



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Schattenkonstruktion und Beleuchtungskunde

Göller, Adolf

Stuttgart, 1895

Einleitung.

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

EINLEITUNG.

I. Aufgabe und Wesen der Schattierung.

1. Zweck der Schattierung in den Darstellungen technischer Gebilde.

Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde sind Hilfswissenschaften zur Darstellung der technischen Gebilde. Viele Formen der Architektur, der Kunstgewerbe und des Ingenieurbauwesens können nur durch Aufnahme von Licht und Schatten in ihre Darstellung so anschaulich abgebildet werden, dass man aus dem Bilde ihre ästhetische Wirkung im ausgeführten Zustand genügend beurteilen kann; ebenso können viele Gebilde des Bau- und Maschineningenieurwesens nur mit Licht und Schatten so deutlich dargestellt werden, dass man den Zusammenhang ihrer Teile mühelos übersieht und nach der Zeichnung sicher genug arbeiten kann.

2. Lichtflächen und Schattenflächen. Körperschatten und Schlagschatten.

Als Einführung in den Gegenstand ist eine elementare Betrachtung über das Wesen der Körperschattierung anzustellen, und zwar derjenigen, die bei Sonnenschein oder anderem Herrschen nur einer einzigen starken Lichtquelle auftritt. Denn eine solche Beleuchtung wird beim Schattieren der technischen Gebilde immer vorausgesetzt; diejenige durch verschiedene gleichzeitig wirkende Lichtquellen oder durch gedämpftes, von allen Seiten nahezu gleichmässig wirkendes Licht findet sich nur in der künstlerischen Malerei und würde für technische Gebilde schwer herzustellende und dazu meist minder anschauliche Bilder ergeben.

Es sei im Sonnenschein etwa eine Pyramide aus Gips oder weissem Marmor oder einem andern weissen, nicht glänzenden Material aufgestellt oder aufgehängt vor einer vertikalen Tafel aus demselben Material, so kommt die Schattierung zunächst zu stande dadurch, dass einige der Körperflächen von den Sonnenstrahlen getroffen werden, andere nicht. Diese letzteren sind die Schattenflächen der Pyramide, und zwar sind sie im Schatten oder dunkel, weil sie vom Licht abgewendet sind. Dieses müsste die Pyramide selber durchdringen, um zu diesen

Göller, Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde.

Flächen zu gelangen und würde sie dann doch nur auf der Rückseite treffen. Es giebt noch eine andere Art von Schatten. Die Pyramide wirft einen Schatten auf die weisse Tafel. Die Fläche dieses Schattens ist im Gegensatz zu den dunklen Pyramidenflächen dem Lichte zugewendet, und ist nur deshalb dunkel, weil die Pyramide, also ein anderer Körper, dem Licht im Wege steht. Jene Art von Schatten, welche durch Abwendung ihrer Flächen vom Licht entstehen, wie diejenigen auf den Pyramidenflächen, heissen „Körperschatten“ oder „Selbstschatten“ oder „Eigenschatten“; die andern, diejenigen, welche ein Körper auf einen andern wirft, deren Flächen also dem Lichte zugewendet, aber ihm zugleich verdeckt sind, werden „Schlagschatten“ genannt.

Ein Schlagschatten kann nicht nur von einem Körper auf einen andern geworfen sein, sondern auch von einem Teil eines Körpers auf einen andern Teil desselben Körpers. Nimmt man anstatt der Pyramide einen Körper mit einspringenden Kantenwinkeln (z. B. ein einfaches Steinkreuz), so findet sich, dass ein vortretender Teil (ein Querarm) einen Schatten auf eine zurücktretende Fläche (den vertikalen Schaft) wirft. Man spricht in diesem Fall von „Selbstbeschattung“ des Körpers. „Selbstbeschattung“ und „Selbstschatten“ sind nicht zu verwechseln.

Körper- oder Selbstschattengrenzen und Schlag- 3. schattengrenzen.

Zwischen den beleuchteten Flächen und den Körperschattenflächen (der Pyramide oder des Kreuzes u. s. w.) bildet sich eine Grenzlinie, aus bestimmten Kanten des Körpers zusammengesetzt; es ist die Körperschattengrenze oder Selbstschattengrenze. Ebenso hat die Schlagschattenfläche eine bestimmte Umrisslinie, welche ihre Grenze teils gegen die Lichtflächen, teils gegen die Körperschattenflächen bildet; dieser Umriss der Schlagschattenfläche heisst die Schlagschattengrenze.

Wenn anstatt der Pyramide ein runder Körper, etwa eine Kugel oder ein Cylinder, vor der Marmortafel hängend gewählt worden wäre, so hätte sich Ähnliches ergeben. Die Lichtstrahlen treffen die eine Hälfte der Kugel, die andere nicht, also ist diese dunkel. Zwischen beiden muss

wieder eine Grenze bestehen. Diese erscheint allerdings bei solchen runden Körpern dem Auge sehr verschwommen, indem der Übergang von Licht zu Schatten durch zahllose feine Zwischenstufen vor sich geht, ist aber mathematisch betrachtet doch eine scharfe Linie. Sie bildet sich — wie leicht einzusehen — da, wo die Lichtstrahlen berührend an der Kugeloberfläche vorbeistreichen; die Berührungspunkte sind eben die Punkte der Körperschattengrenze, und dieselben streifenden Lichtstrahlen zeichnen auf der Marmortafel die Grenzlinie des Schlagschattens, den die Kugel auf die Tafel wirft.

4. Abstufungen der Licht- und Schattenstärken.

Betrachtet man die Licht- und Schattenflächen genauer, so findet sich, dass sowohl im Licht als im Schatten Abstufungen der Lichtstärke bestehen. Sie rühren im Licht daher, dass die Lichtstrahlen bald senkrecht oder nahezu senkrecht, bald unter schieferm und sehr schieferm Winkel die Fläche treffen. Wo die Lichtstrahlen senkrecht auf eine Fläche treffen, da ist diese am hellsten; je kleiner der Winkel, unter dem sie der Fläche begegnen, desto dunkler erscheint die Fläche an der getroffenen Stelle. Ähnliches besteht auf den Flächen mit Körperschatten und Schlagschatten. Auf diese wirken die Strahlen des Widerscheins oder Reflexlichtes, das heisst des von den Lichtflächen anderer Körper zurückgeworfenen Lichtes, von dem später eingehender zu sprechen sein wird. Diese Strahlen treffen die Schattenflächen ebenfalls mit verschiedenen Neigungswinkeln, und so erscheinen auch diese Flächen mit verschiedenen Graden der Dunkelheit. Die vorausgesetzte Marmortafel wirft z. B. von den beleuchteten Flächen neben dem Schlagschatten noch sehr starke Reflexlichtstrahlen auf die Pyramide oder Kugel und erzeugt auf den Schattenflächen dieser Körper die erwähnte Abstufung. Die Schlagschattenfläche selber erhält aber keine Reflexlichtstrahlen, wenigstens nicht von naheliegenden Körpern. Daraus ergibt sich, dass der Schlagschatten immer dunkler ist, als jede Stufe des Körperschattens, eine Thatsache, welche an jedem einfarbigen der Sonne ausgesetzten Körper zur Anschauung gelangt und nur da eine Ausnahme erleiden kann, wo die gemachte Voraussetzung einer einzigen herrschenden Lichtquelle nicht erfüllt ist.

5. Zwei Vollendungsgrade der Schattierung.

Soviel als erster Einblick in das Wesen der Schattierung. Diese ist aber in der Darstellung technischer Gebilde nicht immer genau so wie sie in der Natur sich findet oder in der Photographie sich finden würde, sondern sie erscheint je nach dem Massstab in zwei verschiedenen Vollendungsgraden. Bei der minder vollkommenen Schattierung ist auf dem Bilde des dargestellten Körpers nur Licht, Körperschatten und Schlagschatten unterschieden, so dass die beleuchtete Fläche überall gleich hell, die Körperschattenfläche überall gleich dunkel, die Schlagschattenfläche zwar dunkler als die Körperschatten, aber in sich ebenfalls überall gleich dunkel ist.

Dieser minder vollkommenen Darstellung der wirklich bestehenden Beleuchtungsgrade steht gegenüber diejenige, welche auch die feineren Abstufungen der beleuchteten und nicht beleuchteten Flächen darbietet, also hellstes Licht, minder helles Licht in allen Stufen oder wenigstens in einer bestimmten Zahl von Stufen, Körperschatten vom hellsten Reflexlicht bis zum dunkelsten, dem sogenannten Streiflicht, und ebenso, als dunkelste Flächenreihe überhaupt, die Schlagschatten bis hinab zur tiefsten Stufe.

Jeder der beiden Vollendungsgrade der Schattierung hat sein Gebiet. Bei Darstellungen in kleinerem Massstab, z. B. bei einer Gebäudefront, einer inneren Wandgliederung, einer Brücke, die im Massstab 1 : 100 oder 1 : 50 zu zeichnen ist, oder bei einem Möbelstück, einem Dekorationsstück bis etwa zum Massstab 1 : 25 genügt es vollkommen, die drei Beleuchtungsgrade Licht, Selbstschatten und Schlagschatten nur zu unterscheiden, ohne sie abzustufen; ja es ist hier erfahrungsgemäss das Abstufen innerhalb der Lichtflächen und der beiden Arten von Schatten der Schönheit und Deutlichkeit des Bildes geradezu schädlich, indem es den Eindruck des Gekünstelten hervorruft. Ist dagegen ein Säulenkapital oder -fuss, ein Krönungsgesims, ein Stück Brüstung, ein Zierstück irgend welcher Art als Einzelheit des Bauwerks, oder ein kunstgewerblicher Gegenstand, oder ein kompliziert gestalteter Maschinenbestandteil etwa in einem Zehntel oder Fünftel der Wirklichkeit oder in natürlicher Grösse darzustellen, so bedarf es der feineren Abstufung von Licht und Schatten, wenn das Bild der Raumgestalt nahekommen und über den Zusammenhang der Formen oder die ästhetische Wirkung des Dargestellten Aufschluss geben soll.

Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde. Beide sind Anwendungen der darstellenden Geometrie. 6.

Die erste, minder weit gehende Aufgabe des Schattierens der technischen Gebilde, bei welcher die graphische Konstruktion nur die Grenzen von Licht und Schatten, von Selbstschatten und Schlagschatten zu bestimmen hat, bildet den Gegenstand der Schattenkonstruktionslehre, wogegen man unter Beleuchtungskunde diejenige Wissenschaft versteht, welche nach Bestimmung der Licht- und Schattengrenzen, innerhalb der dem Lichte und den beiden Arten von Schatten zugewiesenen Flächen, die feineren Abstufungen der Beleuchtung und der Schattenstärke bestimmen hilft.

Die Beleuchtungskunde ist als tiefere Auffassung des Beleuchtungsproblems wissenschaftlich interessanter und als Durchführung eines einzigen, ebenso geistreichen als einfachen Grundgedankens einheitlicher, auch in den von ihr geschaffenen Bildern ansprechender, schöner als die Schattenkonstruktionslehre. Diese aber ist weit wichtiger für das praktische Schaffen; sie erklärt in erster Linie und auf dem nächsten Weg die Körperformen; sie findet in allen Zweigen der Darstellung technischer Gebilde umfassende und vielseitige Verwertung, und ihr Studium ist eine notwendige Ergänzung zu demjenigen aller Projektionslehre und Darstellungskunde überhaupt. Schattengrenzen

müssen überall aufgesucht werden; aber verhältnismässig selten und fast nur im Kunstgewerbe und in der Monumentalarchitektur verleiht die karge Praxis Zeit und Mittel, ein auszuführendes Gebilde zuvor mit seinen feineren Lichtstufen zu schattieren.

Darstellungen aus dem Maschinenbau, aus dem Gebiet der wissenschaftlichen Instrumente und Modelle, aus dem Heizungs- und Beleuchtungswesen und anderen verwandten Zweigen des technischen Gestaltens werden schon in kleinerem Massstab oft eingehender schattiert, wenn auch nur nach Schätzung oder an der Hand der Photographie des schon Ausgeführten. Doch ist selbst für dieses nur gefühlsmässige oder nachbildende Schattieren das Studium der Beleuchtungskunde die beste Grundlage, und sogar die künstlerische Formenmodellierung auf Papier oder Leinwand mit Hilfe von Licht und Schatten kann in der Kenntnis ihrer Gesetze schätzbare Förderung finden.

Streng richtige, mit mathematisch abgeleiteten Lichtstufen schattierte Bilder wären endlich ein gutes Hilfsmittel zur Deutlichkeit und Anschaulichkeit bei Vorführung vieler mathematischer Flächen und Körper im Unterricht; es mag hiermit zur Verwertung der Beleuchtungskunde auch in dieser Richtung eine Anregung gegeben sein.

Die technischen Gebilde weisen fast ausschliesslich mathematisch bestimmte Flächen auf, nämlich Ebenen, Cylinderflächen, Kegelflächen, Kugelflächen, Drehungsflächen aller Art, Schraubenflächen, Wendelflächen u. s. f. Wenn nun auch über die Richtung der Lichtstrahlen, die eine solche Fläche treffen, eine bestimmte Annahme gemacht wird, so ist damit offenbar entschieden und durch geeignete Operationen mathematisch bestimmbar, welche Teile der Fläche vom Licht getroffen werden und welche nicht, ferner unter welcher Neigung die Lichtstrahlen an einem bestimmten Punkt der Fläche diese treffen. Die Operationen mit Zirkel und Lineal, die zur Bestimmung der Licht- und Schattengrenzen, beziehungsweise der Neigung der Lichtstrahlen gegen die verschiedenen Flächenteile beigezogen werden, fallen in das Gebiet der darstellenden Geometrie: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde sind also Anwendungen der darstellenden Geometrie und müssen notwendig die Kenntnis der Grundoperationen dieser Wissenschaft voraussetzen. Doch wird im folgenden der Erklärung einer jeden Gruppe von Problemen der Schatten-

konstruktion eine kurze Fassung derjenigen Sätze und Betrachtungen der darstellenden Geometrie, welche bei den Lösungen zur Geltung kommen, vorangestellt werden.

Parallelbeleuchtung und Centralbeleuchtung. 7. Eingebürgerte Lichtstrahlrichtung der ersten.

Die Quellen des direkten oder unmittelbar auf die Körper treffenden Lichtes sind entweder Sonne und Mond, oder künstliche Lichter. Die Lichtstrahlen gehen von den Lichtquellen geradlinig und radial nach allen Richtungen des Raums, und bei der Beleuchtung durch künstliches, nahestehendes Licht, die jedoch bei technischen Darstellungen selten vorausgesetzt wird, ist das radiale Auseinanderstreben der Strahlen wohl zu beachten. Anders ist es bei der Sonne. Bei der grossen Entfernung dieser Lichtquelle und dem grossen Durchmesser der Sonnenkugel ist das Divergieren oder Auseinanderstreben der Sonnenstrahlen für die Beleuchtungen auf der Erde gleich Null; das heisst die Sonnenstrahlen sind als ein System unendlich vieler Parallellinien in die Schattenkonstruktion einzuführen, und es ist nur noch über die Richtung des Sonnenlichtes für den einzelnen Fall der Darstellung eines Körpers eine Annahme zu treffen. Für das Schattieren technischer Gebilde wird diese Richtung fast immer so gewählt, dass die Projektionen des Lichtstrahls auf den beiden Grundebenen je einen Winkel von 45° mit dem Querschnitt bilden, und zwar so, als ob das Licht über die linke Schulter des Beschauers auf den dargestellten Körper fallen würde. Erfahrungsgemäss erweist sich diese Annahme für die meisten Darstellungen als günstig; auch erleichtert sie die Konstruktion wesentlich gegenüber andern Winkeln mit den Grundebenen, weil man den Winkel von 45° an den Schiebdreiecken hat und weil die Richtung von 45° in den Horizontalprojektionen oder Grundrissen technischer Gebilde ohnehin eine Rolle spielt. Es ist nicht ausgeschlossen, auch noch andere Lichtrichtungen für das Schattieren beizuziehen, und es giebt Fälle, wo man mit etwas steileren Lichtstrahlen, etwa 60° im Aufriss bei 45° oder 60° im Grundriss, oder auch mit flacherer Neigung von nur 30° bessere Bilder erzielt; aber die zuvor beschriebene ist weitaus die häufigste und in allen Ländern eingeführt. Sie wird in der Folge immer vorausgesetzt werden.