Lampen für die Strassenbeleuchtung

Autor(en): Mathis, W.

Objekttyp: Article

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des

Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de

l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des

Entreprises électriques suisses

Band (Jahr): 74 (1983)

Heft 18

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904857

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek* ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.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 Lampenaarantie.

菱

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 Ganzen kann eine richtige Wahl erfolgen. Bei der Beleuchtung einer Autobahneinfahrt etwa spielen wirtschaftli-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.

Lampeneigenschaften Folgende 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-Metalldampflampen 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 Winter-

Farbtemperaturen und Lichtfarbengruppen nach SLG

Tabelle I

Farbtemperatur	Lichtfarbengruppe
über 5000 Kelvin 33005000 Kelvin unter 3300 Kelvin	tageslichtweisse Lichtfarben (tw) neutralweisse Lichtfarben (nw) warmweisse Lichtfarben (ww)

chen Lebensdauerangaben für Glühlampen (funktionelle Lebensdauer) oder

 auf einen bestimmten Rückgang des Lichtstroms, bzw. der Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte, mit Rücksicht auf die Sehaufgabe oder auf die wirtschaftliche Erzeugung des Lichts (lichttechnisch oder wirtschaftlich vertretbare Verwendungsdauer).

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

Die Lichtfarbe wird durch die Farbtemperatur in Kelvin oder durch die in der Praxis meist genügenden Lichtfarbengruppen tageslichtweiss, neutralweiss und warmweiss nach SLG beschrieben (Tabelle I). Sie ist hauptsächlich dort von Bedeutung, wo sich Fussgänger wohlfühlen sollen, während sie für reinen Fahrverkehr in unbebauten Gebieten hinter anderen Gesichtspunkten 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. Unterschiedliche Lichtfarben im Zuge eines Verkehrsweges können für die Signalisierung von Kreuzungen, Fussgängerstreifen 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					
85100	1					
70 84	2					
40 69	3					
unter 40	4					

wieder darauf hingewiesen werden, dass diesen Stufen nicht generell Qualifikationen wie «sehr gut», «gut», «genügend» usw. zugeordnet werden dürfen. Gerade in der öffentlichen Beleuchtung kann eine Lichtquelle der Stufe 3 im einen Fall als «gut» bezeichnet werden, während sie in einem anderen Fall als «ungenügend» abgelehnt werden müsste. Aus wirtschaftlichen Gründen kann sich eine Lampe für eine bestimmte Anwendung als «unnötig gut» erweisen, obschon eine

gute Farbwiedergabe immer und überall 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 allgemeinen wird dafür ein Farbwiedergabe-Index von 60 als genügend und wie bereits erwähnt eine warmweisse Lichtfarbe oft als wichtiger erachtet.

Betriebsgeräte sind für alle Entladungslampen mit Ausnahme der

Eigenschaften der Na-Niederdrucklampen

Tabelle III

Leistungsstufen Formen Lichtausbeute Lebensdauer 50% Ausfall 80% Lichtstrom Lichtfarbe/Farbtemperatur Farbwiedergabe-Index/-Stufe Vorschalt- und Zündgeräte Anlauf Wiederzündung Bemerkungen	35-55-90 W Röhre klar ca. 85120 lm/W* bzw. 100125 lm/W** ca. 12 000 h ca. 10 000 h monochromatisch gelb/keine kein weisses Licht Streufeld-Trafo* oder Hybrid-Gerät** ca. 1015 min. einige Minuten* oder sofort** 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 beschlämmt
Lichtausbeute	ca. 6791 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	über 15 000 h
80% Lichtstrom	10 00012 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	ww/19002100 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	1020/4
Vorschalt- und Zündgeräte	Drossel + Zündgerät
-	70 W, auch mit Innenstarter
Anlauf	ca. 48 min.
Wiederzündung	einige Minuten
Bemerkungen	Na-Hochdrucklampen sind auch für den
	Betrieb an Drosseln von Hg-Hochdruck-
	lampen (ohne Startgerät) erhältlich;
	210-350 W; ca. 7590 lm/W.

Eigenschaften der Fluoreszenzlampen

Tabelle V

Leistungsstufen	18-20-36-40-58-65 W
Formen	Röhre mit Leuchtstoff
Lichtausbeute	ca. 7384 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall	ca. 10 00012 000 h bei 3 h/Schaltung
80% Lichtstrom	ca. 10 000 h
Lichtfarbe/Farbtemperatur	tw, nw, ww/27006100 K
Farbwiedergabe-Index/-Stufe	5285/1, 2, 3
Vorschalt- und Zündgeräte	Vorschaltgerät + Starter oder starterloses
	Gerät
Anlauf	wenige Minuten
Wiederzündung	sofort
Bemerkungen	Lichtstrom stark temperaturabhängig.
	Umgebungstemperatur 25 °C: ca. 100%
п	0 °C: ca. 70%
	−10 °C: ca. 35%
	1

10 20 26 40 50 65

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 ±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-Metalldampflampen

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

Tabelle VI

Leistungsstufen ...80-125-250-400... W Formen Ellipsoid mit Leuchtstoff

Lichtausbeute
Lichtausbeute
Lebensdauer 50% Ausfall

Lichtausbeute

ca. 42...52 lm/W

über 24 000 h

80% Lichtstrom 9000...12 000 h Lichtfarbe/Farbtemperatur nw, ww/3200...3500 K

Farbwiedergabe-Index/-Stufe
Vorschalt- und Zündgeräte
Anlauf
Wiederzündung

45...55/3
Drossel
ca. 3...5 min.
einige Minuten

Eigenschaften der Hg-Hochdrucklampen mit Filterschicht

Tabelle VIII

Leistungsstufen 50–80–125 W

Formen Kugel oder Ellipsoid mit Leuchtstoff und

Lichtausbeute Filterschicht
Lichtausbeute Ca. 27...42 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall über 24 000 h
80% Lichtstrom 8000...10 000 h

Lichtfarbe/Farbtemperatur

Farbwiedergabe-Index/-Stufe

8000...10 000 h

ww/2900...3000 K

60/3

Vorschalt- und Zündgeräte
Anlauf
Wiederzündung

Drossel
ca. 3...5 min.
einige Minuten

Eigenschaften der Hg-Mischlichtlampen

Tabelle IX

Leistungsstufen 160–250... W

Formen Ellipsoid mit Leuchtstoff Lichtausbeute ca. 19...22 lm/W

Lichtausbeute ca. 19...22 lm/W
Lebensdauer 50% Ausfall über 5000 h
ca. 5000 h

Lichtfarbe/Farbtemperatur
Farbwiedergabe-Index/-Stufe
Vorschalt- und Zündgeräte

nw/3600...3800 K
63...68/3
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

Eigenschaften der Glühlampen für Strassenbeleuchtung

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 nicht notwendig Vorschalt- und Zündgeräte Anlauf sofort Wiederzündung sofort Bemerkungen Lebensdauer ist stark spannungsabhängig. Nennspannung: 100% 5% Überspannung: ca. 50%

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 Anschnittsteuerungen 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.

5% Unterspannung: ca. 200%

Tabelle X

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 Benützung 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 ½ bis 6 der gesamten Beleuchtungskosten aus. Deutsche Arbeiten nennen für die Lampenkosten allein etwa ½ 11 und für Lampen samt Auswechslung und Leuchtenreinigung rund ½ 5.

Spezifische Preise wie etwa Fr./Im oder Fr./Imh werden hie 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 Garantiefrage:

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.

Die wichtigsten Eigenschaften verschiedener Lampenarten im Überblick

Tabelle XI

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

NA

Na-Niederdrucklampen

NAV

Na-Hochdrucklampen Fluoreszenzlampen

HQI

Halogen-Metalldampflampen

HQL HQL/S

Hg-Hochdrucklampen HQL mit Filterschicht

HWL

Hg-Mischlichtlampen

GL

Glühlampen

A, B, C: tw, nw, ww: A besser als B besser als C

v: siehe Tabelle I

Welche Lampenart für welche Beleuchtungsaufgabe

Tabelle XII

Lampenart	NA	NAV	L	HQI	NA+HQL	HQL	HQL/S	HWL	GL
D									
Repräsentative Strassen,		100							or .
Fussgängerzonen		1	×	×		×	×	×	×
Ausfall- und Schnellstrassen	×	×	×	×	×	×		1	
Plätze, Brücken		×	×	×	×	×			
Tunnels, Unterführungen	×	×	×		×				
Neben- und Parkstrassen		×	×		×	×		×	
Fussgängerstreifen	×	×		×					
Strassenkreuzungen	×	×		×	×	×			
Park- und Gartenwege			×				×	×	×

Erklärung der Lampenart siehe Tabelle XI