

Straßenbeleuchtung im Spannungsfeld von Verkehrssicherheit und Nachhaltigkeit

M, Niedling, S. Völker | TU Berlin - FG Lichttechnik | 18.04.2016

Agenda

- **Geschichte der Straßenbeleuchtung**
- **Verkehrssicherungspflicht**
- **Visuelle Wahrnehmung und Straßenbeleuchtung**
- **Neue Möglichkeiten der Nachhaltigkeit**

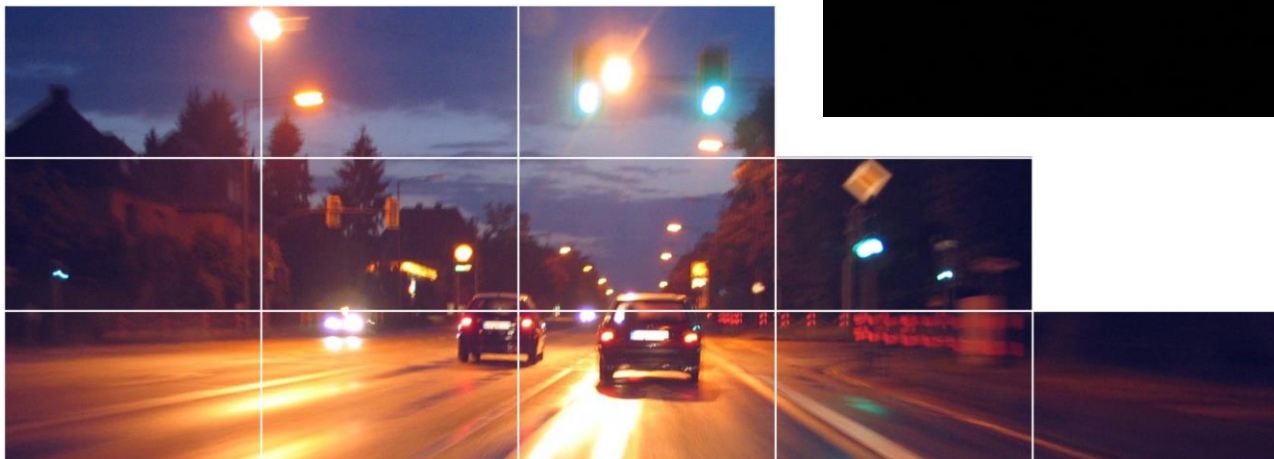
Geschichte der Straßenbeleuchtung

- **1417** – Londoner Bürger sollen an Häusern brennende Laternen anbringen
- **15 Jhd.** - Paris – jeder Bürger wurde verpflichtet, ein Licht ins Fenster zu stellen (dem folgten im 16. Jhd. viele weitere Großstädte)
- **1679** - Befehl des Kurfürsten für Berlin, dass an jedem dritten Haus eine Laterne mit brennendem Licht ausgehängt werden muss, ab 1682 feste Laternen
- **1763** - Erhöhung der Effektivität der Öllaternen in Paris durch Einsatz optischer Mittel nach Forderung der Pariser Polizei Paris
- **1826** – erste Gaslaternen in Berlin („Unter den Linden“)
- **1882** – erste elektrische Beleuchtung in Berlin

Quellen:

Trilux - Beleuchtungspraxis Außenbeleuchtung
Stadt Berlin- 300 Jahre Straßenbeleuchtung in Berlin
www.strassenbeleuchtung.de

Primäres Ziel: Sehen und Gesehen werden



Quelle:
S. Völker, TU Berlin
www.morguefile.com

Verkehrssicherungspflicht

- **Begriff nicht durch Gesetz definiert**, vielmehr durch Rechtsprechung entwickelt
- Verhaltenspflicht zur Abwehr von Gefahrenquellen
- Betrifft z.B. Grundstücks- und Wohnungseigentümer

Forschungsinstitut für Deutsches und
Europäisches Immobilienwirtschafts- und
Genossenschaftsrecht, HTW Berlin

Für Städte und Gemeinden:

- "Allzuständigkeit" für öffentliche Angelegenheiten für Städte und Gemeinden
- Kommunalen Daseinsfürsorge: Städte und Gemeinden sind zuständig für die Straßenbeleuchtung
- Wichtig an Gefahrenstellen!

www.strassenbeleuchtung.de

Verkehrssicherungspflicht in der Praxis

StGB NRW-Mitteilung 756/2007 – Verletzung der Verkehrssicherungspflicht, wenn zeitweilige Abschalten der Beleuchtung dazu führt, dass Hindernisse nicht mehr rechtzeitig erkennbar sind

<http://www.kommunen-in-nrw.de>

„Verkehrssicherungspflicht → Verhaltenspflicht zur Abwehr von Gefahrenquellen“

Folgen der nächtlichen Beleuchtung



www.morguefile.com

Nachhaltigkeit

„**Nachhaltigkeit** ist ein Handlungsprinzip zur Ressourcen-Nutzung, bei dem die Bewahrung der wesentlichen Eigenschaften, der Stabilität und der natürlichen Regenerationsfähigkeit des jeweiligen Systems im Vordergrund steht.“

Zitat aus Wikipedia

Für die Straßenbeleuchtung:

Ressourcen schonen...

„Gute Beleuchtung“

Energie sparen

Integration der Beleuchtungs-
anlage ins Stadtbild

Stadtmarketing / smart-
lighting

Lichtverschmutzung reduzieren

Beleuchtung nach Norm DIN-EN 13201

- **Beleuchtungsklassen** in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens
- **Gütemerkmale (Beispiele)**
 - Mittleres Leuchtdichteniveau (L_m)
 - Leuchtdichte-Gleichmäßigkeit (U_0, U_1)
 - Blendungsbegrenzung (TI)

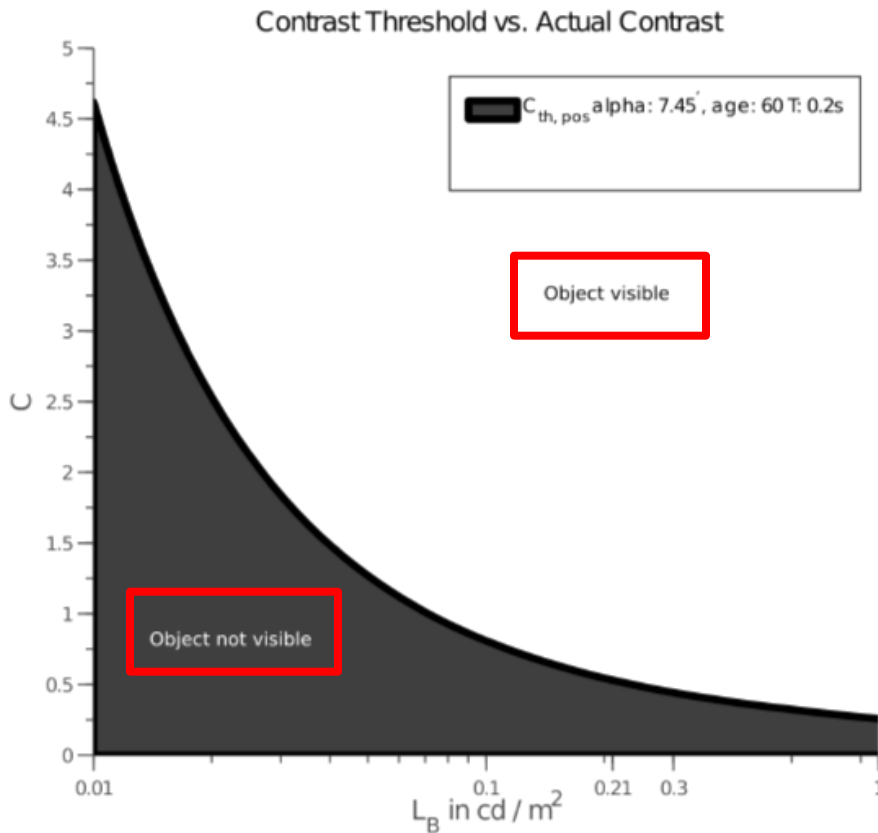
Beleuchtung nach Norm DIN-EN 13201

Klasse	Fahrbahnleuchtdichte bei trockener Straßenoberfläche			Schwellenwert TI in % Höchstwert ^{a)}	Umgebungs- Beleuchtungs- stärkeverhältnis SR ^{b)}	Vergleichbare Klasse	\bar{E}_m in lx Wartungswert	U_0 in lx Wartungswert
	\bar{L}_m in cd/m ² Wartungswert	U_0	U_1					
						CE0	50	0,4
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5	CE1	30	0,4
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5	CE2	20	0,4
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5	CE3	15	0,4
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5			
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5			
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5	CE4	10	0,4
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5			
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5	CE5	7,5	0,4
ME6	0,3	0,35	0,4	15	0,5			

a) bei Lichtquellen geringer Leuchtdichte um 5 % höher zulässig
b) dieses Kriterium ist nur anzuwenden, wenn Verkehrsflächen ohne eigene lichttechnische Anforderungen an die Fahrbahn angrenzen

Quelle: Trilux – 13201 Planungshilfe

Leuchtdichteniveau \bar{L}_m



$$C_{oB} = \frac{|L_o - L_u|}{L_u}$$

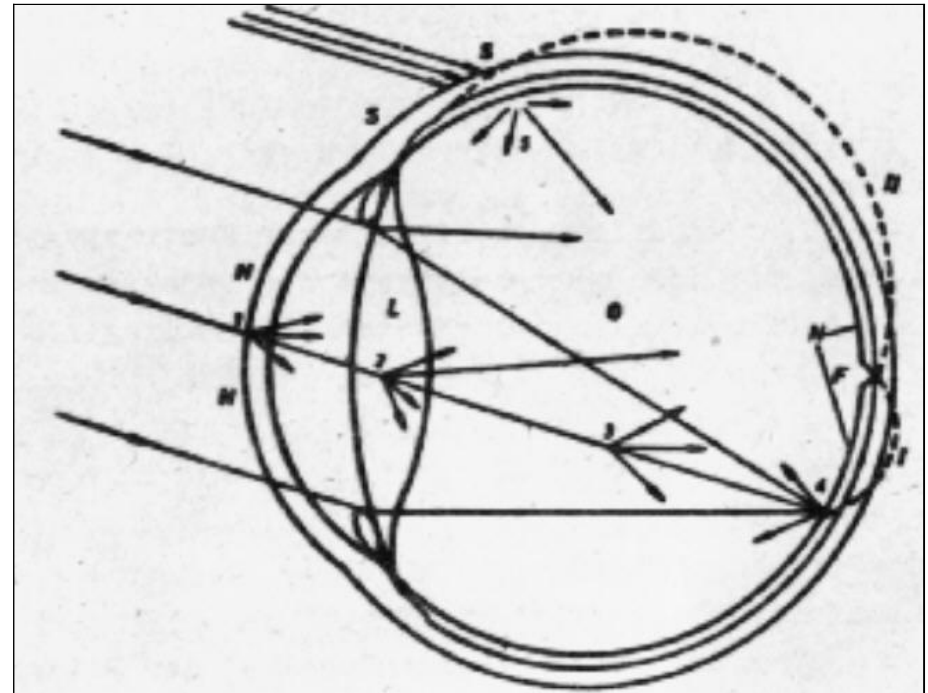
Quelle: Jan Winter

Gleichmäßigkeit U_0



www.morguefile.com

Physiologische Blendung - TI



$$L_{v_i} = k \cdot \frac{E_s}{\theta_i^2}$$

Quelle: H. J. Hentschel

Physiologische Blendung - TI



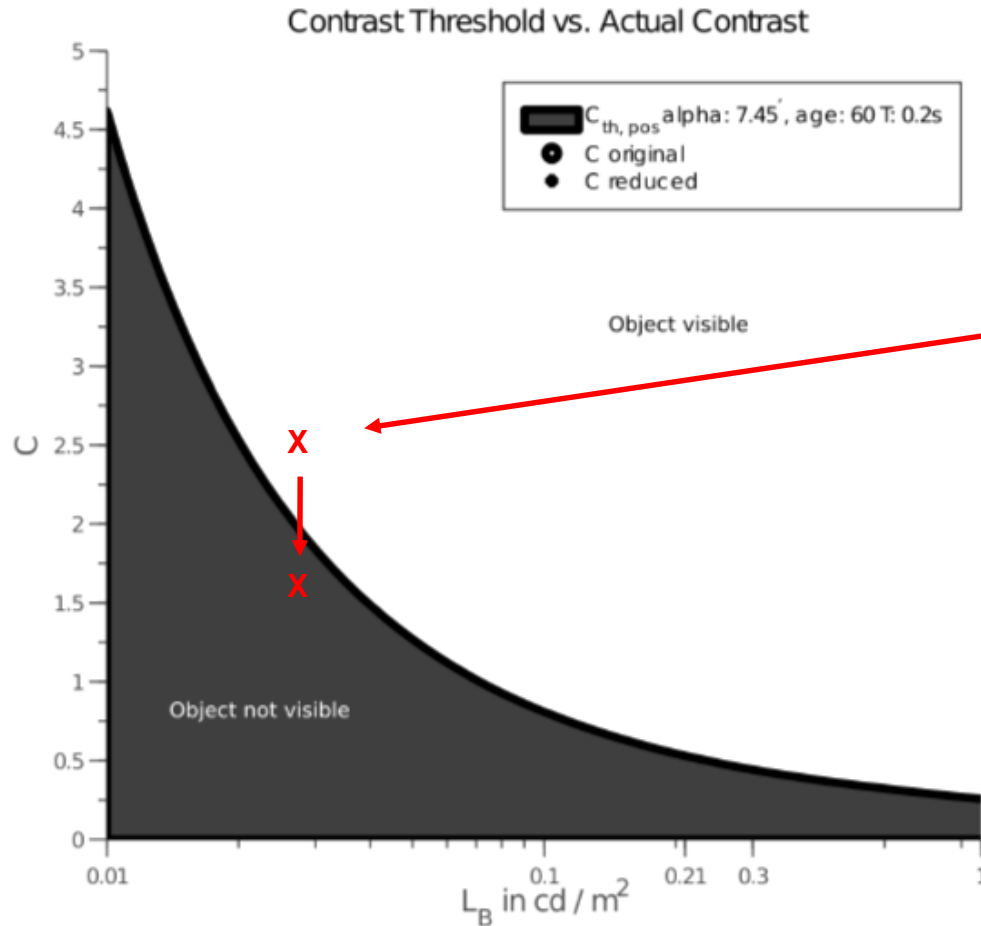
$$L_{v_i} = k \cdot \frac{E_s}{\theta_i^2}$$

$$C_{oB} = \frac{|L_o - L_u|}{L_u}$$

$$C_{mB} = \frac{|L_o + L_v - (L_u + L_v)|}{L_u + L_v}$$

$$= \frac{|L_o - L_u|}{L_u + L_v}$$

Physiologische Blendung - TI



$$C_{oB} = \frac{|L_o - L_u|}{L_u}$$

$$C_{mB} = \frac{|L_o - L_u|}{L_u + L_v}$$

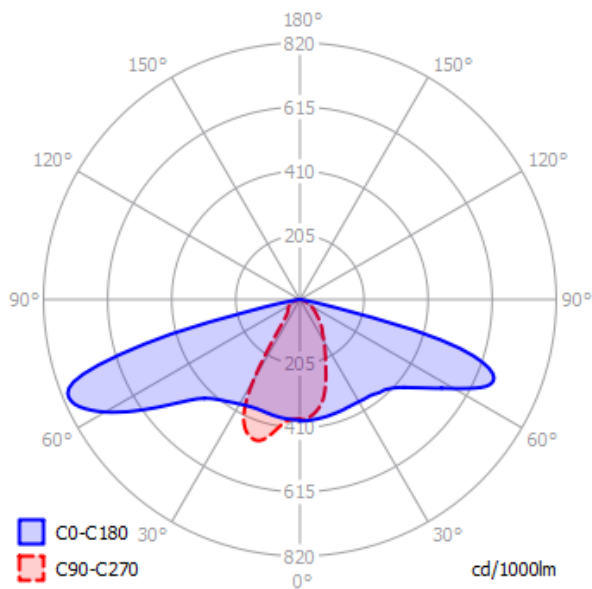
Beleuchtung nach Norm DIN-EN 13201

Klasse	Fahrbahnleuchtdichte bei trockener Straßenoberfläche			Schwellenwert TI in % Höchstwert ^{a)}	Umgebungs- Beleuchtungs- stärkeverhältnis SR ^{b)}	Vergleichbare Klasse	\bar{E}_m in lx Wartungswert	U_0 in lx Wartungswert
	\bar{L}_m in cd/m ² Wartungswert	U_0	U_1					
						CE0	50	0,4
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5	CE1	30	0,4
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5	CE2	20	0,4
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5	CE3	15	0,4
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5			
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5			
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5	CE4	10	0,4
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5	CE5	7,5	0,4
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5			
ME6	0,3	0,35	0,4	15	0,5			

a) bei Lichtquellen geringer Leuchtdichte um 5 % höher zulässig
b) dieses Kriterium ist nur anzuwenden, wenn Verkehrsflächen ohne eigene lichttechnische Anforderungen an die Fahrbahn angrenzen

Quelle: Trilux – 13201 Planungshilfe

Was ist gute Beleuchtung?



www.morguefile.com

Energie sparen?

Lichtverschmutzung reduzieren?

Beleuchtung im 21. Jhd.



Quelle. Thorn

Energie sparen?

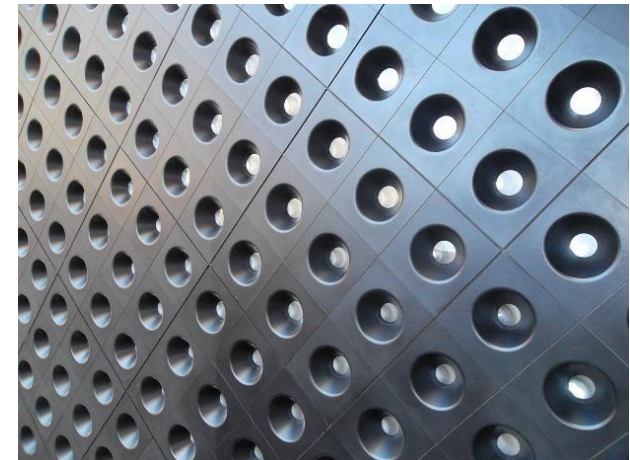
Natriumdampfleuchte



- Metallhalogendampflampen (90 lm/W)
- Natriumdampflampen (150 lm/W)



LED-Leuchte



- Effizienz (Leuchtenoutput):
ca. 90-120 lm/W

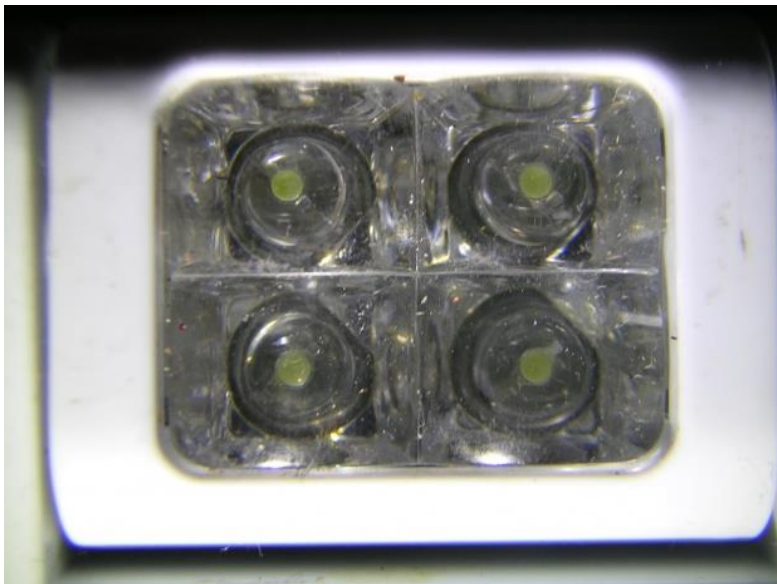
Reduzierung der Lichtverschmutzung?



www.morguefile.com

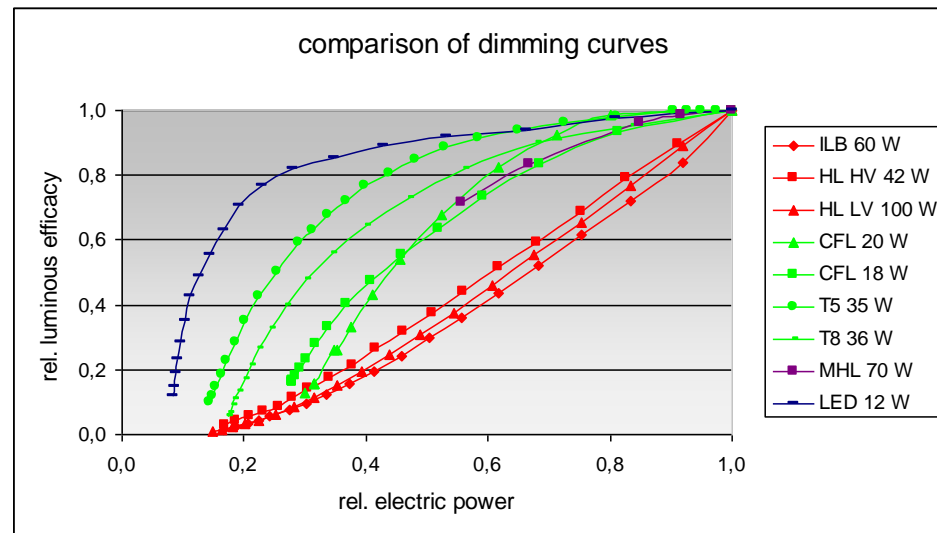
Vorteile von LED-Leuchten

Möglichkeit der gezielten Lichtlenkung



www.morguefile.com

Möglichkeit zu Dimmen



Quelle. Silvia Bensel

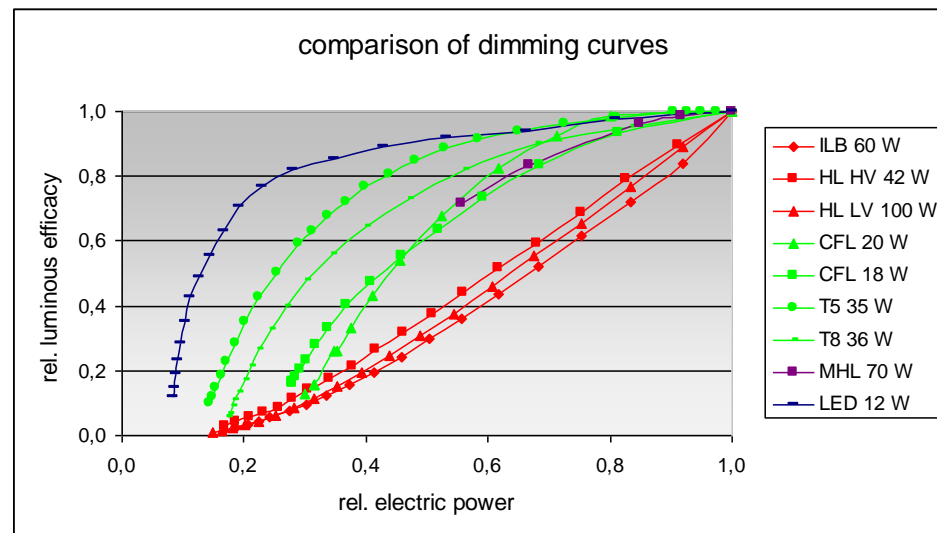
Vorteile von LED-Leuchten

Möglichkeit der gezielten Lichtlenkung



www.morguefile.com

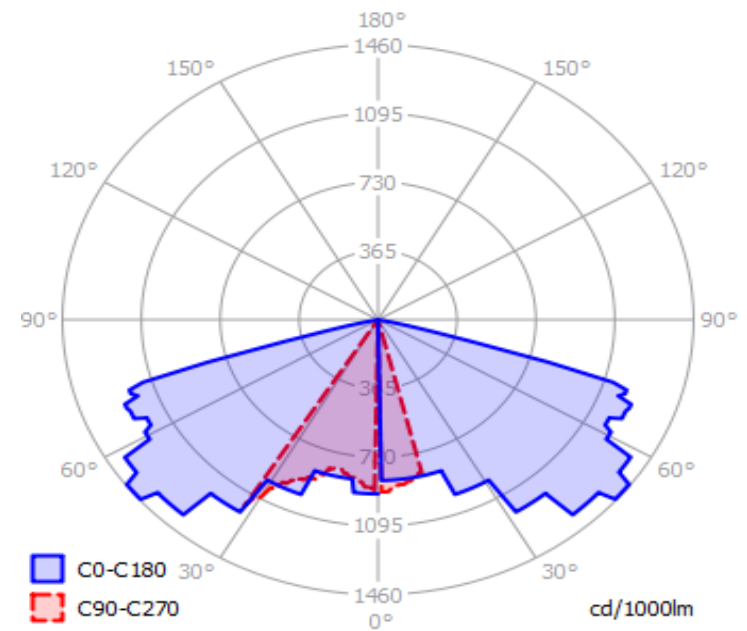
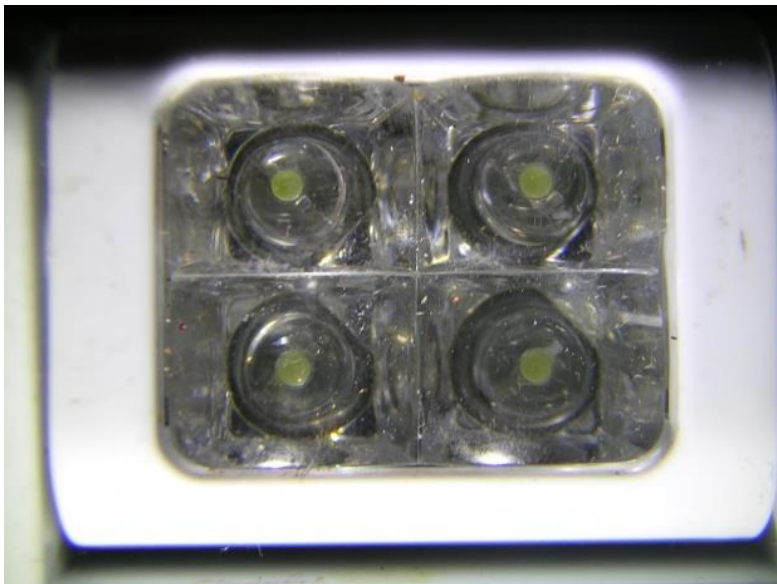
Möglichkeit zu Dimmen



Quelle. Silvia Bensel

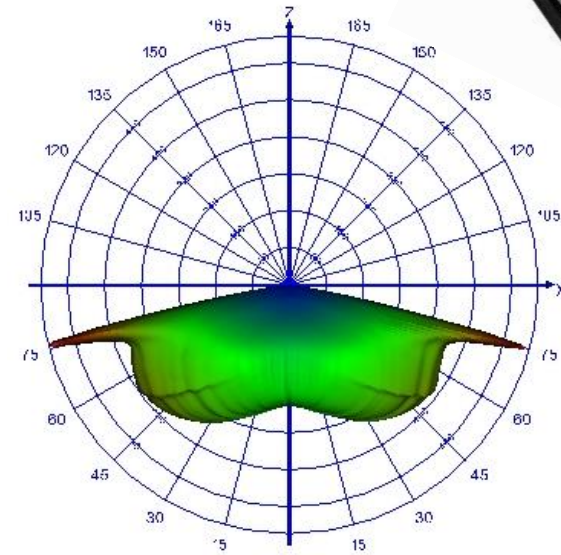
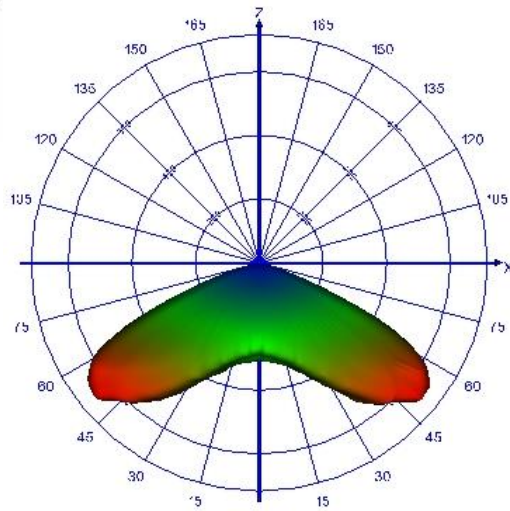
Lichtlenkung

Möglichkeit der gezielten Lichtlenkung



Quelle: Steblau

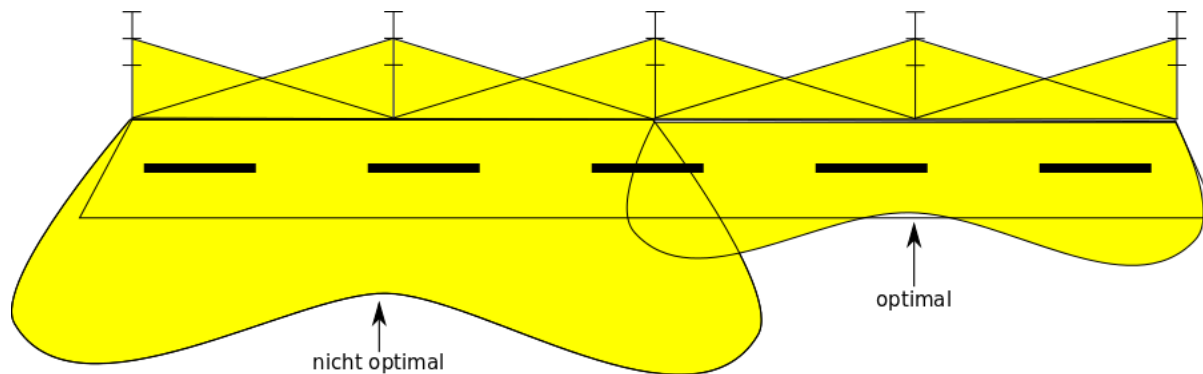
Mehrere LVKs in einer Leuchte?



Quelle: Buschmann

Variable LVKs

- Energieeffiziente Beleuchtung spezifischer Areale



- Beleuchten nur wo nötig
- Beleuchtungsniveaus mit minimalem Energieeinsatz für maximales Visibility-Level

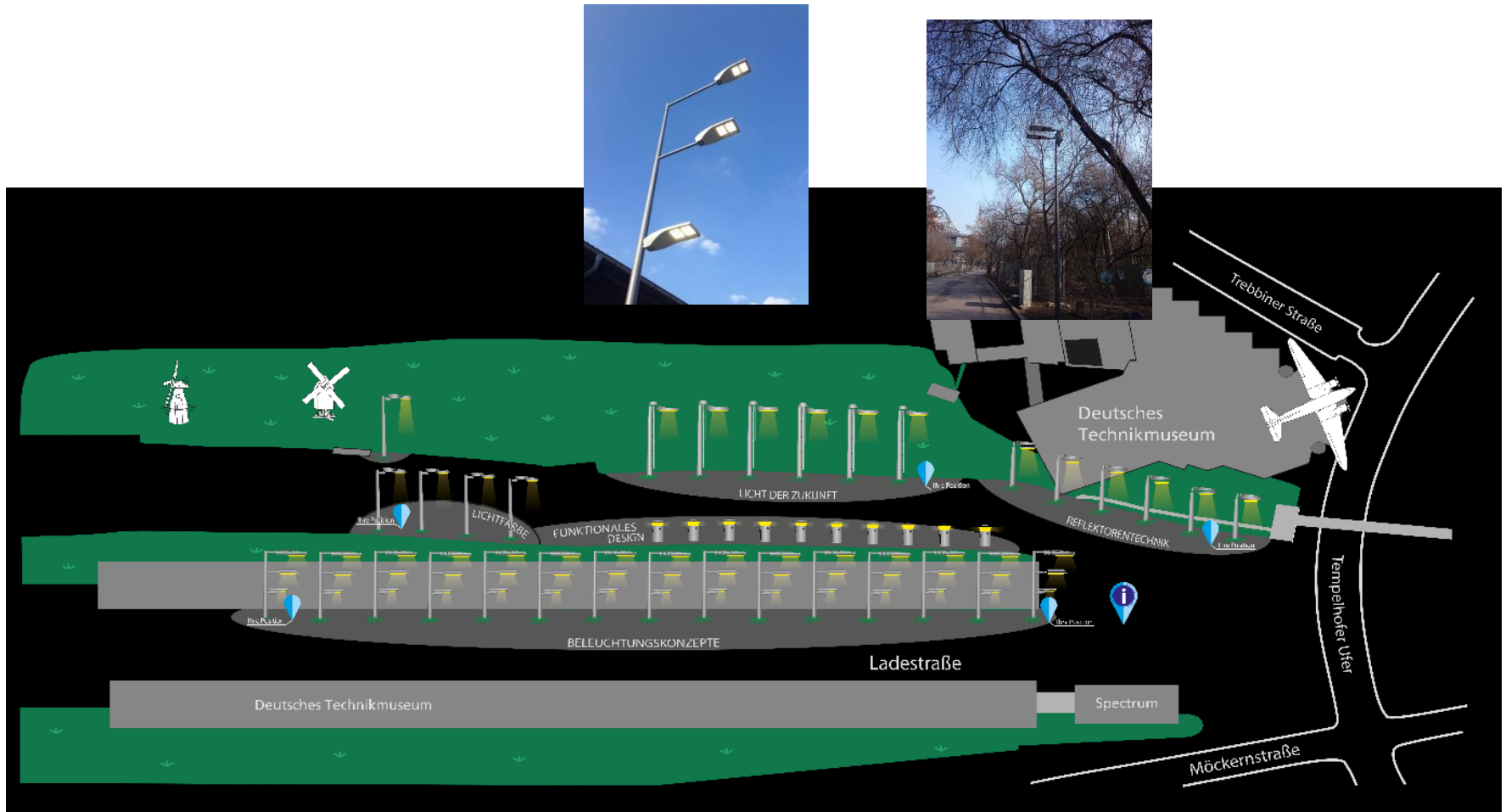
Quelle: Buschmann

Beispiel Trockene und nasse Straße



W. van Bommel – Road lighting

LED-Laufsteg in Berlin



„Maßanzug für die Straßenbeleuchtung“



www.morguefile.com

- Wahrnehmungsbedingungen noch weiter verbessern
 - „Lichtverschmutzung“ reduzieren
 - Energie sparen
- Straßenbeleuchtung noch gezielter einsetzen

smart city



www.morguefile.com

Straßenbeleuchtung im Spannungsfeld von Verkehrssicherheit und Nachhaltigkeit

- „Pflicht“ zur Beleuchtung öffentlicher Verkehrswege
- Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieeinsatzes und des Streulichtes mit konventioneller Beleuchtung begrenzt
- LED-Leuchten bieten das Potenzial, das „Licht der Zukunft“ zu erzeugen und **adaptiv** zu beleuchten
- Optimierung der Beleuchtung (z.B. durch „Begrenzung“ der Beleuchtung auf die Nutzflächen) möglich.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit