

## Beleuchtung von Hafenstraßen

- Empfehlung -

### 1 Vorbemerkungen

Wegen der besonderen Verhältnisse in den Binnenhäfen können Hafenstraßen nicht den in DIN 5044 angegebenen Straßenkategorien zugeordnet werden, wenn es um die Straßenbeleuchtung geht. Die in der DIN 5044 angegebenen Kategorien Sammelstraßen und Anliegerstraßen treffen nicht auf Hafenstraßen zu. Die Einordnung der Hafenstraßen in diese Kategorien würde zu erhöhten, nicht notwendigen Anforderungen führen.

### 2 Vorschriften

Es gilt eine Vielzahl von Vorschriften, von denen die nachstehenden besondere Bedeutung haben.

- 2.1 DIN EN 40 - Beleuchtungsmaste
- 2.2 DIN 5039 - Licht, Lampen, Leuchten, Begriffe, Einteilung
- 2.3 DIN 5040 - Leuchten für Beleuchtungszwecke  
Blatt 3 Außenleuchten
- 2.4 DIN 5044 - Ortsfeste Verkehrsbeleuchtung  
Teil 1 und Teil 2
- 2.5 VDE 0100/ - Errichten von Starkstromanlagen
- 2.6 DIN 57100 - mit Nennspannungen bis 1000 V
- 2.7 VDE 0105/ - Bestimmungen für den Betrieb
- 2.8 DIN 57105 - von Starkstromanlagen
- 2.9 VDE 0710 - Vorschriften für Leuchten mit  
Betriebsspannungen unter 1000 V
- 2.10 UVV - Unfallverhütungsvorschriften

### 3 Schrifttum

- **Wittig:**  
Einführung in die Beleuchtungstechnik,  
Siemens AG, Berlin-München, 1969
- **Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW):**  
Versorgung und Betrieb der Straßenbeleuchtung,  
Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitäts-Werke mbH Frankfurt, 1980
- **Fördergemeinschaft Gutes Licht Frankfurt:**  
Gutes Licht für Straßen, Plätze, Parkanlagen  
Licht zum Leben, 1981, Heft 3
- **Hentschel:**  
Licht und Beleuchtung, Theorie und Praxis der Lichttechnik,  
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 2. Auflage, 1982

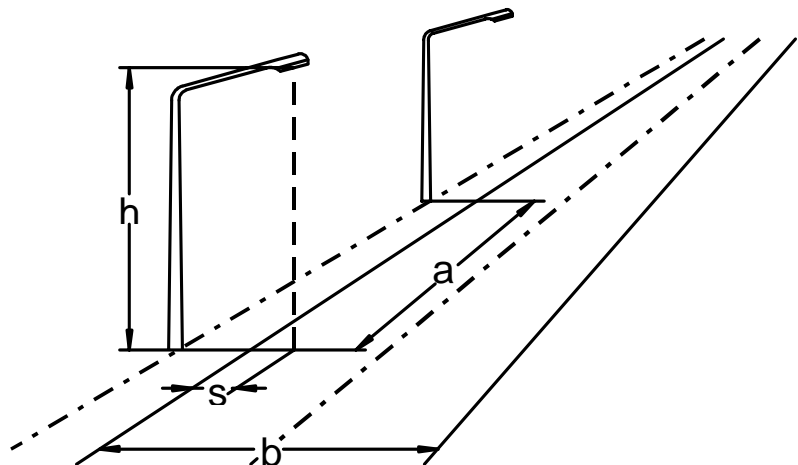
### 4 Lichttechnische Merkmale

Das Leuchtdichtebild einer Straßenfläche ergibt sich zum einen aus den charakteristischen Reflektionseigenschaften der Straße und zum anderen aus der Lichtstärkeverteilung der Leuchten und ihrer Anordnung.

Die Lichtverteilung der Leuchte ist gekennzeichnet durch die Art und Stärke der Lichtquelle sowie durch die Lichtstärkeverteilungskurve unter Berücksichtigung der Abschirmung, der Geometrie der Anlage und des Straßenbelages.

Die Anordnung der Leuchten an der Straße wird im Wesentlichen bestimmt durch:

- Lichtpunkthöhe  
 $h$
- Lichtpunktabstand  
 $a$
- Straßenbreite  
 $b$
- Lichtpunktüberhang  
 $s$



Bei einseitiger Anordnung der Leuchten und geringer Fahrbahnbreite soll die Lichtpunkthöhe etwa gleich groß wie die Straßenbreite sein ( $h/b = 1$ ).

Die Lichtpunktabstände  $a$  sollen das Fünf- bis Sechsfache der Lichtpunkthöhe  $h$  betragen.

Die Längsgleichmäßigkeit  $g_1$  der Straßenbeleuchtung wird durch das Verhältnis  $E_{\min}/E_m$  beurteilt, wobei unter  $E_{\min}$  die minimale und  $E_m$  die mittlere Beleuchtungsstärke innerhalb eines Bewertungsabschnittes zu verstehen ist.

In Kurven sind die Leuchten zweckmäßigerweise am äußeren Straßenrand aufzustellen und die Lichtpunktabstände  $a$  auch zur besseren optischen Führung je nach Größe des Krümmungsradius zu verringern.

Für die ausreichende Beleuchtung von Hafenstraßen ist in der Regel dann gesorgt, wenn eine Nennbeleuchtungsstärke  $E_n$  von etwa 5 Lux bei einer Längsgleichmäßigkeit  $g_1$  von etwa 0,2 vorliegt.

Beispiele, die diesen Anforderungen für die verschiedenen Lampentypen entsprechen, sind unter 10 zu finden.

## 5 Lampen und ihr Betrieb

Lampen unterscheiden sich voneinander nach Betriebsweise, Leistungsaufnahme und Lichtfarbe, Aufbau, Form und Sockelung. Nach der für die Lichterzeugung angewandten Technik werden sie in Glühlampen und Gasentladungslampen unterteilt; letztere nach dem in ihrem Entladungsgefäß herrschenden Druck in Hochdruck- und Niederdrucklampen. Bedingt durch die Betriebsweise haben die Lampen unterschiedliche Formen. Je nach dem Gas, in dem die Entladung stattfindet, wird zwischen Quecksilberdampflampen ohne und mit Halogenzusätzen, Natriumdampflampen und Edelgaslampen unterschieden.

### 5.1 Glühlampen

Glühlampen werden heute in der Straßenbeleuchtung nicht mehr verwendet.

### 5.2 Gasentladungslampen

Gasentladungslampen erzeugen ihr Licht in einer ionisierten Entladungsstrecke zwischen zwei Elektroden. Im Entladungsgefäß werden Elektronen durch eine angelegte Spannung so beschleunigt, dass sie Edelgas- oder Metaldampfatom anregen. Dabei wird eine Strahlung im sichtbaren Bereich erzeugt. Die physikalischen Eigenschaften einer Gasentladung erfordern im Allgemeinen zur Strombegrenzung und Stabilisierung ein Vorschaltgerät.

#### 5.2.1 Leuchtstofflampen

Leuchtstofflampen sind Niederdruck-Entladungslampen. Sie bestehen aus geraden oder gebogenen Glasrohren, in denen sich ein Edelgas als Grundfüllung und etwas Quecksilber befinden. Durch Kombination verschiedener Leuchtstoffe lassen sich unterschiedliche Leuchtfarben erzielen. Für die Straßenbeleuchtung eignen sich wegen ihrer großen Lichtausbeute besonders die genormten Lichtfarben Weiß, Universalweiß und Warmton.

Von Vorteil in der Straßenbeleuchtung ist die niedrige Leuchtdichte der Leuchtstofflampen, so dass eine Blendung der Straßenverkehrsteilnehmer fast ausgeschlossen werden kann. Von Nachteil ist neben der

Abhängigkeit des Lichtstromes von der Umgebungstemperatur die nur begrenzte Lichtstromlenkung aufgrund der großen Abmessungen der Lampe anzusehen. Die Lichtausbeute - Verhältnis des abgestrahlten Lichtstromes in Lumen (lm) zu der aufgewandten elektrischen Leistung in Watt (W) - beträgt je nach Lampentyp 60 bis 70 lm/W.

### 5.2.2 Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

Quecksilberdampf-Hochdrucklampen bestehen aus einem ellipsoid- oder röhrenförmigen Glasaußenkolben mit einem im Innern angebrachten Brennergefäß, das wegen der hohen Temperaturen der Entladung aus Quarz oder Hartglas besteht.

Die Quecksilberdampf-Hochdruckentladung erzeugt ein Licht von bläulich-weißer Farbe.

Quecksilberdampf-Hochdrucklampen benötigen nach dem Zünden bis zum Erreichen des Nennlichtstromes eine Anlaufzeit von einigen Minuten. In dieser Zeit geht die anfängliche Niederdruckentladung in eine Hochdruckentladung über. Nach einer Stromunterbrechung bzw. nach dem Ausschalten sind die Lampen erst nach einer Abkühlzeit wieder zündbereit. Die Lichtausbeute beträgt je nach Lampentyp 50 bis 60 lm/W.

### 5.2.3 Natriumdampf-Niederdrucklampen

Natriumdampf-Niederdrucklampen bestehen aus einem lichtdurchlässigen Rohr, das außer einem zur Zündung dienenden Edelgas auch metallisches Natrium enthält. Das Entladungsrohr darf nur geringen Temperaturänderungen unterworfen werden. Deshalb wird die Wärmeableitung durch ein doppelwandiges Glasrohr verhindert.

Die Entladung erfolgt in einer Atmosphäre aus Natriumdampf und Edelgaszusätzen. Es wird das charakteristische Natriumspektrum emittiert, ein einfarbiges gelbes Licht mit der Wellenlänge 589 nm. Die Lichtausbeute ist sehr hoch - bis zu 150 lm/W - allerdings bei einer ungünstigen Farbwiedergabe.

### 5.2.4 Natriumdampf-Hochdrucklampen

Natriumdampf-Hochdrucklampen haben einen Brenner aus gesintertem Aluminiumoxyd, der von einem röhrenförmigen Klarglaskolben oder ellipsoidförmigen Kolben mit lichtstreuender Schicht umgeben ist. Bei einem Betriebsdampfdruck von etwa 250 bar wird ein gelb-weißes Licht ausgestrahlt. Für das Zünden der Lampe wird neben dem Vorschaltgerät ein Zündgerät benötigt. Die Lichtausbeute ist mit 80 bis 100 lm/W hoch.

## 5.3 Besonders geeignete Lampen

Für die Beleuchtung von Hafestraßen eignen sich besonders die Hochdruck-Entladungslampen gemäß Ziffer 5.2.2 und 5.2.4. Als Vorteile sind hervorzuheben:

- die guten Möglichkeiten der Lichtlenkung und Lichtverteilung der Lampen,
- die Konzentration der Lichtleistung bei kleinen Abmessungen,

- die größere Lebensdauer der Lampen,
- die größere Lichtausbeute und damit verbunden der wirtschaftlichere Einsatz der Lampen.

## 6 Leuchten

Aufgabe einer Leuchte ist es, den von der Lampe erzeugten Lichtstrom zu formen und zu lenken sowie die Leuchtdichte der Leuchte zu mindern, damit keine Blendung entsteht. Die Leuchten müssen jedoch nicht nur lichttechnischen Anforderungen genügen, sie sollen gleichzeitig auch mechanische und elektrische Bauteile aufnehmen. Bei der Auswahl der Leuchten ist darauf zu achten, dass alle Bauelemente, wie Leuchtengehäuse, Reflektor, Abschlussglas, Dichtungen, Verschlüsse und Verschraubungen sowie das Zubehör wartungsfreundlich und korrosionsbeständig sind.

Die Leuchten werden nach Lampenart, Verwendungszweck, Montage- und Befestigungsart, Lichtstärkeverteilung und Schutzarten klassifiziert.

Entsprechend den Schutzmaßnahmen sind die Leuchten in folgende Klassen unterteilt:

**Leuchten der Schutzklasse I** sind für den Anschluss eines Schutzleiters eingerichtet. Einzelne Teile können mit Schutzisolierung versehen sein.

**Leuchten der Schutzklasse II** sind Leuchten mit Schutzisolierung ohne Vorkehrung zum Anschluss eines Schutzleiters.

**Leuchten der Schutzklasse III** sind Leuchten, die für den Betrieb mit Schutzkleinspannung gebaut sind.

Für die Beleuchtung der Hafenstraßen werden Leuchten der Schutzklasse II empfohlen.

Die Leuchten der Straßenbeleuchtung sollen entsprechend den Schutzarten für den Anschließteil mindestens die Schutzart IP 23 (1. Ziffer - Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper, 2. Ziffer - Schutz gegen Sprühwasser) und für den Lampenraum mindestens die Schutzart IP 44 (1. Ziffer - Schutz gegen kornförmige Fremdkörper, 2. Ziffer - Schutz gegen Spritzwasser) aufweisen.

Durch den Einsatz zweilampiger Leuchten wird die Betriebssicherheit der Beleuchtungsanlage erhöht. Jede Lampe sollte am Mastendverschluss einzeln abgesichert werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, in verkehrsarmen Zeiten einen Teil der Straßenbeleuchtung abzuschalten.

Bei der Straßenbeleuchtung werden überwiegend Ansatzleuchten und Aufsatzleuchten verwendet. Aus Gründen der Ersatzteilhaltung sollen die von den verschiedenen Herstellern angebotenen wahlweise verwendbaren Ansatz- und Aufsatzleuchten bevorzugt werden.

Die Verteilung des Lichtstromes einer Leuchte in verschiedene Richtungen wird als Lichtstärkeverteilungskurve (LVK) dargestellt. Die erforderliche Verteilung kann mit Reflektoren, Gläsern und Rastern erreicht werden, wobei diese Mittel bei verschiedenen Herstellern einzeln oder auch kombiniert verwendet werden. Es bestehen somit viele Möglichkeiten, die Lichtverteilung der Leuchte den besonderen Verhältnissen im Hafengebiet anzupassen.

## 7 Beleuchtungsmaste

Es wird empfohlen, Maste nach DIN EN 40 zu verwenden.

### 7.1 Mastformen

In der Praxis haben sich folgende Mastformen für die Straßenbeleuchtung bewährt:

- a) Aufsatzmaste als gerade, durchgehend konische oder zylindrisch abgesetzte Maste, auf die die Leuchten aufgesetzt werden.
- b) Auslegermaste mit einem senkrechten Teil und waagrecht abknickenden oder gebogenen Anschlussteilen, an die die Leuchten angesetzt werden.

### 7.2 Mastbaustoffe

Hauptsächlich verwendet werden Beleuchtungsmaste aus nahtlos gezogenen, längs- oder quergeschweißten Stahlrohren.

Weniger bewährt haben sich Kunststoff- und Stahlbetonmaste für die Straßenbeleuchtung in Hafengebieten. Die Kunststoffmaste weisen bei einem geringen Montageaufwand eine nur bedingte Stoßbelastbarkeit und Steifheit auf. Als Nachteil ist bei den Betonmasten neben der aufwendigeren Montage die geringe Stoßfestigkeit und das damit verbundene Unfallrisiko durch den herabstürzenden Mast hervorzuheben.

In einigen Häfen sind gute Erfahrungen mit wartungsfreundlichen Beleuchtungsmasten aus Aluminium gemacht worden (glatte Oberfläche, kein Farbanstrich notwendig).

Ein zuverlässiger Korrosionsschutz für die Stahlmaste ist die Feuerverzinkung. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit und bei aggressiver Atmosphäre hat sich neben der Feuerverzinkung ein zusätzlicher Außenfarbanstrich als ein guter Korrosionsschutz bewährt.

Der durch Korrosion am meisten gefährdete Teil der Stahlrohrmaste ist der Übergangsbereich an der Geländeoberfläche. Hier sind zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen. Zu empfehlen ist das Umwickeln der gefährdeten Zone mit einer teer- bzw. bitumenhaltigen Binde oder ein unmittelbar aufgetragener Bitumenanstrich.

### 7.3 Gründung der Maste

Bei Boden mit ausreichender Tragfähigkeit können Maste mit geringer Biegebeanspruchung ohne besonderes Fundament aufgestellt werden. Es genügt ein sorgfältiges Feststampfen oder Einschlämmen des Bodens. Zur Unterstützung der Tragfähigkeit der Gründungssohle ist das Unterlegen einer Gehwegplatte oder einer entsprechenden Anzahl von Ziegelsteinen zweckmäßig. Gegebenenfalls ist das Kabel im Bereich der Einführung besonders zu schützen.

Für die Berechnung und den Bau von Mastgründungen wird auf die entsprechenden VDE- und DIN-Vorschriften verwiesen.

### 7.4 Anordnung der Maste

Bei der Anordnung der Beleuchtungsmaste sind die besonderen Verhältnisse der Hafenstraßen zu beachten. Insbesondere sind die beleuchtungstechnischen, verkehrstechnischen, baulichen und

wirtschaftlichen Forderungen miteinander in Einklang zu bringen. Auf die optische Führung durch die Beleuchtung wird besonders hingewiesen.

In der Regel genügt bei den Hafenstrassen mit zwei Spuren und einer Gesamtbreite von 7,00 m eine einseitige Anordnung der Straßenbeleuchtung. Dabei ist im Einzelfall zu entscheiden, ob die Straßenbeleuchtung auf der Seite des Fußgängerweges oder auf der gegenüberliegenden Seite aufgestellt wird. Der Mindestabstand der Beleuchtungsmaste vom Fahrbahnrand ergibt sich nach den "Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RAST)" zu 0,50 m.

## **8 Verkabelung und Stromversorgung**

### **8.1 Verkabelung**

Mit Hilfe eines eigenen Erdkabelnetzes können viele Leuchten gleichzeitig und zusammenfassend geschaltet und mit Strom versorgt werden. Im allgemeinen werden 4- oder 5-adrige Kabel verlegt, mit denen eine Teilabschaltung der Beleuchtung in verkehrsarmen Zeiten möglich ist. Bewährt haben sich Kunststoff-Erdkabel mit oder ohne Schutzmantel.

Die Lampen sollen an die Außenleiter L 1, L 2 und L 3 gleichmäßig angeschlossen werden.

### **8.2 Ein- und Ausschalten der Beleuchtung**

Die Beleuchtung kann auf folgende Weise ein- und ausgeschaltet werden:

#### **Handschalter**

Die Handschaltung der Straßenbeleuchtung wird heute nur noch in Sonderfällen vorgenommen.

#### **Schaltuhren**

Schaltuhren sind Zeitschalter, die zu beliebig einstellbaren Zeiten die Beleuchtungsanlage ein- und ausschalten. Astronomische Schaltuhren berücksichtigen automatisch die veränderlichen Zeiten des Sonnenauf- und Sonnenunterganges.

Die Einflüsse der Witterung auf die Tageshelligkeit werden nicht erfasst.

#### **Dämmerungsschalter**

Dämmerungsschalter haben Empfänger- und Schaltelemente, mit denen die Straßenbeleuchtung abhängig von der Beleuchtungsstärke im Freien ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Einbaustelle des lichtempfindlichen Empfängers ist gegen Fremdlicht und Verschmutzung zu schützen.

Elektronische Dämmerungsschalter sind wartungsfreundlich und besitzen eine gute über längere Zeiträume konstante Schaltgenauigkeit.

Bei Teilabschaltung der Beleuchtung in Hafengebieten ist die Kombination eines Dämmerungsschalters mit einer Schaltuhr zu empfehlen.

#### **Rundsteueranlage**

Mit Hilfe von Tonfrequenz-Rundsteueranlagen ist es möglich, an jedem beliebigen Netzpunkt Ein- und Ausschaltungen zu bewirken, ohne dass besondere Steuerleitungen notwendig sind.

Mit Hilfe der Rundsteuerempfänger ist es möglich, einzelne Beleuchtungspunkte und zusammenhängende Beleuchtungsanlagen innerhalb der Hafengebiete zeitgleich zu schalten. Durch geeignete Maßnahmen ist erforderlichenfalls sicherzustellen, dass die einzelnen Beleuchtungsanlagen innerhalb der Hafengebiete gleichzeitig mit der allgemeinen Straßenbeleuchtung der Stadt ein- und ausgeschaltet werden.

### **8.3 Stromversorgung**

Für die Beleuchtungsanlagen gelten die VDE-Vorschriften, die Technischen Anschlussbedingungen des örtlichen EVU sowie die Vorschriften über Schutzmaßnahmen.

Die notwendigen Steuer- und Sicherungselemente sind zweckmäßig im Zentrum der Beleuchtungsanlage in geeigneten trockenen Räumen im Stromversorgungspunkt oder in besonderen Überflurverteilerschränken zu installieren.

Eine Direkteinschaltung der Beleuchtungsanlage sowie die Beleuchtung der Einspeisestelle ist für Wartungsarbeiten vorzusehen.

## **9 Betrieb und Wartung**

Art und Umfang der Straßenbeleuchtung in den Hafengebieten bestimmen im wesentlichen den Einsatz der Arbeitskräfte und die notwendigen Arbeitsgeräte für die Störungsbeseitigungen. Bei größeren Beleuchtungsanlagen empfiehlt sich der Einsatz eines mit einer hydraulischen Arbeitsbühne ausgerüsteten Fahrzeuges.

### **9.1 Lampenwechsel**

Beim Lampenwechsel wird zwischen Einzelauswechslung und Gruppenauswechslung unterschieden.

Bei der Einzelauswechslung wird jede Lampe sofort nach dem Ausfall ersetzt. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und bei größeren Anlagen wirtschaftlich kaum vertretbar.

Bei der Gruppenauswechslung werden nach einem bestimmten Zeitpunkt alle Lampen einer Beleuchtungsanlage unabhängig von der Anzahl der noch funktionsfähigen Lampen durch neue ersetzt. Der günstigste Zeitpunkt für die Durchführung der Gruppenauswechslung der Lampen liegt bei ca. 80 % der mittleren Lebensdauer der Lampen, da später der Lichtstromabfall und zunehmende Lampenausfälle das Beleuchtungsniveau ungünstig beeinflussen.

### **9.2 Reinigung**

Der Rückgang der Beleuchtungsstärke wird neben dem Lichtstromabfall im Wesentlichen durch die Verstaubung von Lampe und Leuchte bestimmt. Sie kann je nach örtlichen Bedingungen und Art der verwendeten Leuchten einen Beleuchtungsstärkerückgang bis zu 50 % innerhalb eines Jahres bewirken. Einer regelmäßig durchgeführten Reinigung der Leuchten, z.B. in Verbindung mit der Gruppenauswechslung, kommt daher eine lichttechnische wie auch wirtschaftliche Bedeutung zu.

### 9.3 Leuchtkontrolle

Bei der Leuchtkontrolle wird durch Sichtprüfung festgestellt, ob die Lampen in den einzelnen Leuchten der Beleuchtungsanlage in Betrieb sind. Leuchtkontrollen sollen systematisch durchgeführt werden.

Art und Umfang der Kontrolltätigkeit richtet sich im wesentlichen nach der Art des Lampenwechsels. Zudem hat die technische Ausrüstung der Beleuchtungsanlagen, wie

- Lampen mit hoher Betriebsdauer,
- Verwendung mehrlampiger Leuchten und
- Einsatz besonderer Leuchten mit geringerer Gefährdung aufgrund äußerer Einwirkungen,

Einfluss auf die Kontrollfristen.

Folgende Zeitabstände für die Kontrollen der Beleuchtung von Hafenstraßen sind zu empfehlen:

Bei Einzelauswechslung	alle 2 Wochen,
bei Gruppenauswechslung	alle 2 Monate.

### 9.4 Teilabschaltung in verkehrsarmen Zeiten

Die Straßenbeleuchtung im Hafengebiet soll der sich ändernden Verkehrsfrequenz angepasst werden. Dies sollte durch Abschaltung einer Lampe je Leuchte erfolgen. Die Abschaltung jeder zweiten Leuchte verschlechtert allerdings die Längsgleichmäßigkeit  $g_1$  der Beleuchtung.

## 10 Ausführungsbeispiele

#### Beispiel Leuchtstofflampe

Bestückung	2 x 65 W Leuchtstofflampe
Lichtpunktabstand	40,0 m
Lichtpunkthöhe	9,5 m
Lichtpunktüberhang	1,2 m
Fahrbahnbreite	10,0 m
Leuchtenanordnung	einseitig
$E_m$	6,98 Lux
$g_1$	0,29

#### Beispiel Quecksilberdampf-Hochdrucklampe

Bestückung	2 x 80 W	Quecksilberdampf-Hochdrucklampe
Lichtpunktabstand	45,0 m	
Lichtpunkthöhe	8,0 m	
Lichtpunktüberhang	0,0 m	
Fahrbahnbreite	7,5 m	

Leuchtenanordnung	einseitig	$E_m$	5,6 Lux
$g_1$		0,22	

**Beispiel Natriumdampf-Hochdrucklampe**

Bestückung	2 x 50 W NAV E -	Natriumdampf-Hochdrucklampe
------------	------------------	-----------------------------

Lichtpunktabstand	50,0 m	
Lichtpunkthöhe	9,0 m	
Lichtpunktüberhang	0,0 m	
Fahrbahnbreite	7,5 m	
Leuchtenanordnung	einseitig	
$E_m$		6,78 Lux
$g_1$		0,21

Verabschiedet in Aschaffenburg am 07. Februar 1985