

Viertes Capitel.

Photographische Optik.

Das Licht ist das Lebenselement, der zeichnende Griffel des Photographen, und die Kenntniß seiner Eigenschaften ist deshalb für ihn ebenso nothwendig, als für den Maler die Kenntniß seiner Zeichenmaterialien und Farben. Daher bildet die Optik, d. i. die Lehre vom Licht, ein wichtiges Capitel der Theorie der Photographie.

Licht ist nach der gewöhnlichen Definition die Ursache der Helligkeit, das Agens, durch dessen Vermittelung unser Auge die Körper wahrnimmt*).

In Bezug auf das Verhalten zum Licht theilen wir die Körper ein in leuchtende, die ohne Hülfe eines anderen Körpers sichtbar sind und nichtleuchtende oder dunkle. Diese Eintheilung ist nicht streng, denn es giebt Körper, die wir für gewöhnlich nichtleuchtend nennen, wie Diamant, Glas, Chlorophan, Flußspath, der bononische Stein, Porzellan, Papier, die aber dennoch, wenn sie schwach erwärmt oder von der Sonne beschienen worden sind, im Dunkeln schwach selbstleuchtend auftreten (siehe S. 12).

Bei Betrachtung verschiedener leuchtender oder erleuchteter Körper bemerken wir leicht Unterschiede, einerseits in der Intensität des Lichts, oder der Lichtstärke (die Sonne ist z. B. bedeutend intensiver als Gaslicht), andererseits in der Qualität (manche Körper erscheinen weiß, schwarz, andre farbig).

Mit der Bestimmung der Intensität beschäftigt sich die Photometrie, mit der Bestimmung der Qualität die Farbenlehre. Betrachten wir zunächst die Intensität des Lichts.

Von der Intensität des Lichts.

Hier müssen wir zunächst die Lichtintensität selbstleuchtender Körper besprechen.

Es ist offenbar, daß die Helligkeit einer gleichmäßig leuchtenden Fläche abhängig sein wird: 1) von der Intensität des Lichts in jedem einzelnen Punkte, und 2) von der Größe der Fläche. So wird

*) Diese Definition ist nicht ganz erschöpfend, denn es giebt auch unsichtbares Licht, das, wie wir sehen werden, bei dem Farbenspectrum (s. u.) jenseits des Roth noch fühlbar, jenseits des Violett noch chemisch wirksam ist.

z. B. von zwei gleich großen Flammen, einer Gasflamme und einer Talglichtflamme, die erstere in jedem einzelnen Punkte intensiver leuchten, als die letztere; ebenso wird die ganze Fläche einer weißglühenden Eisenplatte von 10 □Fuß sicher zehnmal so viel Licht verbreiten, als eine gleich hell glühende von nur 1 □Fuß Fläche. Die Wirkung, welche das von einer solchen Lichtquelle ausstrahlende Licht auf dunkle Körper ausübt, wird nun sehr verschieden sein, je nach der Entfernung der Lichtquelle von den Gegenständen, und je nach der Stellung der letzteren.

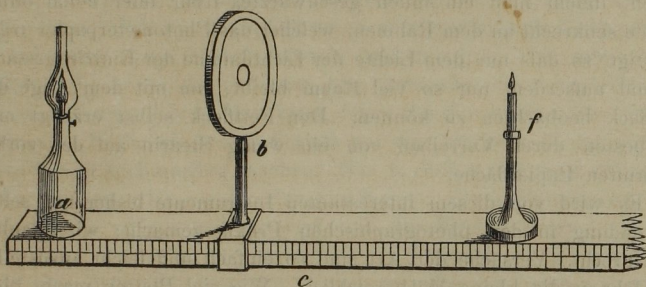
Hinsichtlich der ersten Punkte ist es bekannt, daß mit der Entfernung einer Lichtquelle die Helligkeit, welche sie verbreitet, abnimmt, und zwar in demselben Verhältniß, wie die Quadrate der Entfernung zunehmen. Dieser Umstand ist zu beachten bei photographischen Aufnahmen mit künstlichem Licht (Magnesiumlicht, electrischem Licht). Je näher man die Lichtquelle dem beleuchteten Objecte bringt, desto intensiver wird es beleuchtet.

Hinsichtlich des zweiten Punktes ist leicht nachzuweisen, daß eine Fläche, die von senkrechten Strahlen getroffen wird, heller erscheint, als eine von schiefen Strahlen getroffene; der bloße Anblick eines in senkrechter oder schiefer Richtung vom Licht getroffenen Stück Papiers lehrt das schon auffallend, ebenso der Anblick eines einseitig beleuchteten runden Körpers, z. B. einer Säule, an welcher ein allmählicher Uebergang von Licht in Schatten, Halbton genannt, sichtbar ist. Dieser Halbton entsteht einfach dadurch, daß jeder einzelne Theil der cylindrischen Säule eine andere Neigung gegen die auffallenden Strahlen hat, und demgemäß um so dunkler erscheint, je schiefer die Strahlen fallen.

Um nun die Helligkeit, die Intensität des Lichtes leuchtender sowohl wie nichtleuchtender Körper zu bestimmen, bedienen wir uns der Photometer. Unser Auge ist im Stande zu beurtheilen, ob eine Fläche heller sei, wie eine andere; das Umwieviel zu erkennen, ist ihm unmöglich, und selbst bei der Bestimmung, welche Fläche heller und welche dunkler sei, wird unser Urtheil durch die dabei ins Spiel kommende Farbe, ferner durch Contrastwirkungen unsicher gemacht. Man hat viele Instrumente zur Messung der Lichtintensität construirt; wir heben als eins der einfachsten und praktischsten hier das Bunsen'sche Photometer heraus; dieses ist weiter nichts, als ein auf Papier gemachter Fettfleck*^{*)}. Beleuchtet man ein solches

^{)} Neuerdings empfiehlt Bunsen einen ungefetteten Ring auf ringsum gefettetem Papier. Man erwärmt ein Stück homogenes Zeichenpapier auf einer mit Fließpapier bedeckten Metallplatte und reibt eine kleine Menge auf dem Papiere geschmolzenen Stearins so ein, daß ein kreisrunder ungetränkter Fleck übrig bleibt. Nach dem Erkalten des Blattes legt man ein Körnchen Stearin genau in die Mitte des ungetränkten Fleckes und erwärmt gelinde, bis die geschmolzene Masse vom Papier eingesogen ist,

Stück Papier von vorn, so erscheint der Fettfleck dunkel, beleuchtet man es von hinten, so erscheint er hell; beleuchtet man ein Stück Papier gleichzeitig von vorn und von hinten, so wird der Fettfleck bald hell, bald dunkel erscheinen, jenachdem das vordere oder hintere Licht stärker wirkt; läßt man das eine Licht feststehen, und nähert oder entfernt das andere, so findet man bald einen Punkt, wo der Fettfleck verschwindet, d. h. unsichtbar wird, weil alsdann der Fettfleck genau so hell erscheint, als das umgebende Papier. Will man nun zwei Lichtquellen mit einander vergleichen, so bringt man eine constante Lichtflamme, z. B. die einer Modérateurlampe *a*, hinter



das Photometer *b*, welches zu dem Zwecke am besten auf einen Maßstab *c* senkrecht aufgestellt wird; alsdann bringt man die erste zu messende Flamme *f* auf die andere Seite, rückt sie hin und her, bis der Fettfleck verschwindet, und entfernt sie dann; nachher macht man dasselbe Experiment mit der zweiten zu messenden Flamme. War die Entfernung der ersten Flamme = 10 Zoll, die Entfernung der zweiten = 12 Zoll, so verhalten sich die Intensitäten der beiden Flammen wie 10^2 zu 12^2 , d. h. wie 100 zu 144.

Bunsen hat mit diesem so einfachen Photometer eine Reihe für die Photographie hochwertiger Untersuchungen ausgeführt, von denen wir noch sprechen werden. Ein Uebelstand bei der Anwendung dieses Photometers ist die verschiedene Färbung vieler Lichtquellen; so ist es z. B. sehr schwer, auf diese Weise Tages- und Lampenlicht mit einander zu vergleichen, da das erste blau und das zweite gelb gefärbt ist. In solchem Falle thut man gut, ein gelbes Glas auf die Tageslichtseite zu bringen und dadurch dem auf das Papier fallenden Licht eine gelbe Färbung zu ertheilen; allerdings wird dadurch das Tageslicht um eine gewisse Quantität geschwächt, bei der Bestimmung der Verhältnisse der Helligkeit zweier verschiedenen vom Tageslichte erhellen Räume kommt diese Schwächung jedoch, wenn man für beide dasselbe gelbe Glas benutzt, nicht in Betracht.

Man kann auf diese Weise die Helligkeit verschiedener Interieurs

bestimmen und daraus einen Schlufs auf die Expositionszeit machen, die man bei einer etwaigen photographischen Aufnahme nöthig hat. Man stellt dann z. B. das Photometer, vorn mit gelbem Glas gedeckt, in dem einen Raum einem Fenster gegenüber auf, bringt eine constante Lichtflamme auf die andere Seite und bewegt sie, bis der Fettfleck verschwindet. Dasselbe Experiment macht man in dem anderen Raume. Die Helligkeiten verhalten sich alsdann umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernung der Lichtflamme. Ebenso kann man auf diese Weise die Helligkeit in verschiedenen Theilen eines Zimmers feststellen. Nothwendig ist es hier, das fremde Licht von der Rückseite des Photometers möglichst abzuhalten. Man erreicht dies am besten, indem man ein innen geschwärztes Rohr oder einen offenen Kasten senkrecht an dem Rahmen, welcher das Photometerpapier trägt, befestigt, so daß nur dem Lichte der Lichtflamme der Eintritt gestattet ist und außerdem nur so viel Raum bleibt, um mit dem Auge den Fettfleck beobachten zu können. Den Fettfleck selbst erzeugt man am besten durch Verreiben von ein wenig Stearin auf der vorher erwärmten Papierfläche.

Es wird von diesem interessanten Instrumente bisher nur selten Anwendung in der photographischen Praxis gemacht; wir glauben mit Unrecht. Versuche der Art sind so einfach und leicht anzustellen und lohnen die kleine Mühe reichlich. Wie viel Platten macht nicht mancher Photograph vergeblich, wenn er Interieurs aufnimmt, über deren Helligkeitsverhältnisse, also auch über die für sie nöthige Expositionszeit er völlig im Unklaren ist? Ein Photometerversuch würde hier interessante Fingerzeige liefern*). Unser Raum gestattet uns nicht, hier noch andere Photometer zu beschreiben. Nur eines der interessantesten wollen wir noch andeuten, es ist das unseres hochverehrten Lehrers, des Herrn Geheimerath Professor Dove. Derselbe benutzt als Photometer eine mikroskopische Photographie, die er unter dem Mikroskop bei 30 bis 50facher Vergrößerung betrachtet. Ist diese Photographie von hinten beleuchtet, so erscheint sie schwarz auf weißem Grunde; ist sie von vorn beleuchtet, so erscheint sie weiß auf schwarzem Grunde; wird sie von vorn und von hinten zu gleicher Zeit gleich stark beleuchtet, so verschwindet sie, ganz ähnlich, wie der Fettfleck bei Bunsen's Photometer. Das Instrument kann demnach analog diesem zur Bestimmung der Lichtintensität angewendet werden, gestattet aber die Messung weit feinerer Unterschiede und ist auch bei Lichtern verschiedener Farben mit derselben Schärfe anwendbar. Wir verweisen behufs näherer Information

*) Wenn es nicht auf Eleganz ankommt, kann man sich ein solches Instrument mit leichter Mühe selbst herstellen. Als Meßflamme kann man sehr bequem eine Petroleumlampe verwenden.

auf die klassische Arbeit des großen Physikers in Poggendorff's An-
nalen, Jahrgang 1861.

Alle diese Instrumente haben nur einen Uebelstand, d. i. der
Mangel einer Lichteinheit. Man hat als Ausgangspunkt bei der
Wärmemessung eine bestimmte Temperatur, die des siedenden Was-
sers oder schmelzenden Eises; eine solche leicht herstellbare Licht-
einheit von bestimmter Intensität fehlt leider in der Photometrie. Die
beste Normallichtquelle ist noch eine unter constantem Drucke aus
einem Brenner von bestimmter Oeffnung strömende Gasflamme (Bunsen).

Mit den beschriebenen Photometern kann man nur die Intensität
der Wirkung des Lichts auf unser Auge bestimmen. Hiervon wes-
entlich verschieden ist aber die Intensität der chemischen Licht-
wirkungen. Wir werden später sehen, daß verschiedene Lichtquellen,
die auf unser Auge höchst intensiv wirken, d. h. eine sehr große
Helligkeit besitzen, dennoch nur eine schwache chemische Wirkung
äufsern und umgekehrt. Man kann daher aus der mit dem Photometer
bestimmten Helligkeit keinen Schluß auf die chemische Wirkung ver-
schiedener Lichtquellen machen. Nur in Bezug auf eine und die-
selbe Lichtquelle, z. B. eine Gasflamme, deren Hahn mehr oder
weniger auf- oder zugekehrt wird, gilt der Erfahrungssatz, daß die
chemische Intensität der optischen Intensität proportional ist.
Dreht man daher den Gashahn so weit auf, daß die Flamme doppelt
so hell leuchtet als vorher, so ist auch ihre nachherige chemische
Wirkung die doppelte (s. u.).

Farbenlehre.

Das Licht wirkt, wie oben bemerkt wurde, nicht nur quantitativ,
sondern auch qualitativ verschieden auf unsere Netzhaut und diese
Verschiedenheit bezeichnen wir mit dem Namen Farbe.

Solche Farbenunterschiede zeigen sich schon bei selbstleuchtenden
Körpern. Wir haben z. B. blaue und rothe Fixsterne. Unser Sonnen-
licht ist bei ungetrübtester Atmosphäre weiß, Morgens und Abends
mehr röthlich. Wenn nun dieses weiße Licht die Körper trifft, so
wird es entweder zurückgeworfen oder es geht hinein; das hin-
eingehende wird entweder absorhirt, dann heißt der Körper undurch-
sichtig, oder es geht hindurch, dann heißt er durchsichtig.

Absolut durchsichtige Körper giebt es nicht, jedes durchsichtige
Medium verschluckt oder absorhirt einen Theil des durchgehenden
Lichtes, so daß dasselbe, wenn es einen längeren Weg in demselben
zurücklegt, wesentlich geschwächt wird. Man beobachtet dies schon
auffallend bei der Sonne. Diese erscheint bei völlig heiterem Himmel
am hellsten um die Mittagszeit, wo ihre Strahlen nur einen kurzen
Weg durch die Luft zurückzulegen haben, am wenigsten hell des Mor-
gens oder Abends, wo der Weg in der Atmosphäre, welchen die Strahlen