



Empfehlungen zur Reduzierung von Lichtsmog

**Eine Stellungnahme der Fachgruppe DARK SKY
der Vereinigung der Sternfreunde e.V.**



Affiliate organisation of the International Dark Sky Association

Dr. Andreas Hänel, Museum am Schölerberg, Osnabrück, ahaenel@uos.de

Empfehlungen zur Reduzierung des Lichtsmog



Bild 1: Nach oben abgestrahltes Licht verschleiert die Sterne und vergeudet Energie

Ein durch künstliches Licht aufgehellter Himmel verschleiert die Himmelsobjekte. Schwächere Sterne, die Milchstraße oder das Zodiakallicht sind nicht mehr zu sehen. Die Aufhellung des Himmels wird verursacht durch die Streuung des horizontal und nach oben gelenkten Lichts in der Atmosphäre. Durch das fehl gelenkte Licht werden nachtaktive Tiere wie Zugvögel oder Insekten stark gestört. Diese vergeudete Lichtmenge stellt zudem eine erhebliche Energieverschwendung dar.

Die folgenden Empfehlungen sollen Maßnahmen aufzeigen, wie die sogenannte Lichtverschmutzung oder der Lichtsmog reduziert werden kann. Die Empfehlungen beruhen auf wissenschaftlichen Untersuchungen.

1 Lichtlenkung

Licht, das in und oberhalb der Horizontalen ausstrahlt, hat sehr lange Streuewege in der Atmosphäre und trägt daher ganz besonders zu den Lichtglocken über den Städten bei. Mehrere Untersuchungen zeigen, dass der Lichtsmog verringert werden kann, wenn diese Lichtanteile unterdrückt werden.

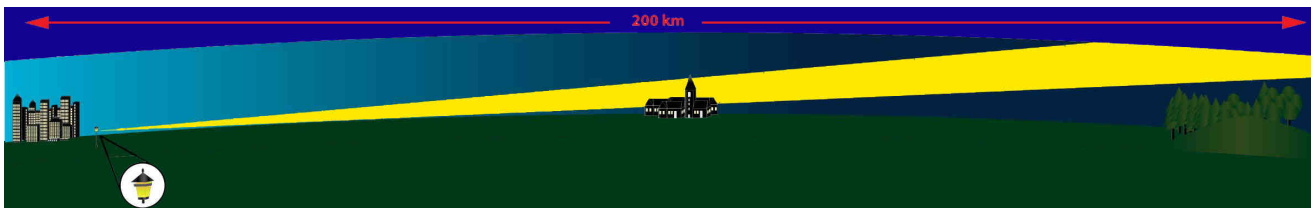


Bild 2: Horizontal ausgestrahltes Licht wird über weite Strecken in der Atmosphäre gestreut (Dark Sky Slovenia)

Daher fordern die Internationale Beleuchtungskommission CIE (CIE-150), die International Dark Sky Association, aber auch die Starlight Initiative, in den Dark Sky oder Starlight Reserves voll abgeschirmte Leuchten einzusetzen, die im montierten Zustand kein Licht in und oberhalb der Horizontalen abstrahlen. Das Leuchtmittel darf in der Horizontale nicht sichtbar sein. Dies bedeutet insbesondere, dass die Leuchten nicht geneigt montiert werden dürfen. Lichttechnisch wird dies durch den upward light ratio ULR beschrieben werden, der **ULR = 0%** sein muss. Er sollte von den Leuchtenherstellern angegeben werden und lässt sich beispielsweise mit einem Lichtberechnungsprogramm wie Dialux bestimmen.

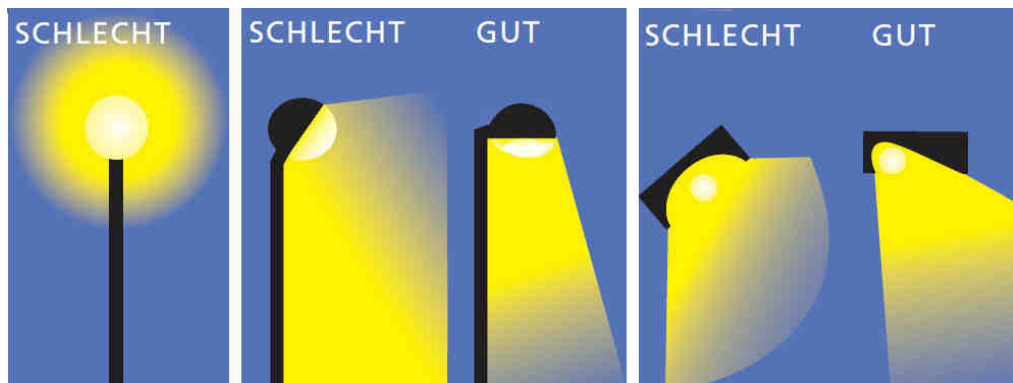
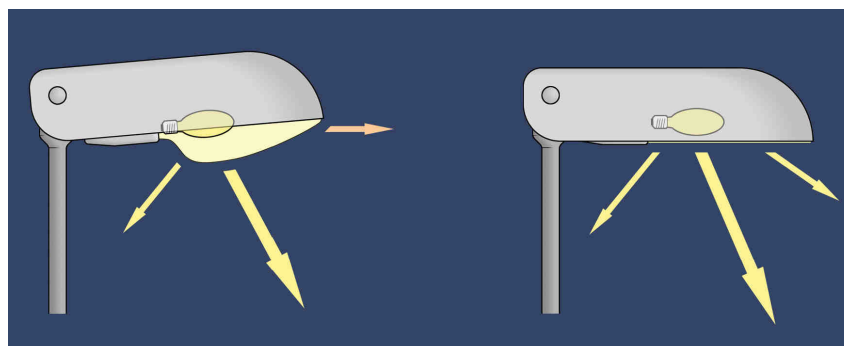


Bild 3: Gut abgeschirmte Beleuchtung (nach einem Flyer der Stadt Stuttgart)

Diese Bedingungen erfüllen insbesondere die **Leuchten der Lichtstärkeklasse G6**. Entsprechende Leuchten werden von vielen deutschen Herstellern angeboten.



nicht so

... sondern so!

Bild 4: Abgeschirmte Leuchten und deren Ausrichtung

Da durch eine entsprechende Lenkung Licht gezielt eingesetzt wird, kann die Lichtmenge reduziert werden. Das führt natürlich zu einem Einspareffekt bei der Energie. Abgeschirmte Leuchten erscheinen zudem nicht so blendend, besonders wenn die Leuchtmittel eine hohe Leuchtdichte haben (z.B. Entladungslampen mit Quarzbrenner, Hochleistungs-LED).



Bild 5: Voll abgeschirmte Leuchten (Teneriffa)



Bild 6: Voll abgeschirmte Leuchten erhellen die Verkehrsfläche und leuchten kaum auf die Hausfassaden und in die Fenster.

Um die Wirkung des Lichts in die Umgebung zu minimieren (Anziehung von Insekten!) sollten die Masthöhen nicht zu hoch gewählt werden.

2 Lichtmenge

Der Einsatz von künstlichem Licht sollte sorgfältig geplant werden. So sollte zunächst ernsthaft überlegt werden, ob in jedem Einzelfall wirklich überall künstliche Beleuchtung notwendig ist.

Dann sollte festgelegt werden, wie viel Licht benötigt wird. Die Normen DIN EN 13201 geben Minimalwerte für Leuchtdichten, Beleuchtungsstärke und Gleichförmigkeit für bestimmte Beleuchtungsklassen vor, doch können die Werte durch die Wahl der Beleuchtungsklassen beeinflusst werden. Keineswegs sollten die vorgegebenen Minimalwerte wesentlich (maximal um 10%) überschritten werden. Vom Deutschen Städtetag werden die DIN-Normen nicht als Rechtsnormen angesehen und auf eine Fehlentwicklung bei der Normierung der Helligkeitsstandards hingewiesen. Tatsächlich erfüllen allein aus Kostengründen nur wenige Installationen in Deutschland die Minimalanforderungen und rechtlich wurde deswegen noch keine Kommune belangt.

So können in Wohnstraßen Beleuchtungsstärken von 1 Lux durchaus als ausreichend angesehen werden.

3 Beschränkung der Leuchtdauer

Da in den späten Nachtstunden der Verkehr stark abnimmt, ist eine Reduzierung der Beleuchtung im Laufe der Nacht sinnvoll und bietet die meisten Einsparmöglichkeiten.

Abschalten

Für die Wahrung der nächtlichen Dunkelheit wäre Abschalten in den späten Nachtstunden die beste Lösung. Zwar werden immer wieder Sicherheitsbedenken geäußert, doch gibt es viele Städte, die bereits seit Jahren ihre Beleuchtung abschalten, ohne dass nennenswerte Sicherheitsprobleme bekannt geworden wären. (Bsp.: Preussisch-Oldendorf, Langwedel)

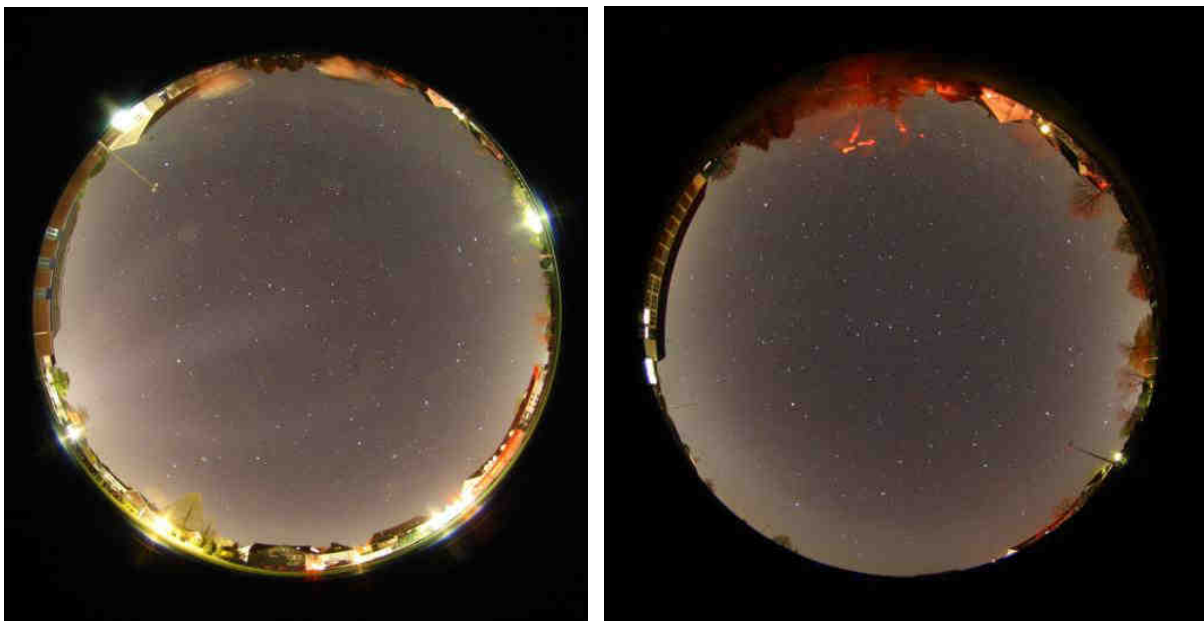


Bild 7: Der Himmel über Preussisch-Oldendorf, vor (links) und nach (rechts) der Abschaltung um 0 Uhr. Von 1662 Lichtpunkten werden 1390 Lichtpunkte von 0-6 Uhr ausgeschaltet, dadurch wird 46% Energie eingespart.

Weitere Reduziermöglichkeiten sind:

Leistungsreduzierung

Durch Leistungsreduzierung kann die Helligkeit der Lampen reduziert werden, allerdings ist der Einspareffekt bei Gasentladungslampen geringer als die entsprechende Helligkeitsreduzierung (Reduzierung der Lichtmenge um 50% spart nur 35% elektrische Energie ein).

Teilabschaltung

Sind im Leuchtenkörper zwei Lampen installiert, kann eine im Laufe der Nacht abgeschaltet werden. Je nach Konstruktion der Leuchte wird die Lichtverteilung nicht wesentlich verändert. Eine weitere einfach zu realisierende Möglichkeit ist das Abschalten jeder zweiten Leuchte, was allerdings die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung verschlechtert und deswegen oft abgelehnt wird. Dennoch wird es wegen seiner Einfachheit oft benutzt. Bei beiden Methoden entspricht die reduzierte Helligkeit weitgehend dem reduzierten Energieeinsatz. Die Abschaltzeiten liegen zwischen 21:30 und 24 Uhr (oft 22:30 Uhr), morgens wird um 5 oder 6 Uhr wieder eingeschaltet.

Energieeinsparung

Bei einer typischen jährlichen Leuchtdauer von 4000 Stunden bedeutet eine Abschaltung zwischen 23 und 6 Uhr eine Einsparung von 64%, bei einer Halbnachtschaltung (jede zweite Lampe wird abgeschaltet) noch von 32%.

4 Bedarfsorientierte Beleuchtung

Noch mehr Energie lässt sich einsparen, wenn das Licht nur dann angeschaltet wird, wenn es wirklich benötigt wird. Dies kann beispielsweise durch Bewegungsmelder (z.B. LumiMotion) oder per Anruf/Anforderung (z.B. Dial4Light) geschehen. Bei kurzen Schaltzyklen sind besonders LED-Leuchten geeignet, da sie keine Zündpause oder Einbrennzeit wie Gasentladungslampen haben.

5 Lichtqualität und -farbe



Bild 8: Fußwegbeleuchtung mit Lichtquellen unterschiedlicher Farben in Düsseldorf (ganz links Gasleuchten, blau: kaltweiße LED, warmweiße LED, gelb: Natriumhochdruckdampfampe, grün: Quecksilberdampfampe; hellgelb: Halogenmetaldampfampe)

Da blaue Anteile im Licht in der Atmosphäre stärker gestreut werden, sollten im Licht keine ultravioletten und möglichst wenig blaue Lichtfarbanteile enthalten sein. Insekten werden durch solche Lichtquellen weniger angezogen, da sie vor allem ultraviolettes und blaues Licht sehen. Durch blaues Licht wird zudem das zirkadiane System des Tag-Nacht-Rhythmus des Menschen beeinflusst. Zu viel künstliches Licht mit Blauanteilen nachts sollte zum Erhalt der Nachtruhe vermieden werden.

Bei vielen Lichtquellen lässt sich der Farbanteil näherungsweise durch die Farbtemperatur beschreiben. Kaltweißes Licht mit Farbtemperaturen über 5500 K hat die höchsten Blauanteile, so genanntes neutralweißes Licht mit einer Farbtemperatur von etwa 4000 - 5000 K hat auch noch hohe Blauanteile.

Warmweißes Licht hat geringe Blauanteile bei einer Farbtemperatur von 2700 bis 3300 Kelvin (K) und sollte bevorzugt eingesetzt werden.

6 Wahl der Leuchtmittel

Um Energie einzusparen, sollten natürlich nur Lampen mit höchster Effizienz eingesetzt werden. Diese wird durch die Lichtausbeute als der pro eingesetzter elektrischer Energie erzeugte Lichtstrom in Lumen/Watt (lm/W) beschrieben.

Lampen	Lichtausbeute lm/W	Lebensdauer h	Farbtemperatur K
Quecksilberdampf	30 - 60	< 16.000	3 - 4000
Natriumdampf-Niederdruck	100 - 175	< 16.000	gelb
Natriumdampf-Hochdruck	70 - 130	< 16.000	2000
Halogen-Metalldampf	90 - 106	< 12.000	3000 - 5000
Kompakt-Leuchtstoff	65 - 75	< 16.000	2500 - 5400
LED	60 - 100	50.000	2700 - 6500

Tabelle: Charakteristische Eigenschaften verschiedener Lampen

Bei Modernisierungen ist unbedingt darauf zu achten, dass bei der Verwendung effizienterer Leuchtmittel die Anschlussleistung reduziert wird, damit eine Energieeinsparung bei Wahrung der Lichtmenge erreicht wird!

Natriumhochdruckdampflampen senden überwiegend gelbes Licht aus, wodurch das Licht weniger stark in der Atmosphäre gestreut wird. Da sie auch wenig Licht im Grünen aussenden, wo die Stäbchen des menschlichen Auges besonders empfindlich sind, wird die Sichtbarkeit schwacher Objekte, wie der Sterne, weniger gestört. Zudem ziehen sie weniger Insekten an.

Hingegen ziehen Halogenmetalldampflampen fast genauso viele Insekten wie Quecksilberdampflampen an, die ab 2015 in der EU ohnehin nicht mehr verkauft werden dürfen.

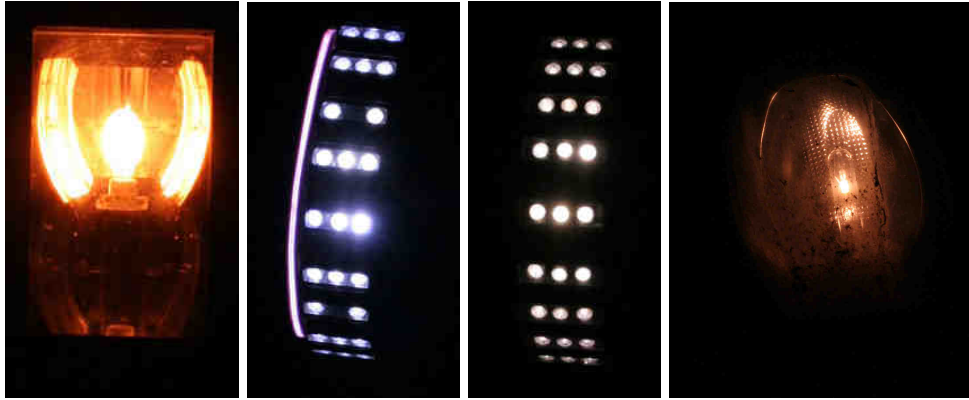


Bild 9: Verschiedene Leuchtmittel, von links nach rechts: Leuchtstoffröhre, Natriumhochdruckdampflampe, LED kaltweiß, LED warmweiß, Halogenmetallampflampe

LEDs sind sicher die Lichtquellen der Zukunft, da sie hohe Lebensdauer und damit geringe Wartungsintervalle haben. Zudem erreichen sie inzwischen (2011) fast die gleiche Lichtausbeute wie Natriumdampflampen. Sie senden Licht stark gerichtet aus, sind klein und relativ robust. Trotz zahlreicher Versuchsstrecken sind weder ihre Effizienz noch ihre lichttechnischen Eigenschaften und Wartungseigenschaften ausreichend bekannt. Weißlicht-LEDs strahlen vor allem im blauen Licht, wo das menschliche Zirkadiansystem die höchste Empfindlichkeit hat (Falchi u.a., 2011). Deswegen können gesundheitliche Auswirkungen erwartet werden, die noch genauer untersucht werden müssen (DOE 2010). LED (besonders warmweiße) ziehen wesentlich weniger Insekten an (Huemer u.a., Eisenbeis). LEDs sind auch in gelben Farbtönen oder mit Gelbfilter verfügbar und erscheinen dann ähnlich den Natriumdampflampen. Aus diesen Gründen sollten nur LEDs mit warmweißen Farbtönen eingesetzt werden.

Sollten trotz der Einwände weiße Lichtquellen eingesetzt werden, kann wegen der besseren Erkennbarkeit die Lichtmenge um mindestens 30% (gegenüber gelben Lampen) reduziert werden.

Bei der Wahl hellerer Straßenbeläge sind zudem geringere Beleuchtungsstärken notwendig. Helle, gut erkennbare, reflektierende Fahrbahnmarkierungen sind auch bei geringeren Beleuchtungsstärken gut zu erkennen.

7 Anstrahlungen

Eine Fassadenbeleuchtung sollte grundsätzlich von oben nach unten erfolgen. Eine Anstrahlung von unten nach oben führt immer zu viel Streulicht in Richtung Himmel. Gerade bei der Anstrahlung von Kirchtürmen ist zu vermeiden, dass kein Licht an den Himmel gerichtet wird. Es sollte nicht versucht werden, die Kirchturmspitze anzustrahlen, es sollten Scheinwerfer mit kleinen Kegeln oder einer Maskentechnik (Gobo, Opticalight) eingesetzt werden.

Zu den Leuchtdichten gibt die CIE-150 einige Anhaltswerte. Geschützte Flächen entsprechen der Zone E1 in CIE-150. Darin darf keine Fassadenanstrahlung erfolgen, die durchschnittliche Leuchtdichte von Leuchtschildern darf maximal 50 cd/m² betragen, in Zeiten der Reduzierung sogar 0 cd/m².

Empfehlungen, Literatur

- Commission Internationale de l'Éclairage: Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations, Technical report CIE 150, 2003 (CIE-150).
- Lichttechnische Gesellschaft: Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen, LiTG-Publikation 12.2/12.3, 1996/2011.
- C. Baddiley, T. Webster: Towards understanding skyglow, British Astronomical Association und Institution of Lighting Engineers, 2007.
- NABU: Wie hell muss die Nacht sein?
- P. Huemer, H. Kühtreiber, G. Tarmann: Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten, 2010, www.hellenot.org
- G. Eisenbeis und K. Eick: Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs, Natur und Landschaft, 86 (2011), 298-306
- DOE US Department of Energy: Light at Night: The Latest Science, Solid-State lighting Program 2010
- F. Falchi, P. Cinzano, C. D. Elvidge, D. M. Keith, A. Haim: Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility, Journ. Envir. Management 92 (2011), 2714-2722

Dr. Andreas Hänel
Fachgruppe Dark Sky
Museum am Schölerberg
Klaus-Strick-Weg 10
49082 Osnabrück
ahaenel@uos.de



Der Sternhimmel über dem Westhavelland

Einsatz von energiesparender öffentlicher Beleuchtung

Im Rahmen der Umsetzung der EU-Ökodesign-Richtlinie und dem Zwang zu Einsparungen sind von verschiedenen Organisationen und Firmen vermehrt Empfehlungen für den Einsatz energiesparender Beleuchtung gegeben worden, wobei auch entsprechende Berechnungen zur Kostenreduzierung und Amortisation einer Umrüstung vorgestellt werden. Gelegentlich wird zwar die Lichtverschmutzung angesprochen, doch nicht dediziert auf die Vermeidung eingegangen.

Die Helle Not, Österreich, www.hellenot.org

Mehrere Beispiele, besonders in der Broschüre

(http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/09_HelleNot_Broschuere.pdf)

Topten.ch, Schweiz, www.topten.ch

Hinweise zur Energieeffizienz, aber auch Kosten, Wartung usw. unterschiedlicher Systeme in verschiedenen Broschüren. Vergleich des Energieverbrauchs in zahlreichen Städten Europas

http://www.topten.ch/deutsch/themen/beleuchtung_topthema.html

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz:

Energieeffiziente Beleuchtung für attraktive öffentliche Plätze

Energieeffiziente Modernisierung der Straßenbeleuchtung

<http://www.ipp-bayern.de> -> Downloads -> Leitfäden, Broschüren, Flyer (ab 2007)

Licht.de, licht.wissen 03, Straßen, Wege, Plätze

http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lichtwissen03_Strassen_Wege_Plaetze.pdf

SAENA Sächsische Energieagentur: Planungsleitfaden Energieeffiziente Straßenbeleuchtung

<http://www.keds-online.de/keds-Themen/Energieeffiziente-Kommune/Strassenbeleuchtung/Leitfaden.html>

Bundeswettbewerb Energieeffiziente Stadtbeleuchtung: Sammlung energieeffizienter Techniken für die Stadtbeleuchtung

<http://www.bundeswettbewerb-stadtbeleuchtung.de/>

Baden-Württemberg: Effizientere Straßenbeleuchtung

<http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/55053/>

EnergieAgentur NRW: div. Tagungen zur Straßenbeleuchtung

z.B.: http://www.energieagentur.nrw.de/_infopool/page.asp?InfoID=8279&find=

http://www.ea-nrw.de/_infopool/page.asp?InfoID=9348

NABU: Stadtbeleuchtung

Umfangreiche Materialsammlung:

<http://www.nabu.de/aktionenundprojekte/stadtbeleuchtung/projekt/>

ZVEI Roadshows 2009/2010

https://www.zvei.org/fachverbaende/licht/veranstaltungen_und_messen/zvei_veranstaltungen/roadshow_kommunale_beleuchtung_i/

https://www.zvei.org/fachverbaende/licht/veranstaltungen_und_messen/zvei_veranstaltungen/roadshow_kommunale_beleuchtung_ii/

Firmen:

<http://www.hellux.de/include/getData.jsp?id=1054>

http://www.trilux.de/tx/export/download/de.plan_net.trilux/Downloads/Lichtplanung/05_15-D.pdf