



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lehre von der Beleuchtung und Schattierung

Delabar, Gangolf

Freiburg im Breisgau [u.a.], 1893

a) Von der Lichtquelle oder dem leuchtenden Körper und der Fortpflanzung des Lichtes

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78623](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78623)

Theoretischer Teil.

I.

Grundbegriffe und Grundsätze der Beleuchtung und Schattierung.

(Fig. 1—23, Blatt 1—2.)

3. Bei der Beleuchtung und Schattierung der Körper hat man im allgemeinen auf dreierlei Dinge Rücksicht zu nehmen:

- a) auf die Lichtquelle oder den leuchtenden Körper;
- b) auf die Form, Lage und Beschaffenheit des beleuchteten Körpers; und
- c) auf den Standpunkt des Beobachters.

a. Von der Lichtquelle oder dem leuchtenden Körper und der Fortpflanzung des Lichtes.

4. Als Lichtquelle dient entweder ein irdisches Licht oder das Sonnenlicht. Beim technischen Zeichnen wird jedoch fast ausschließlich das Sonnenlicht zu Grunde gelegt. Es ist hier nicht der Ort, in eine theoretische Auseinandersetzung des Lichts näher einzutreten. Für unsern Zweck genügt es, zu wissen, daß sich das Licht von der Lichtquelle aus wie die Radien einer Kugel nach allen Richtungen ausbreitet und daß diese Ausbreitung oder Fortpflanzung — unter der Voraussetzung,

daß sie in einem homogenen oder gleichartigen Mittel stattfindet — nach geraden Linien angenommen werden kann.

5. Jede gerade Linie, nach welcher sich das Licht von der Lichtquelle aus fortpflanzt, nennt man einen Lichtstrahl. Eine größere Anzahl von Lichtstrahlen, die von demselben leuchtenden Punkte ausgehen, wird hingegen ein Strahlenbündel oder Strahlenbüschel genannt. Zur Beleuchtung eines Körpers ist natürlich immer ein ganzer Strahlenbündel nötig.

Wie man in der Mechanik mittelst des Kräfteparallelogramms zwei oder mehrere Seitenkräfte in eine Mittelkraft zusammensetzen, oder eine solche in zwei oder mehrere Seitenkräfte zerlegen kann, ebenso kann man auch hier mittelst des Strahlenparallelogramms einen mittlern Lichtstrahl oder Lichtbündel aus zwei oder mehrern Lichtstrahlen oder Lichtbündeln zusammensetzen oder in zwei oder mehrere Seitenlichtstrahlen zerlegen und damit die Richtung und Intensität der Beleuchtung bestimmen.

6. Wird die Lichtquelle als ein Lichtpunkt angenommen, so bilden die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen, welche den beleuchteten Körper ringsherum berühren, eine umhüllende Strahlenpyramide oder einen umhüllenden Strahlenkegel (siehe Fig. 1 und 2, Blatt 1), je nachdem derselbe eine eckige oder runde Form hat.

Der dem leuchtenden Punkt zugewendete Teil des beleuchteten Körpers ist dann im Licht und der dem Licht abgewendete Teil desselben im Schatten. Die Linie, welche den beleuchteten Teil vom unbeleuchteten Teil des Körpers trennt, nennt man die Trennungslinie von Schatten und Licht. Dieselbe ist stets eine geschlossene Linie, und zwar im ersten Fall, wenn der beleuchtete Körper von eckigen Flächen eingeschlossen, eine zusammenhängende geradlinig gebrochene Linie, im andern Fall, wenn derselbe, wie z. B. die Kugel, von einer krummen Fläche begrenzt ist, eine geschlossene krumme Linie.

7. Wird die umhüllende Strahlenfläche auch hinter dem beleuchteten Körper noch weiter fortgesetzt, so befindet sich auch der ganze von ihr eingeschlossene Raum im Schatten, und die Figur, in welcher dieser Schattenraum von den Projektionsebenen oder andern hinterliegenden Flächen geschnitten wird, nennt man den Schlag Schatten. So ist in Fig. 1 und 2, Blatt 1, der Schlag Schatten auf der hinterliegenden Ebene MN durch die Figur ABCHEF, resp. ABCD angegeben.

8. Sowohl die Trennungslinien von Licht und Schatten als die Schlag Schatten umrisse erscheinen unter dieser Voraussetzung als polare oder zentrale Projektionen, die, wie im dritten Abschnitt des vierten Heftes unserer „Anleitung“ gezeigt worden ist, bestimmt werden.

9. Wenn dagegen der leuchtende Körper eine größere Ausdehnung hat, so wird der Schatten, der sich hinter dem leuchtenden Körper einstellt, in den Kern- oder Ganz Schatten und in den Halbschatten unterschieden.

Ist z. B. in Fig. 3 S (die Sonne) der leuchtende und E (die Erde) der beleuchtete Körper, beide als runde Körper vorausgesetzt, und zieht man die gemeinschaftlichen äußern und innern Tangenten an dieselben, so wird der kegelförmige Raum $aeba$ gar kein Licht empfangen, der ihn umgebende Raum $gdaebef$, welcher die Form eines kegelförmig eingeschnittenen Kegels hat, wird dagegen nur von mehr oder weniger Lichtstrahlen getroffen während die andern Lichtstrahlen vom Körper E gehindert werden, in diesen Raum einzudringen. Dieser letztere Raum ist daher jedenfalls weniger hell als der ganz beleuchtete Raum, hingegen heller als der Raum $aeba$. Man nennt deshalb, wie gesagt, den Raum $gdaebef$ den Halbschatten und den Raum $aeba$ den Ganz- oder Kern Schatten.

10. Wird der Schattenraum durch eine Ebene MN (Fig. 3) geschnitten, so bildet der Schnitt des Kern Schattens einen kleinen, dunkeln Kreis, der Halbschatten-

schnitt dagegen einen größeren, blässern Kreisring (siehe Fig. 4). Dieser letztere ist am äußern Umfang nicht scharf begrenzt, sondern etwas geschwächt, und sieht daselbst wie verwaschen oder verwischt aus. Dies ist um so mehr der Fall, je weiter der Schnitt MN von dem Körper E entfernt ist. Die Schlagschatten (im Halbschatten) werden deshalb um so schwächer und unbestimmter, je weiter sie vom beleuchteten Körper abstehen.

11. Die in den beiden letzten Nummern gegebenen Erklärungen treffen wirklich zu, wenn wir die Sonne als Lichtquelle annehmen. Denn bezeichnen wir die Radien der Sonne und Erde mit R und r, und die Entfernung der Sonne von der Erde mit e, so ist annähernd: $R = 110,2 \cdot r$ und $e = 23344 \cdot r$, oder, da der mittlere Erdradius $r = 6367$ km beträgt,
 $R = 701643$ km = 94561 geogr. Meilen und
 $e = 148631250$ km = 20029980 geogr. Meilen.

12. Da die Sonne 20 Millionen geogr. Meilen von der Erde entfernt ist, so kann man die Lichtstrahlen, welche von ihr gleichzeitig auf die Erde gelangen, in Bezug auf die kurze Strecke derselben, wie sie bei technischen Zeichnungen (irdischer Gegenstände) überhaupt nur in Betracht kommt, als parallele Geraden ansehen und ihre Intensität auf diese verhältnismäßig kleine Ausdehnung als gleich stark betrachten. Aus demselben Grund kann auch die Größe der Sonnenscheibe, deren

Gesichtswinkel nach obigen Daten nicht mehr denn etwa 32 Minuten*) beträgt, unberücksichtigt bleiben, d. h. die Sonnenstrahlen können so angesehen werden, wie wenn sie von einem Punkt ausgingen. Endlich wird aus demselben Grunde der Centriwinkel boc (Fig. 5), welcher dem Bogen bc des Halbschattens auf der Erdkugel oder auf irgend einem andern sphärischen Körper auf derselben entspricht, und welcher dem Gesichtswinkel $B \varepsilon C$, unter welchem die leuchtende Sonnenkugel einem auf der Erdoberfläche in ε befindlichen Beobachter erscheint, gleich ist, ebenfalls nicht mehr denn 32 Minuten betragen, und damit findet man:

$$\text{arc } bc = \frac{1}{108} \cdot r^{**}),$$

d. h. auf der Erdoberfläche oder auf einem andern sphärischen Körper, der auf letzterer sich befindet und von der Sonne beleuchtet wird, beträgt die Breite der vom Halbschatten eingenommenen Zone nicht mehr als den 108ten Teil des Halbmessers des sphärischen

*) Bezeichnet man den Winkel $B \varepsilon C = \varepsilon \varepsilon f = boc = \alpha$, so ist:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{e} = \frac{94561}{20029980}, \text{ woraus: } \frac{\alpha}{2} = 16' 10'', \text{ also } \alpha = 32' 20''.$$

**) Es verhält sich nämlich $\text{arc } bc : 32' = 2r\pi : 360 \cdot 60$, woraus: $\text{arc } bc = \frac{2r\pi \cdot 32}{360 \cdot 60} = \frac{1}{108} \cdot r$.

Körpers. Dasselbe Resultat kann auch auf jeden andern Körper ausgedehnt werden. Bei der Kleinheit dieses Resultates ist es daher gestattet, den vom Sonnenlicht erzeugten Halbschatten ganz zu vernachlässigen, und damit vereinfacht sich alsdann die Aufgabe der Beleuchtung und Schattierung wesentlich.

13. Unter dieser Voraussetzung, die wir auch wirklich unsern Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen zu Grunde legen werden, bilden alsdann die den beleuchteten Körper umhüllenden Sonnenstrahlen, je nachdem dieser ein eckiger oder runder Körper ist, ein Strahlenprisma oder einen Strahlencylinder, dessen Erzeugende der gegebenen Richtung der Lichtstrahlen parallel sind, und die Trennungslinien von Licht und Schatten erscheinen wieder als Berührungslinien der erwähnten Strahlenfläche mit dem beleuchteten Körper und die Begrenzungslinien des Schlagschattens als Durchschnittsfigur derselben mit den Projektionsebenen oder mit den sonstigen hinterliegenden Flächen.

14. Die Trennungslinien des eigenen Schattens wie die Begrenzungslinien des Schlagschattens können demnach als orthogonale Parallelprojektionen aufgefaßt und gefunden werden, wie dies in den vier ersten Abschnitten des dritten Heftes ausführlich gezeigt worden ist. Die Umrisse der Schlagschatten können übrigens auch, wenn man will, als schiefe Parallelprojektionen

der entsprechenden Trennungslinien von Schatten und Licht betrachtet und demzufolge wie in dem zweiten Abschnitt des vierten Heftes unserer „Anleitung“ bestimmt werden.

15. Ist der beleuchtete Körper z. B. eine Kugel, so ist die umhüllende Strahlenfläche eine schiefe Kreiscylinderfläche, die Trennungslinie von Schatten und Licht eine Kreislinie, und zwar ein größter Kreis der Kugel, und die Begrenzungslinie des Schlagschattens auf der Projektionsebene ist eine Ellipse (siehe Fig. 6).

16. Ist der Körper dagegen ein senkrechter Kreiscylinder, der auf der Grundebene aufsteht, so ist die umhüllende Strahlenfläche zusammengesetzt aus einem schiefen cylindrischen Flächenstück und zwei zur Grundebene senkrechten ebenen Flächen; die Trennungslinie von Schatten und Licht besteht aus zwei geraden Erzeugungslinien und einem sie verbindenden Halbkreisbogen und die Begrenzungslinie des Schlagschattens aus ihren schiefen Projektionen auf die Grundebene, also aus zwei schiefen Geraden und einer halben Ellipse (siehe Fig. 7).

17. Ist ebenso der beleuchtete Körper ein senkrechtes, z. B. fünfseitiges Prisma, so ist die umhüllende Strahlenfläche aus zwei senkrechten und zwei (unter Umständen drei) schiefen ebenen Flächen zusammengesetzt, die Trennungslinie zwischen Schatten und Licht entsprechend aus zwei senkrechten Kanten und zwei (oder

drei) sie verbindenden liegenden Kanten der obern Basis und die Begrenzung des Schlagschattens aus ihren schiefen Projektionen, also aus ebenso vielen Geraden wie die Trennungslinie des eigenen Schattens (siehe Fig. 8).

18. Ist der beleuchtete Körper ein senkrechter Kreiskegel oder eine senkrechte Pyramide, so besteht die umhüllende Strahlenfläche aus zwei Ebenen, die sich in dem durch den Scheitel gehenden Lichtstrahl durchschneiden, und die Trennungslinie von Schatten und Licht aus zwei Erzeugenden resp. Kanten, und die Schlagschattenbegrenzung aus zwei Geraden, den Rissen beider Berührungsebenen, die sich in einem Punkt, dem Durchschnittpunkt des durch den Scheitel gehenden Lichtstrahles mit der Grundebene, durchschneiden (siehe Fig. 9 und 10).

19. Zur Ausführung dieser verschiedenen Schattenkonstruktionen muß man, da die Richtung des einfallenden Sonnenlichtes nach der verschiedenen Jahres- und Tageszeit sich ändert, eine bestimmte Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen als unveränderlich annehmen. Gewöhnlich werden dieselben so angenommen, daß sie von links nach rechts, von vorn nach hinten und von oben nach unten einfallen, und zugleich mit der Diagonale AE eines Würfels, der so gestellt ist, daß je zwei Flächen mit der H.E. wie mit der V.E. parallel sind, gleiche Richtung haben (siehe Fig. 12 a und 12 b, Blatt 2).

Unter dieser Annahme machen alsdann beide Projektionen des Lichtstrahles mit der Projektionsachse XX Winkel von 45° , und der Lichtstrahl selbst mit der H.E. und V.E. macht einen Neigungswinkel α von $35^\circ 16'$ (siehe Fig. 12 a)*).

Dieser Neigungswinkel kann übrigens auch aus den rechtwinkligen Projektionen des Würfels und des Lichtstrahles durch eine einfache Umdrehung der letztern in eine zur V.E. parallele Lage unmittelbar in wahrer Größe gefunden werden, wie in Fig. 12 b zu ersehen ist.

b. Von der Lage und Beschaffenheit des beleuchteten Körpers, von der Beleuchtungsintensität desselben und vom Reflektlicht

20. Bekanntlich sind die Körper, die nicht selbst leuchtend sind, für uns nur sichtbar dadurch, daß sie das Licht, welches von einem leuchtenden Körper auf sie einfällt, mehr oder weniger vollkommen reflektieren oder zurückwerfen, und zwar geschieht diese Zurückwerfung nach dem physikalischen Satze, daß der Ausfallswinkel gleich ist dem Einfallswinkel, d. h. daß der Winkel ECN, welchen der zurück-

*) Bezeichnet man die Würfelseite $AB = BC = 1$, so ist die Flächen diagonale $AC = \sqrt{2}$ und die Körperdiagonale $AE = \sqrt{3}$, also $\sin CAE = \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$, woraus $\alpha = 35^\circ 15' 52''$, wofür man näherungsweise $35^\circ 16'$ setzen kann.