



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Schattenkonstruktion und Beleuchtungskunde

Göller, Adolf

Stuttgart, 1895

Art. 115. Zahlenbewertung der Lichtstufen

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

Darstellungen zu gewinnen. Ein Anschwellen der Striche gegen eine dunklere Nachbarstrichlage, wie es zur Herstellung der stetigen Uebergänge notwendig wäre, lässt sich bis jetzt mit der Reissfeder nicht anders erhalten als durch einen zweiten, etwas schrägliegenden Strich auf jedem zuvor gezogenen.

115. Zahlenbewertung der Lichtstufen.

Im früheren sind anfangs die Verhältnisse der Lichtstufen in Zahlen ausgedrückt worden, indem sich für den hellsten Punkt und die Parallelkreise der Normalkugel die Lichtstufen oder Helligkeitswerte 4 3 2 1 0 aus dem Gesetz der Lichtstufen ergaben. Die Betrachtung der Reflexlichtwirkungen hob jedoch dieses einfache Verhältnis auf, indem sie an die Stelle der Lichtstärke Null, die nicht vorkommen kann, einen veränderlichen Wert k , Körperschattengrenzlicht oder Streiflicht, ebenso an die Stelle der Lichtstärke Vier einen anderen veränderlichen Wert h , hellster Punkt im Licht, setzte und in Ermangelung anderer Wahrscheinlichkeiten nur die arithmetische Reihe der fünf Werte beibehielt. Neben die beiden Hauptwerte k und h traten noch die Lichtstufen r , hellster Reflexpunkt, und s , dunkelster Schlagschattenpunkt, für welche als feststehend nur gelten kann, dass r einer bestimmten Lichtstärke zwischen k und h entspricht und s dunkler ist als k . Die Zwischenkreise von k nach r und von k nach s mit Einschluss dieser Hauptwerte selbst sind wieder als Glieder arithmetischer Reihen vorzustellen.

Anschliessend an Art. 85 sind nun in erster Linie bestimmte Annahmen für die Verhältnisse der vier Hauptlichtstufen und damit auch für ihre Zwischenglieder zu treffen; eine zweite Aufgabe ist die Wiedergabe jeder nach ihrem Verhältnis zu den andern festgestellten Lichtstufe durch einen Malton oder eine Strichlage.

Alle Freiheit der Wahl für den einzelnen Fall auf Grund des in Art. 85 Ausgesprochenen wiederholt anerkannt, ist im folgenden angenommen

1) dass die vier Hauptwerte und die ganzzahligen Zwischenstufen nicht nur von h nach k , von k nach r und von k nach s , sondern auch von r nach s eine arithmetische Reihe bilden, also die Unterschiede zwischen je zwei Schlagschattentönen ebenso gross sein sollen wie zwischen zwei Reflexstufen,

2) dass die Lichtstärke des hellsten Reflexpunktes r dem Parallelkreis + 2,5 der Normalkugel entsprechen, also in der Mitte zwischen derjenigen der Parallelkreise + 2 und + 3 liegen soll.

Die erste Annahme, dass die acht Unterschiede zwischen r und s gleich gross sein sollen, ist zwar willkürlich, aber naheliegend; sie erreicht offenbar die grösste Stetigkeit in der Zu- und Abnahme der Schattentöne und dürfte in der Wirklichkeit oft erfüllt sein. Die Feststellung der Lichtstärke des Reflexpunktes r entspricht einer ziemlich kräftigen Reflexwirkung, wie sie der Formendeutlichkeit der dargestellten Gebilde meist am günstigsten sein dürfte; übrigens sollen auch schwächere im Auge behalten werden.

Die Stärke der Reflexwirkung auf der Körperschatten-

Göller, Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde.

seite hängt, wie in Art. 85 ausgeführt worden ist, in erster Linie von der Durchstrahlbarkeit des Materials ab; bei geringer Durchstrahlbarkeit, etwa trockenem Gips, würde der hellste Reflexpunkt r vielleicht noch heller werden können als der Parallelkreis + 2,5; bei starker Durchstrahlbarkeit (weissem Marmor, Alabaster) ist wegen des von innen heraus erhellten Streiflichts und der geringeren Zurückwerfung des Reflexlichtes selber die Reflexwirkung weniger fühlbar; in diesem Fall würde der Reflexpunkt r nur etwa bis zur Lichtstärke des Kreises + 3 aufsteigen dürfen. Noch geringere Reflexwirkung kann in künstlerischen Darstellungen günstig sein; für den hier vorliegenden Zweck würde sie zu wenig Abstufung der Körperschattentöne liefern. Bei der Wahl der Reflexlichtstärke für eine Darstellung ist auch der Hintergrund einigermaßen in Betracht zu ziehen. Auf dunklem Hintergrund scheinen die Reflexstufen infolge des Gegensatzes zu diesem heller zu sein als sie wirklich sind. Sogar wenn gar keine Reflexerhellung eingeführt und der Körperschatten durchaus gleich stark gehalten wird, ist neben dunklem Grund eine scheinbare Reflexwirkung vorhanden, wogegen bei hellem Hintergrund eine schon ziemlich kräftige Reflexerhellung sich wenig fühlbar macht. Ein sehr dunkler Hintergrund verlangt aber auch dunklere Haltung aller andern Schattentöne, wenn nicht die Vorstellung stark durchscheinenden Materials erweckt werden soll. Abgesehen von allen solchen besonderen Rücksichten wird sich jedoch die oben für die Reflexwirkung getroffene Annahme am häufigsten empfehlen.

Sobald nun ein Zahlenverhältnis einer der drei Lichtstufen k , r und s zu der Lichtstufe h festgesetzt ist, lassen sich die beiden übrigen aus den getroffenen Annahmen bestimmen und ebenfalls durch Zahlen ausdrücken. Wenn die im Schlagschatten befindliche Kugel eine arithmetische Reihe der Lichtstufen zwischen r und s darbieten, also k in der Mitte zwischen r und s liegen soll, so ergibt sich die Gleichung $r - k = k - s$; die zweite getroffene Wahl, dass Punkt r die Lichtstärke des Parallelkreises + 2,5 haben soll, führt mit Berücksichtigung der Lage dieses Parallelkreises und der arithmetischen Progression zwischen h und k zu der Proportion $h - r : r - k = 5 : 3$.

Wenn nun etwa angenommen wird, dass der dunkelste Schlagschattenton s ein Achtel der Lichtstärke des hellsten Punktes h darbieten soll, so hat man in der Gleichung und der Proportion $h = 1$ und $s = 1/8$ zu setzen; man erhält dann $k = 4/11$ und $r = 53/88$. Mit diesen vier Hauptlichtstufen ergeben sich, wenn zu Gunsten abgerundeter Zahlen $12/88$ anstatt $11/88$ und $52/88$ anstatt $53/88$ geschrieben wird, folgende Verhältniszahlen für die ganzzahligen Lichtstufen.

	Lichtkugel:	Schlagschattenkugel:
Tafel C	+ 0 (h) = 88	+ 0 (s) = 12
	+ 1 = 74	+ 1 s = 17
	+ 2 = 60	+ 2 s = 22
	+ 3 = 46	+ 3 s = 27
	+ 4 (k) = 32	+ 4 (k) = 32
	- 3 = 37	- 3 = 37
	- 2 = 42	- 2 = 42
	- 1 = 47	- 1 = 47
	- 0 (r) = 52	- 0 (r) = 52

Mit der Lichtstärke des dunkelsten Schlagschattentons gleich einem Zwölftel der Lichtstärke des hellsten Punktes ist $h=1$ und $s=1/12$ zu setzen; es wird dann $k=1/3$, $r=7/12$, und es erscheinen die einfacheren und genau passenden Verhältniszahlen folgender zwei Reihen, welche später in erster Linie den Strichlagen und Maltönen der Schattierung zu Grunde gelegt werden sollen.

Tafel D	Lichtkugel:	Schlagschattenkugel:
	+ 0 (h) = 48	+ 0 (s) = 4
	+ 1 = 40	+ 1 s = 7
	+ 2 = 32	+ 2 s = 10
	+ 3 = 24	+ 3 s = 13
	+ 4 (k) = 16	+ 4 (k) = 16
	- 3 = 19	- 3 = 19
	- 2 = 22	- 2 = 22
	- 1 = 25	- 1 = 25
	- 0 (r) = 28	- 0 (r) = 28

Die Zahlenreihen zeigen entsprechend der für die Reflexstärke getroffenen Annahme für - 0 (r) ganz oder annähernd die Mitte zwischen + 2 und + 3. Will man die oben erwähnte schwächere Reflexwirkung einführen, bei welcher der hellste Reflexpunkt nur bis zu der Lichtstärke des Lichtkreises + 3 aufsteigt, so tritt an die Stelle der oben angesetzten Proportion die folgende: $h:r:r-k=3:1$; man erhält mit der weiteren Annahme $k=1/4$ die Werte $r=7/16$ und $s=1/16$ und damit folgende Verhältniszahlen:

Tafel E	Lichtkugel:	Schlagschattenkugel:
	+ 0 (h) = 64	+ 0 (s) = 4
	+ 1 = 52	+ 1 s = 7
	+ 2 = 40	+ 2 s = 10
	+ 3 = 28	+ 3 s = 13
	+ 4 (k) = 16	+ 4 (k) = 16
	- 3 = 19	- 3 = 19
	- 2 = 22	- 2 = 22
	- 1 = 25	- 1 = 25
	- 0 (r) = 28	- 0 (r) = 28

Nach folgenden Zahlenreihen ist die Reflexwirkung zwischen den beiden zuvor angenommenen gewählt, und zwar mit $- 0 (r) = + 2^{2/3}$, dabei s nur ein Siebenzehntel von h :

Tafel F	Lichtkugel:	Schlagschattenkugel:
	+ 0 (h) = 68	+ 0 (s) = 4
	+ 1 = 56	+ 1 s = 8
	+ 2 = 44	+ 2 s = 12
	+ 3 = 32	+ 3 s = 16
	+ 4 (k) = 20	+ 4 (k) = 20
	- 3 = 24	- 3 = 24
	- 2 = 28	- 2 = 28
	- 1 = 32	- 1 = 32
	- 0 (r) = 36	- 0 (r) = 36

Alle vier Annahmen für die Verhältniszahlenreihen sind berechtigt und noch andere, für welche die zwei grundlegenden Gleichungen ebenso zu verwerten wären, dürften getroffen werden. Die erste Reihe würde eine lichtere Schattierung mit starker Reflexwirkung, die zweite eine etwas kräftigere Schattierung mit derselben verhältnismässigen Reflexwirkung, die dritte und vierte eine abermals dunklere Schattierung mit geringeren Reflexwirkungen bedeuten, wie in der Photographie hellere und dunklere Abzüge von derselben Platte, stärkere und schwächere

Reflexe bei verschiedenen Aufnahmen desselben Gegenstandes erscheinen können.

An diese Zahlen knüpft sich notwendig die Frage: „Was bedeutet es eigentlich, wenn zwei Lichtstufen sich verhalten wie 88 zu 46 oder wie 64 zu 19 u. s. w.? Die Lichtempfindung kennt ja keine Verhältniszahlen; sie gestattet nur das Urteil ‚hell und etwas weniger hell‘ oder ‚hell und dunkel‘; sie kann eine Anzahl von Lichtstufen zwar in eine steigende oder fallende Reihe stellen, aber nicht scharf bewerten.“ Trotz dieser Thatsache ist eine Antwort auf die gestellte Frage möglich, und zwar mit dem Hinweis auf das physikalische Gesetz, dass die Lichtstärken zweier normal beleuchteten Ebenen umgekehrt proportional den Quadraten ihrer Entfernungen von der Lichtquelle sind. Mit Hilfe dieses Gesetzes liessen sich ganz wohl um eine künstliche Lichtquelle herum dreizehn gleichfarbige Ebenen in verschiedenen, durch Rechnung zu bestimmenden Entfernungen aufstellen, deren Beleuchtungsstufen der einen oder anderen oben gegebenen Reihe von Verhältniszahlen genau entsprechen würden. Die Zahlenbewertung der Lichtstufen auf einem durch Zeichnung gegebenen Raumgebilde ist hienach, sobald die erwähnten drei Annahmen über die Verhältnisse der vier Hauptlichtstufen getroffen sind, immer möglich; auch lässt sich bestimmen sagen, was die Zahlen bedeuten.

Wiedergabe der Lichtstufen.

116.

Weniger günstig steht es um den zweiten Teil der Aufgabe, um die Wiedergabe der durch Zahlen festgesetzten Lichtstufen durch Strichlagen oder Maltöne. Es ist fraglich, ob sie überhaupt streng richtig wiedergegeben werden können. Angenommen es sei für eine bestimmte Beleuchtungsstärke der Papierfläche die Reihe der Lichtstufen genau so aufgetragen, wie es jenen dreizehn um eine künstliche Lichtquelle aufgestellten Ebenen entspricht, das heisst die dreizehn verschieden dunkel bemalten oder schraffierten Ebenen in den hiefür berechneten Entfernungen von der künstlichen Lichtquelle aufgestellt, würden alle als gleich hell beurteilt werden, so dürften diese Abstufungen eben nur strenge Gültigkeit für die eine verwendete Lichtquelle, nicht auch für andere, nicht auch für Tagesbeleuchtung haben. Wahrscheinlich werden bei einer andern Beleuchtungsstärke die Verhältnisse der von den dreizehn gemalten oder schraffierten Papierebenen ausgesendeten Lichtmengen andere, also nicht mehr streng richtige werden. Im dunklen Zimmer dürfte eine bestimmte helle Fläche ein anderes Lichtmengenverhältnis gegenüber einer bestimmten dunkeln ergeben, als im Sonnenschein. Welche Beleuchtungsstärke der Papierfläche soll nun massgebend sein? Solange diese Frage sich nicht beantworten lässt, oder solange nicht sicher gestellt ist, dass die von einer nicht glänzenden Ebene unregelmässig reflektierte Lichtmenge bei jeder Beleuchtungsstärke denselben Bruchteil der empfangenen Lichtmenge darstellt, ist auch die Möglichkeit einer allgemeingültigen, streng richtigen Wiedergabe jener durch Zahlen ausgedrückten Lichtstufen mit Hilfe von Maltönen oder Strichlagen nicht sicher gestellt.