

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 18

Artikel: Lampen für die Strassenbeleuchtung

Autor: Mathis, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904857>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Lampen für die Strassenbeleuchtung

W. Mathis

Die in der Strassenbeleuchtung in erster Linie interessierenden Lampeneigenschaften werden generell betrachtet. Dann folgen quantitative Angaben zu den einzelnen Lampenarten und einige Hinweise über Lichtstromregulierung, Lampenpreis und Lampengarantie.

L'article présente sur un plan général les différentes propriétés des lampes entrant avant tout en ligne de compte pour l'éclairage des rues. Suivent ensuite quelques données quantitatives relatives aux différents types de lampe et quelques indications concernant la régulation du courant d'éclairage, le prix des lampes et les garanties.

1. Allgemeines

Unter dem Begriff der Strassenbeleuchtung sind so verschiedenartige Beleuchtungsaufgaben zusammengefasst, dass es kaum eine Lampe gibt, die nicht wenigstens in einzelnen Fällen dafür eingesetzt werden könnte. Weil bei jeder dieser unterschiedlichen Beleuchtungsaufgaben die Akzente anders zu setzen sind, ist es auch nicht möglich, eine allgemeingültige Rangfolge für die Eignung der verschiedenen Lichtquellen festzulegen, wie dies oft gewünscht wird. Die Lampe ist nur eines der vielen Elemente, die eine Beleuchtung ausmachen, und nur aus der fachmännischen Betrachtung des Ganzen kann eine richtige Wahl erfolgen. Bei der Beleuchtung einer Autobahneinfahrt etwa spielen wirtschaftliche Gesichtspunkte richtigerweise stärker mit als in einer Altstadt-Fussgängerzone, wo hoffentlich der Behaglichkeit mehr Raum gegeben wird.

2. Die Eigenschaften der Lampen

Die massgeblichen Lampeneigenschaften sollen vorerst generell und anschliessend quantitativ für jede Lampenart betrachtet werden. Eine abschliessende Zusammenfassung soll aus den soeben dargelegten Gründen ohne eigentliche Wertung erfolgen. Einzelne Eigenschaften interessieren eher den Leuchtenkonstrukteur, für den Anwender gehen sie in die Eigenschaften der Kombination «Leuchte plus Lampe» ein.

Folgende Lampeneigenschaften werden hier betrachtet:

Unter dem Leistungsangebot einer Lampenart wird hier die verfügbare Auswahl an Lichtströmen verstanden. Aus der Projektierung einer Anlage nach Helligkeit, Gleichmässigkeit usw. ergeben sich bestimmte Anforderungen an den Lichtstrom pro Lichtpunkt. Im allgemeinen ist die Auswahl genügend, einzig bei den Na-Hochdrucklampen und den Halogen-Metall-

dampflampen wird an Typen geringerer Stärke noch gearbeitet.

Form und Grösse einer Lichtquelle bestimmen den Aufwand in der Leuchte bezüglich Lichtlenkung und Blendschutz. Hier lässt sich ganz allgemein sagen, dass bei den relativ langen Fluoreszenz- und Na-Niederdrucklampen eine Bündelung des Lichts in der Ebene der Lampenachse etwas aufwendiger ist, ein Problem, das der Leuchtenkonstrukteur zu lösen hat.

Die Lichtausbeute als Wirkungsgrad für die Umwandlung elektrischer Energie in Licht steht meist im Vordergrund. Für Lichtquellen, die zusätzliche Betriebsgeräte benötigen – und das ist für alle modernen Typen der Fall –, ist in der Praxis und besonders bei Quervergleichen über verschiedene Lampenarten nur die Lichtausbeute unter Einschluss der Geräteverluste sinnvoll. Ferner sollte beachtet werden, dass Lichtausbeute-Unterschiede sich nicht unverändert auf das beleuchtete Objekt auswirken müssen; Qualitätsdifferenzen der Leuchten bezüglich Wirkungsgrad und Lichtlenkung können hier mildernd oder verstärkend wirken.

Die Lebensdauer interessiert bei der öffentlichen Beleuchtung im allgemeinen weniger wegen des Lampenpreises, sondern wegen der mit dem Lampenersatz verbundenen hohen Arbeitskosten. Der Begriff Lebensdauer ist in der praktischen Beleuchtungstechnik recht vieldeutig; oft wird darüber gesprochen, ohne dass sich die Partner über seine Bedeutung zuvor geeinigt hätten.

Lebensdauer kann zum Beispiel bedeuten

- die Lebensdauer eines einzelnen Exemplars,
- den Mittelwert für einen bestimmten Posten oder
- den Mittelwert für eine Lampenart, bestimmt durch Stichproben und für einzelne Exemplare nur innerhalb eines gewissen Streubereichs gültig. Lebensdauer kann sich beziehen
- auf den Ausfall eines bestimmten Anteils, z. B. von 50% bei den übli-

Adresse des Autors

Walter Mathis, Osram AG, Bürglistrasse 31, 8401 Winterthur.

Farbtemperaturen und
Lichtfarbengruppen nach SLG

Tabelle I

Farbtemperatur	Lichtfarbengruppe
über 5000 Kelvin	tageslichtweisse Lichtfarben (tw)
3300...5000 Kelvin	neutralweisse Lichtfarben (nw)
unter 3300 Kelvin	warmweisse Lichtfarben (ww)

chen Lebensdauerangaben für
Glühlampen (funktionelle Lebens-
dauer) oder

- auf einen bestimmten Rückgang des
Lichtstroms, bzw. der Beleuchtungs-
stärke oder Leuchtdichte, mit Rück-
sicht auf die Schaufgabe oder auf
die wirtschaftliche Erzeugung des
Lichts (lichttechnisch oder wirt-
schaftlich vertretbare Verwendungs-
dauer).

Lampenausfall und Lichtstrom-
Rückgang im Laufe der Benützungsdauer
verhalten sich je nach Lampenart
recht unterschiedlich.

Die Lichtfarbe wird durch die Farb-
temperatur in Kelvin oder durch die in
der Praxis meist genügenden Lichtfar-
bengruppen tageslichtweiss, neutral-
weiss und warmweiss nach SLG be-
schrieben (Tabelle I). Sie ist haupt-
sächlich dort von Bedeutung, wo sich
Fussgänger wohlfühlen sollen, wäh-
rend sie für reinen Fahrverkehr in un-
bebauten Gebieten hinter anderen Ge-
sichtspunkten zurückzutreten hat. In
Fussgänger- und Wohnbereichen wird
warmweisses Licht meist vorgezogen;
eine passende Lichtfarbe wird oft als
wichtiger bezeichnet als eine gute
Farbwiedergabe, da sie die Stimmung
stärker zu beeinflussen vermöge. Un-
terschiedliche Lichtfarben im Zuge
eines Verkehrsweges können für die
Signalisierung von Kreuzungen, Fuss-
gängerstreifen usw. benützt werden.

Die Farbwiedergabe-Eigenschaften
werden durch den Farbwiedergabe-
Index nach CIE gekennzeichnet, in der
Praxis mit genügender Genauigkeit
durch die Farbwiedergabe-Stufen 1...4
nach SLG (Tabelle II). Es muss immer

Farbwiedergabe-Index R_a
nach CIE und

Farbwiedergabe-Stufen nach SLG

Tabelle II

Farbwiedergabe- Index R_a	Farbwiedergabe- Stufe
85...100	1
70... 84	2
40... 69	3
unter 40	4

wieder darauf hingewiesen werden,
dass diesen Stufen nicht generell Qua-
lifikationen wie «sehr gut», «gut»,
«genügend» usw. zugeordnet werden
dürfen. Gerade in der öffentlichen Be-
leuchtung kann eine Lichtquelle der
Stufe 3 im einen Fall als «gut» be-
zeichnet werden, während sie in einem
anderen Fall als «ungenügend» abge-
lehnt werden müsste. Aus wirtschaftli-
chen Gründen kann sich eine Lampe
für eine bestimmte Anwendung als
«unnötig gut» erweisen, obschon eine

gute Farbwiedergabe immer und über-
all angenehm ist.

Von Bedeutung ist sie insbesondere
dort, wo in von Fussgängern belebten
Bereichen sie selbst, ihre Kleidung,
aber auch Bebauung und Bepflanzung
natürlich beleuchtet sein sollen. Im all-
gemeinen wird dafür ein Farbwieder-
gabe-Index von 60 als genügend und
wie bereits erwähnt eine warmweisse
Lichtfarbe oft als wichtiger erachtet.

Betriebsgeräte sind für alle Entla-
dungslampen mit Ausnahme der

Eigenschaften der Na-Niederdrucklampen

Tabelle III

Leistungsstufen	...35-55-90... W
Formen	Röhre klar
Lichtausbeute	ca. 85...120 lm/W* bzw. 100...125 lm/W**
Lebensdauer 50% Ausfall	ca. 12 000 h
80% Lichtstrom	ca. 10 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	monochromatisch gelb/keine
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	kein weisses Licht
Vorschalt- und Zündgeräte	Strefeld-Trafo* oder Hybrid-Gerät**
Anlauf	ca. 10...15 min.
Wiederzündung	einige Minuten* oder sofort**
Bemerkungen	Lichtstrom und Lichtausbeute sinken bei -20 °C Umgebungstemperatur um etwa 10% unter die Nennwerte.

Eigenschaften der Na-Hochdrucklampen

Tabelle IV

Leistungsstufen	...70-100-150-250... W
Formen	Röhre klar oder Ellipsoid beschlänmt
Lichtausbeute	ca. 67...91 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 15 000 h
80% Lichtstrom	10 000...12 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	ww/1900...2100 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	10...20/4
Vorschalt- und Zündgeräte	Drossel + Zündgerät
Anlauf	70 W, auch mit Innenstarter
Wiederzündung	ca. 4...8 min.
Bemerkungen	einige Minuten Na-Hochdrucklampen sind auch für den Betrieb an Drosseln von Hg-Hochdruck- lampen (ohne Startgerät) erhältlich; ...210-350 W...; ca. 75...90 lm/W.

Eigenschaften der Fluoreszenzlampen

Tabelle V

Leistungsstufen	...18-20-36-40-58-65... W
Formen	Röhre mit Leuchtstoff
Lichtausbeute	ca. 73...84 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	ca. 10 000...12 000 h bei 3 h/Schaltung
80% Lichtstrom	ca. 10 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	tw, nw, ww/2700...6100 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	52...85/1, 2, 3
Vorschalt- und Zündgeräte	Vorschaltgerät + Starter oder starterloses Gerät
Anlauf	wenige Minuten
Wiederzündung	sofort
Bemerkungen	Lichtstrom stark temperaturabhängig. Umgebungstemperatur 25 °C: ca. 100% 0 °C: ca. 70% -10 °C: ca. 35%

Quecksilber-Mischlichtlampen erforderlich. In jedem Fall muss der Betriebsstrom stabilisiert werden, meist sind zusätzlich besondere Geräte für den Start notwendig.

Alle Lampen sind so gebaut, dass sie bei normalerweise zu erwartenden Unter- und Überspannungen problemlos arbeiten, d. h. im allgemeinen bei maximalen Abweichungen von $\pm 5\%$. Das schliesst aber nicht aus, dass sich Lichtstrom, Leistung und Lichtausbeute mit der Spannung mehr oder weniger stark verändern und auch Lebensdauer und Lichtstromrückgang beeinflusst werden können.

Von der Umgebungstemperatur abhängig sind praktisch nur die Fluoreszenzlampen bezüglich Lichtstrom und zum Teil Zündwilligkeit.

Die Nennwerte von Lichtstrom und Leistung stellen sich erst nach Erreichen der Betriebstemperatur ein, was bei gewissen Lampen, abhängig von der Bauart der Leuchte und der Umgebungstemperatur, bis zu einer Viertelstunde, in extremen Fällen auch länger dauern kann.

Verschiedene Lampenarten zünden nach einem Spannungsunterbruch nicht sofort wieder, die notwendige Abkühlzeit kann, ebenfalls abhängig von der Leuchtenkonstruktion und der Umgebungstemperatur, einige Minuten betragen.

Die Tabellen III...X zeigen die wichtigsten Eigenschaften der in der Strassenbeleuchtung eingesetzten Lampenarten. Berücksichtigt sind nur die dort vorwiegend verwendeten Leistungsstufen. Die Lichtausbeuten verstehen sich unter Berücksichtigung der Geräteverluste.

Tabelle XI zeigt die wichtigsten Eigenschaften aller Lampen zusammengefasst. Je nach Gewichtung der Eigenschaften im einzelnen Fall bieten sich bestimmte Ausführungen eher an als andere. Empfehlungen wie etwa die Übersicht in Tabelle XII können bei der Auswahl helfen, machen aber eine seriöse Abklärung in einem frühen Planungsstadium nicht entbehrlich.

3. Das Problem des Energiesparens

Eine Reduktion der Beleuchtung wird immer wieder gewünscht, um in der verkehrsarmen Zeit Energie sparen zu können. Das Ausschalten einzelner Lampen oder Lichtpunkte soll hier nicht betrachtet werden. Hingegen

Eigenschaften der Halogen-Metall dampflampen

Tabelle VI

Leistungsstufen	...250-400... W
Formen	Röhre klar oder Ellipsoid beschlämmt
Lichtausbeute	ca. 62...73 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 10 000 h
80% Lichtstrom	ca. 3000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	tw/5200...5900 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	85...90/1
Vorschalt- und Zündgeräte	Drosselspule + Zündgerät
Anlauf	ca. 3...5 min.
Wiederzündung	einige Minuten
Bemerkungen	Lichtfarbe ist etwas spannungs- und altersabhängig

Eigenschaften der Hg-Hochdrucklampen

Tabelle VII

Leistungsstufen	...80-125-250-400... W
Formen	Ellipsoid mit Leuchtstoff
Lichtausbeute	ca. 42...52 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 24 000 h
80% Lichtstrom	9000...12 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	nw, ww/3200...3500 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	45...55/3
Vorschalt- und Zündgeräte	Drossel
Anlauf	ca. 3...5 min.
Wiederzündung	einige Minuten

Eigenschaften der Hg-Hochdrucklampen mit Filterschicht

Tabelle VIII

Leistungsstufen	50-80-125 W
Formen	Kugel oder Ellipsoid mit Leuchtstoff und Filterschicht
Lichtausbeute	ca. 27...42 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 24 000 h
80% Lichtstrom	8000...10 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	ww/2900...3000 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	60/3
Vorschalt- und Zündgeräte	Drossel
Anlauf	ca. 3...5 min.
Wiederzündung	einige Minuten

Eigenschaften der Hg-Mischlichtlampen

Tabelle IX

Leistungsstufen	160-250... W
Formen	Ellipsoid mit Leuchtstoff
Lichtausbeute	ca. 19...22 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 5000 h
80% Lichtstrom	ca. 5000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	nw/3600...3800 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	63...68/3
Vorschalt- und Zündgeräte	nicht notwendig
Anlauf	ca. 2...4 min.
Wiederzündung	einige Minuten
Bemerkungen	Lebensdauer ist stark spannungsabhängig. Nennspannung: 100% 5% Überspannung: ca. 50% 5% Unterspannung: ca. 150%

stellt sich oft die Frage, wie weit und auf welche Weise Leistung und Lichtstrom von Na- und Hg-Hochdrucklampen ohne nachteilige Wirkungen

auf Betriebsverhalten und Lebensdauer abgesenkt werden können.

Eine Leistungsverminderung auf 65% bei HQL 125 W und auf 50% bei

Leistungsstufen	...100-150... W
Formen	Standardform klar oder innenmatt
Lichtausbeute	ca. 11...12 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	2500 h
80% Lichtstrom	über 2500 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	ww/2700...2900 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	100/1
Vorschalt- und Zündgeräte	nicht notwendig
Anlauf	sofort
Wiederzündung	sofort
Bemerkungen	Lebensdauer ist stark spannungsabhängig. Nennspannung: 100% 5% Überspannung: ca. 50% 5% Unterspannung: ca. 200%

nützung einer Lampe verbundene Kostenkomplex «Lampe plus Strom plus Auswechslung» ist je nach Lichtquelle zwei- bis zehnmal grösser als der reine Lampenpreis. Nach Untersuchungen der CIE machen die Kosten für Lampen samt Auswechslung etwa 1/7 bis 1/6 der gesamten Beleuchtungskosten aus. Deutsche Arbeiten nennen für die Lampenkosten allein etwa 1/11 und für Lampen samt Auswechslung und Leuchtenreinigung rund 1/5.

Spezifische Preise wie etwa Fr./lm oder Fr./lmh werden hier und da errechnet und verglichen, sind aber kaum von praktischer Bedeutung, solange man sie nicht auch mit den übrigen Kostenkomponenten und mit den Gesamtkosten in Beziehung setzt.

Zum Schluss noch eine Bemerkung zur Garantiefraße:

Eine bestimmte Eigenschaft kann garantiert werden, wenn sie vorhanden ist oder wenn das mit der Unsicherheit verbundene Risiko versicherungsmässig in den Verkaufspreis eingebaut werden kann. Der Käufer sollte sich deshalb jeweils überlegen, ob ihm an einem störungsfreien Betrieb oder an einer rein finanziellen Absicherung mehr gelegen ist, und versuchen, seine Forderungen mit den realistischen Möglichkeiten des Herstellers in Einklang zu bringen.

HQL 250 und 400 W und NAV 150...400 W unter Verwendung spezieller Zusatzdrosseln oder von Drosseln der nächstkleineren Leistungsstufe wird von den Lampenherstellern zugelassen. Für Anschmittsteuerungen liegen genügend gesicherte Ergebnisse aus Praxisversuchen noch nicht vor; eine verminderte Heizung der Elektroden könnte hier unter Umständen zu einer Lebensdauereinbusse führen.

Die Lichtausbeute kann bei 60%iger Leistung je nach Lampe um 10...30% zurückgehen. Stromlose Pausen bei der Umschaltung müssen vermieden werden, damit die Lampe ohne Unterbruch weiterbrennt.

Die Vorteile des Energiesparens und die Nachteile einer verminderten Beleuchtung und Sicherheit sind sorgfältig gegeneinander abzuwägen, auch unter Berücksichtigung der möglichen Einsparung in Relation zum Gesamtverbrauch des Gemeinwesens.

4. Schlussbemerkungen

Ein paar Gedanken zum Lampenpreis: Er ist zwar für den Einkauf wichtig, beeinflusst aber die Beleuchtungskosten weit weniger, als oft angenommen wird. Schon der mit der Be-

Die wichtigsten Eigenschaften verschiedener Lampenarten im Überblick

Tabelle XI

Eigenschaft	NA	NAV	L	HQI	NA+HQL	HQL	HQL/S	HWL	GL
Lichtausbeute	A	A	A	A	A	B	B	C	C
Lebensdauer	A	A	A	B	A	A	A	B	C
Lichtfarbengruppe	ww	ww	tw, nw, ww	tw	ww	nw, ww	ww	nw	ww
Farbwiedergabe-Stufe	4	4	1,2,3	1	3	3	3	3	1
Lichtstrom-Rückgang	A	C	B	C	A	B	B	B	A
Vorschaltgerät	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein
Startgerät	nein	z. Teil	z. Teil	ja	nein	nein	nein	nein	nein

NA Na-Niederdrucklampen
NAV Na-Hochdrucklampen
L Fluoreszenzlampen
HQI Halogen-Metaldampflampen

HQL Hg-Hochdrucklampen
HQL/S HQL mit Filterschicht
HWL Hg-Mischlichtlampen
GL Glühlampen

A, B, C: A besser als B besser als C
tw, nw, ww: siehe Tabelle I

Welche Lampenart für welche Beleuchtungsaufgabe

Tabelle XII

Lampenart	NA	NAV	L	HQI	NA+HQL	HQL	HQL/S	HWL	GL
Repräsentative Strassen, Fussgängerzonen			×	×		×	×	×	×
Ausfall- und Schnellstrassen	×	×	×	×	×	×			
Plätze, Brücken		×	×	×	×	×			
Tunnels, Unterführungen	×	×	×		×				
Neben- und Parkstrassen		×	×		×	×		×	
Fussgängerstreifen	×	×		×					
Strassenkreuzungen	×	×		×	×	×			
Park- und Gartenwege			×				×	×	×

Erklärung der Lampenart siehe Tabelle XI