachen zu Tage gefördert, welche dem Auge wohl für immer verborgen geblieben wären. Die Biologen haben ein großes Interesse an dem Studium der Bewegungen lebender Wesen. Die Art, wie der Mensch, wie die Vierfüßler, wie die Vögel, wie die Fische sich fortbewegen, sind ihrer Natur nach im wesentlichen nicht bekannt gewesen, ehe sich die Photographie dieses Forschungsgebietes bemächtigte, und die ganze Mechanik ihrer Bewegungen war vollständig dunkel, während wir heute über dieselbe im wesentlichen, abgesehen von dem immer noch räthelhaften Flug der Vögel, vollkommen unterrichtet sind.

Wir wollen zunächst die Methoden beschreiben, welcher man sich bedient, um derartige Aufnahmen von Bewegungen zu machen. Es genügt hierfür nicht, eine einzige Phase der Bewegung im photographischen Bilde festzuhalten, sondern man muß sogenannte Serienaufnahmen machen, d. h. Aufnahmen, welche sich in kürzesten Zeitintervallen regelmäßig folgen. Die gebräuchlichste Anordnung ist für diesen Zweck der sogenannte Serienapparat, d. h. eine Reihe von nebeneinander angeordneten gleichen Apparaten, deren Objektive mit Momentverschlüssen versehen sind, welche mit Hilfe irgend einer instrumentalen Vorrichtung nacheinander in gleichen Intervallen zum Spielen gebracht werden. Denken wir uns z. B. 20 derartige Apparate neben der Bahn irgend einer Bewegung, z. B. neben der Linie, auf welcher sich ein galoppierendes Pferd bewegt, angeordnet, und die Momentverschlüsse dieser Apparate derartig miteinander in Beziehung gesetzt, daß die Expositionen der einzelnen Cameras sich

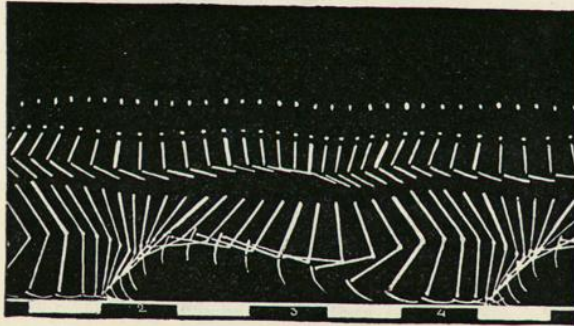
in je einem Intervall von $\frac{1}{20}$ Sekunde folgen, während die Belichtungszeit je $\frac{1}{100}$ Sekunde dauert, so erhalten wir 20 Platten, auf welchen 20 Phasen der Bewegungen des galoppierenden Pferdes im Lauf einer Sekunde dargestellt sind.

Eine andere Art von Serienapparat beruht auf einem ganz anderen Prinzip, welches in letzter Zeit besonders von Marey mit Erfolg angewendet worden ist. Hierbei bedient man sich nicht einer Anzahl von Cameras, sondern einer einzigen und exponiert auf der gleichen Platte durch einen rotierenden Momentverschluß irgend eine gegebene Anzahl von Momenten. Wenn das Bild, welches man so erhält, nicht verwirrt erscheinen soll, muß man sich damit begnügen, nur einzelne besonders markante Punkte des bewegten Körpers aufzunehmen. Den besten Begriff von einem derartigen Arrangement wird uns ein Beispiel Mareys geben. Um auf diese Weise die Bewegungen der Gliedmaßen eines Menschen beim Gehen, Laufen, Springen u. s. w. festzustellen, wird derselbe vollständig



274. Bekleidung eines Menschen zum Zwecke der Analyse der Gliedmaßenbewegung mittels chronophotographischer Aufnahme.

in schwarzes Tuch gekleidet, welches mit glänzenden Litzen und durch blanke Knöpfe die Konturen der einzelnen Gliedmaßen andeutet. Die so angezogene Figur wird vor einem ebenfalls schwarzen Hintergrund photographiert. Das entstehende Photogramm zeigt dann die Abb. 274. Selbstverständlich läßt sich dieses Mittel nur für gewisse Zwecke anwenden. Während sich Anschütz speziell mit der Bewegung des Menschen und einiger Bewegungsformen der Vögel beschäftigte, sowie die Gangarten des Pferdes studierte, hat Marey seine Untersuchungen noch auf viele andere Tiere ausgedehnt. Die Bewegungen der Fische im Wasser, deren Mechanismus vollständig dunkel war, sind durch ihn erforscht worden. Ebenso hat er sich mit den einzelnen Phasen der Wellenbewegung des ruhigen und strömenden Wassers, mit den Bewegungsformen einer fallenden und aufprallenden Kugel und ähnlichen Problemen beschäftigt. Abb. 276 u. 277 zeigen, was Marey auf dem angedeuteten Wege erreicht hat. Besonders interessant sind jene Untersuchungen, welche der Forscher anstellte, um festzustellen, inwieweit die Art, wie die Künstler die Bewegung eines Körpers darstellen, mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Auch Muybridge hat derartige Vergleiche angestellt und ist dabei zu dem Resultate gekommen, daß allein das klassische Altertum gewisse Bewegungen richtig wiedergegeben hat, während unsere Maler dies vielfach nicht thun, z. B. die bekannte konventionelle Darstellungsweise eines

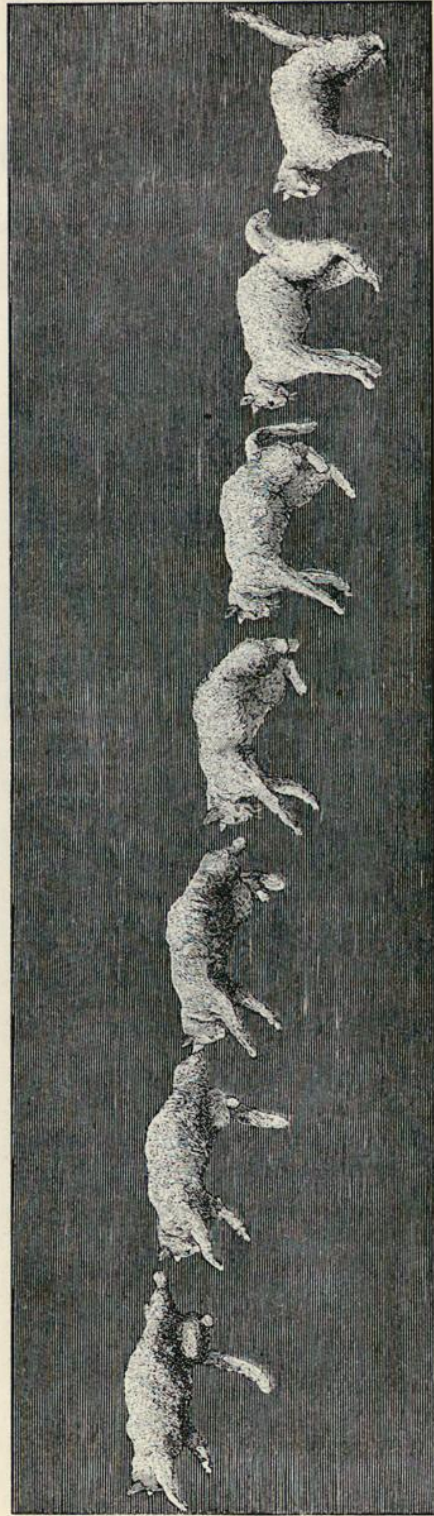


276. Analyse der Gliedmaßenbewegung eines laufenden Menschen mittels chronophotographischer Aufnahme.

galoppierenden Pferdes vollständig unrichtig ist, da in der Natur das Pferd niemals zugleich die Vorderbeine nach vorn und die Hinterbeine nach rückwärts auswirft, vielmehr findet die erste Bewegung am Ende des Galoppesprunges, die letzte am Anfang desselben statt, während in der Mitte des Sprunges alle 4 Beine unter dem Bauch zusammengekrümmt erscheinen.

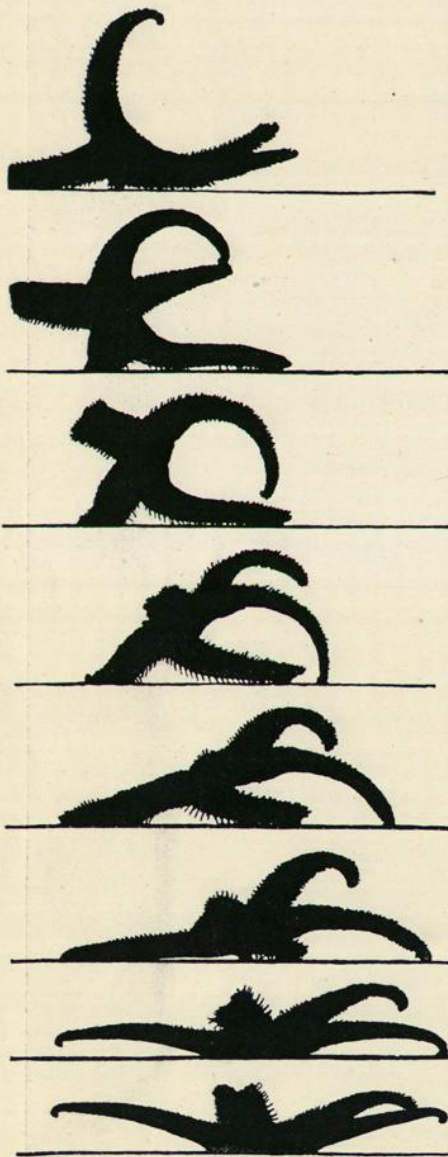
Alle diese Apparate aber, so sinnreich sie auch konstruiert sein mögen, reichen immer noch

nicht für viele Zwecke der Forschung aus. Manche Bewegungen vollziehen sich so schnell, daß ihnen die sogenannte Chronophotographie mit den gewöhnlichen Mitteln nicht bekommen kann. Selbst die schnelle Belichtung, welche unsere Momentverschlüsse geben, und welche sich bis auf einen Bruchteil einer Tausendstel Sekunde herabdrücken läßt, reicht nicht aus, um z. B. eine fliegende Geschützkuugel auf ihrem Wege durch die Luft scharf abzubilden. Hier mußte man zu anderen Mitteln greifen und an Stelle eines Momentverschlusses, der bei Tageslicht arbeitet, künstliche Lichtquellen von äußerst kurzer Dauer zur Anwendung bringen. Wie wir bereits sahen, gibt das Magnesiumblichlicht die Möglichkeit, Momentbilder ohne Momentverschluß bei Nacht herzustellen, allein durch die Kürze des Blitzes. Weit überlegen aber ist demselben an Kürze des Blitzes noch der wirkliche Blitz oder der elektrische Funke. Für allerschnellste Momentaufnahmen kommt daher allein dieser letztere in Frage. Auf diesem Gebiete haben sich besonders Mach in Prag und der bekannte englische Physiker C. B. Boys mit Vorteil bekannt gemacht. Die Methode, welche diese Forscher eingeschlagen haben, um z. B. ein fliegendes Geschloß mit aller Schärfe zu photographieren, ist kurz folgende: In der Flugbahn des Geschosses ist an der Stelle, wo es sich der photographischen Platte gegenüber befindet, ein Drahtpaar eingeschaltet, dessen Spitzen durch den metallischen Körper des Geschosses während dessen Vorbeigehens einen Augenblick miteinander verbunden werden. In diesem Moment erfolgt in einer gewissen Entfernung vom Geschloß zwischen zwei anderen Drahtspitzen eine elektrische Entladung, die den Schatten des Geschosses und seiner Umgebung entweder direkt auf die photographische Platte wirft, oder ein Bild des Geschosses mit Hilfe von



276. Momentaufnahmen einer fallenden Katze.

Linien auf der empfindlichen Schicht zustande kommen läßt. Um welche kurze Expositionszeiten es sich hierbei handelt, wird am besten daraus ersichtlich, daß die Dauer eines von Boys für diesen Zweck angewandten elektrischen Funkens durch passende Anordnungen auf

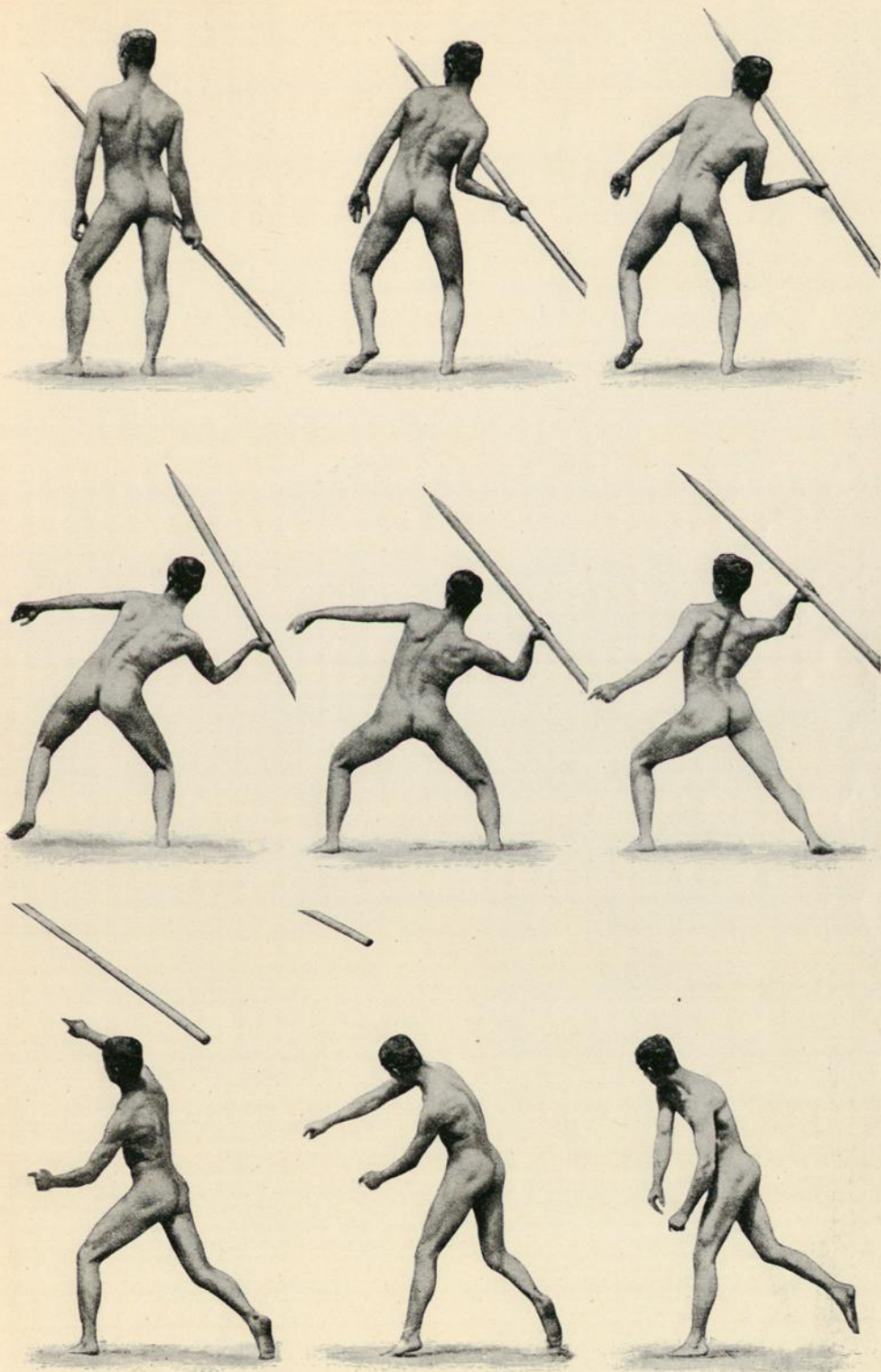


277. Bewegungen eines Feerkernes, welcher sich umdreht.
 Folge der Bilder von unten nach oben.

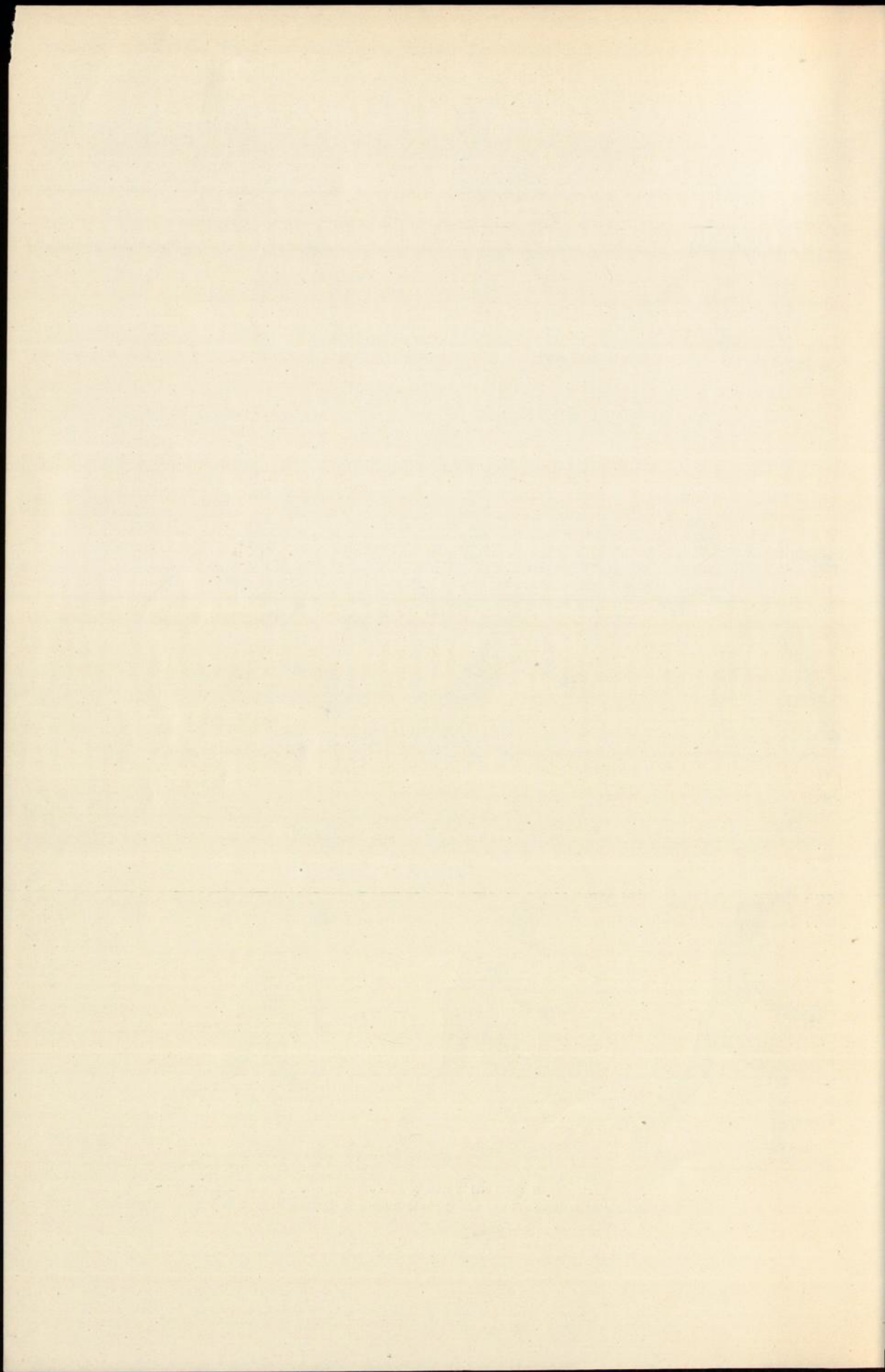
einen weit geringeren Zeitraum als ein Zehnmillionstel Sekunde reduziert war. Diese kurze Belichtungszeit genügt, um ein Bild der Kugel zu erzeugen, und es ist erklärlich, daß dieses Bild trotz der enormen Geschwindigkeit des Geschosses ein absolut haarcharfes sein muß. Das Interesse, welches sich an derartige Aufnahmen von Geschossen knüpft, ist nicht darin begründet, daß man das Geschöß selbst photographiert, denn dasselbe sieht natürlich in der Bewegung genau so aus, wie in der Ruhe. Es handelt sich vielmehr um die Umgebung des Geschosses. Wie bekannt, ist die Ballistik durchaus noch nicht am Ende ihrer Thätigkeit angelangt. Die Flugbahn eines Geschosses vorher zu bestimmen, ist bis jetzt thatsächlich noch nicht mit aller Schärfe gelungen und zwar speziell deshalb, weil die sich in der Umgebung des Geschosses, in der Luft, abspielenden Vorgänge sich der Kenntnis und der Berechnung entziehen. Das Geschöß verdichtet an seiner Spitze die widerstrebende Luft, während es hinter sich einen leeren Raum erzeugt, dessen saugende Wirkung die Geschößbahn beeinflusst. Zugleich erzeugt das Geschöß bei genügender Geschwindigkeit um sich herum kegelförmige Wellenzüge, ähnliche wie ein auf dem Wasser schwimmendes, schnell dahineilendes Schiff schräg von sich ausgehende Bug- und Heckwellen erzeugt. Es mag hier die Erklärung übergangen werden, wie es kommt, daß sich diese Wellen in der Luft, die das Geschöß erzeugt, photographisch wiedergeben. Die Abb. 279 bis 281 mögen genügen, um einen Begriff von dem Phänomen selbst zu geben; dieselben sind photographische Reproduktionen nach Originalaufnahmen von Boys. Sie zeigen das Geschöß in freier Luft, umgeben von den von ihnen erzeugten Luftwellen, und die Phänomene, welche sich abspielen, wenn ein Geschöß eine Glasplatte durchdringt. Wir sehen auf Abb. 280, das Geschöß in dem Moment, wo sein Vordertheil bereits die Glasplatte durchbohrt hat, während der Geschößboden dieselbe noch nicht erreicht hat, auf der anderen (Abb. 281) das von

Glasstaub umgebene Geschöß nach dem Passieren des Hindernisses. Die Luftwellen sind in beiden Abbildungen als zarte Linien erkennbar, welche, gegen die Bahn des Geschosses geneigt, von dessen Spitze und dessen Boden ausgehen.

Mit ähnlichen Mitteln und Apparaten sind auch andere physikalische Vorgänge photographisch fixiert worden, so z. B. die Formen, welche fallende Tropfen Wassers bei

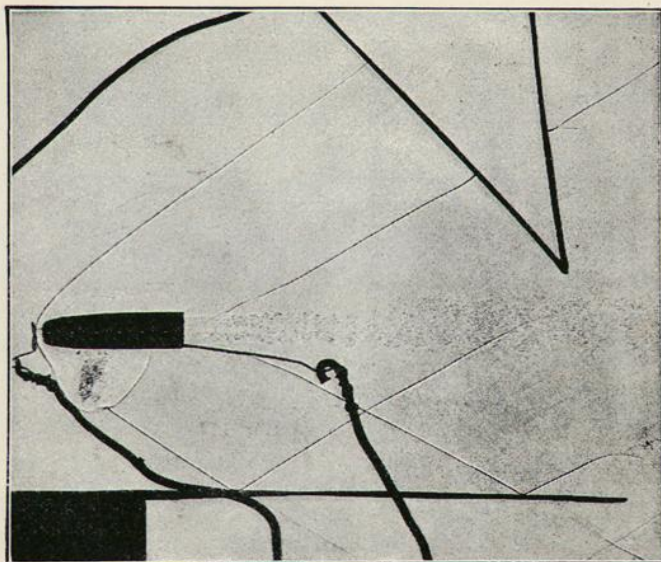


278. Das Werfen eines Speeres.
Photographische Reihenabnahme von Ottomar Anschütz in Berlin.



ihrem freien Fall durch die Luft und beim Aufschlagen auf die Wasseroberfläche annehmen.

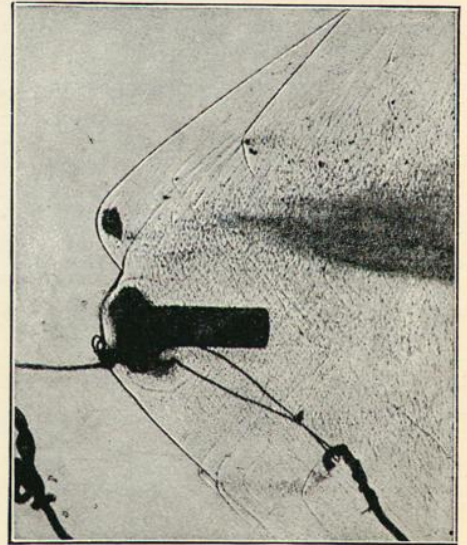
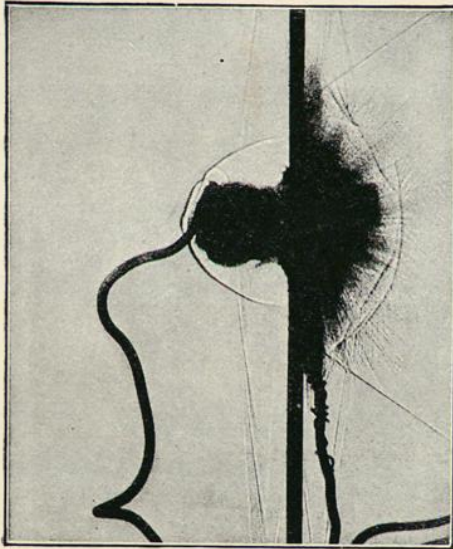
Eine ganz eigenartige Ausbildung hat die Chronophotographie durch die „Gebrüder Lumière“ in Lyon erhalten, welche die Verwendung von Filmbändern für den Zweck von Reihenaufnahmen zuerst herangezogen haben und so den Grundtypus derjenigen Instrumente erfanden, welche wir heute als Kinematographen, Bioskope, Multoskope u. s. w. kennen. Das Prinzip dieser sämtlichen Apparate beruht auf folgenden Grundsätzen. Breitet man eine photographische Schicht auf Celluloid aus, so kann man, theoretisch wenigstens, beliebige Längen lichtempfindlicher Bänder erhalten, auf die, während sie sich von einer Rolle auf die andere abwickeln, nebeneinander photographische Bilder erzeugt werden können. Der Kinematograph besteht daher wesentlich aus zwei Teilen, einer Vorrichtung, mit deren Hilfe ein langes Filmband von einer Rolle auf eine zweite übergeführt wird, und einer damit zwangsweise verbundenen Einrichtung, welche die Beleuchtung des Filmbandes während des Abrollens in gleichen Zeitintervallen veranlaßt. Da das Filmband im Moment der Belichtung stillstehen muß, so erfolgt die Abrollung ruckweise, und das Bestreben der Konstrukteure ist darauf gerichtet gewesen, im Interesse der Erreichung möglichst langer Belichtungszeiten und doch möglichst zahlreicher Aufnahmen in der Zeit, die Zeit, welche der Fortbewegung der Film gewidmet ist, möglichst zu verkürzen, während die Zeit der Ruhe möglichst verlängert wird. Die ruckweise Bewegung, welche die schwächste Stelle der Kinematographen ausmacht, zu vermeiden, ist bisher



279. Flintengeschoss in der Luft mit den umgebenden Luftwellen.
Aufnahme von Boys.

konstruktiv noch nicht geglückt, so viel Mühe auch von den verschiedensten Praktikern auf diese Aufgabe verwandt worden ist. Die meisten Kinematographen werden bei der Aufnahme mit der Hand durch eine Kurbel, gleichzeitig dem Bewegungsmechanismus der Filmrollen, bethätigt und der gewöhnlich als rotierender Sektor ausgebildete Momentverschlus in Drehung versetzt. Gewöhnlich hat das Filmband eine Breite von 25 bis 40 mm, und die aufgenommenen Bilder schwanken im Format zwischen 5 und 20 qcm, sind also außerordentlich klein. Ihre Zahl jedoch ist eine außerordentlich große, gewöhnlich werden in der Sekunde 10 bis 20 Bilder aufgenommen, und die Belichtungszeit eines jeden ist $\frac{1}{50}$ Sekunde. Da der Kinematograph häufig 2 bis 5 Minuten in ununterbrochener Thätigkeit bleibt, so kann man sich die große Zahl der Bilder, welche während dieses Zeitraumes aufgenommen werden, vorstellen und die Länge der notwendigen Filmbänder ebenfalls leicht ermessen. Die Apparate, welche das ruckweise Vorwärtsbewegen der Aufnahme film besorgen, sind äußerst verschieden. Sämtliche aber beruhen im Prinzip darauf, daß die Film in ihren Rändern durchlocht ist, und daß in diese Löcher der Kranz eines Zahnrades eingreift, welches sich ruckweise dreht. Bei einigen Konstruktionen ist diese ruckweise Drehung vermieden, bei ihnen wird

das Festhalten der Film im Moment der Aufnahme durch einen besonderen Arretierungsmechanismus bewirkt, wobei dann für eine richtige Spannung des empfindlichen Bandes in der Fokalebene des Objektivs Sorge getragen wird. Die so gewonnenen Serienaufnahmen werden nun zunächst entwickelt, zu welchem Zweck das Filmband spiralförmig auf einen großen Lattencylinder aufgerollt wird und durch Drehen desselben mit der reduzierenden Flüssigkeit in Berührung kommt. Die fertiggestellten Serienbilder müssen jetzt auf ein ähnliches Filmband kopiert werden, wozu ebenfalls Vorrichtungen dienen, die dem Aufnahmeapparat äußerst ähnlich sind. Die gewonnenen Positive werden dann fertiggestellt und mit Hilfe eines Projektionsapparates in sehr vergrößertem Maßstabe auf einer weißen Wand abgebildet. Der Projektionsapparat ist genau dem Aufnahmeapparat nachgebildet, nur befindet sich an Stelle der Aufnahmeplatten jetzt das Band der Positivbilder, welches durch eine äußerst starke Lichtquelle passend beleuchtet wird, während das ursprüngliche Aufnahmeobjektiv zur Produktion der Bilder dient. Aufnahme-



280 u. 281. Büchsenkugel eine Glasplatte durchbohrend.

und Wiedergabeapparat unterscheiden sich in ihrer Ausführungsform absolut nicht, der Mechanismus ist genau derselbe.

Der Wunsch, möglichst kleine Serienaufnahmen zu erhalten und eine möglichst starke Vergrößerung derselben auf den Projektionsschirm zu erzeugen, bedingt einmal ein äußerst scharfes Objektiv für die Aufnahme, das dabei wegen der kurzen Belichtungszeit sehr lichtstark sein muß, und zweitens sehr lichtempfindliche, möglichst feinkörnige Filmbänder, die geeignet sind, auserponierte Bilder auch bei kürzester Belichtungszeit zu geben.

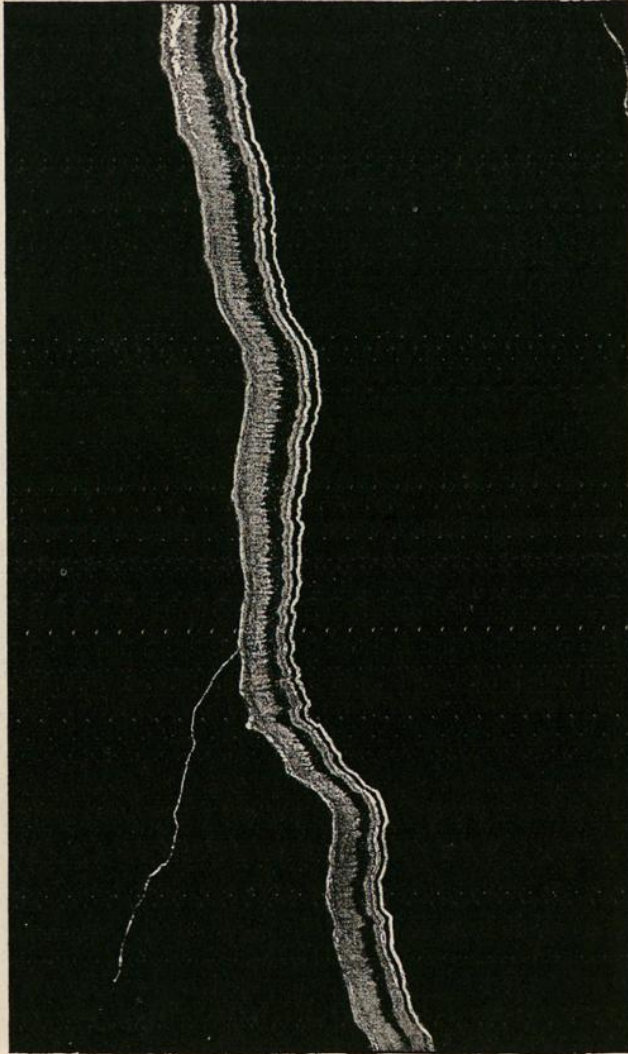
Der Kinematograph dient nun nicht nur zur Aufnahme wissenschaftlicher Objekte, sondern auch zur Wiedergabe von allen möglichen anderen Vorgängen und hat in den letzten Jahren bei Schaustellungen u. s. w. auf das Publikum stets eine große Anziehungskraft ausgeübt. Andererseits kann nicht geleugnet werden, daß so gewonnene Serienbilder eine große kulturhistorische Bedeutung gewinnen können, und daß sie unbedingt das vollkommenste Mittel zur Veranschaulichung irgend welcher Ereignisse und Begebenheiten sind.

In Bezug auf die Vervollkommnung der Kinematographen ist unzweifelhaft heute noch nicht das letzte Wort gesprochen worden, und die Konstrukteure sind rastlos an einem Weiterausbau dieser interessanten Vorrichtungen thätig. Eine ganze Litteratur von Patenten beschäftigt sich mit diesem Gegenstand.

Für wissenschaftliche Zwecke hat der Kinematograph besonders in der Medizin gedient, und die ersten derartigen Vorrichtungen, die allerdings in ihrer Form von Lumière'schen Kinematographen weit abweichen, hat Kohlrausch in Hamburg gebaut. Er benutzte seinen Apparat wesentlich zum Studium der Bewegung des lebenden Tierherzens, des Ganges Gehirn- und rückenmarkleidender Personen u. s. w.

Die Möglichkeit, kinematographische Aufnahmen, welche in verhältnismäßig langer Zeit hintereinander hergestellt würden, später schnell aufeinander folgen zu lassen, ist ebenfalls versucht worden. Man hat so beispielsweise die Vorgänge beim Wachstum der Pflanze erforscht und genau anschaulich gemacht. Hierzu verfährt man so, daß man von den zu studierenden Gewächsen alle 2 bis 4 Stunden bei Magnesiumblitzlicht eine Aufnahme macht und diese Arbeit wochen- oder monatelang fortsetzt. Die so gewonnenen Einzelaufnahmen werden dann mittels des Kinematographen schnell hintereinander vorgeführt.

Soll an der kinematographischen Reproduktion bei Bewegungsvorgängen ein Flimmern der Bilder verhindert werden, so ist es notwendig, daß sich die Einzelbilder während der Zeit einer Sekunde in der Zahl von mindestens 25 bis 35 einander folgen; es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die Produktion der Bilder stets in kürzerer Zeit auszuführen als ihre Aufnahmen, ein Umstand, der bei der Vor-



282. Photographische Aufnahme eines Blitzstrahls.

führung von Kinematogrammen bisher immer noch störend auffällt. Eine weitere Besserung in dieser Beziehung ist erst zu erwarten, wenn es gelingt, noch wesentlich lichtempfindlichere Schichten herzustellen, als die jetzt gebrauchten.

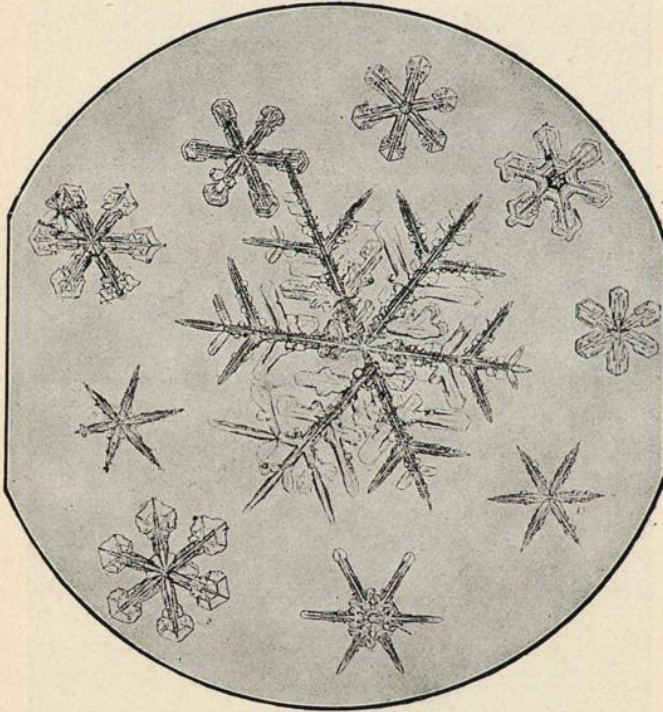
An diese Ergebnisse der Photographie wollen wir schließlich noch einige meteorologische Resultate anreihen, welche ebenfalls nicht ohne Interesse sind. Blitz und Regenbogen, Wolkenformen, Schnee- und Eiskristalle sind bereits vielfach der photographischen Abbildung unterworfen worden, und mannigfache Resultate sind auf diese Weise gewonnen worden. Durch die Photographie ist z. B. festgestellt worden, daß die gewöhnliche Form

des Blitzes durchaus nicht ein Zickzack ist, sondern daß ein Blitz eher einem verästelten Baume gleich, dessen Hauptstamm sich in schlangenförmigen Windungen dahinzieht. Ebenso hat man durch photographische Beobachtung festgestellt, daß die meisten Blitze keine einfachen Entladungen sind, sondern zuckend verlaufen, indem die Entladungen in kürzesten Zeiträumen einander innerhalb des gleichen einmal durch die erste Entladung erzeugten Luftkanals folgen. Wenn dieser Luftkanal unter der Wirkung des Windes bewegt wird, so projizieren sich die einzelnen Entladungen nicht genau aufeinander, vielmehr findet man auf der Photographie eine parallele Struktur des Blitzes, dessen einzelne Elemente je einer einzelnen Entladung entsprechen. Andererseits hat Kayser besonders an manchen Blitzen eine eigentümliche Struktur nachgewiesen, welche an die Struktur und die Schichtung des

elektrischen Lichtes innerhalb der Geißlerschen Röhren erinnert.

Besonderes Interesse ist in letzter Zeit der Photographie der Wolken und ihrer typischen Formen zugewandt worden. Hier stellen sich der Forschung ganz besondere Schwierigkeiten entgegen, weil vielfach die zarten Wolken, deren Struktur von besonderem Interesse ist, sich so wenig vom Hintergrunde abheben, daß an ein Photographieren mit Erfolg nicht zu denken ist. Hier hat die später genauer zu besprechende orthochromatische Photographie besondere Erfolge gezeitigt.

Schließlich wollen wir an dieser Stelle noch der Photographie der Schneekristalle gedenken,



283. Schneekristalle. Nach Dr. Neuhauf.

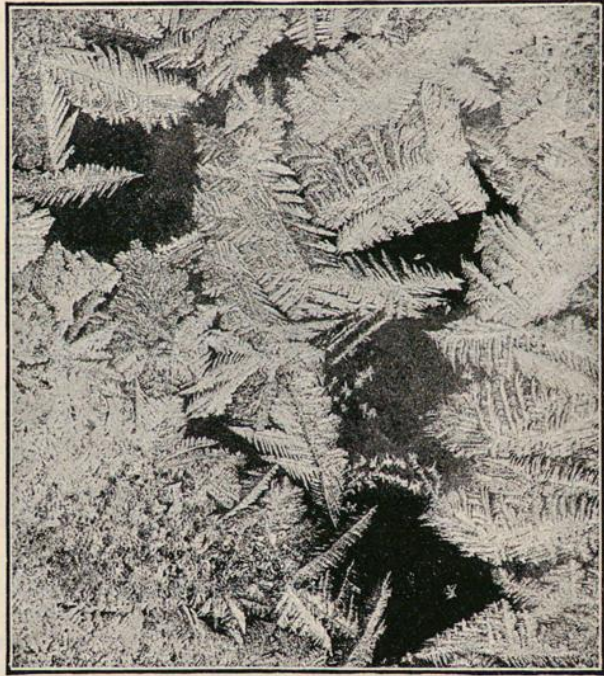
welche besonders von Dr. Neuhauf gefördert worden ist, und von denen wir unseren Lesern in Abb. 283 ein Beispiel vorführen. Die Schneekristalle sind in derselben in etwa 20 maliger Vergrößerung wiedergegeben.

* * *

Wir müssen jetzt die einzelnen Anwendungsarten der Photographie auf dem Gebiet der Wissenschaft verlassen, trotzdem wir uns bewußt sind, daß wir viele wichtige Sachen aus Raumangel hier übergehen mußten, und wenden uns im folgenden noch kurz einigen anderen Anwendungen der Photographie zu, welche ebenfalls des Interesses unserer Leser würdig sind, nämlich der Anwendung der Photographie auf dem Gebiete der Kunst und der Amateurphotographie. Besonders letztere ist des allgemeinsten Interesses würdig geworden, da sie bereits sich fast alle Schichten der gebildeten Bevölkerung erschlossen und mit ihr das Interesse an der Photographie verallgemeinert und indirekt der photographischen Forschung vielfach neue Wege und Methoden eröffnet hat.

Schon bei den Arbeiten von Anschütz und Marey haben wir gelegentlich auf die nahe Verbindung zwischen Kunst und Photographie hingewiesen. Durch die Unter-

suchungen dieser Forscher und ebenso durch die verschiedenen Vergleichenungen Muybridges hat die Kunst außerordentlich viel gelernt. Der Künstler ist mehr denn früher darauf aufmerksam geworden, wie mangelhaft die konventionelle Darstellung bewegter Objekte ist. Wer die Bilder moderner Meister betrachtet, findet überall die Spuren photographischer Forschung in ihnen verwertet. Aber bald erkannte der Künstler, daß die Wiedergabe aller photographisch möglichen Bewegungsformen ihm nicht erschlossen ist. Viele Formen der Bewegung sind derartig vorübergehend und momentan, daß wir sie künstlerisch nicht verwerten können. Andererseits haben sich manche Künstler mit dem Gedanken vertraut gemacht, daß man einen schnellbewegten Gegenstand überhaupt nicht mit scharfen Konturen darstellen kann, und so sind einzelne derselben so weit gegangen, die schnellst bewegten Teile verschwommen wiederzugeben, so weit sie das Auge des Beschauers in Wirklichkeit sieht. Aber in diesen Errungenschaften liegen nicht die einzigen Früchte der Photographie. Die Photographie hat vielmehr auf fast alle Gebieten der Kunst belebend eingewirkt. Der Bildhauer, der Maler, der Architekt sind heute ohne photographische Camera kaum noch denkbar. Das Material, welches eine jetzt ausgestorbene Generation von Künstlern in mühsamster Arbeit in ihren Skizzenbüchern mit Stift und Feder sammelte, wird heute mit ungleich geringerer Mühe vom photographischen Apparat, den zu bedienen die Hand des Künstlers längst gelernt hat, zusammengebracht. Die Früchte dieser Sammlungen, die so ungleich viel reichhaltiger sind, als das, was früher die Skizzenbücher leisten



284. Eiskryalle auf einer Scheibe im polarisierten Licht.
Nach Miethe.

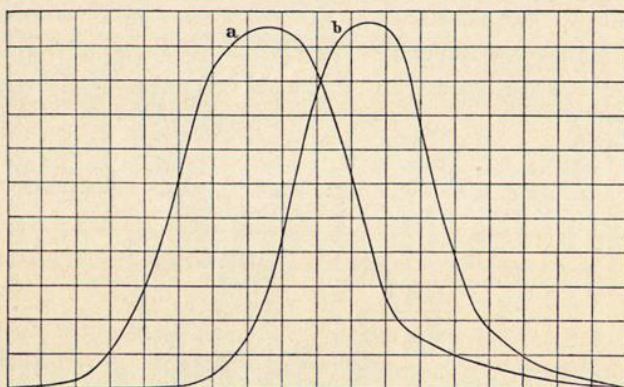
konnten, sind nicht ausgeblieben, und wir bewundern jetzt an den Werken der größten Meister eine Naturwahrheit in der Darstellung der kleinsten Details, welche sonst selbst mit einem noch so großen Aufwand von Mühe unmöglich gewesen wäre. Der Künstler ist heute zugleich Amateur geworden. Aber nicht nur der Künstler; Amateure finden wir in allen Schichten der gebildeten Bevölkerung. Wenn sich auch vielfach die Photographie in den Dienst der leichten Unterhaltung gestellt hat, so verfolgt doch ein großer Prozentsatz unserer Amateure ernstere Ziele, und die Camera ist für viele, denen die ausübende Kunst verschlossen ist, ein Bildungsmittel und eine Befriedigung ihres künstlerischen Triebes geworden. Auf vielen Gebieten der Photographie hat der Liebhaber bereits den Berufsmann verdrängt. Die Landschaftsphotographie, früher eine Domäne des Fachmanns, wird heute fast ausschließlich von Dilettanten kultiviert. Jedem Leser ist bekannt, wie tief in dieser Richtung die Photographie bereits in der Bevölkerung Wurzel gefaßt hat, und aus einer Spielerei, welche die Amateurphotographie noch vor 20 Jahren war, ist heute eine ernste und an Befriedigung reiche Thätigkeit glücklicher Mußestunden vieler geworden.

Spezielle photographische Verfahren.

Die orthochromatische Photographie.

Wir haben in vorstehendem die hauptsächlichsten photographischen Prozesse und ihre Anwendung kennen gelernt. Es erübrigt im nachstehenden noch, einen Blick auf ein ebenso wichtiges Gebiet zu werfen, auf die Photographie, soweit sie sich in den Dienst gewisser wissenschaftlicher und technischer Aufgaben gestellt hat, speziell soweit sie dazu gelangt ist, eine hervorragende Stellung im Druckverfahren zu erhalten. Ehe wir aber zu den photographischen Druckverfahren als solchen direkt uns wenden, müssen wir noch auf einige spezielle photographische Verfahren, die uns zugleich das Verständnis für das nachfolgende liefern werden, eingehen. Besonders muß hier auf die Photographie der natürlichen Farben und ihre Vorbereitung, die sogenannte orthochromatische Photographie, d. h. diejenigen photographischen Verfahren, welche eine möglichst rich-

tige Farbenhelligkeitswiedergabe bezwecken, eingegangen werden.



700 680 660 640 620 600 580 560 540 520 500 480 460 440 420 400

285. Helligkeitskurve des Spektrums nach Fraunhofer.

Wir sahen bereits mehrfach, daß unsere gebräuchlichen photographischen Präparate nicht in gleicher Weise wie das Auge für das verschiedenfarbige Licht empfindlich sind. Das menschliche Auge und wohl auch die Augen der übrigen Tiere sind im wesentlichen für das gelbe und grüngelbe Licht besonders empfindlich. Von diesen Lichtarten aus nimmt die Empfindlichkeit des Auges nach beiden

Enden des Spektrums hin gleichmäßig ab. Nach dem weniger brechbaren Teil des Spektrums zu empfindet das Auge noch die längeren Wellen des orangefarbenen und des roten Lichtes. Lichtwellen von noch größeren Dimensionen werden vom Auge nicht mehr wahrgenommen. Nach der anderen Seite des Spektrums hin nimmt ebenfalls die Empfindlichkeit des Auges ab. Das blaue und das violette Licht wirken auf unser Sehorgan wesentlich schwächer ein als das gelbe und grüne jenseit des violetten Endes des Spektrums; wo, wie die Photographie nachgewiesen hat, noch viel Licht von immer kürzer werdenden Wellenlängen hingelangt, ist das Auge nicht mehr eindrucksfähig. Wenn man sich die Empfindlichkeit des Auges für die verschiedenen Spektralfarben graphisch darstellt, so kommt man zu einer Kurve (s. Abb. 285), welche ihr Maximum im Gelbgrün hat und nach beiden Seiten hin schnell abfällt. Ganz anders verhalten sich z. B. die lichtempfindlichen Silberverbindungen. Wenn wir ein Stück Chlor Silberpapier dem Sonnenspektrum aussetzen, so bräunt sich nicht zuerst die Stelle, welche im gelbgrünen Teil des Spektrums liegt; hier tritt vielmehr gar keine Wirkung ein. Die erste sichtbare Wirkung stellt sich im blauen und violetten Teil des Spektrums ein, und erst allmählich dehnt sich der Bereich der Wirkung speziell nach der violetten Seite weiter und weiter aus, während erst nach äußerst langen Belichtungszeiten auch das gelbe und rote Licht eine photographische Wirkung ausüben. Besonders auffallend ist, daß das Chlor Silber noch weit jenseit des violetten Endes des Spektrums vom Lichte beeinflusst wird, wo das Auge schon längst keine Lichtwirkung mehr wahrnimmt. Ähnlich wie das Chlor Silber verhalten sich fast alle

photographisch empfindlichen Präparate, speziell auch das wichtigste derselben, das Bromsilber. Unsere gewöhnlichen Bromsilbergelatinetrockenplatten sind für gelbes und rotes Licht absolut unempfindlich. Das Maximum ihrer Empfindlichkeit liegt im Blau, und dieselbe nimmt in sehr langgestrecktem Zuge allmählich gegen das Ultraviolett hin ab. Unter gewissen Umständen kann man eine photographische Lichtwirkung über einen Bereich im Ultraviolett noch nachweisen, der fünf- ja zehnmal so lang ist, wie das sichtbare Sonnenspektrum.

Untersuchungen über diese Verhältnisse sind von vielen Forschern angestellt worden, speziell in neuester Zeit von Coren und Schumann. Wenn es sich darum handelt, die Empfindlichkeitsgrenze eines photographischen Präparates im Ultraviolett aufzufinden, so muß man vor allen Dingen darauf Rücksicht nehmen, daß fast alle uns bekannten durchsichtigen Körper in hohem Maße das ultraviolette Licht verschlucken. Dies gilt besonders vom Glase, von der atmosphärischen Luft und auch von der Gelatine. Wenn wir daher durch ein Glasprisma ein Spektrum auf Gelatineplatten entwerfen, so erreicht die Wirkung im Ultraviolett an einer gewissen Stelle ihr Ziel, nicht sowohl aus dem Grunde, daß das jenseit dieser Region fallende Licht die photographische Platte nicht mehr beeinflusst, sondern wesentlich aus dem Grunde, daß dieses äußerst kurzwellige Licht im Glaskörper der Prismen, in der Luft selbst und in dem Behälter der empfindlichen Schicht der Gelatine absorbiert wird. Besonders Schumann sind epochemachende Untersuchungen zu danken, deren Ziel es war, die äußersten, noch photographisch wirksamen Lichtwellen abzubilden. Zu diesem Ende bediente er sich Prismen aus Quarz, nahm die Aufnahmen in einem luftverdünnten oder luftleeren Raum vor und benutzte photographische Schichten, welche aus reinem Bromsilber bestanden, so daß die absorbierende Wirkung der Gelatine ebenfalls ausgeschlossen war. Als Lichtquelle dienten speziell elektrische Entladungen, welche, wie bekannt, äußerst reich an ultravioletten Strahlen sind, besonders wenn die Elektroden aus passenden Substanzen bestehen. Es würde viel zu weit führen, genauer auf diese Schumannschen Untersuchungen einzugehen, welche bis heute auch noch nicht abgeschlossen vor uns liegen.

Sehen wir uns nun einmal um, in welcher Weise die Eigentümlichkeit der photographischen Präparate in der praktischen Photographie hervortritt. Wenn wir irgend einen beliebig gefärbten Gegenstand photographieren, so wird das Photogramm in Bezug auf die Abstufung der Helligkeitswerte der einzelnen Farben ein falsches sein. Rot und Gelb und Hellgrün werden zu schwach und zu dunkel, Blau, Violett und das uns ganz unsichtbare Ultraviolett hell wirken. Das rote Ziegeldach eines Hauses wird schwarz, der blaue Spiegel der See weiß wirken. Thatsächlich sind diese Differenzen bei den Aufnahmen der Naturkörper, speziell in der Landschaftsphotographie auf den ersten Blick nicht sehr erheblich. Es rührt dies besonders davon her, daß die Farben draußen stets gebrochen sind, d. h. daß der scheinbar noch so intensiv einfarbige Gegenstand thatsächlich Lichtarten der verschiedensten Wellenlängen reflektiert. Trotzdem werden aber auch in der Landschaftsphotographie die genannten Mängel der photographischen Präparate thatsächlich nicht unerheblich fühlbar. So bereitet es den Photographen außerordentliche Schwierigkeiten, das Grün der Bäume wiederzugeben; diese Farbe wirkt auf die photographische Platte sehr wenig, und nur die Luftlichter gelangen zur Abbildung. Viel mehr aber stört dieser Fehler, wenn es sich um die Reproduktion von Gemälden, kunstgewerblichen Gegenständen und ähnlichen Sachen handelt. Hier kann es kommen, daß die photographische Abbildung geradezu ein Hohn auf die so oft gerühmte Treue der Photographie wird. Denken wir uns z. B., daß ein Ölbild reproduziert werden soll, dessen feurig erleuchteter Abendhimmel alle Details der dunklen Landschaft und in den blauen Schattentönen überstrahlt. Auf der Photographie findet gerade das Umgekehrte statt. Der rote Himmel, ja, die Sonnenscheibe selbst kommen fast schwarz, während die kalten bläulichen Schatten in der Landschaft weiß kommen. Die photographische Reproduktionen von farbigen Originalen waren daher bis vor kurzer Zeit ein Gebiet, auf dem die Photographie gerade keine Triumphe feierte. Erst durch Entdeckungen der neueren

Zeit ist hier ein durchgreifender Wandel geschaffen worden, speziell durch die bahnbrechenden Arbeiten von H. W. Vogel. Vogel fand, daß gewisse Farbstoffe, in sehr kleinen Mengen photographischen Schichten beigemischt, deren Empfindlichkeit für einzelne Farben verändern resp. vergrößern. Im Jahre 1873 machte derselbe photographische Studien über die Wirkung des Sonnenspektrums auf die gewöhnlichen photographischen Schichten. Hierbei prüfte er auch einige englische Platten, deren Schicht zur Vermeidung der sogenannten Hofbildung mit einem unbekanntem Farbstoff gelb gefärbt war. Diese Platten zeigten zwar bei der Aufnahme gewöhnlicher Objekte durchaus keine markanten Eigenschaften, als der bekannte Forscher aber mit denselben ein Sonnenspektrum aufnahm, fand er, daß dieselben in ganz auffallender Weise grün empfindlich geworden waren. Die Vermutung, daß der beigemengte Farbstoff diese Veränderung zuwege gebracht hatte, erwies sich in der Folge als richtig, und Vogel kam bald dazu, ein Gesetz auszusprechen, welches wir zunächst kurz formulieren wollen, um dann dasselbe näher zu erläutern. Dieses Gesetz lautet: Jeder Farbstoff macht eine photographische Schicht für diejenige Farbe empfindlich, welche er selbst bei durchfallendem Lichte absorbiert. Wenn wir irgend einen Anilinfarbstoff beispielsweise in wässriger Lösung in den Gang eines Büschels weißen Sonnenlichtes einschalten und das hindurchgekommene Licht mit dem Prisma analysieren, so finden wir, daß das bis dahin kontinuierliche Farbenband jetzt vielfach von einigen für den betreffenden Farbstoff charakteristischen sogenannten dunklen Absorptionsbändern durchzogen ist, welche sich von den eigentlichen Fraunhofer'schen Linien nur durch ihre außerordentliche Breite und die Verwaschenheit ihrer Ränder unterscheiden. Lassen wir beispielsweise das Licht durch eine Schicht von Eosinlösung hindurchgehen, so finden wir im Spektrum dunkle Streifen in der grüngelben resp. orangefarbenen Region desselben. Der Farbstoff hat also die Eigentümlichkeit, diese Lichtsorten zu verschlucken oder zu absorbieren. Wenn man einer empfindlichen Schicht von diesem Farbstoff etwas hinzusetzt, so geht derselbe mit dem Silber eine feste Verbindung ein, die man als ein Salz ansehen kann. So bildet z. B. das Eosin eine wohlcharakterisierte Silberverbindung, das Eosinsilber, aus welcher das Eosin durch Extraktion mit irgendwelchen Substanzen nicht mehr abgetrennt werden kann. Das Eosinsilber ist nun für diejenigen Farben empfindlich, welche das Eosin nicht hindurchgehen läßt. Diese Thatsache ist von fundamentaler Bedeutung für die Photographie geworden. Wenn sich auch im Laufe der Zeit gezeigt hat, daß das Vogelsche Absorptionsgesetz nicht in allen Fällen mit voller Strenge gültig ist, daß vielmehr dasselbe in jedem Falle einer praktischen Bestätigung bedarf, so ist doch andererseits eine Beziehung in der Art, wie sie das Vogelsche Gesetz verlangt, unzweifelhaft vorhanden.

Seit den grundlegenden Arbeiten Vogels auf diesem Gebiete haben sich eine große Anzahl von Forschern der Sache bemächtigt und wichtige Resultate zu Tage gefördert. Man hat allmählich unter der großen Zahl der zu Gebote stehenden Farbstoffe gewisse Substanzen herausgefunden, welche besonders geeignet sind, die Farbenempfindlichkeit der photographischen Präparate bei ihrer Einverleibung in die photographischen Schichten zu verändern und mehr der Farbenempfindlichkeit des menschlichen Auges anzunähern. Dabei hat sich gezeigt, daß gewisse Farbstoffe für gewisse photographische Präparate, andere wieder für andere Präparate geeignet sind. Von natürlichen Farbstoffen wird besonders das Chlorophyll als sogenannter Sensibilisator benutzt, von den künstlichen Farbstoffen speziell das Eosin, das Erythrosin, das Chinolinblau, das Chinolinrot, das Magdalarot und noch eine ganze Reihe anderer ähnlich zusammengesetzter Körper. Eine Mischung des Chinolinrot mit dem Chinolinblau hat die besonders günstige Eigenschaft, Bromsilbergelatineplatten zugleich für Gelbgrün, Orange und Rot empfindlich zu machen, und zwar unter gewissen Umständen empfindlicher als die ursprünglichen blau empfindlich waren. Auf diesem Gebiete wird auch heutigetags noch immer weiter geforscht und speziell die praktische Anwendung dieser sogenannten farbenempfindlichen Platten vervollkommenet. Die Art, wie man diese Farbstoffe den photographischen Schichten einverleibt, ist im allgemeinen eine zweifache; entweder setzt man dieselbe sogleich der

Emulsion zu, wobei äußerst geringe Mengen zur Anwendung gelangen, oder man behandelt die fertigen photographischen Platten durch Baden in sehr verdünnten Farblösungen. Beide Wege geben für gewisse Zwecke gleich gute Resultate, immer aber muß der Farbstoff in einer ganz außerordentlich geringen Menge der photographischen Schicht beigemischt sein. Es hat sich gezeigt, daß derartige mit Farbstoffen versetzte Schichten im allgemeinen dem Verderben und der Selbstzersehung in hohem Grade unterworfen sind, und dies ist ein Fehler, an welchem die orthochromatische Photographie noch oft krankt, obwohl auch hier bereits Erfahrungen gemacht sind, welche sicher dazu führen werden, farbenempfindliche Platten von großer Haltbarkeit fabrikmäßig herzustellen. Für die meisten Zwecke der Photographie farbiger Gegenstände reichen diese Farbenplatten aus. Es gibt aber häufig auch Fälle, in denen die Blauempfindlichkeit des Präparates im Vergleich zur Rotempfindlichkeit eine immer noch zu große ist. Hier wendet man Mittel an, um die Intensität des blauen Lichtes zu schwächen. Dies geschieht durch Einschaltung sogenannter Lichtfilter in den Strahlengang, derartig, daß man z. B. vor der photographischen Linse ein gelb gefärbtes Glas oder ein von planparallelen Wänden begrenztes Gefäß mit einer passenden Farbstofflösung einschaltet. Schließlich auch bringt man diese Farbenfilter häufig direkt vor der empfindlichen Platte an oder hilft sich speziell bei Gemäldereproduktionen damit, daß man das Original bereits mit farbigem, gelblich getöntem Lichte, z. B. mit Petroleum- oder Gaslicht, beleuchtet.

Durch die sogenannte orthochromatische Photographie wird, wohl verstanden, nicht etwa, wie man häufig mißverständlich angenommen hat, eine farbige Photographie erzeugt, sondern vielmehr das Ziel verfolgt, die Farben in ihren Tonwerten und Helligkeitsabstufungen so wiederzugeben, wie sie dem Auge erscheinen. Ganz andere Zwecke verfolgt ein anderes Gebiet der Photographie, die Photographie in natürlichen Farben. Hier handelt es sich um die Lösung eines Problems, welches bis jetzt trotz wesentlicher Fortschritte auf diesem Gebiete immer noch seiner definitiven Lösung harret, um die Herstellung von Photographien in natürlichen Farben, die mit dem Original nicht nur die Zeichnung, sondern auch die Farbigkeit gemeinsam haben. Die Beobachtungen, welche daraufhin geführt haben, daß überhaupt eine Photographie in natürlicher Färbung möglich sein müsse, sind bereits sehr alt. Schon Seebeck erkannte, daß Chlor Silber sich verschieden färbt, je nachdem es verschiedenem, grünem oder blauem Licht ausgesetzt ist. Diese Versuche sind unzählighal wiederholt worden, speziell haben sich Dufos du Hauron, Zenker und andere Forscher auf diesem Gebiete Verdienste erworben. Die Resultate aber blieben ganz verschwindende und praktisch bedeutungslose, da der Grund des Seebeck'schen Phänomens nicht erkannt wurde. Der einzige Körper, bei dem man die Fähigkeit, die Farben in gewisser Weise wiederzugeben, einigermaßen ausgebildet fand, blieb das Chlor Silber. Alle Versuche, in natürlichen Farben zu photographieren, verfolgten den Weg, daß man zunächst das Chlor Silber durch Lichtwirkung im weißen Lichte „anlaufen“ ließ, d. h. es einen gewissen Grad von Dunkelheit erreichen ließ. Dieses so nachgedunkelte Chlor Silber, das sogenannte Photochlorid, zeigte dann die Eigenschaft, gewisse Farben, wenn auch sehr unvollkommen, wiederzugeben. Wenn man beispielsweise ein nachgedunkeltes Chlor Silberpapier unter farbigen Glasstücken dem Lichte aussetzte, so nahm dasselbe nach stundenlanger Belichtung unter rotem Glase eine rötliche, unter gelbem eine gelbliche, unter grünem eine grünliche Schattierung an. Es gelang aber nicht, diese farbigen Bilder, welche nebenbei außerordentlich unvollkommen waren, dauernd zu fixieren, und es scheint fast, als wenn dieser Weg auch für die Zukunft als ziemlich aussichtslos zu betrachten sei.

Der deutsche Forscher Zenker war es, welcher vielleicht zuerst eine Erklärung der Photographie in natürlichen Farben auf Chlor Silber gab und dadurch den Weg zu anderen hochwichtigen Entdeckungen eröffnete, der besonders von dem französischen Forscher Lippmann nicht ohne Glück beschritten wurde. Zenker erklärte das Zustandekommen der Farben in farbigem Lichte dadurch, daß er annahm, daß in der photographischen Schicht sogenannte stehende Wellen entstünden. Es gibt eine große Anzahl von Naturkörpern, welche, ohne selbst ein farbiges Pigment zu enthalten, durch sogenannte Interferenzwirkung

des Lichtes farbig erscheinen. So verdankt das Farbenpiel der Vogelfedern, der Perlmutter, der Flügeldecken vieler Käfer seine Entstehung der Interferenz des Lichtes. Diese Oberflächen haben eine Art feine regelmäßige Struktur, die eine Absorption gewisser Lichtarten und ein Zurückwerfen anderer zur Folge hat. Wenn wir daher diese Strukturen künstlich herstellen können, so werden derartige Flächen auch im reflektierten Licht gewisse Farben zeigen. Dieses Phänomen ist längst bekannt und in der Physik vielfach verwendet worden. Uns erscheint beispielsweise eine mit höchst feinen Strichen geritzte Glastafel bei schräg einfallendem Lichte farbenschillernd, und wenn wir ein Stück Perlmutter galvanoplastisch abformen, wobei die Oberfläche des Metalles die Struktur des Originals mit allen Feinheiten wiedergibt, so erstrahlt dieselbe ebenfalls in den Farben der Perlmutter. Denken wir uns irgend einen durchsichtigen Körper von gleichmäßigen Lagen durchscheinender Schichten durchsetzt, deren Entfernungen gleich der Wellenlänge irgend einer bestimmten Lichtfarbe sind, so wird eine derartige Fläche im reflektierten Licht farbig erscheinen, weil das seiner Wellenlänge nach mit der Distanz der durchscheinenden Schichten übereinstimmende Licht aus ihrer Tiefe kräftiger reflektiert wird, als die übrigen Lichtarten. Diese Thatache hat sich die Farbenphotographie zu nütze gemacht. Denken wir uns irgend eine äußerst feinkörnige photographische Schicht auf einer polierten Oberfläche, z. B. Silber oder Quecksilber ausgebreitet und farbiges Licht auf dieselbe fallend, so dringt dasselbe in die Schicht ein und wird von der spiegelnden Fläche wieder zurückreflektiert. Durch die Lichtwirkung bilden sich jetzt in gewissen Zonen, die um die Wellenlänge voneinander abstehen, dunkle Lamellen, welche nachher in der Aufsicht die Schicht in der Farbe des Lichtes erstrahlen lassen, welches die Wirkung hervorbrachte. Dies ist das Prinzip, welches Zentner aufstellte, und welches Lippmann mit großem Glück verwertete. Die Art, wie Lippmann seine Versuche anstellte, ist folgende: Er bereitete auf irgend einer durchsichtigen Unterlage, z. B. einer Glasplatte, eine äußerst feinkörnige photographische Schicht, indem er beispielsweise Bromsilber in feinsten Verteilung in Eiweiß suspendierte. Nachdem die Schicht getrocknet war, legte er die Platte in eine Kassette und zwar mit der Schichtseite nach innen und füllte den Raum hinter derselben mit Quecksilber, welches einen mit der Schicht in Kontakt stehenden Spiegel bildet. Dieß er auf eine so vorbereitete Schicht das Sonnenspektrum eine gewisse Zeit einwirken, entwickelte und fixierte die Platte, so zeigte dieselbe nach dem Trocknen ein Spektrumbild in den natürlichen Farben, welches ebenso wie die Daguerreschen Bilder natürlich nur in der Aufsicht sichtbar ist. Es haben sich nämlich dann in dieser Schicht feine Lamellen reduzierten Silbers gebildet, welche in Abständen voneinander angeordnet sind, die den Wellenlängen des zeugenden Lichtes entsprechen. Bei diesen Versuchen erinnerte man sich daran, daß auch auf den Daguerreotypieplatten gelegentlich Farben zum Vorschein gekommen waren, und die Erklärung war an der Hand der gegebenen Hypothese eine leichte und zweifellose.

Diese Versuche von Lippmann, welche zunächst äußerlich nur ein wissenschaftliches Interesse darboten, sind von anderen Forschern aufgenommen worden und haben zu weiteren Vervollkommnungen geführt. In Frankreich waren es die Gebrüder Lumière, in Osterreich besonders der verdiente photographische Forscher Valenta, welche auf dem aussichtsvollen Wege weiter arbeiteten und die Aufgabe besonders dadurch förderten, daß sie Methoden erfanden, um Lippmannsche Schichten von größerer Empfindlichkeit herzustellen. Die Resultate, welche auf diesem Wege gewonnen wurden, sind bereits in ein Stadium getreten, daß man ihnen auch eine gewisse praktische Bedeutung nicht absprechen kann, wenn es auch voraussichtlich noch lange dauern wird, ehe eine Lösung des Problems auf diesem Wege erwartet werden kann. Die Hauptschwierigkeit, die sich der Forschung hier entgegenstellt, ist die, daß wir heute noch nicht imstande sind, photographische Schichten von nur einigermaßen großer Empfindlichkeit herzustellen, welche zugleich so feinkörnig sind, daß sie den Bedingungen der Lippmannschen Versuche entsprechen. Um zu erwähnen, wie weit wir auf diesem Wege bereits gekommen sind, mag der Thatfache gedacht werden, daß die Gebrüder Lumière derartige farbige Aufnahmen mit Erfolg aus-

geführt haben und dieselben durch eigentümlich konstruierte Projektionsapparate in aller ihrer Farbenscönheit einem großen Publikum vorführen konnten.

Die wesentlichste Bervollkommnung hat aber die Farbenphotographie auf Lippmann'scher Basis durch Dr. Neuhauß erfahren, der diese Methode so weit verfeinert hat, daß es mit ihrer Hilfe ohne besondere Schwierigkeiten möglich ist, jeden beliebig gefärbten Gegenstand naturfarbig zu photographieren, wenn auch die Schwierigkeit der langen Expositionszeit noch immer nicht überwunden wurde. Es mag darauf hingewiesen werden, daß sich um die Theorie des Lippmann'schen Verfahrens auch in einer für die Praxis äußerst wertvollen Weise vor allen Dingen Dr. Wiener verdient gemacht hat, und daß den theoretischen Untersuchungen dieses Forschers zum Teil die besten praktischen Bervollkommnungen verdankt werden.

Indessen sind andere bemüht gewesen, dem alten Problem der Farbenphotographie auf andere Weise nahe zu kommen und farbige Photographien auf indirektem Wege zu erzeugen. Hier sind bereits Resultate von eminentester praktischer Bedeutung gewonnen worden, auf welche wir nun einzugehen haben werden.

Die Farbenphotographie auf indirektem Wege geht nicht darauf aus, mittels einer einzigen Operation ein farbiges Bild zu erzeugen, sondern sie begnügt sich damit, das Endresultat durch Kombination zuwege zu bringen, derartig, daß mehrere an sich einfarbige Aufnahmen zu einem farbigen, reellen oder scheinbaren Bilde vereinigt werden. Die beiden Wege, welche zur Erreichung dieses Zweckes eingeschlagen worden sind, sind etwa gleichartig, und wir verzichten hier auf ihre geschichtliche Entwicklung, weil über dieselben die Akten noch nicht geschlossen sind. Die Ansprüche einzelner an die wichtigen Entdeckungen werden von anderen bestritten, und um vollkommen parteilos zu bleiben, wollen wir uns zunächst an die Fakta selbst halten.

Durch Kombination von gewissen Grundfarben kann jede beliebige Nuance erzielt werden. Wenn man die reinen Spektralfarben Gelb, Blau und Rot miteinander in passenden Verhältnissen mischt, so läßt sich jede beliebige Farbe, wie sie in der Natur vorkommt, herstellen. Dieses Faktum, welches an sich einwandsfrei, in der Praxis aber schon dadurch beschränkt wird, daß wir nicht mit Spektralfarben, sondern mit Pigmenten arbeiten, ist die grundlegende Thatsache für die Möglichkeit der indirekten Photographie in natürlichen Farben. Wir wollen nun zunächst sehen, wie Ives, ein bekannter amerikanischer Forscher, dies Problem gelöst hat. Ives nimmt denselben Gegenstand entweder nacheinander oder gleichzeitig durch drei verschieden gefärbte Gläser auf, durch ein rotes, ein gelbes und blaues. Durch das rote Glas geht nur das rote Licht hindurch und das resultierende Negativ ist überall da geschwärzt, wo im Original rote Farbe vorhanden war, und zwar ist die Schwärzung um so intensiver, je mehr Rot die betreffende Stelle des Original enthielt. Ebenso kommt durch das gelbe und das blaue Glas je ein entsprechendes Negativ zustande, welches die gelben und blauen Töne des Originals als mehr oder weniger dunkle Stellen wiedergibt. Denken wir uns nun von den drei so entstandenen Negativen, welche alle drei schwarz, aber in der Tonabstufung sehr verschieden sein werden, Glaspositive hergestellt und dieselben durch ein rotes Glas mit rotem Lichte bestrahlt, und das so erleuchtete Glaspositiv auf einen Projektionschirm geworfen, so ist das projizierte Bild ebenfalls natürlich einfarbig; es ist da am hellsten Rot, wo das Original am meisten Rot enthielt, und da schwarz, wo das Original kein Rot enthielt. Denken wir uns nun weiter auf dieselbe Stelle des Projektionschirmes durch ein blaues Glas das entsprechende Diapositiv und durch ein gelbes Glas das entsprechende Gelbdiapositiv projiziert, so ist leicht einzusehen, daß das resultierende, aus drei einfarbigen Bildern zusammengesetzte Gesamtbild die Farbe des Originals wiedergeben muß, vorausgesetzt, daß die rote Platte wirklich nur das rote Licht, die blaue und gelbe Platte nur das blaue und gelbe Licht hindurchlassen, und daß die drei Farben in passender Weise gegeneinander abgestimmt waren. Ives erzeugt also in Wirklichkeit überhaupt kein farbiges Bild, sondern er projiziert nur drei einfarbige Bilder aufeinander, und nur durch ihre Kombination entsteht ein scheinbar vielfarbiges Bild auf dem Projektions-

schirm. Man kann dieses Verfahren noch insofern variieren, als man die drei einfarbigen Bilder nicht auf den gleichen Schirm projiziert, sondern mit Hilfe eines verschiedene Spiegel oder brechende Prismen enthaltenden Apparates im Auge scheinbar zur Deckung bringt. Einen solchen Apparat nennt Ives ein Heliochromoskop.

Wie wir gesehen haben, muß, da wir mit reinen Spektralfarben nicht arbeiten können und auch in der Wahl der farbigen Gläser sehr beschränkt sind, und da zu gleicher Zeit es keine photographischen Platten gibt, welche nur für eine einzige Spektralfarbe empfindlich sind, das farbige Bild von der Wirklichkeit um so mehr verschieden sein, je weniger wir in der Lage sind, uns den idealen Bedingungen zu nähern. Thatsächlich aber haben die Resultate, welche Ives auf diesem Wege erreicht hat, diesseit und jenseit des Ozeans das höchste Interesse wachgerufen, und Gesellschaften, welchen die polychromen Bilder vorgeführt wurden, haben dieselben mit Enthusiasmus aufgenommen.

Wir wenden uns jetzt zu der zweiten Methode, zur Herstellung indirekter Naturfarbenphotographien. Diese Methode müßten wir eigentlich in ein späteres Kapitel verweisen, schließen sie aber der Vollständigkeit wegen hier an, indem wir den Leser bitten, das ihm an dieser Stelle zum Verständnis Mangelnde im Abschnitt „Graphische Künste“ einzusehen. Dieses Verfahren, der sogenannte Naturfarbendruck oder Dreifarbendruck, ist dem Prinzip nach längst bekannt, ist aber erst in jüngster Zeit durch das Zusammenwirken einer Anzahl Forscher, besonders durch Untersuchungen von E. Vogel zu großer Vollkommenheit gebracht worden. Das Prinzip ist nicht wesentlich von dem Ives'schen verschieden; auch der sogenannte Dreifarbendruck erzeugt zunächst durch drei gefärbte Lichtfilter hindurch drei Negative nach einem farbigen Original. Statt nun aber diese Negative in Positive zu verwandeln und durch passende farbige Medien hindurch durch Projektion zu einem Gesamtbild zu kombinieren, werden im Dreifarbendruck nach den Originalnegativen photographische Druckplatten hergestellt. Diese Druckplatten, welche nach irgend einem der bekannten, früher beschriebenen photomechanischen Verfahren angefertigt werden, werden mit passenden Druckfarben eingewalzt und aufeinander auf ein Stück Papier gedruckt. Wir müssen uns hier versagen, auf die sehr interessanten Details dieses Prozesses näher einzugehen, das Ange deutete wird genügen, um das Prinzip desselben kennen zu lernen. Auf diesem Wege ist man imstande, nach irgend einem beliebigen farbigen Original, innerhalb der bereits beim Ives'schen Prozeß ange deuteten Beschränkungen, eine farbige naturgetreue Reproduktion mit Hilfe der Buchdruck- oder Kupferdruckpresse in beliebiger Auflage herzustellen. Die oben ange deuteten Unvollkommenheiten der Photographie in natürlichen Farben sind im Dreifarbendruck vielleicht noch weniger überwunden, als im Ives'schen Verfahren, aber die Verbreitung, die bereits dieser Prozeß gefunden hat, und die verhältnismäßige Schönheit der Resultate lassen erkennen, daß hier ein Weg bereits angedeutet ist, auf welchem später die schönsten Errungenschaften gewonnen werden müssen. Augenblicklich beschäftigen sich mit dem Dreifarbendruck schon viele Firmen, u. a. Albert in München und die Staatsdruckerei in Petersburg, Meisenbach & Riffarth, sowie die von E. Vogel selbst geleitete Anstalt in Berlin.