



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Schattenkonstruktion und Beleuchtungskunde

Göller, Adolf

Stuttgart, 1895

Art. 85. Die vier Hauptlichtstufen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96402](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96402)

die Lichtstärke Null darbieten. Diese Voraussetzung kann aber nur etwa bei der Mondkugel als erfüllt erklärt werden; sie hat bei dieser zur Folge, dass der im Schatten befindliche Teil der Mondscheibe unsichtbar oder fast unsichtbar ist. Bei allen Beleuchtungen auf der Erde giebt es keine Lichtstärke Null, eben weil die direkten Lichtstrahlen immer Reflexlicht oder Widerschein reichlich hervorgerufen, wodurch auch die Schattenflächen in geringerem Grad beleuchtet werden. Umgebende Gegenstände oder der Fussboden oder Wolkenränder werfen das von der Hauptlichtquelle erhaltene Licht nach verschiedenen Richtungen zurück, und ausser diesen Reflexlichtquellen widerstrahlt die Atmosphäre selber einen nicht geringen Teil des Sonnenlichts. Sie ist fortwährend, und zwar bald stärker, bald weniger, erfüllt von Staubkörnern und Wasserdampfbläschen, welche nicht völlig durchsichtig sind, also das empfangene Licht zu einem kleinen Teil nach allen Seiten zurückwerfen und durch innere Brechung ablenken oder zerstreuen, von welchen auch die abnehmende Farbenkräftigkeit und Licht- und Schattenstärke der Gegenstände mit wachsender Entfernung vom Auge, die sogenannte Luftperspektive herrührt. — Die von Fall zu Fall veränderlichen Reflexe von umgebenden Gegenständen bleiben für die Darstellungen technischer Gebilde ausser Spiel und nur das von der Atmosphäre erzeugte Reflexlicht ist zu berücksichtigen. Es lässt sich nachweisen, dass dieses zwar nach allen Richtungen des Raums, am stärksten aber in derjenigen Richtung wirkt, welche dem Sonnenstrahl genau entgegengesetzt ist und in dieser Weise führt man es in die Darstellungen ein. Es wird auf die Schattenseite der Kugel in derselben Weise wirken wie das direkte Licht auf die Lichtseite, nur weit schwächer. Der dem hellsten Punkt gerade entgegengesetzte Punkt der Kugel-*fläche* (h) erhält die Reflexlichtstrahlen normal zu seiner Fläche, wird also der hellste Punkt des Körperschattens sein. Die Parallelkreise der Lichtseite werden sich auf der Schattenseite symmetrisch als Linien gleicher Schattenstärke wiederholen, um so dunkler, je näher sie der Körperschattengrenze liegen; nur wird der Unterschied zwischen zwei benachbarten Schattenkreisen ein weit kleinerer sein als zwischen zwei Kreisen im Licht. Somit finden sich die Lichtstärken vom hellsten Punkt h an abnehmend bis zur Schattengrenze, dann wieder um ein Geringes stetig zunehmend bis zum hellsten Reflexpunkt r .

84. Lichtstufen im Schlagschatten auf der Kugel.

Noch ist zu sprechen über die Abstufung der Schlagschatten. Irgend ein Gegenstand werfe einen Schlagschatten auf die Kugel, oder die ganze Kugel sei im Schlagschatten, so wird zunächst die Kugelhälfte mit Körperschatten vom Reflexlicht getroffen werden nach wie vor, also unverändert bleiben wie bei der beleuchteten Kugel. Die Schlagschattenfläche wird aber von den Reflexlichtstrahlen der oben für die Lichtkugel angegebenen Richtung nicht mehr erhellt werden können, also dunkler sein als der Körperschatten, und dies entspricht der Beobachtung. Doch wirkt immer auch noch auf den Schlagschatten dasjenige Reflexlicht, das die Wasserbläschen

und Staubkörner der Atmosphäre seitlich zurückwerfen oder durch Brechung seitlich ablenken. Man kann sich dieses Licht als parallel zur Ebene des schattenabgrenzenden Grosskreises gk von allen Seiten gegen die Kugel strahlend vorstellen, natürlich äusserst schwach. Seine Wirkung muss wieder um so geringer sein, je schiefer es die Kugelfläche trifft. Im früheren hellsten Lichtpunkt h streift es die Fläche nur, also wird dieser Punkt als Schlagschattenpunkt s der dunkelste Punkt sein. Jeder Parallelkreis der früheren beleuchteten Kugelhälfte wird auch für den Schlagschatten eine Linie gleich heller Punkte sein und die Lichtstärke wird vom dunkelsten Schlagschattenpunkt s an mit jedem solchen Kreis ein wenig zunehmen, bis sie im Grosskreis gk dieselbe Stufe erreicht wie bei der beleuchteten Kugel. Hienach findet sich auf der im Schlagschatten befindlichen Kugel eine stetige Abnahme der Lichtstärke vom hellsten Reflexpunkt r bis zum dunkelsten Schlagschattenpunkt s ; bei der beleuchteten Kugel erschien die Lichtstärke abnehmend und dann wieder wachsend.

Auch der dunkelste Schlagschattenpunkt s hat nicht die Lichtstärke Null; er ist noch immer von demjenigen Reflexlicht beleuchtet, das nach allen Seiten strahlt, und erreicht dadurch eine Lichtstufe, die zwar gegenüber den Lichtflächen verhältnismässig dunkel ist, aber als absoluter Wert der Lichtempfindung noch immer recht ansehnlich sein kann.

Es ist also dreierlei Reflexlicht zu Hilfe genommen, um die nun abgeleiteten Lichtstufen auf den Schattenflächen der Kugel zu begründen, erstens ein stärkstes Reflexlicht, dem direkten entgegengesetzt, das die Körperschattenfläche abstuft, zweitens ein mittleres, in der Richtung des schattenabgrenzenden Grosskreises von allen Seiten senkrecht zum direkten Licht wirkend, das Streiflicht erhellend und die Schlagschattenfläche abstufend, drittens ein schwächstes Reflexlicht, nach allen Richtungen gleichmässig wirkend und auch die dunkelste Schlagschattenfläche erhellend. Diese Annahmen über die Reflexwirkungen mögen vielleicht ungenügend begründet und willkürlich erscheinen; aber es ist für den vorliegenden Zweck notwendig, an die Stelle der zahllosen Zufälligkeiten der Wirklichkeit etwas Unveränderliches zu setzen, dessen Ergebnis wenigstens vielen Fällen der Wirklichkeit nahe kommt und eine Schattierung mit guter Anschauung der Formen liefert. Dieses Ergebnis muss die Annahme rechtfertigen.

Die vier Hauptlichtstufen.

85.

Wie gross man die Unterschiede zwischen den vier Hauptlichtstufen h (hellster Punkt im Licht), k (Körperschattengrenzlicht), r (hellster Reflexpunkt) und s (dunkelster Schlagschattenpunkt) und im Zusammenhang damit diejenigen zwischen je zwei Parallelkreisen halten soll, kann nicht durch allgemeingültige Verhältniszahlen festgesetzt werden, sondern muss der Beobachtung und dem Gefühl überlassen bleiben.

Die Beobachtung ergibt, dass diese vier Werte mit sehr weiten Grenzen für ihre Verhältnisse mit gleichem

Recht gewählt werden können. Einerseits hängen sie als absolute Werte und in ihren gegenseitigen Verhältnissen von der jeweiligen Stärke des Sonnenlichtes ab, andererseits von der Körperfarbe und dem Grad der Durchstrahlbarkeit der Stoffe, aus welchen die Körper bestehen.

Bei grellem Licht ist der Gegensatz von Licht und Schatten sehr gross und die Abstufung sowohl innerhalb der beleuchteten als der im Schatten befindlichen Flächen (wenn zufällige Reflexlichtquellen ferngehalten werden) nur wenig fühlbar. Die Lichtstärke der direkt beleuchteten Flächen scheint bis nahe zur Körperschattengrenze fast durchaus dieselbe zu sein, dann mit schmaler Abstufungszone fast sprunghaft in das sehr dunkle Streiflicht überzugehen und von diesem aus gegen den hellsten Reflexpunkt nur wenig heller zu werden. Dies ist wohl dadurch zu erklären, dass auch bei der ausschliesslichen Sonnenbeleuchtung noch viele konvergierende sehr kräftige gebrochene Strahlen die parallelen durchkreuzen, dass ferner bei grellem Licht die Stärke der Lichtempfindung nicht proportional der Lichtstärke zunimmt, sondern schwächer, wonach die Unterschiede greller Lichtstufen von einer gewissen Grenze an nicht mehr erkannt werden. Eine von der Sonne beleuchtete Kugel aus hellem Material widerspricht hienach, wenn auch nur scheinbar, allem früher für die Lichtstufen Abgeleiteten; sie macht aber auch, genau nachschattiert oder photographiert, weit weniger den Eindruck einer Kugel und lässt das Gesetz der Kugelgestalt, das unveränderliche Krümmungsmass, weit weniger fühlen als eine mässig beleuchtete. Wenn in einer solchen Darstellung der Umriss verdeckt wird, erkennt man die Kugelfläche nicht mehr als solche. Als ein hieher gehöriger Beleg ist auch die Mondkugel zu nennen, welche aus Mangel an Lichtabstufungen den Eindruck einer ebenen Scheibe giebt. Für das eingehende Schattieren der technischen Gebilde ist also das Streben nach der Nachbildung der bei Sonnenbeleuchtung erscheinenden Lichtstufen nur nachteilig, und es empfiehlt sich weit mehr, eine mässige Lichtstärke der Parallelbeleuchtung vorauszusetzen, welche weniger starke Unterschiede von Licht und Schatten darbietet, dafür aber die Abstufungen zwischen beiden möglichst voll zur Geltung gelangen lässt; aus diesen heraus wird die Krümmung der Fläche am deutlichsten gefühlt.

Die Körperfarbe ist nicht nur von Einfluss auf die absoluten Werte der vier Lichtstärken, die selbstverständlich bei heller Körperfarbe grösser sind als bei dunkler, sondern auch auf ihre Verhältnisse, indem dunkle Körperfarbe die Schattentöne einander stärker nähert, als das Licht dem Schatten und dadurch die Abstufungen der Schattentöne stärker beeinträchtigt als die der Lichtflächen. Hiedurch wird die Schattierung dunkelfarbiger Körper in zwei Richtungen abgeschwächt. Rote, gelbe, grüne, blaue Färbungen der Körperfläche scheinen die Verhältnisse der vier Lichtstärken in verschiedener Weise zu beeinflussen.

In hohem Grad richten sich die vier Lichtstärken mit ihren Verhältnissen und Zwischenstufen nach dem Grad der Durchstrahlbarkeit der Stoffe, aus welchen die Körper bestehen. Es sind zwar oben „nicht erheblich

Göller, Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde.

durchscheinende“ Stoffe vorausgesetzt worden, aber in einem bestimmten Grad, bis zu einer bestimmten Dicke, sind alle Stoffe durchstrahlbar für das Licht, selbst die Metalle, und die meisten in solchem Grad, dass ihre Schattierung dadurch beeinflusst wird. Vergleicht man z. B. ein Gebilde kleinerer Dimensionen aus weissem Marmor mit einem gleichgeformten aus trockenem Gips, so findet sich bei jenem wegen des stärkeren Durchscheinens ein geringerer Unterschied von Licht und Schatten als beim Gips; das Licht ist milder, der Schatten weniger kräftig, insbesondere aber das Reflexlicht weniger fühlbar, daher die ganze Schattierung ruhiger, weicher, edler als beim Gipsmodell. Auf Gebilden aus dem noch stärker durchscheinenden Alabaster giebt es kein kräftiges Licht und keinen kräftigen Schatten mehr; nur wenig Licht wird von der Oberfläche zurückgeworfen; weit mehr wird vom Innern verschluckt und erhellt von innen heraus die Schatten, ihnen jede Kraft und Bestimmtheit raubend.

Gegenüber dieser dreifachen Veränderlichkeit der Bedingungen für die in der Wirklichkeit erscheinenden vier Hauptlichtstärken der Schattierungen dürfte innerhalb bestimmter Grenzen jede dem Gefühl nach getroffene Wahl derselben in den Schattierungen technischer Gebilde gerechtfertigt sein, wenn auch nicht alle Annahmen gleich günstig für die Formendeutlichkeit sind. Nach Wahl der vier Lichtstärken wären die Zwischenstufen so einzuschalten, dass überall stetige Zu- und Abnahme besteht und die Lichtstärken der Parallelkreise zwischen je zweien der angenommenen Grenzwerte gleiche Unterschiede aufweisen, somit eine arithmetische Reihe bilden.

Um die praktische Verwertung der abgeleiteten Lichtstufen zu zeigen, müssen nun aber doch, alle Freiheit für den einzelnen Fall vorbehalten, bestimmte Annahmen für die vier Werte getroffen werden, worüber auf Art. 115 zu verweisen ist.

Abweichende Annahme der Reflexrichtung für 86. Gebilde auf ebener Wand.

Was über die einzuführende Richtung des Reflexlichtes gesagt wurde, erleidet eine Aenderung, wenn es sich um die Schattierung nahezu ebener Gebilde, z. B. von Reliefdarstellungen oder ganzen Fassaden handelt. Es würde ja hier das Reflexlicht mit der angegebenen Richtung die Ebene von der Rückseite her, also ihre Vorderseite gar nicht treffen, somit ohne Einfluss auf die Schattierung sein. Daher denkt man sich bei Schattierung derartiger Gebilde den Reflexlichtstrahl zwar auch unter 45° in beiden Projektionen und im Aufriss auch entgegengesetzt der Projektion des direkten Lichtstrahls, im Grundriss aber senkrecht zu derselben. Dieses Reflexlicht wirkt also gegen die Vertikalebene von rechts unten nach links oben. Sogar leichte Schlagschatten innerhalb der Fläche des vom direkten Licht erzeugten Schlagschattens, sogenannte „Gegenschatten“, werden als von diesem Reflexlicht hervorgerufen häufig eingeführt und sind für Darstellungen in grösserem Massstab meist von günstiger Wirkung. Die erste Figur auf der dritten