



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Schattenkonstruktion und Beleuchtungskunde

Göller, Adolf

Stuttgart, 1895

Art. 116. Wiedergabe der Lichtstufen

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

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:
	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (h) = 48 \\ +1 = 40 \\ +2 = 32 \\ +3 = 24 \\ \pm 4 (k) = 16 \\ -3 = 19 \\ -2 = 22 \\ -1 = 25 \\ -0 (r) = 28 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (s) = 4 \\ +1 s = 7 \\ +2 s = 10 \\ +3 s = 13 \\ \pm 4 (k) = 16 \\ -3 = 19 \\ -2 = 22 \\ -1 = 25 \\ -0 (r) = 28 \end{array} \right.$

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:
	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (h) = 64 \\ +1 = 52 \\ +2 = 40 \\ +3 = 28 \\ \pm 4 (k) = 16 \\ -3 = 19 \\ -2 = 22 \\ -1 = 25 \\ -0 (r) = 28 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (s) = 4 \\ +1 s = 7 \\ +2 s = 10 \\ +3 s = 13 \\ \pm 4 (k) = 16 \\ -3 = 19 \\ -2 = 22 \\ -1 = 25 \\ -0 (r) = 28 \end{array} \right.$

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

Tafel F	Lichtkugel:	Schlagschattenkugel:
	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (h) = 68 \\ +1 = 56 \\ +2 = 44 \\ +3 = 32 \\ \pm 4 (k) = 20 \\ -3 = 24 \\ -2 = 28 \\ -1 = 32 \\ -0 (r) = 36 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} +0 (s) = 4 \\ +1 s = 8 \\ +2 s = 12 \\ +3 s = 16 \\ \pm 4 (k) = 20 \\ -3 = 24 \\ -2 = 28 \\ -1 = 32 \\ -0 (r) = 36 \end{array} \right.$

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.

Dies ist aber noch die kleinere Schwierigkeit gegenüber der Unmöglichkeit, im Einzelfall des Schattierens die Probe mit den Entfernungen von einer Lichtquelle wirklich anzustellen und insbesondere mit Tagesbeleuchtung anzustellen. Dreizehn oder sechzehn als Proben aufgetragene Tuschtöne oder Strichlagen im dunklen Zimmer um ein Licht zu stellen, wäre eine viel zu weit greifende Einleitung der Arbeit, um so mehr als die Brauchbarkeit des Resultats für die Anschauung bei Tageslicht zweifelhaft wäre. Von einer strengen auf den absoluten Werten jener Zahlen fussenden Wiedergabe der Lichtstufen durch Maltöne oder Strichlagen kann auch aus diesem Grund nicht die Rede sein; nur Annäherungen sind möglich.

117. Schattierung mit Strichlagen.

Bei Schattierung mit Strichlagen kann man diese so wählen, dass das zwischen den Strichen übrig bleibende weisse Papier seinem Flächengehalt nach dieselben zwei arithmetischen Reihen bildet wie die Verhältniszahlen einer jener vier Tafeln (C bis F) für die Licht- und Schattenstufen. Die oben gegebene zweite Zahlenreihe z. B. (Taf. D) wird dann so wiedergegeben, dass die Lichtstufe $+0/h$ durch das weisse Papier dargestellt ist, $+0/s$ durch eine Strichlage oder Strichlagenkreuzung, welche nur $1/48$ vom weissen Papier übrig lässt, $+3$ im Licht durch eine Strichlage, welche $24/48$ vom weissen Papier übrig lässt u. s. w. Wenn von einer Strichlage zur benachbarten die Fläche des weissen Papiers um einen Bruchteil n der Gesamtfläche abnimmt, also die dunkle der Striche um denselben Bruchteil n zunimmt, wenn ferner das weisse Papier einen Bruchteil a und die dunkle Strichfläche einen weit kleineren Bruchteil b des von aussen auf sie fallenden Lichtes zurückwirft, so nimmt die vom weissen Papier ausgehende Lichtmenge bei diesem Uebergang a um $n a$ und die von der Strichfläche ausgehende Lichtmenge zu um $n b$; die Gesamtveränderung ist also eine Abnahme um $n(a - b)$. Da nun nach den aufgestellten Zahlenreihen n für alle Uebergänge von $+0(h)$ bis $+4(k)$ gleich gross ist (z. B. bei der Tafel $D = 8/48$), und ebenso für diejenigen von $-0(r)$ bis $+0(s)$ immer gleich gross ist (bei der Tafel $D = 3/48$), so sind auch die Unterschiede der von den Strichlagen ausgehenden Lichtmengen gleich gross. Mit solchen Strichlagen wird also in der That erreicht, dass bei allen Beleuchtungsstärken des Papiers die dargestellten Lichtstufen in Beziehung auf die Unterschiede dieselben zwei arithmetischen Reihen bilden, wie die Glieder der zu Grunde liegenden zwei Zahlenreihen für die Lichtstufen im Licht und im Schatten. Nur von den hiebei erzielten geometrischen Verhältnissen der Glieder lässt sich nicht dasselbe behaupten, da diese Verhältnisse wie auch dasjenige der Werte a und b bei verschiedenen Beleuchtungsstärken des Papiers wechseln dürften. Nun sind aber die Endglieder jener Zahlenreihen (Tafeln C bis F) selbst willkürlich gewählt; sie könnten auch beliebig anders und mit gleichem Recht so gewählt worden sein, wie es bei einer bestimmten Tagesbeleuchtung den entstandenen Strichlagen entspricht; es würde also auf diesem Weg eine

durchaus wohlbegründete Reihe von Strichlagetönen für die ganzzahligen Lichtstufen erreicht werden, wenn es möglich wäre, die zwei arithmetischen Reihen der bei der Schraffierung für die Licht- und Schattentöne übrig zu lassenden weissen Papierflächen streng richtig zu erzielen. (Für gekreuzte Strichlagen ist in dieser ganzen Erwägung vorausgesetzt, dass die Flächen der Strichkreuzungen nicht dunkler werden als die einfache Strichfläche, was nur bei sehr dunkler Strichfläche nahehin erfüllt ist.)

Es giebt Schraffierlineale, mit welchen durch Einstellen einer Druckschraube nach einer Skala die Abstände der Parallelstriche, von Mitte zu Mitte gemessen, genau nach einem verlangten Mass erhalten werden, und Reissfedern mit Teilscheibe, welche eine bestimmte Strichdicke auf Zwanzigstelmmillimeter genau liefern oder liefern sollen. Mit zwei solchen Instrumenten würde die Strichlage für jede einzelne Lichtstufe ziemlich genau der berechneten übrig zu lassenden weissen Papierfläche angepasst werden können. Nur ist zu beachten, dass die Reissfedern im längeren Gebrauch sich allmählich etwas erweitern und dann breitere Striche geben als die Teilscheibe anzeigt.

In dieser Weise könnte die Schattierung durchgeführt werden, ohne zur Feststellung der Lichtstufen der Zeichnung das Gefühl zu Hilfe zu nehmen. Es ist aber im Einzelfall ganz überflüssig, dieser Schätzung der Strichstärken dem Gefühl nach aus dem Wege zu gehen; sie führt weit rascher zum Ziel und giebt vielleicht Resultate, die dem Gefühl mehr zusagen, als die auf rechnerischem und mechanischem Weg erzielten. Man wird hiezu nach Festsetzung einer für alle Lichtstufenstreifen gleichbleibenden Strichweite vor Beginn der Arbeit Probeschraffierungen auf einem Nebenblatt ausführen und den Versuch so oft wiederholen, bis eine befriedigende Stetigkeit der Lichtstufen innerhalb der zuvor gewählten Grenzen des hellsten und dunkelsten Tons erzielt ist. Diesen letzten wird man nach dem Verhältnis und dem Dunkelheitsgrad der Schattenflächen gegenüber den Lichtflächen richten und bei Vorhandensein grosser dunkler Schattenflächen weit heller festsetzen, als wenn etwa bei wenig Schattenflächen die dunkleren Stufen des Schlagschattens gar nicht vertreten sind. Figur 112d ist ein Beispiel für den ersten Fall, Figur 109b für den zweiten, ein Versuch bei jener, die gleichzahligen Licht- und Schattenstufen wie bei dieser zu halten, ergab ein viel zu schwarzes Bild. Bei wichtigen Darstellungen erleichtert es die Beurteilung der Lichtstufen, wenn man die empfohlenen Probestrichlagen zu Lichtstufenstreifen eines Cylinders mit Schlagschattenpartien gestaltet.

Ob oder wie weit eine solche gefühlsmässig festgesetzte Reihe von Lichtstufentönen übereinstimmt mit einer durch Berechnung und jene beide Instrumente erhaltenen, wäre noch durch Versuche zu erproben.

Die Schraffierung kann entweder mit nur einer Strichlage für jede Lichtstufe oder mit gekreuzten Strichlagen für die dunkleren Töne durchgeführt werden. In den Figuren 109b und 111c ist das erste gewählt; die Strichweite ist in dem anderthalbmal grösseren Original der ersten Figur 0,8 mm, bei der zweiten 0,7 mm. Bei dem