

2. Straßenbeleuchtung mit LED-Technik

- Leuchtenbauarten und die Systematik der Lichtlenkung
- Nutz-Lebensdauer und Wartungsplanung
- Überspannungsschutz im Niederspannungsnetz

Christoph Heyen

freiberufl. Ingenieur für Lichttechnik

Mitarbeiter im DIN FNL 11

Klassische Leuchten-Technologien (1)



Verwendung für „ME-Beleuchtungsklassen“

POSITIV = geringe Blendung durch tiefliegende Spiegelsysteme + flache Leuchtengläser !

NEGATIV = schlechte optische Führung.



Klassische Leuchten-Technologien (2)



Verwendung für „S-Beleuchtungsklassen“

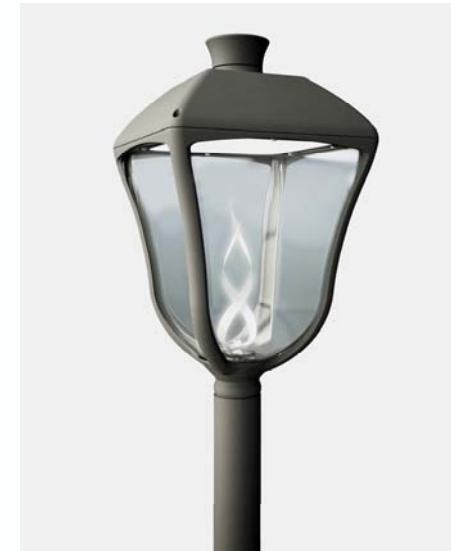
POSITIV = gute Gesichtserkennung in Wohnstraßen und Fußgängerzonen !

NEGATIV = starke Blendung, Lichtimmissionen und Himmelsaufhellung.

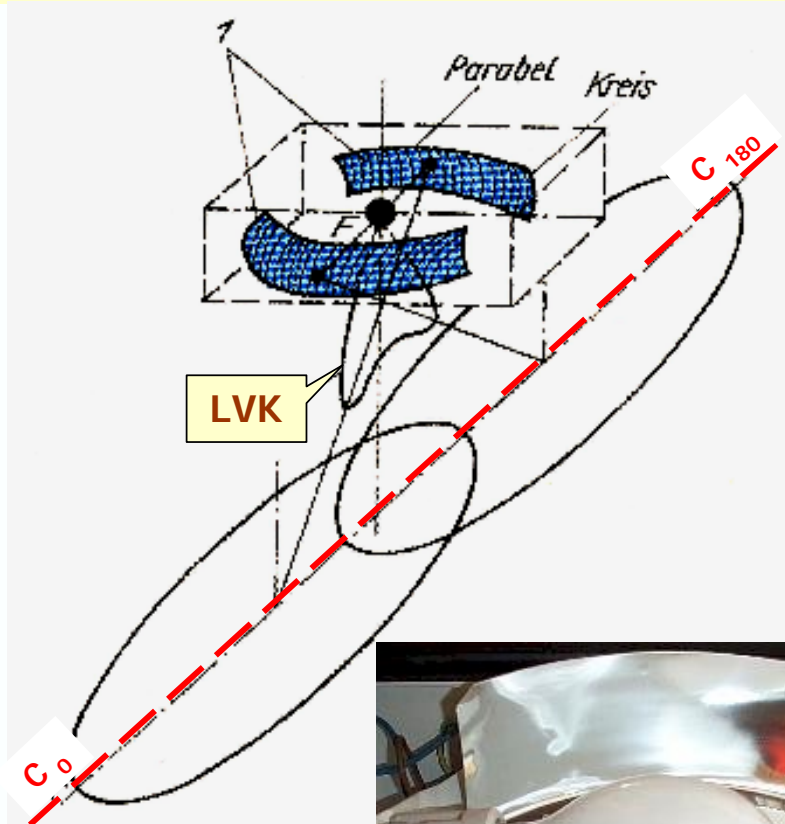


LED - Leuchten - Technologien

Technische + dekorative LED - Leuchten



Lichtlenkende Systeme (1)



Zweiebenen-Spiegel für die Straßenbeleuchtung

1 Spiegel

F Lichtschwerpunkt

LVK $C_0 - C_{180}$

Horizontal: Parabel

Vertikal: Kreis



Schalenspiegel

Eine Änderung der Spiegelstellungen und / oder des Lichtschwerpunktes verändert die Lichtstärke-Verteilungskurve (LVK)

Lichtlenkende Systeme (2)



Schalenspiegel



Facetten - Topf - Spiegel

Lichtlenkende Systeme (3)

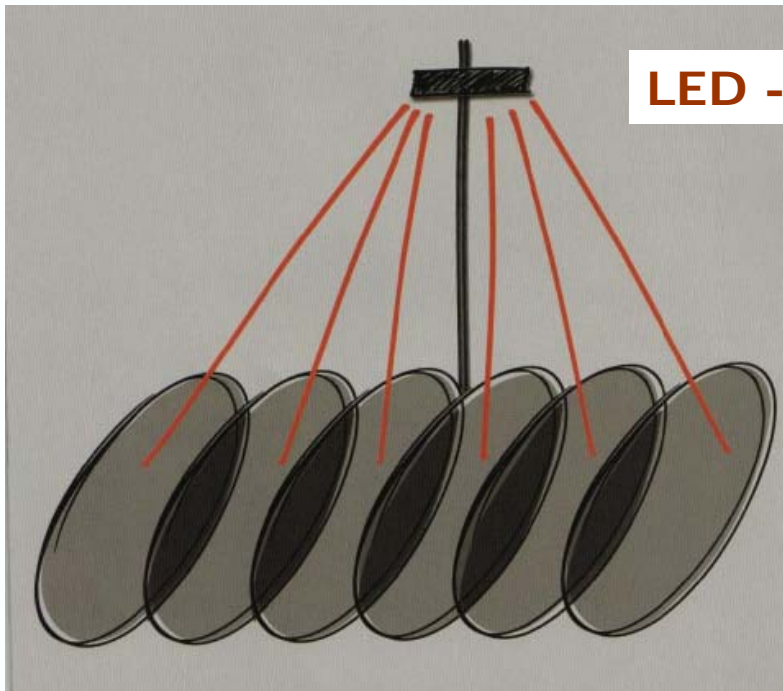


**Spiegelreflektor
schräg-breit-strahlend**

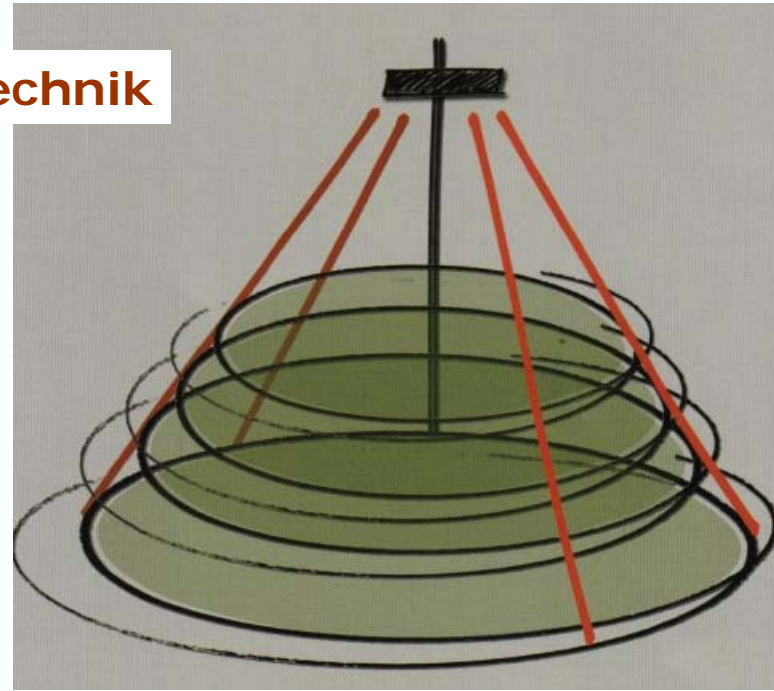


**Lamellen-Optik
m. rückseitiger Abschirmung**

Lichtlenkende Systeme (4)



LED - Technik



Multi - Spot - Konzept

Ausrichtung der LED's auf einzelne Teilfelder

Bei Ausfall einzelner LED's verändert sich die Gleichmäßigkeit der SB-Anlage.

Multi - Layer - Konzept

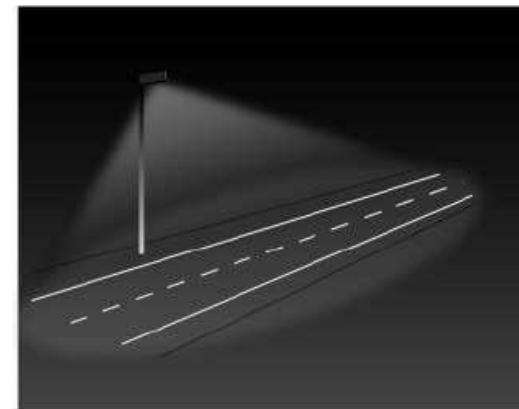
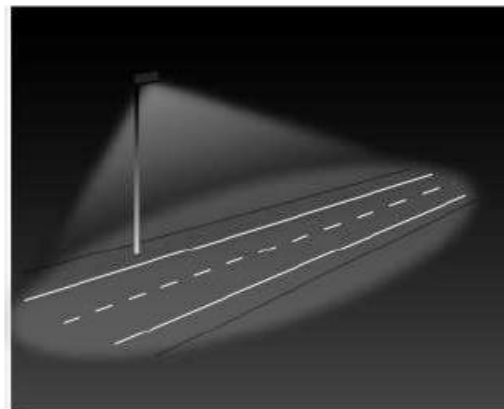
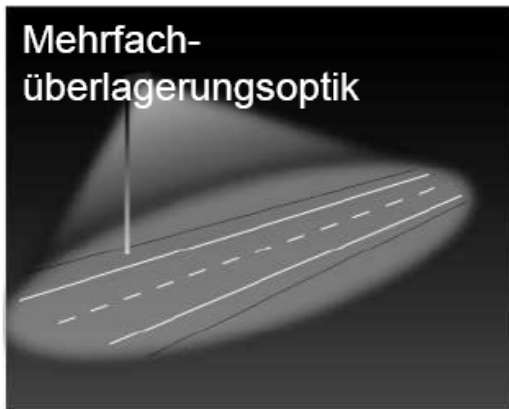
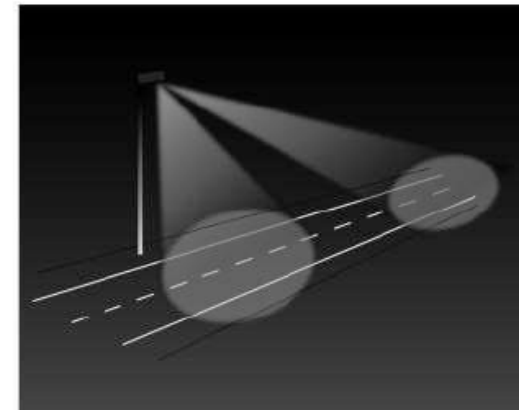
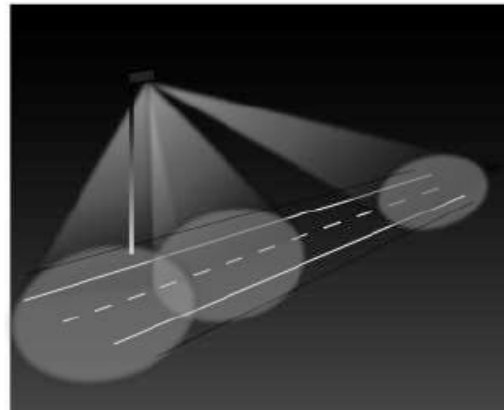
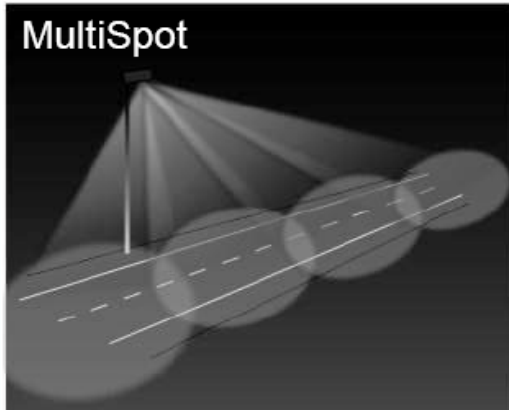
Alle LED's überlagern sich im gesamten Bewertungsfeld

Der Ausfall einzelner LED's verändert nur das Niveau der SB-Anlage.

Lichtlenkende Systeme (5)

LED-Technik:

Multi-Spot-Konzept versus Multi-Layer-Konzept



LED's als Lichtquelle



PHILIPS FORTIMO LLM

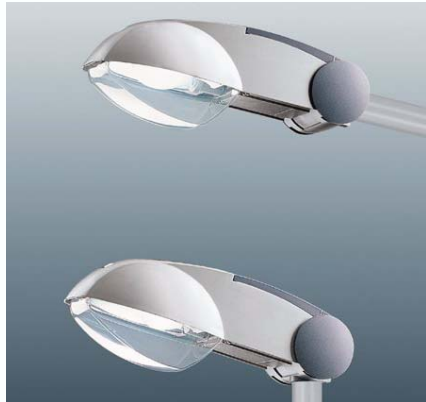
LEDGINE
Modul



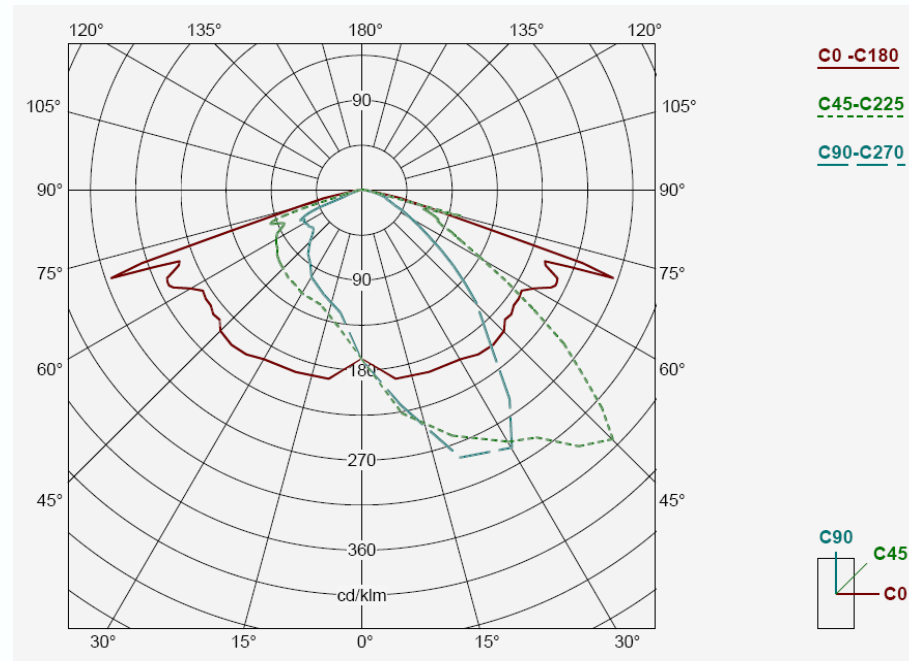
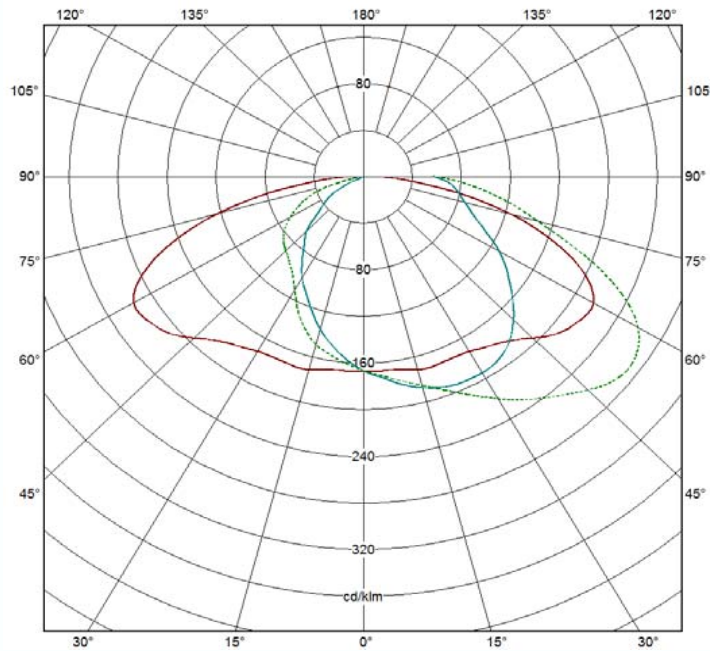
Z Zhaga

...erste internationale Normungs-Bemühungen

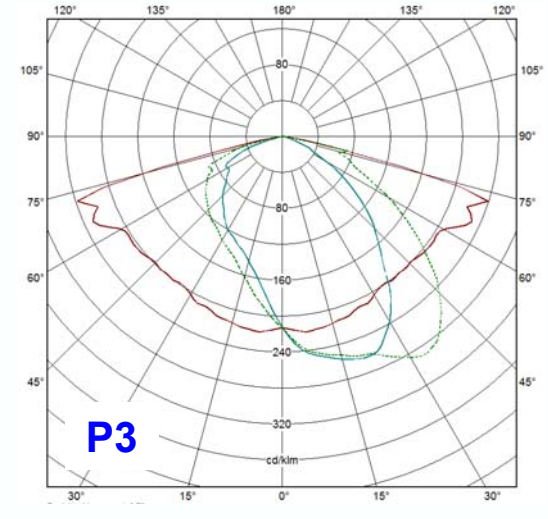
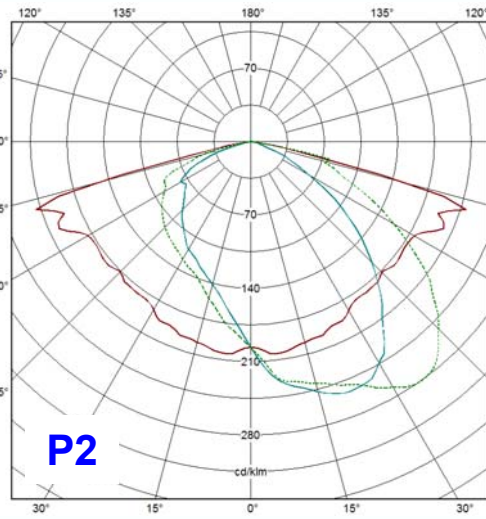
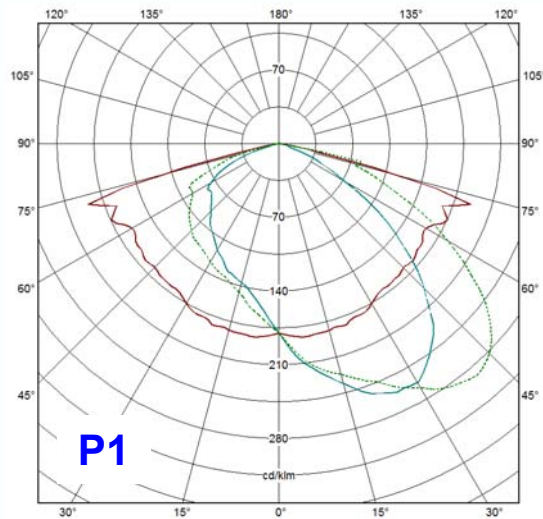
Qualitätsmerkmal: **Lichtstärke-Verteilungs-Kurve (LVK)** (1)



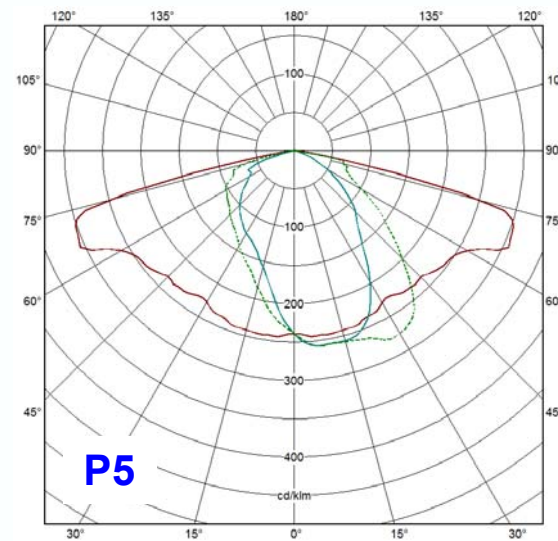
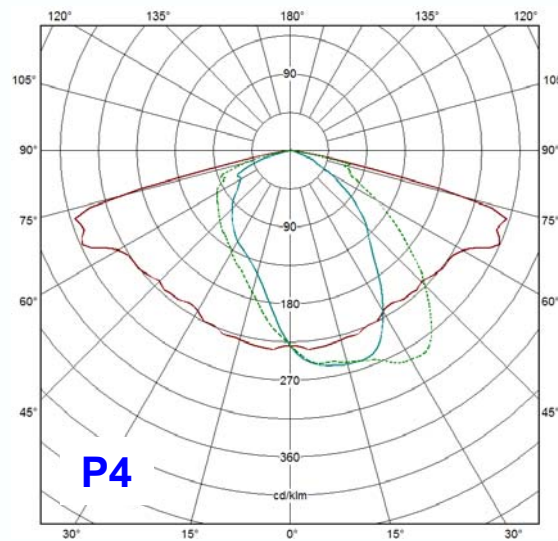
**Klassische
Kofferleuchten**



Qualitätsmerkmal: Lichtstärke-Verteilungs-Kurve (LVK) (2)



**LVK's einer
Kofferleuchte mit
5 Spiegelpositionen**



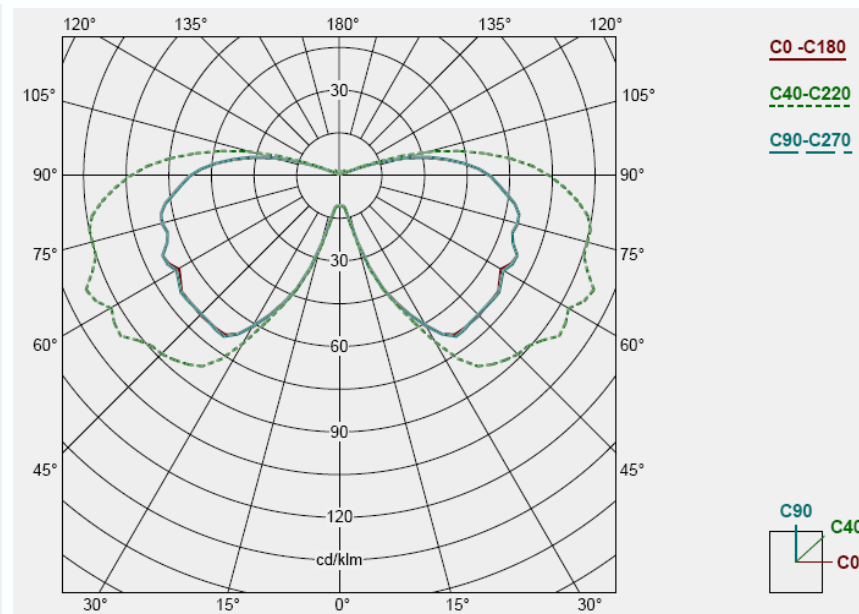
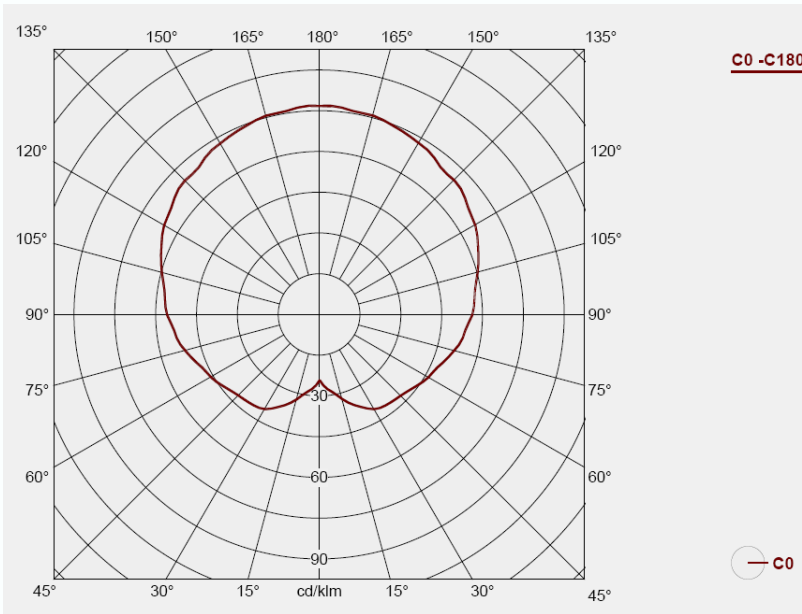
Qualitätsmerkmal: Lichtstärke-Verteilungs-Kurve (LVK) (3)



Opale Kugelleuchte



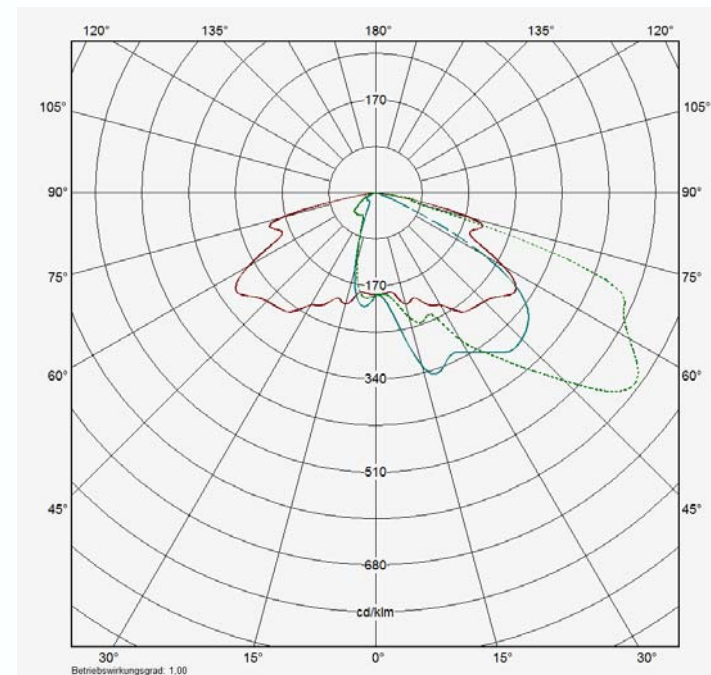
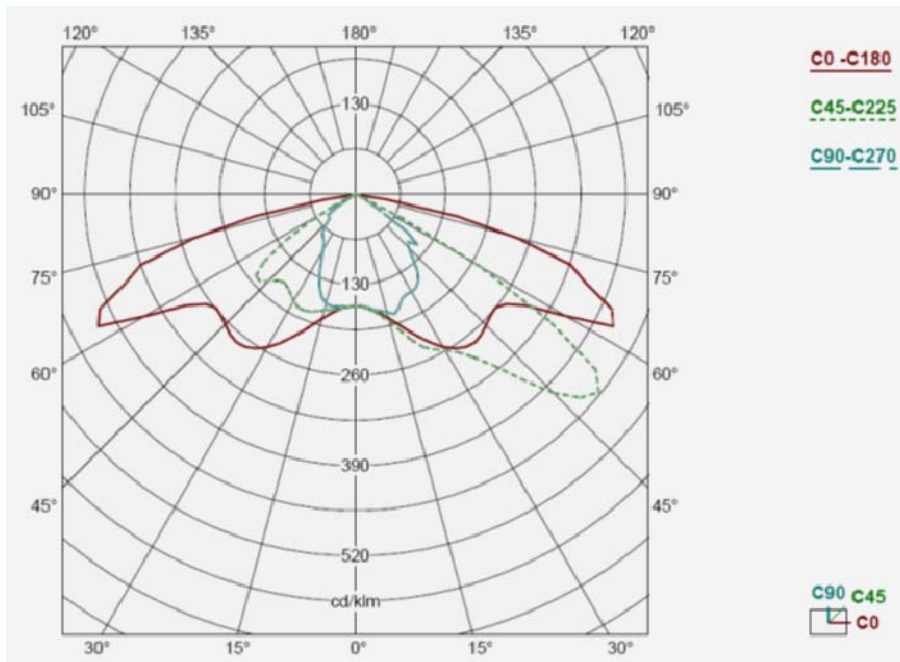
Zylinder-Leuchte



Qualitätsmerkmal: **Lichtstärke-Verteilungs-Kurve (LVK)** (4)



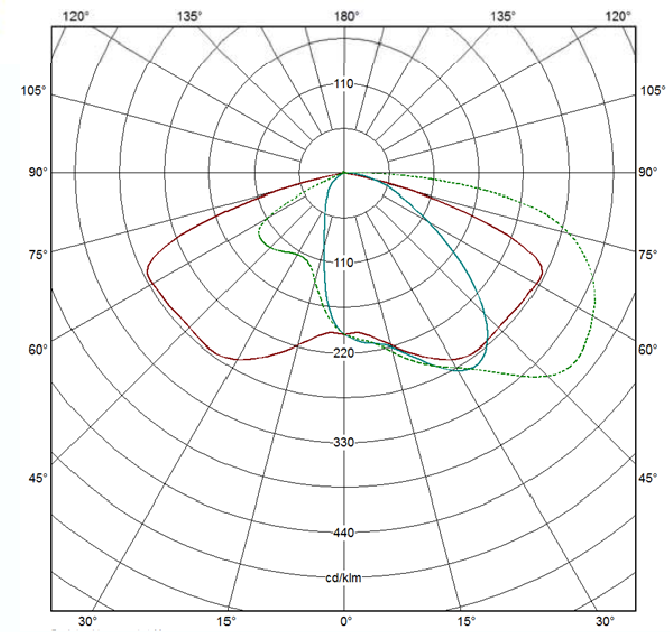
LED-Leuchten



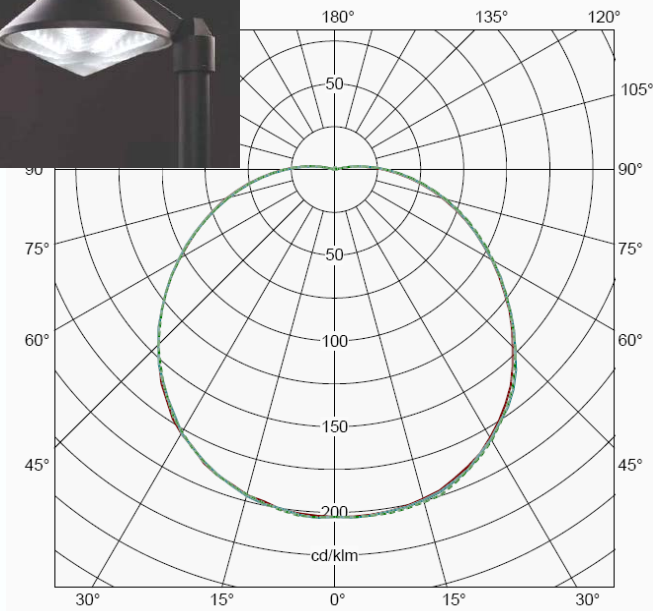
Qualitätsmerkmal: Lichtstärke-Verteilungs-Kurve (LVK) (5)



**TRILUX Viatana
mit
2 ZHAGA-Modulen**



Bewertung nach der Beleuchtungsstärke-Methode



Beleuchtungsklasse S5 ($E_m = 3 \text{ lx}$)

$$E_m = 4,05 \text{ lx} \quad E_{m \max} = 3 * 1,5 = 4,5 \text{ lx}$$

$$E_{\min} = 0,61 \text{ lx} \quad E_{\max} = 17,4 \text{ lx}$$

$$U_o = 0,15 \quad \text{G1}$$

$$E_{\min} : E_{\max} = 1 : 28,5$$

^a Um eine gewisse Gleichmäßigkeit sicherzustellen, darf der tatsächliche Wert der mittleren Beleuchtungsstärke das 1,5fache des für die Klasse vorgesehenen Mindestwertes nicht überschreiten.

⊗	1,48	4,43	7,38	10,33	13,28	16,23	19,18	22,13	25,08	28,03	⊗
5,04	17,2	7,5	2,7	1,2	0,7	0,8	1,2	2,7	7,6	17,4	
4,13	14,9	6,9	2,6	1,2	0,7	0,7	1,2	2,6	6,9	15,2	
3,21	12,0	5,9	2,4	1,1	0,7	0,7	1,1	2,4	5,9	12,2	
2,29	9,2	4,9	2,1	1,0	0,7	0,7	1,0	2,1	4,9	9,3	
1,38	6,8	3,9	1,8	1,0	0,6	0,7	1,0	1,8	3,9	6,8	
0,46	5,0	3,1	1,6	0,9	0,6	0,6	0,9	1,6	3,1	4,9	

Wartungsarten der Straßenbeleuchtung

1. Lampen - Einzelaustausch =

Lampen werden nur nach Totalausfall ausgewechselt

Relevante Kennlinie: Lichtstrom

Hinweis: keine normgerechte Betriebsart wegen großer Leuchtdichteunterschiede !

2. Lampen - Gruppenaustausch =

Lampen werden zyklisch komplett ausgetauscht

ohne zusätzliche Einzel-Entstörung

Relevante Kennlinien: Lichtstrom + Lampenausfall

Hinweis: keine normgerechte Betriebsart wegen großer Ungleichmäßigkeiten !

3. Lampen - Gruppenaustausch mit Einzelaustausch =

Lampen werden zyklisch komplett ausgetauscht

mit zusätzlicher Einzel-Entstörung

Relevante Kennlinie: Lichtstrom

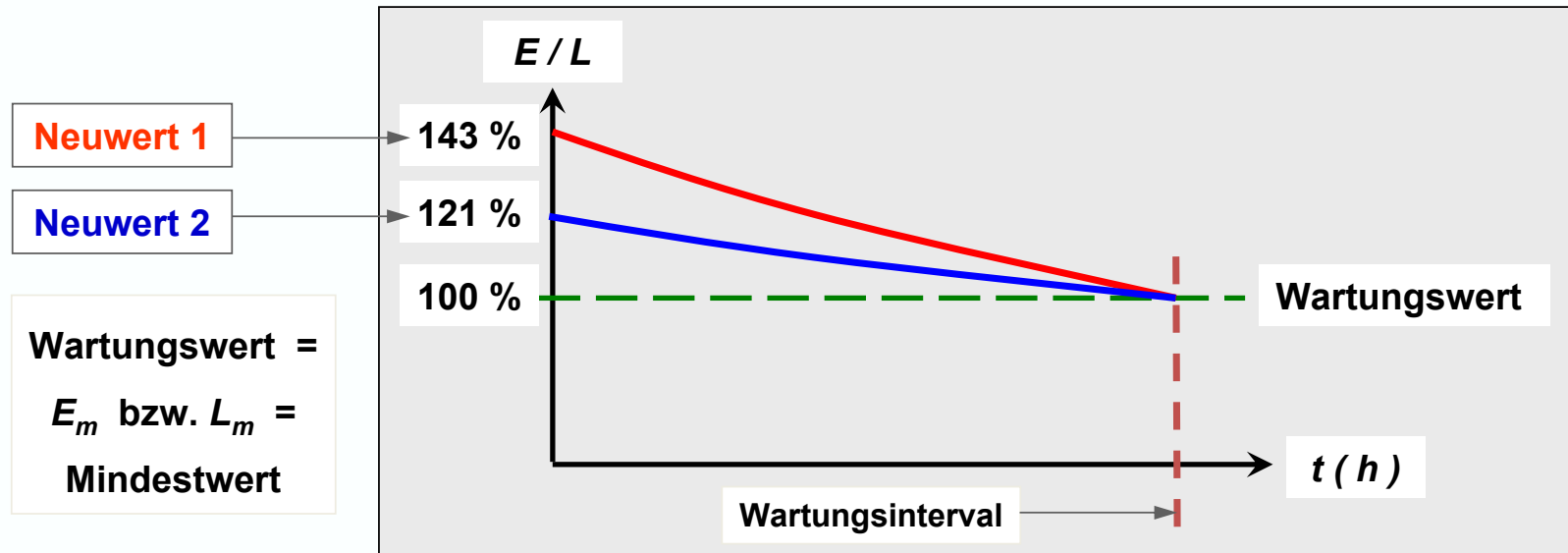
Hinweis: normgerechte Betriebsart !

Wartungsfaktor (1)

DIN EN 13201-2 Abschnitt 3.11

Wartungswert

Niveau, unter welches der Wert der entsprechenden Größe zu keiner Zeit während des Betriebes absinken darf.



Neuwert 1 = z.B. Lampe m. starkem Lichtstromrückgang und Leuchte m. geringer Schutzart + mittlere Umgebungsbelastung

Neuwert 2 = z.B. Lampe m. geringem Lichtstromrückgang und Leuchte m. hoher Schutzart + mittlere Umgebungsbelastung

Wartungsfaktor (2)

DIN EN 13201-3 Abschnitt 7.1 Leuchtdichte und
Abschnitt 7.2 Beleuchtungsstärke

MF Maintenancefactor = WF Wartungsfaktor
Produkt aus Lampenlichtstromwartungsfaktor und Leuchtenwartungsfaktor

LSF = 1,0
bei zeitnahe
Einzelaustausch

$$WF = LLWF \times \cancel{LSF} \times LWF$$

LLWF = Lampen-Lichtstrom-Wartungs-Faktor

LSF = Lampen-Überlebens-Faktor





LWF = Leuchten-Wartungs-Faktor

Der **Neuwertfaktor** ist der Reziprokwert des **Wartungsfaktors** $NWF = 1/WF$

Hinweis:

Der **Wartungsfaktor** führt zu einer **Überdimensionierung**
der **Straßenbeleuchtungs-Anlage** im „Zeitpunkt 0“ !

L W F = Leuchten-Wartungsfaktor (1)

Bild	Leuchtenbauart	Lampen- Bestückung	Schutzart des Lampenraum	Umgebungs- Verschmutzung	LWF		
					2a	3a	4a
	Kofferleuchte m. gewölbtem Si-Glas	1 x HST 70 W	IP 66	hoch	0,88	0,83	0,79
				mittel	0,89	0,87	0,85
				niedrig	0,91	0,90	0,89
	Schirm-Leuchte m. PC-Glas	1 x HME 80 W	IP 54	hoch			
				mittel			0,80
				niedrig			
	Opale Kugelleuchte m. HDPE-Glas	1 x HME 80 W	IP 54	hoch			
				mittel		0,70	
				niedrig			
	Zylinder-Leuchte m. PMMA-Glas	1 x HSE 70 W	IP 65	hoch			
				mittel			0,80
				niedrig			

**Beispiel einer LWF-Tabelle in Abhängigkeit von den Parametern
Leuchten-Bauart, Umgebungsbedingung und Wartungsintervall**

L W F = Leuchten-Wartungsfaktor (2)

Tabelle 2 – Leuchten-Wartungsfaktor LWF (für Außenleuchten gem. CIE 154)

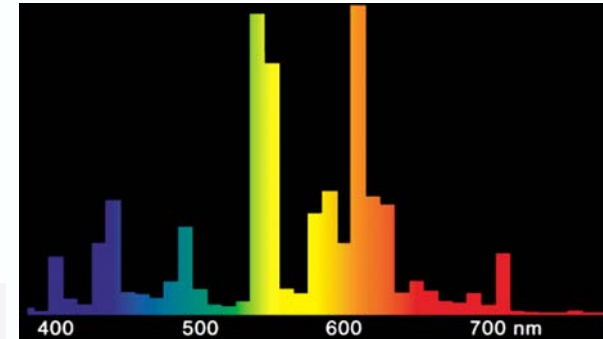
Lampe	Wartungszyklus / Jahre									
	Verschmutzung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
IP2X	Hoch	0,53	0,45	0,45	0,43	0,42				
	Mittel	0,62	0,56	0,56	0,54	0,53				
	Gering	0,82	0,79	0,79	0,78	0,78				
IP5X	Hoch	0,89	0,84	0,84	0,80	0,76	0,72	0,69	0,67	0,63
	Mittel	0,90	0,86	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74
	Gering	0,92	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
IP6X	Hoch	0,91	0,88	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75
	Mittel	0,92	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
	Gering	0,93	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88

Quelle:
PHILIPS 06/2011

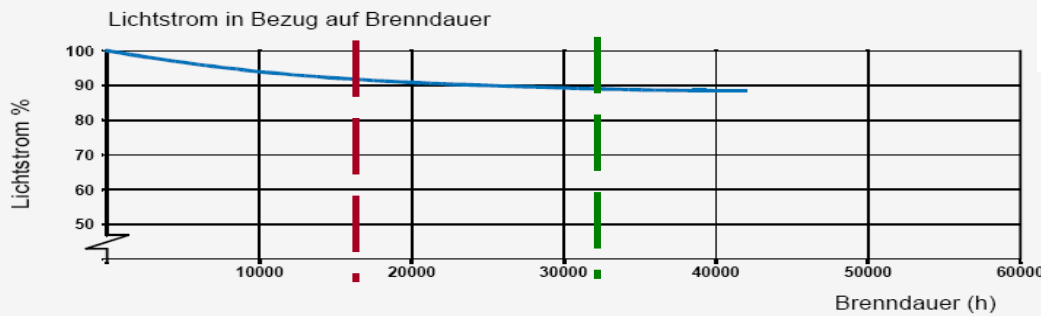
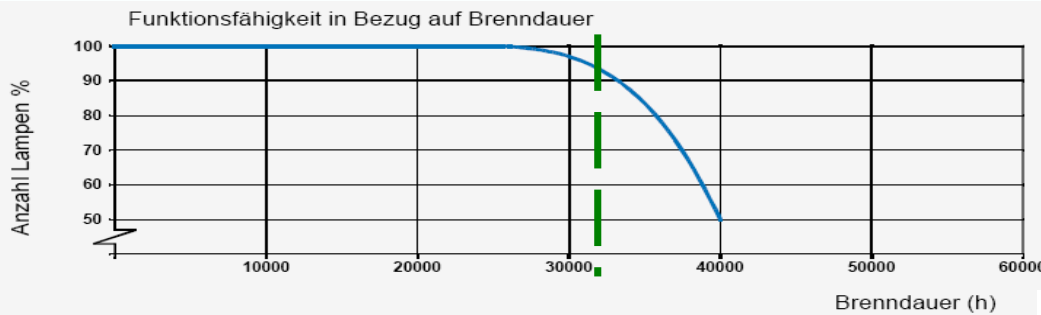
LLWF = Lampen-Lichtstrom-Wartungsfaktor (1)



Leuchtstoff-Lampen



Spektrum der Lichtfarbe 830



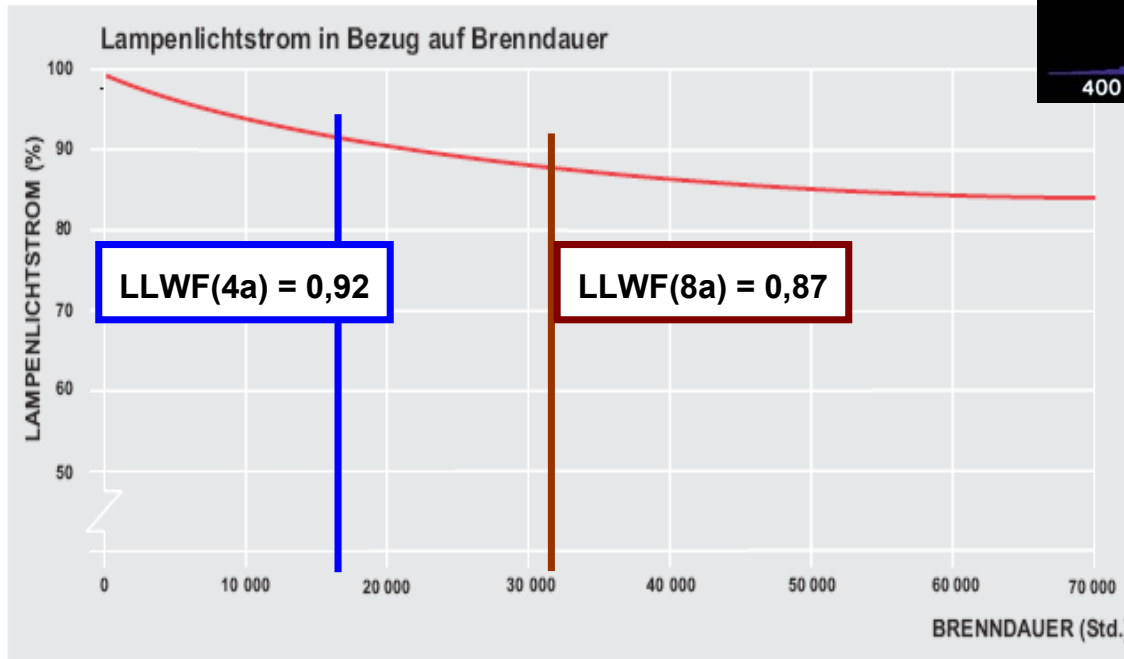
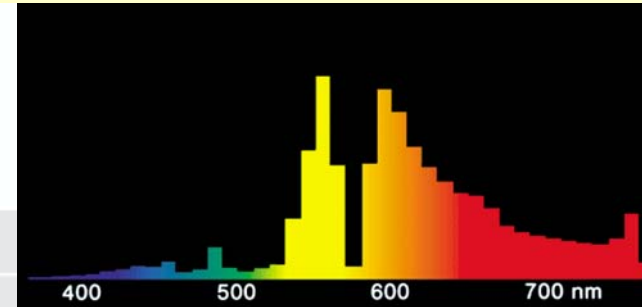
Lichtstromrückgang und Ausfallrate als Funktion der Betriebsstunden

LLWF (4a) = 0,92

LLWF (8a) = 0,88

LLWF = Lampen-Lichtstrom-Wartungsfaktor (2)

Natrium-Hochdruck-Lampe



$$WF_{4 \text{ Jahre}} = LWF \times LLWF = 0,89 \times 0,92 = 0,819$$

$$WF_{8 \text{ Jahre}} = LWF \times LLWF = 0,89 \times 0,87 = 0,774$$

L L W F = Lampen-Lichtstrom-Wartungsfaktor (3)

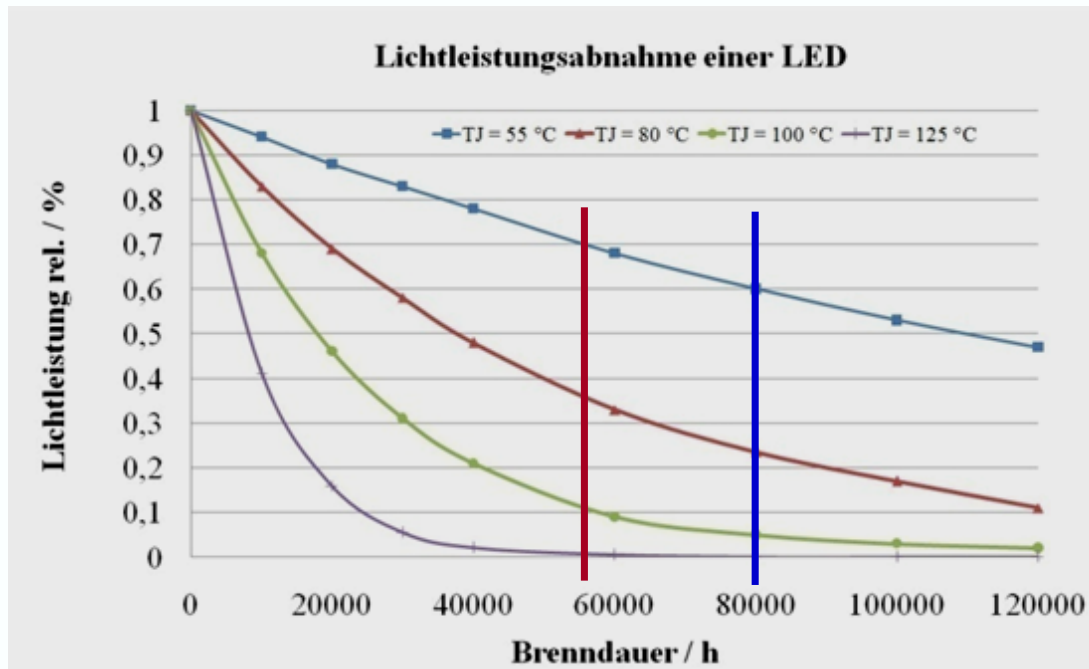
$$WF = LLWF \times LAF \times LWF$$

Tabelle 1a - Lampen-Lichtstromwartungsfaktor LLWF

Lampe	Wartungszyklus / Brennstunden										
	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	24000
Master CPO-TW 45-60W Xtra		0,90	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,84
Master CPO-TW 90W		0,91	0,88	0,87	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83	82	80
Master CPO-TW 140W		0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,87	85	0,83	81	78
Master CDO ET/TT Plus 50W		0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,74	0,72	0,71	
Master CDO ET/TT Plus 70W		0,90	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	
Master CDO ET/TT Plus 100/150/250W		0,92	0,90	0,88	0,86	0,85	0,83	0,82	0,81	0,80	
Master SON(-T) APIA Plus Xtra 70W		0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,83
Master SON(-T) APIA Plus Xtra 100W		0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88
Master SON(-T) APIA Plus Xtra 150/250/400W		0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93
Master SON(-T) PIA Plus 50/70W/70W I		0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	
Master SON(-T) PIA Plus 100W		0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	
Master SON(-T) PIA Plus 150/250/400W		0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	
Master SON(-T) PIA Plus 600W		0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	
SON(-T) pro1000W		0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	
SON 50/70W I		0,84	0,83	0,81	0,81	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	
SON 50/70W E		0,86	0,85	0,84	0,83	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	
HPL-N, HPL Comfort 50/80/125/250W		0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,83	0,80			
HPL-4 Pro 50/80/125W		0,93	0,90	0,86	0,83	0,80	0,78	0,77	0,75	0,74	
SOX / SOX-E		0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95			
Master CDM-TD 70/150W/830		0,78	0,76	0,75	0,60						
Master CDM-T Elite 35/70/150W 930		0,90	0,88	0,86	0,83	0,70					

**Quelle:
PHILIPS
06/2011**

Wartungsfaktor der LED-Leuchte (1)



Lebensdauer der LED's
als Funktion der LED-
Temperatur

Lichtstrom – 30 % nach
ca. 55.000 h (ca. 14 Jahre)

Lichtstrom – 40 % nach
ca. 80.000 h (ca. 20 Jahre)

Prof. Khanh, TU Darmstadt

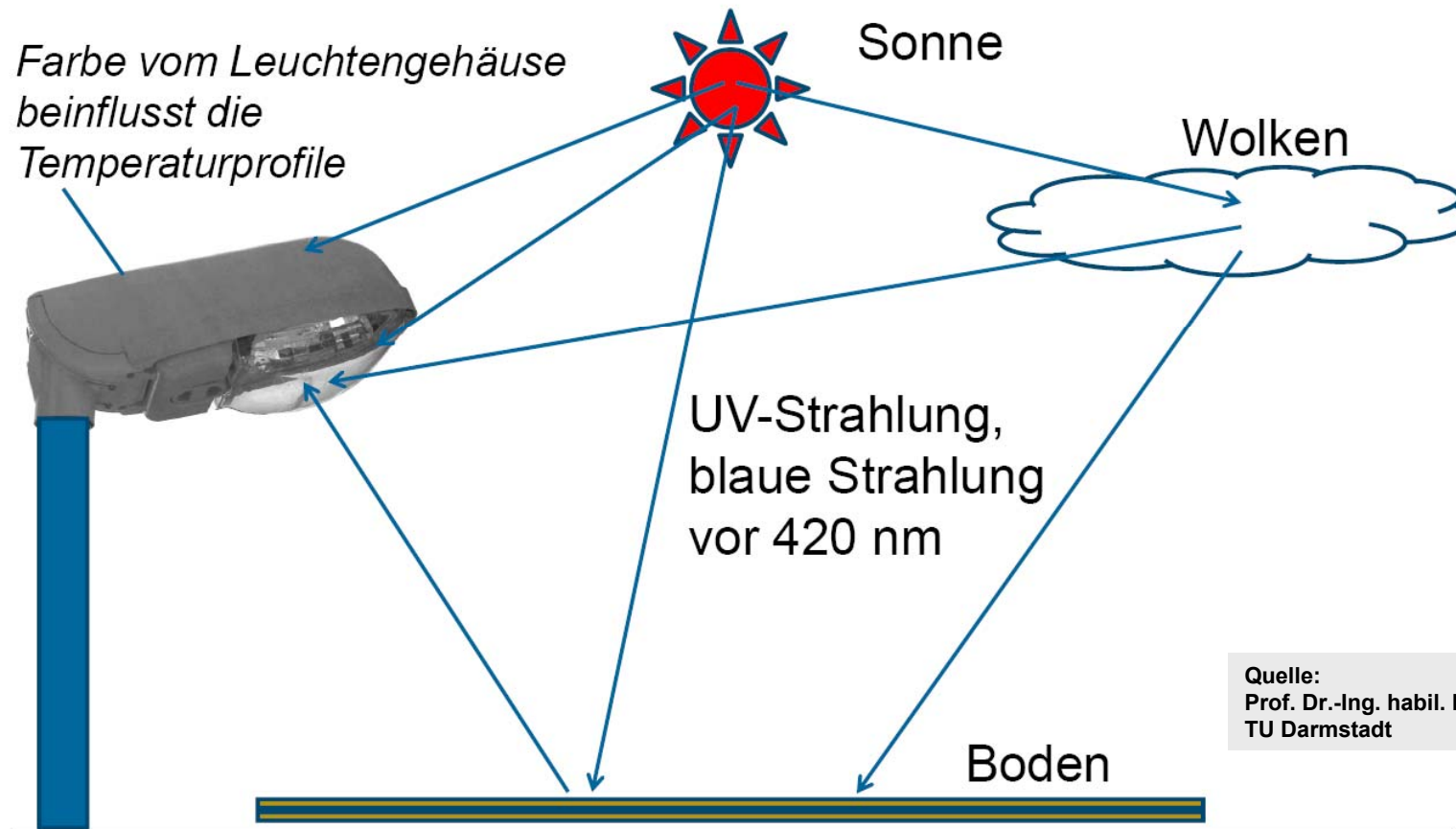
$$\text{WF}_{14 \text{ Jahre}} = \text{LWF} \times \text{LSF} \times \text{LLWF} = 0,89 \times (?) \times 0,70 = 0,623$$

$$\text{WF}_{20 \text{ Jahre}} = \text{LWF} \times \text{LSF} \times \text{LLWF} = 0,89 \times (?) \times 0,60 = 0,534$$

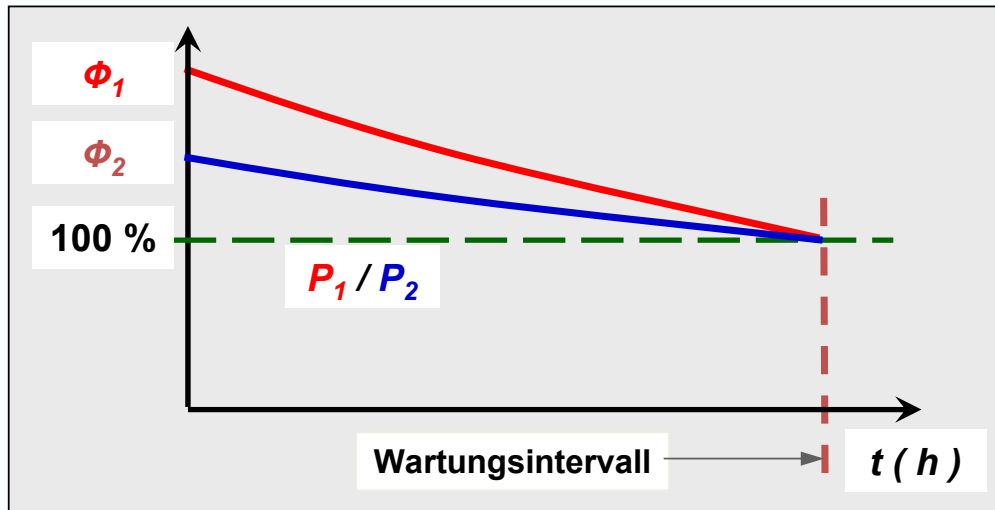
LSF = Lampen-Überlebens-Faktor

Wartungsfaktor der LED-Leuchte (2)

Wartungsfaktor hat nicht nur mit der Lichtquelle zu tun, sondern mit Glas-und Linsenvergilbung



„Ausregelung“ des Wartungsfaktors



Beleuchtungsanlage ohne
Lichtstromregelung

- konstante elektr. Leistung P
- abfallender Lichtstrom ϕ

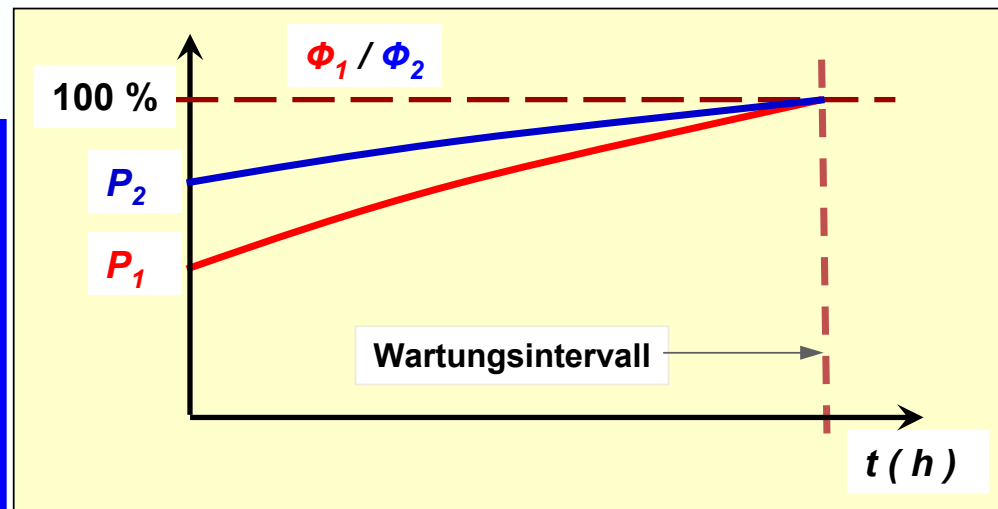
Wartungsintervalle:

HID-Lampen	z.B. 16.000 h
LED's	z.B. 50.000 h

Beleuchtungsanlage mit CLO

= **Constant Light Output**

- konstanter Lichtstrom ϕ
- ansteigende elektr. Leistung P





Leitfaden

Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung

Begriffe, Definitionen und Messverfahren:
Grundlagen für Vergleichbarkeit



Herausgeber:
ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
Fachverband Licht
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6302-293
Fax: +49 69 6302-400
E-Mail: licht@zvei.org
www.zvei.org

ZVEI-Leitfaden zur „LED-Beleuchtung“ (2)

ZVEI: 2 Bemessungslichtstrom von Leuchten F_v (in lm)

Der Bemessungslichtstrom einer Leuchte bezeichnet ihre gesamte Strahlungsleistung, die im sichtbaren Bereich in alle Richtungen abgestrahlt wird; er bezieht sich immer auf den angegebenen Neuwert des Lichtstroms, der von den Halbleiterlichtquellen in der Leuchte unter festgelegten Betriebsbedingungen emittiert wird.

Die gemessenen Anfangswerte des Lichtstroms von Leuchten dürfen den Bemessungslichtstrom der Bezugsleuchte, für die die Daten veröffentlicht werden, um nicht mehr als zehn Prozent unterschreiten.

Für den angegebenen Lichtstromwert der gesamten Leuchte wird eine Umgebungstemperatur von 25 °C zugrunde gelegt, sofern keine anderen Informationen gegeben werden.

Für Leuchten mit traditionellen Lichtquellen (nicht LED) ist es **nicht üblich**, den Leuchten-Lichtstrom zu messen und zu veröffentlichen.

Hier wird normalerweise der Lampen-Lichtstrom (der verwendeten Lampen) mit dem Leuchten-Betriebswirkungsgrad (LOR) multipliziert.

Die separate Angabe des Leuchten-Betriebswirkungsgrads verliert in der LED-Technologie an Bedeutung.

ZVEI-Leitfaden zur „LED-Beleuchtung“ (3)

ZVEI: **3 Lichtausbeute von LED-Leuchten η_v** (in lm/W)

Die Leuchten-Lichtausbeute wird als der Quotient aus dem abgegebenen Lichtstrom und der aufgenommenen elektrischen Leistung beschrieben.

Der gemessene anfängliche Lichtstrom wird durch die gemessene anfängliche Eingangsleistung derselben LED-Leuchte geteilt.

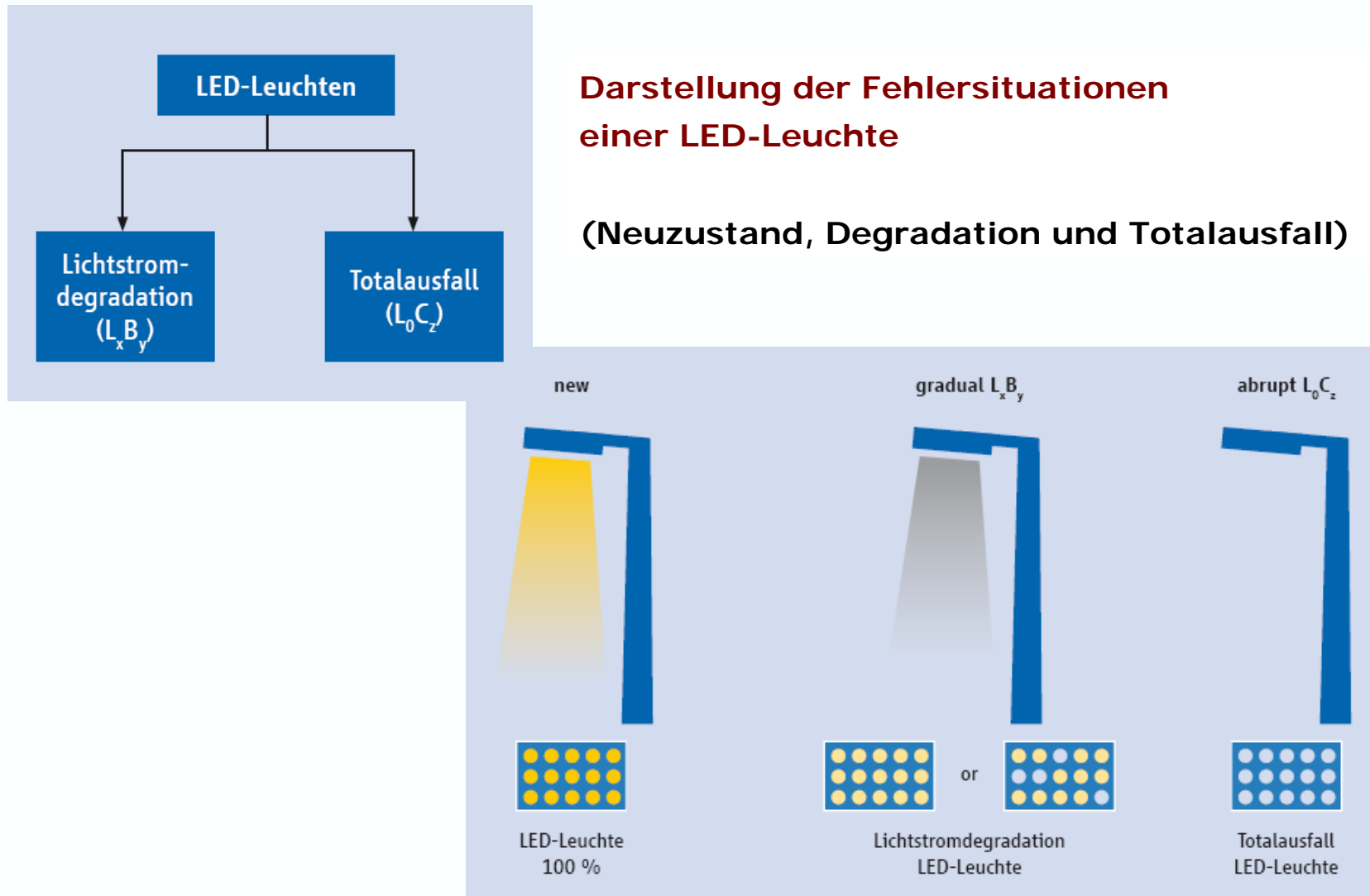
Die Leuchten-Lichtausbeute wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben.

Anmerkung: Gelegentlich wird die Leuchten-Lichtausbeute zur Bewertung der Energieeffizienz herangezogen.

Zur Beurteilung der Energieeffizienz reicht in der Regel eine alleinige Betrachtung dieses Wertes nicht aus, da in diesem auch Streulichtanteile miteinbezogen sind, die nicht zur Beleuchtung der Zielfläche beitragen.

Dies gilt in besonderem Maße zum Beispiel für eng strahlende Leuchten oder für Straßenleuchten.

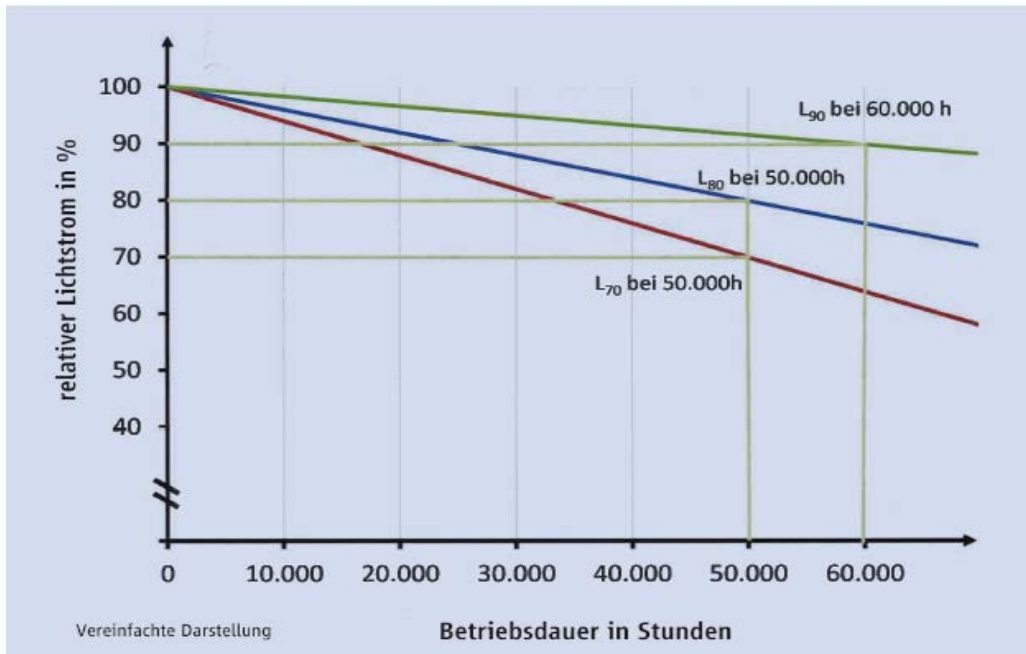
ZVEI-Leitfaden zur „LED-Beleuchtung“ (4)



Darstellung der Fehlersituationen einer LED-Leuchte

(Neuzustand, Degradation und Totalausfall)

ZVEI-Leitfaden zur „LED-Beleuchtung“ (5)



L_x Bemessungs- oder Nutzlebensdauer, bei der der Lichtstrom auf einen Anteil x des ursprünglichen Lichtstroms zurückgeht (z. B. L_{80} bei 50.000 h).

B_y Anteil der LED-Leuchten, die am definierten Lebensdauerende den angestrebten Lichtstrom von x Prozent (x von L_x) unterschreiten.

B50 bedeutet, dass 50 Prozent einer Menge gleichartiger LED-Leuchten den deklarierten Lichtstromanteil , x ' am Ende der Bemessungslebensdauer , L' unterschreiten.

C_z Totalausfall von LED-Leuchten vor Erreichen der Bemessungslebensdauer L_x .

Der Wert C3 besagt, dass 3 % einer Menge gleichartiger LED-Leuchten innerhalb der Lebensdauer L_x vollkommen ausgefallen sind.

Wartungsfaktoren für LED-Leuchten

Beispiel: TRILUX 11/2013

Bemessungs- lebensdauer	Kennwerte L _x B _y	Betriebsdauer in 1000 h																				
		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
L80 B10 – 50.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
L80 B10 – 100.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L80 B50 – 50.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
L80 B50 – 100.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
L70 B10 – 50.000 h	LLMF	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,82	0,79	0,77	0,74	0,71	0,69	0,66	0,64	0,61	0,58	0,56	0,53	0,51	0,48
	LSF	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
L70 B10 – 100.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79	0,78	0,77	0,75	0,74
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
L70 B50 – 50.000 h	LLMF	0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61	0,58	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,40
	LSF	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
L70 B50 – 100.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70
	LSF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
L70 B50 – 35.000 h (z. B. Retrofit)	LLMF	0,99	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	0,74	0,70	0,66	0,61	0,57	0,53	0,49	0,44	0,40	0,36	0,31	0,27	0,23	0,19	0,14
	LSF	1	1	1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,9	0,86	0,82	0,77	0,72	0,67	0,62	0,57	0,52	0,47	0,42	0,37	0,30
L50 B50 – 50.000 h	LLMF	0,99	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
	LSF	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,95	0,90	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00
L50 B50 – 100.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,85	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53	0,50
	LSF	1	1	1	1	1	1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97
L50 B50 – 35.000 h (z. B. Retrofit)	LLMF	0,99	0,93	0,86	0,79	0,71	0,64	0,57	0,50	0,43	0,36	0,29	0,21	0,14	0,07	0,00						
	LSF	1	1	1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,35	0,20	0,00						

Hinweis: Dargestellt werden der Lichtstromrückgang (LLMF) und der Totalausfall (LSF) von LED-Leuchten. Zusätzlich ist ein Leuchtenwartungsfaktor aufgrund der Verschmutzung zu berücksichtigen. Bei der Innenbeleuchtung ist zudem der Raumwartungsfaktor und bei der Außenbeleuchtung ggf. ein Oberflächenwartungsfaktor zu berücksichtigen. Diese Angaben dienen als Planungshilfe. Aus ihnen lassen sich keine Garantie- oder Gewährleistungsansprüche für Produkte ableiten.

Wartungsplanung (1)

Wartungsplan		
Projekt-Beschreibung	12345 Ardorf, Hauptstraße	
Umgebungsparameter	Ländliche Umgebung / geringer Staubanfall	
Wartungsart / Lampenaustausch (AT)	3	Einzel- + Gruppen-AT
Wartungs-Intervall	16.000	Stunden
Zusätzliche Leuchtenreinigung nach	---	Jahren
Lampenbestückung	1 x NaH 70 W T	
Fabrikat / Typ	PHILIPS	SON-T Plus PIA 70 W
Lichtstrom	6.600	lm
Lampen-Lichtstrom-Wartungs-Faktor	LLWF =	0,92
Lampen-Überlebens-Faktor	LSF =	1,0
Leuchte	Kofferleuchte m. gewölbtem Si-Glas	
Fabrikat / Typ	ABC	A12-34
Schutzart des optischen Systems	IP 66	
Leuchten-Wartungs-Faktor	LWF =	0,90
Wartungs-Faktor	WF = LLWF x LSF x LWF =	
		0,83
Neuwert-Faktor	NWF = 1 / WF =	
		1,21

Wartungsplanung (2)

Bestückung Leuchtentyp 1

Leuchtenbezeichnung: 9711/LED 4500 nw
Dateiname: D:\PROGRAMME\LCI-VDE 3.2\ELX_DAT\TRILUX_LED\ELX\9711_LED 4500 NW
Betriebswirkungsgrad: 0,86

Standard 1 Individuelle Bestückung

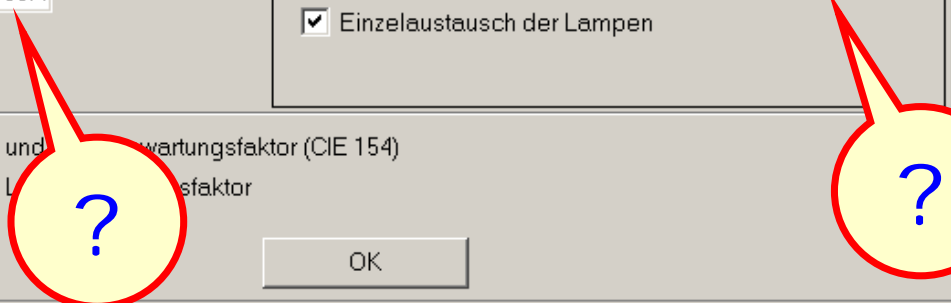
Anzahl Lampen: 1
Lampentyp: Fortimo LLM 4500
Lampenlichtstrom gesamt: 4500 lm
Lichtstrom-Korrekturfaktor: 1.00
Lampenlichtstrom gesamt, korrigiert: 4500 lm
Lichtfarbe: 4000
Farbwiedergabestufe: 7
Leistung incl. VG: 53.4 W

Reinigungsintervall (Jahre): 4
Lampenwechselintervall (Jahre): 12
Betriebsstunden pro Jahr: 4100
Leuchtenwartungsfaktor: 0.89
Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor: 1.00
 Einzelaustausch der Lampen

automatische Setzung von Leuchten- und Lampenwartungsfaktor (CIE 154)
 manuelle Setzung von Leuchten- und Lampenwartungsfaktor

zu erwartender Wartungsfaktor: 0.89

OK



Überspannungsschutz für elektrische Anlagen (1)



**Blitzeinschlag am Pariser Eiffelturm
am 3. Juni 1902 um 21.20 Uhr**

Quelle: WIKIPEDIA



**Freileitungsmasten mit Erdseilen
bei einem Gewitter**

Quelle: WIKIPEDIA

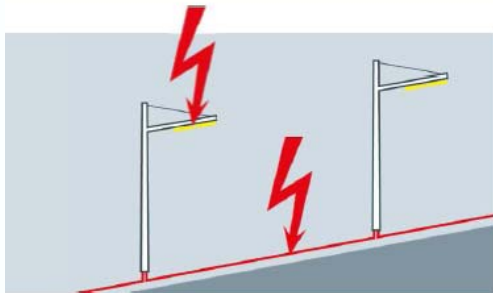
Überspannungsschutz für elektrische Anlagen (2)



Wie gefährdet sind
Außenbeleuchtungsanlagen ?
Beispiel: S-Bahn-Parkplatz

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (1)

Beeinflussungen von LED-Leuchten Ursachen von transienten Überspannungen

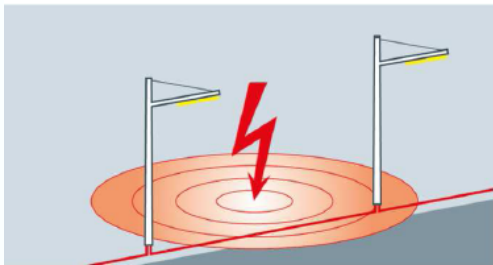


Direkter Blitzschlag (LEMP)

- direkter Einschlag in Leuchtengehäuse
- direkter Einschlag in Versorgungsleitung

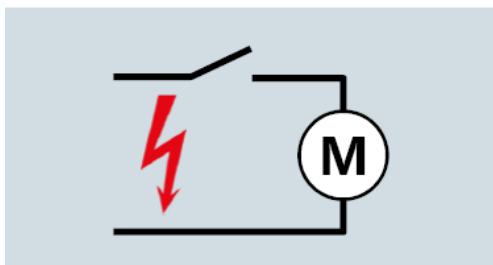
freistehende, hohe Maste

Freileitungsnetze



Indirekter Blitzschlag

- leitungsgebundene Blitzteilströme in Versorgungsleitungen
- induktive / kapazitive Kopplung in Versorgungsleitungen oder in die Leuchte selbst



Überspannungen (SEMP)

- Schalthandlungen
- Erd- / Kurzschlüsse
- Auslösen von Sicherungen
- parallele Verlegung von energie- und informationstechnischen Leitungssystemen

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (2)

Beeinflussungen von LED-Leuchten Erfahrungen aus dem DEHN Prüflabor



Im DEHN Prüflabor wurden verschiedenste Tests an LED-Leuchten zusammen mit den Herstellern der LED-Leuchten durchgeführt:

- Spannungsfestigkeit der LED-Leuchten liegt im Bereich 2 ... 4 kV.
- Schäden durch induktive Einkopplungen durch Ströme, die mit einer Stromsteilheit von 25 kA/ μ s über das metallische Leuchtengehäuse geführt wurden, konnten nicht nachgewiesen werden.



Überspannungsschutz für LED-Leuchten (3)

Mögliche Überspannungsschutzbeschaltungen und Einbaupositionen



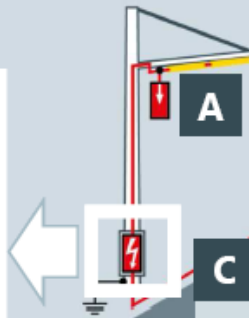
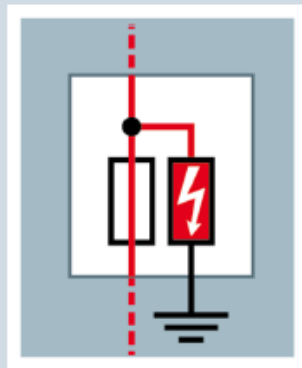
SPD = Surge Protective Devices
Überspannungs-Schutzgeräte

A Erhöhung der Spannungsfestigkeit der Leuchte:

- Leuchte (ohne Maßnahmen) 2...4 kV
- Leuchte mit SPD (Typ 2 oder Typ 3) 5...20 kV
- Schutz gegen kleine und mittlere Transienten

B Schutz gegen direkte und indirekte Auswirkungen des Blitzes in den speisenden Elektroverteilungen

- Typ 1 SPD (direkter Blitzeinschlag)
- Typ 2 SPD (indirekter Blitzeinschlag) Schutz gegen energiereiche Transienten

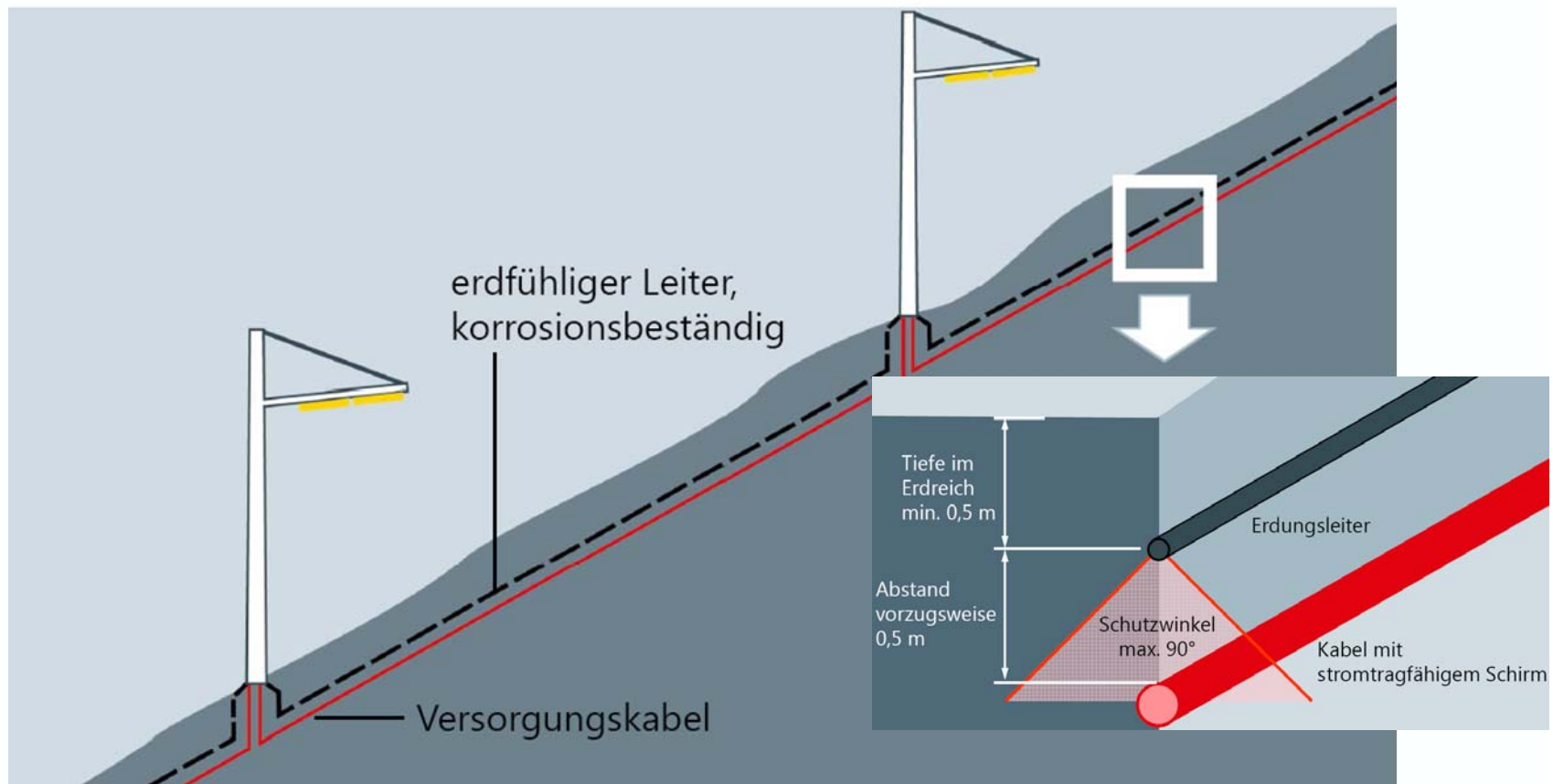


C Schutz gegen direkte und indirekte Auswirkungen des Blitzes im Anschlussraum der Masten

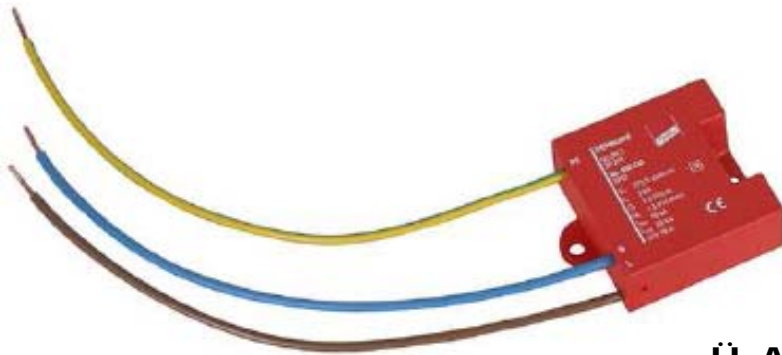
- Typ 1 SPD (direkter Blitzeinschlag)
- Typ 2 SPD (indirekter Blitzeinschlag), Schutz gegen energiereiche Transienten

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (4)

Kabelschutz mit Erderwirkung



Überspannungsschutz für LED-Leuchten (5)



DEHNCORD
DCOR L 2P 275

- Ü-Ableiter Typ 2 nach IEC/EN 61643-11
- **Überspannungs-Schutzbeschaltung**
 - 2-polige Typen für Gesamtschutz eines einphasigen Systems (L, N, PE)
 - 1-polige Typen zum reinen Querschutz L - N
- mit Überwachungs- + Abtrennvorrichtung (keine Leuchtenabschaltung)
- optische Defektanzeige – einfach ablesbar

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (6)



Überspannungsschutz
für LED-Beleuchtungen

DEHN + SÖHNE – BLITZPLANER®

3. aktualisierte Auflage

Redaktioneller Stand: Juli 2013

ISBN 978-3-9813770-0-2

www.dehn.de

Leitfaden: Schutz für LED Beleuchtung

Stand: 02/2014

OBO
BETTERMANN

1/8

Blitz- und Überspannungsschutz für LED Beleuchtung

www.obo-bettermann.com

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (7)



Überspannungsschutz-Modul Typ 2
nach DIN EN 61643-11 für 230/400V Netze.

Bestimmt zum Schutz von LED Beleuchtung.

- mit optischer Funktionsanzeige
- mit geringer Baugröße zum Einbau
im Mast oder in der LED-Leuchte
- 1 + NPE Schutzschaltung mit maximal 20 kA
Ableitvermögen
- mit oder ohne Abschaltung der Leuchte im
Defektfall

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (8)



■ ■ ■ Innovative Überspannungsschutz-Systeme ■ ■ ■

**Moderne
Sicherheitslösungen
für
LED-Beleuchtungsanlagen**



www.citel.de

MSB6-400



Spezieller Überspannungsschutz für LED-Beleuchtung

- mit Schraubklemmen oder Kabelverdrahtung
- als IP65 – Version
- für Schutzklasse I oder II
- Reiner AC-Schutz oder in Kombination mit Steuer- oder Datenleitungen
- Optische + elektrische (optional) Fehlersignalisation

Überspannungsschutz für LED-Leuchten (9)

Handlungsempfehlungen für Neubau und Erneuerung von Straßenbeleuchtungsanlagen

- **Überprüfung der Gefährdung durch Gewitter**
 - geografische Lage und Höhe,
 - Mastart und Lichtpunkthöhe
- **Abstand zu hohen Masten, Gebäuden, Bäumen, etc.**
- **Niederspannungs-Versorgungssystem**
 - Freileitungs- oder Kabelnetz,
 - Netzform (z.B. TN-Netz), Masterdung,
 - Kabeltyp und Verlegungsart
(Häufung von Versorgungsleitungen im Kabelgraben)
- **Grundsätzliche Festlegungen zur Erdungsanlage und der verwendeten Schutzklasse (SK I oder SK II)**