Wie entsteht das photographische Bild?

Autor(en): **Scheffler, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue suisse de photographie**

Band (Jahr): **14 (1902)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-523834

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wie entsteht das photographische Bild?

von H. Scheffler (Schœneberg)

Zweierlei Vorgänge sind es, welche beim Zustandekommen des photographischen Bildes zusammenwirken, physikalisch-geometrische und chemische. Die erste Aufgabe der Lichtschreibekunst, von den Naturobjekten flächenartig ausgebreitete Bilder zu erzeugen, welche den Gesetzen der malerischen Perspektive entsprechen, gehört in die geometrische Optik; die darauf folgende, diese Bilder festzuhalten, in die Chemie. Während sich aber jedem Jünger der Kunst mit den Bezeichnungen, welche die chemischen Prozesse tragen: Entwickeln, Fixieren u. s. w. gewisse Begriffe von selbst verbinden, fehlt sehr allgemein über den ersten Teil des Werkes, die Bildererzeugung, jede nähere Vorstellung. Der folgende Aufsatz nun beschäftigt sich mit den physikalischen Grundlagen der Abbildung und soll — andeutungsweise — zeigen, in welcher Weise die Lösung der Aufgabe durch das photographische Objektiv befriedigend gelingt.

Die Gegenstände der Natur werden sichtbar durch Lichtstrahlen, welche geradlinig von allen Punkten nach allen Richtungen verlaufen, durch die Pupille ins Auge treten, und hier, wie vorgreifend bemerkt werden soll, in der-

selben Weise wie im photographischen Apparate, zu einem Bilde auf der Netzhaut verarbeitet werden. In Fig. 1 ist von der Gesamtmenge der Strahlen für jeden Punkt des Gegenstandes O nur je einer gezeichnet; es sind diejenigen ausgesondert, welche sich in demselben Punkte P schneiden.

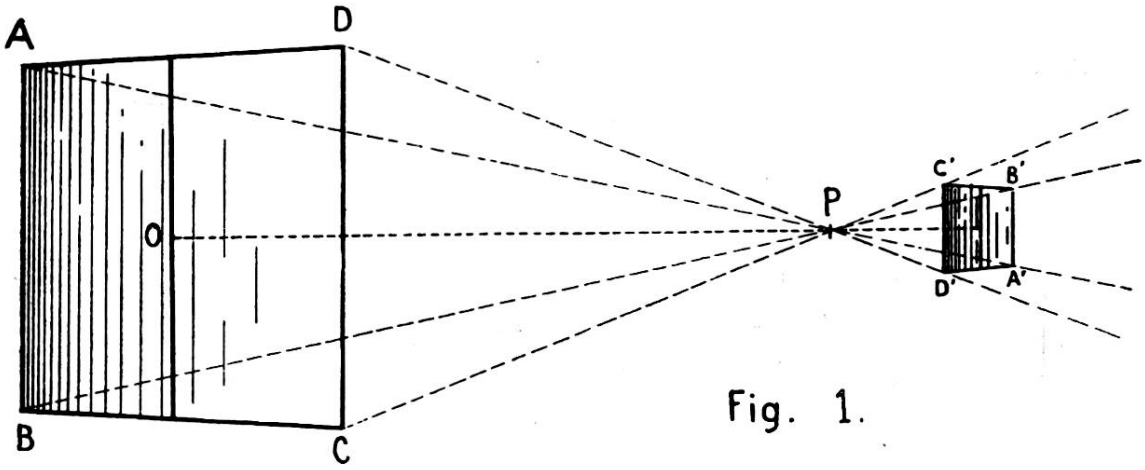

Fig. 1.

Stellt man in den Strahlengang hinter den Kreuzungspunkt einen Schirm, so wird auf diesem durch jeden Strahl ein Punkt markiert, welcher als Bildpunkt zu dem Ausgangspunkte des Strahles gehört. Im ganzen entsteht so, rein geometrisch, ein umgekehrtes, flächenartig ausgebreitetes Bild des Gegenstandes; P ist der Augenpunkt.

Die Uebertragung dieser geometrischen Verhältnisse ins Praktische ergiebt die Lochkamera. Die Lichtstrahlen treten durch eine kleine Oeffnung von beliebiger Gestalt in eine Dunkelkammer, deren Rückswand, eine Mattscheibe, den auffangenden Schirm vertritt. Allerdings geht hier von jedem Objektpunkte nicht ein einzelner Strahl, sondern ein von der Oeffnung begrenzter Strahlenkegel aus, und erzeugt auf dem Schirm ein Lichtscheibchen, welches nach seinem Rande zu, wo die Strahlen mehr auseinanderstreben, lichtschwächer wird. Durch die Uebereinanderlagerung der Scheibchen, welche die einzelnen Lichtpunkte vertreten, entsteht natürlich ein verschwommenes Bild. Wir haben kein Mittel, volle Schärfe zu erzielen, da mit der Ver-

kleinerung der Eintrittsöffnung zwar eine grössere Annäherung an den geometrischen Kreuzungspunkt erfolgt, aber gleichzeitig ganz neue Erscheinungen, Beugungsvorgänge, auftreten, welche noch viel störender einwirken und zuletzt die Wiedergabe des Objektes überhaupt unmöglich machen, ganz abgesehen davon, dass auch die eintretende Lichtmenge immer geringer und damit das entstehende Bild immer lichtschwächer wird.

Es musste daher dieser auf den ersten Blick so einfach erscheinende Weg verlassen werden. Eine andere Eigenschaft des Lichtes, seine Brechbarkeit, wurde die Grundlage für die Abbildung. Hier hatte die Natur durch den Bau des menschlichen Auges bereits selbst die Wege gewiesen.

Wenn Lichtstrahlen aus einem dünnen in einen dichteren Stoff (Medium) übertreten oder umgekehrt, so erfolgt an der Trennungsfläche beider Medien eine Richtungsveränderung. Wenn beispielsweise von einem Gegenstandspunkte P unter Wasser der Lichtstrahl P A auf die Oberfläche unter einem schiefen Winkel auffällt (Fig. 2), so verläuft er in der Luft in einer anderen Richtung (A O). Denken wir uns das Auge in O, so wird es den Punkt P in der Richtung O A P′, also gegen seine wirkliche Lage gehoben erblicken, eine Thatsache, die allgemein bekannt ist. Der Grund für diese Richtungsveränderung liegt darin, dass die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Licht-

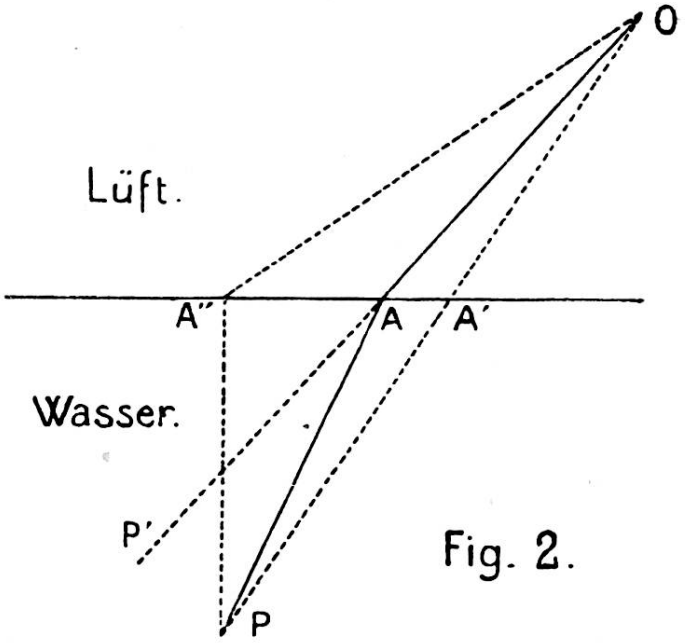

Fig. 2.

erregung (Wellenbewegung) in der Luft fortpflanzt, grösser ist, als im Wasser, und dass das Licht nach einem allgemein in der Natur giltigen Gesetze zwischen zwei Punkten denjenigen Weg einschlägt, auf welchem es am schnellsten zum Ziele kommt. In einem und demselben Stoffe ist dies natürlich die gerade Linie. Tritt es aber wie hier aus Wasser in Luft ein, so würde der Weg auf der geraden Linie PA'O eine längere Zeit in Anspruch nehmen, als auf einem andern, geometrisch genau zu bestimmenden Wege PAO. Dieser ist von allen möglichen Wegen zwischen P und O so beschaffen, dass die Zeiten der Teilstrecken PA und AO zusammen den kleinsten Wert ergeben. Vergleichen wir ihn z. B. mit dem geradlinigen Wege PA'O, so ist PA kleiner als PA', AO grösser als A'O; es überwiegt aber der auf dem Wege PA im dichteren Medium erlangte Zeitgewinn den Zeitverlust auf dem Wege AO; würde dagegen der Strahl im dichteren Medium den kürzesten Weg einschlagen, also senkrecht auf die Trennungsfläche in A'' auftreffen, so wäre der Zeitverlust auf dem Wege A''O ein grösserer als der Gewinn auf jenem kürzesten Wege. Dieses Prinzip der schnellsten Ankunft lässt sich in eine sehr einfache mathematische Formel fassen, sodass es leicht ist, zu jedem Strahle, der in ein anderes Medium tritt, den gebrochenen zu konstruieren.

Von dem Punkte P unter Wasser gehen nun, wie in der Luft, nach allen Richtungen hin Strahlen aus, werden an der Oberfläche des Wassers gebrochen und treten in anderen Richtungen in die Luft. Jetzt zielen sie aber nicht mehr, wie vorher, nach einem und demselben Punkte. In die Pupille kann allerdings nur ein begrenztes Strahlenbündel eintreten, doch auch dieses erzeugt nur ein sehr verschwommenes Bild des Punktes. Aber — und das ist für die Möglichkeit der Abbildung auf Grund der Strahlenbrechung das Entscheidende — das Auge hat eine Grenze

seiner Leistungsfähigkeit. Unbewaffnet kann es — nach Helmholtz — Linien, welche weniger als 0,1 mm. von einander entfert liegen, nicht mehr als getrennt warnehmen. Es wird demnach für das Zustandekommen eines scharfen physikalischen Bildpunktes hinreichend sein, dass das gebrochene Strahlenbündel an irgend einem Orte so eng eingeschnürt ist, dass auf dem hier aufgestellten Schirm das Lichtscheibchen keinen grösseren Durchmesser als 0,1 mm. hat. Durch die Brechung an einer einzigen ebenen oder gekrümmten Trennungsfläche lässt sich dies nicht erzielen, hier müssen wie es bei den photographischen Objektiven der Fall ist, mehrere brechende Flächen zusammenwirken.

Bei den Objektiven sind die Trennungsflächen der Medien Teile von Kugeloberflächen; die Lichtstrahlen treten aus der Luft in Gläser von verschieden starker Fähigkeit, die Lichtstrahlen zu brechen, ein und schliesslich wieder in die Luft aus. Man nennt die von zwei Kugelflächen begrenzten Glaskörper, aus welchen das Objektiv zusammengesetzt ist, Linsen, nach der Aehnlichkeit, welche eine der Formen (Fig. 3*a*) mit der Hülsenfrucht hat. Die möglichen Linsenformen sind in Fig. 3 im Längschnitt gezeichnet, man nennt *a* bikonvex (zweiseitig erhaben), *b* bikonkav (zweiseitig hohl); *c* und *d* sind Menisken (Möndchen). Alle Linsen eines Objektivs sind centriert, d. h. die Mittelpunkte aller begrenzenden Kugelflächen liegen auf einer geraden Linie, der optischen Axe. Wenn wir nun die ganz spezielle Annahme machen, dass für jede der in Fig. 3 gezeichneten Linsen ein Objektpunkt P_1 auf der optischen Axe sehr weit vor der Vorderfläche liegt, und sie als abbildende Strahlen nur solche zulassen, welche der Achse sehr nahe verlaufen, so liegt bei den Linsen *a* und *c* der Bildpunkt P_2 auf der Axe hinter der Linse, bei *b* und *d* wieder vor der Linse. Es haben also *a* und *c* die Strahlen gesammelt und in P_2 zum reellen Schnitt gebracht; *b* und *d* haben sie dagegen

zerstreut, sodass sie nur rückwärts verlängert, also geometrisch, die Axe schneiden. Der Strahlengang ist aus Fig. 3 ersichtlich.

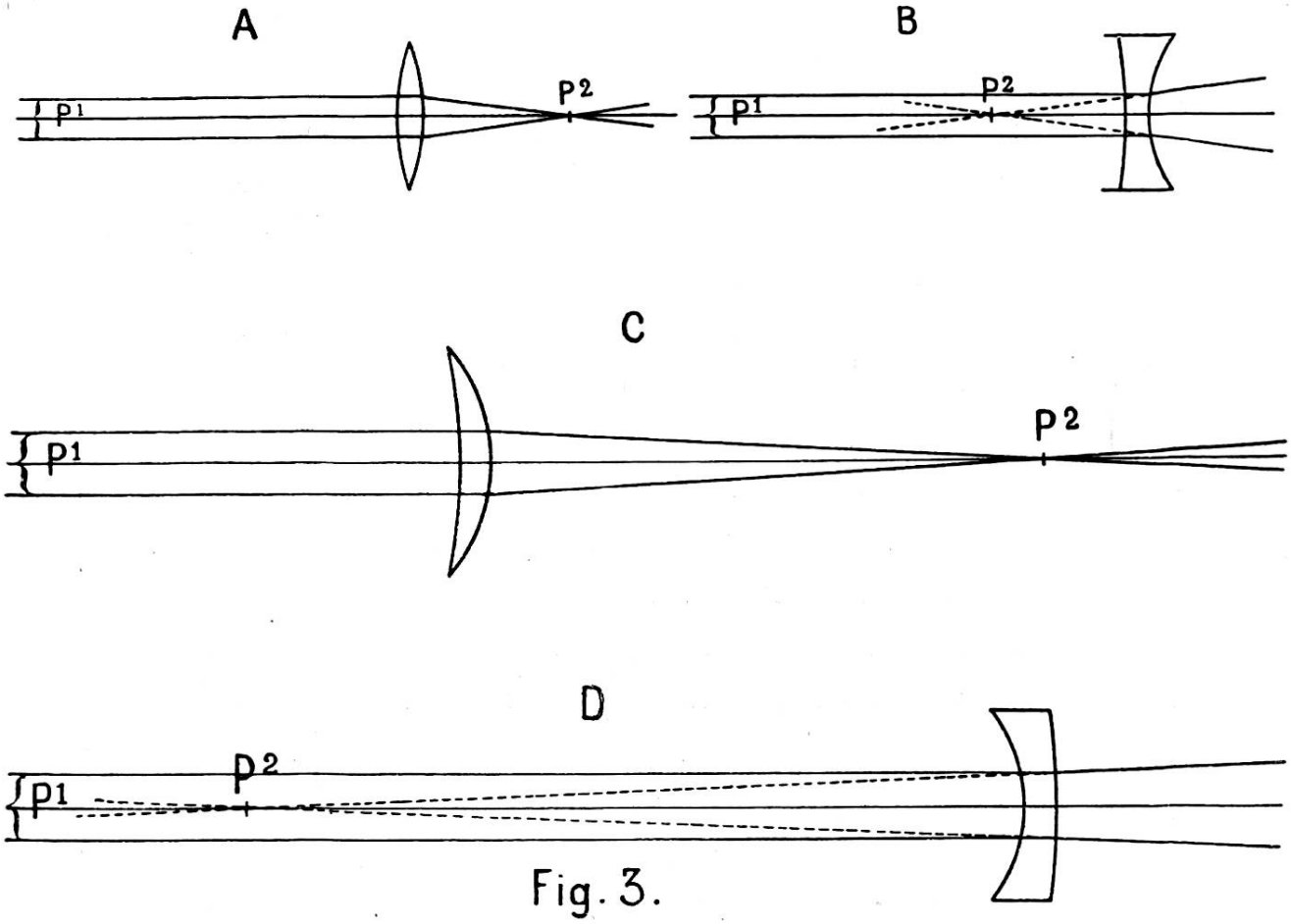

Fig. 3.

Aus sammelnden (positiven) und zerstreuenden (negativen) Linsen setzen sich die photographischen Objektive zusammen. Dadurch, dass man die Krümmungen der trennenden Kugelflächen, die Dicken und Abstände der Linsen, die Glassorten durch zum Teil recht schwierige Untersuchungen bestimmt, kann man sodann in obigem (physikalischen) Sinne scharfe Bildpunkte und im ganzen ein Bild erhalten, welches wie in Fig. 1 dem Objekt perspektivisch entspricht. Nur treten statt des einen Punktes P zwei, P_1 und P_2, auf (Fig. 4), das Bild ist also gegen das in Fig. 1 gezeichnete parallel verschoben. Es hat einen von der Stellung des Objektes abhängigen Ort, was bei der in Fig. 1 dargestellten Abbildung nicht der Fall ist. Entfernt man

Photogravure Corbaz & Cie. Phot. R. Ganz.

Le modèle.

den Gegenstand vom Objektiv, so rückt das Bild diesem näher und umgekehrt: Bild und Objekt bewegen sich also in demselben Sinne.

Die Grenzen, in welchen diese vollendete Abbildung gelungen ist, konnten im Laufe der Zeit immer mehr erweitert werden. Namentlich hat das letzte Jahrzehnt durch die Erfindung der verschiedenen anastigmatischen Objektive wieder einen bedeutenden Fortschritt gebracht. Die immer grössere Ausbreitung der photographischen Kunst ist für die Wissenschaft wie für das Leben von gleich grosser Bedeutung geworden.

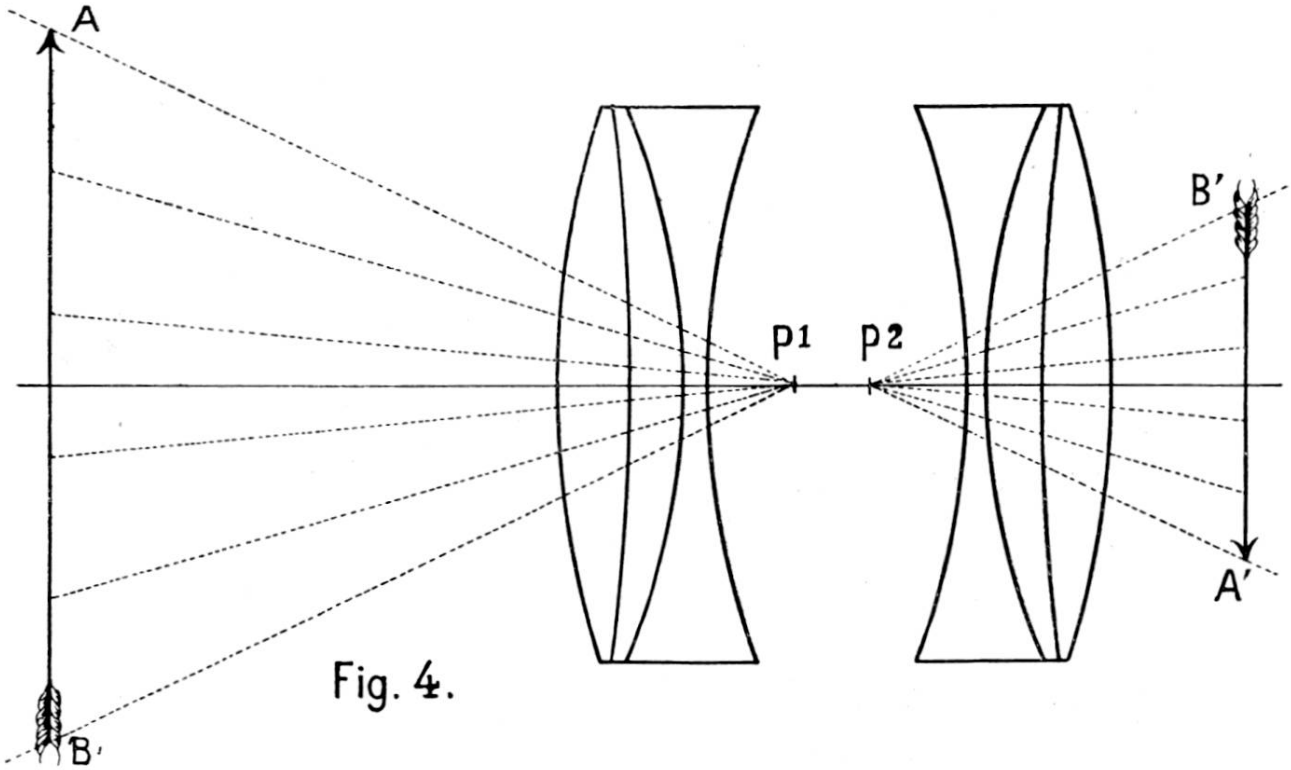

Fig. 4.