

Reduzierung der Lichtverschmutzung durch nachhaltige Beleuchtung

Ostfriesland, 11./12.10.2021



Andreas Hänel, ahaenel@uos.de



Fachgruppe DARK SKY der VdS
Kommission Lichtverschmutzung Astronomische Gesellschaft



Astronomen auf der Flucht

Bonner Universitätssternwarte:
1844 vor den Toren Bonns errichtet





Observatorium Hoher List
Universität Bonn – 1986

geschlossen 2012!

Kooperationen

- Verlust der Nacht
- Lost of the Night Network
- Stars4All
- WaddenAgenda 2.0 usw.



Die Nacht ist notwendig:

• Betrachtung des Sternhimmels

- ältestes Kulturgut
- Kunst und Literatur
- Wissenschaft und Neugier
- faszinierendes Naturerlebnis



• Biodiversität

- Ruhe-/Aktivitätsphasen tag-/nachtaktive Tiere
- Orientierung Vögel, Insekten, Fledermäuse
- Fortpflanzung, Brutverhalten



• Gesundheit

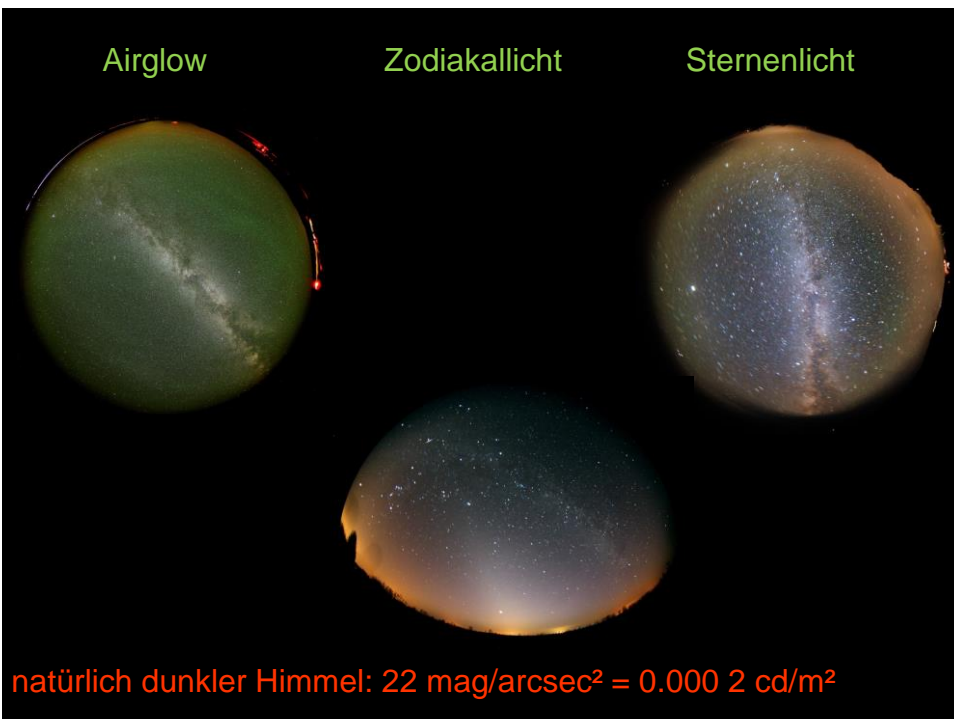
- zirkadianer Rhythmus
- Ruhephase
- Produktion Hormon Melatonin



Natürliche Aufhellung: Vollmond



Beleuchtungsstärke: 0.3 lx



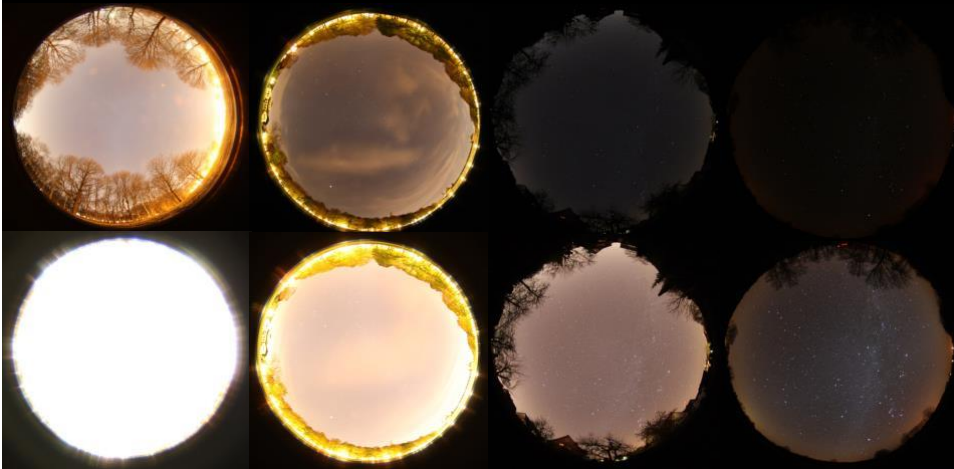
Formen der Lichtverschmutzung

- direkte **Blendung** durch Lichtquelle
- **nachbarschaftliche Störung auch Natur!**
- **Lichterglocke/-smog:**
indirektes an den Himmel gestreutes Licht

Verschmutzung des
natürlichen Lichts
durch künstliches Licht



Nachthimmel (30/180 sec belichtet, 1:2,8, 800 ASA)



Berlin
 $18.2^m/\text{arcsec}^2$
 $5.7 \text{ mcd}/\text{m}^2$

Bonn
 $19.2^m/\text{arcsec}^2$
 $2.3 \text{ mcd}/\text{m}^2$

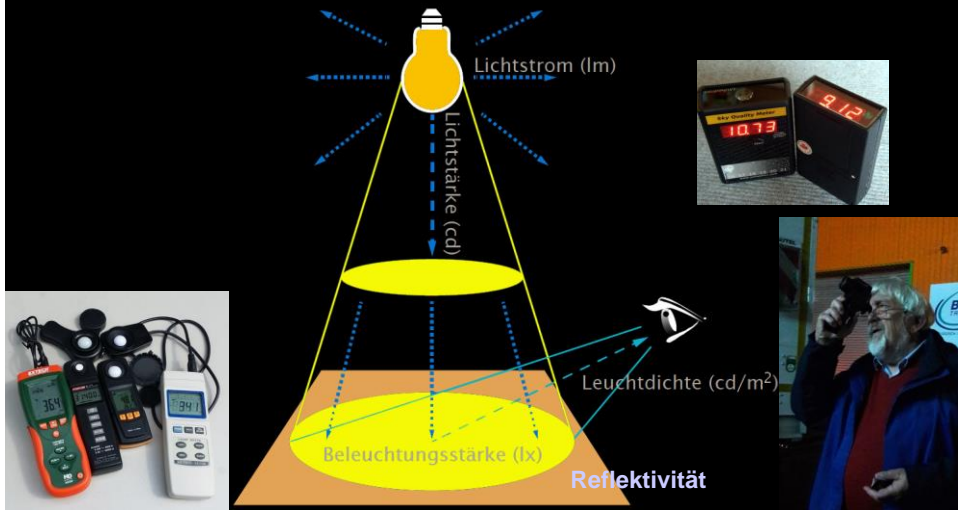
Osnabrück
 $20.6^m/\text{arcsec}^2$
 $0.6 \text{ mcd}/\text{m}^2$

Westhavelland
 $21.4^m/\text{arcsec}^2$
 $0.3 \text{ mcd}/\text{m}^2$



Licht messen

- **Lichtstrom Lumen lm** 200 lm: 2,5 W LED – 25 W Glühlampe (auf Packung)
- **Beleuchtungsstärke Lux lx**: mit Beleuchtungsmesser/Luxmeter (Apps)
- **Leuchtdichte Candela/m², cd/m² "Helligkeit"**:
Leuchtdichte-Messgerät, Kamera, Sky Quality Meter (SQM)



Licht nur, wenn notwendig!

Generelle Beleuchtungspflicht?

- Verkehrssicherheitspflicht der Kommune bedeutet nicht allgemeine Beleuchtungspflicht!
- Beleuchtung von Gefahrenquellen
- Gesetz für Fußübergänge: sehr hell -> Abbau!
- Arbeitsschutzrichtlinie für Arbeitsstätten
- Beleuchtung entsprechend der finanz. Leistungsfähigkeit
- Jeder Verkehrsteilnehmer muss sich auf die Situation einstellen, verantwortungsvoll handeln



Licht nur, wenn notwendig!



Licht nur, wenn notwendig!



Nationalpark, Salzwiesen



4000 K, 110 lx

3000 K, 36 lx

Licht nur, wenn notwendig!



DIN



Wer ist DIN?

Das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN) ist die unabhängige Plattform für Normung und Standardisierung in Deutschland und weltweit. Als **Partner von Wirtschaft**, Forschung und Gesellschaft trägt DIN wesentlich dazu bei, die **Marktfähigkeit** von innovativen Lösungen durch Standardisierung zu unterstützen

Was ist eine Norm?

Eine Norm ist ein Dokument, das Anforderungen an Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren festlegt. Sie schafft somit Klarheit über deren Eigenschaften, **erleichtert den freien Warenverkehr und fördert den Export**. Sie unterstützt die **Rationalisierung und Qualitätssicherung in Wirtschaft**, Technik, Wissenschaft und Verwaltung.



DIN-EN 13201/1 – 5 Straßenbeleuchtung:

ca. 550 € (online)!

„Recommendations for the amount of light do not appear to be well-founded in robust empirical evidence...” *Fotios+Gibbons, 2018*

DIN-EN 13201-2-2016: Gütemerkmale

zu berücksichtigen:

- Geschwindigkeit
- Verkehrsfluss
- Umgebungsleuchtdichte
- Anzahl Verkehrsspuren
- Komplexität: Kreuzungen, parkende Autos
- Kriminalitätsrisiko
- Energieverbrauch
- Reduzierungen (ab 9/21)

-> Wahlfreiheiten!



DIN-EN 13201-2-2016: Gütemerkmale

Beleuchtungsklassen

BKlasse	Leuchtdichte cd/m ²	U ₀	U ₁	BKlasse	Beleuchtungsstärke lx	U ₀
M3	1,0	0,4	0,6	C2	20	0,4
M4	0,75	0,4	0,6	C3	15	0,4
M5	0,5	0,35	0,4	C4	10	0,4
M6	0,3	0,35	0,4	C5	7,5	0,4

Beleuchtungsstärke einfacher als Leuchtdichte zu messen! ($q_0 = 0.05$)

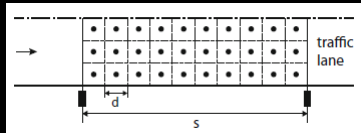
BKlasse	mittl. Beleuchtungsstärke lx	minimale Beleuchtungsstärke lx
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4

Möglichst geringe Beleuchtungsstärke wählen!

Stockmar

DIN-EN 13201-2-2016 Gleichförmigkeit U (Bommel)

eigentlich Messraster



mittl. Beleuchtungsstärke E_{mit}

$$E_{mit} = 0.5 (E_{min} + E_{max}) \quad E_{max}=15, E_{min}=1, E_{mit}=8$$

Längsgleichförmigkeit U_l (Mitte)

$$U_l = E_{min}/E_{max} \quad U_l = 0.07$$

Gesamtgleichförmigkeit U_0

$$U_0 = E_{min}/E_{mit} \quad U_0 = 0.125$$

DIN-EN 13201-2-2016 Gleichförmigkeit U



Längsgleichförmigkeit U_l
(Fahrbahnmitte)
Gesamtgleichförmigkeit U_0

$$E_{mit} = 0.5 (E_{min} + E_{max}) = 0.5 * 28 = 14$$

$$U_l = E_{min}/E_{max} = 9/19 = 0,47$$

$$U_0 = E_{min}/E_{mit} = 9/14 = 0,64$$



$$E_{mit} = 0.5 (E_{min} + E_{max}) = 0.5 * 17 = 8.5$$

$$U_l = E_{min}/E_{max} = 2/15 = 0,13$$

$$U_0 = E_{min}/E_{mit} = 2/8.5 = 0,24$$

DIN-EN 13201-2-2016 Gleichförmigkeit U



Lichtlenkung: Ineffiziente Beleuchtung



Gesund für den Schlaf?



Optische Effizienz: Lichtlenkung

Blendung,
Rückwärtsstrahlung
vermeiden



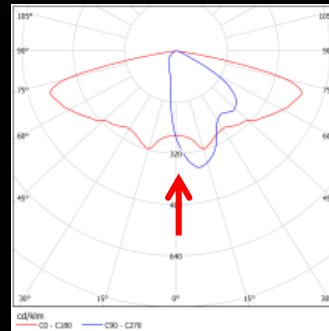
info@thomelighting.com

www.thomelighting.com

Problem:

hohe Masten <> Abstände, Gleichmäßigkeit
hohe Masten <> strahlen in Umgebung/Haus

niedere Masten <> geringe Abstände
niedere Masten <> Unfallgefahr



Streuung in der Atmosphäre: "Lichtsmog"

extreme Reichweite

Lichterglocke
Raffinerie-Port-Wilhelmshaven
aus 30 – 40 km



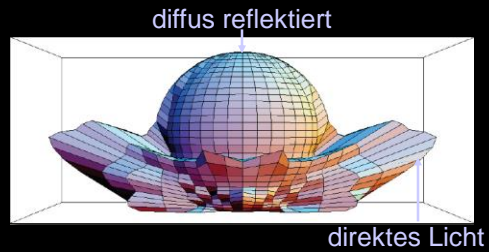
Death Valley/USA:

aus 180 km Las Vegas
aus 300 km Los Angeles



Lichtlenkung

- verschiedene Modelle



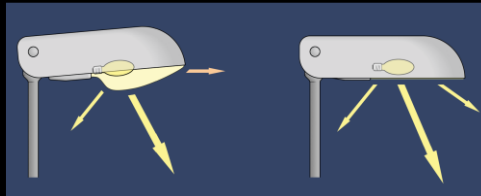
seitlich ausgesendetes Licht vermeiden!



Lichtlenkung: abgeschirmte Leuchten einsetzen!



Infolyer Westhavelland



Planglas! Horizontal montiert!

Blendung reduzieren!

ULR 0 %, strenger: Lichtstärkeklasse G6



Problem: Backlight



Ersatz Kofferleuchten

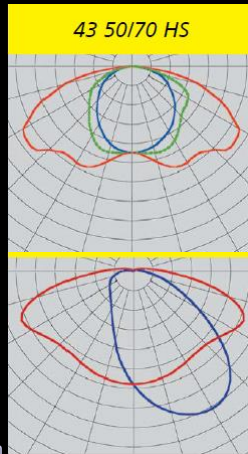
horizontal montieren!

möglichst Flachglas

LED – asymmetrische Helligkeitsverteilung



Schuch



Umrüstung oder Neuinstallation?

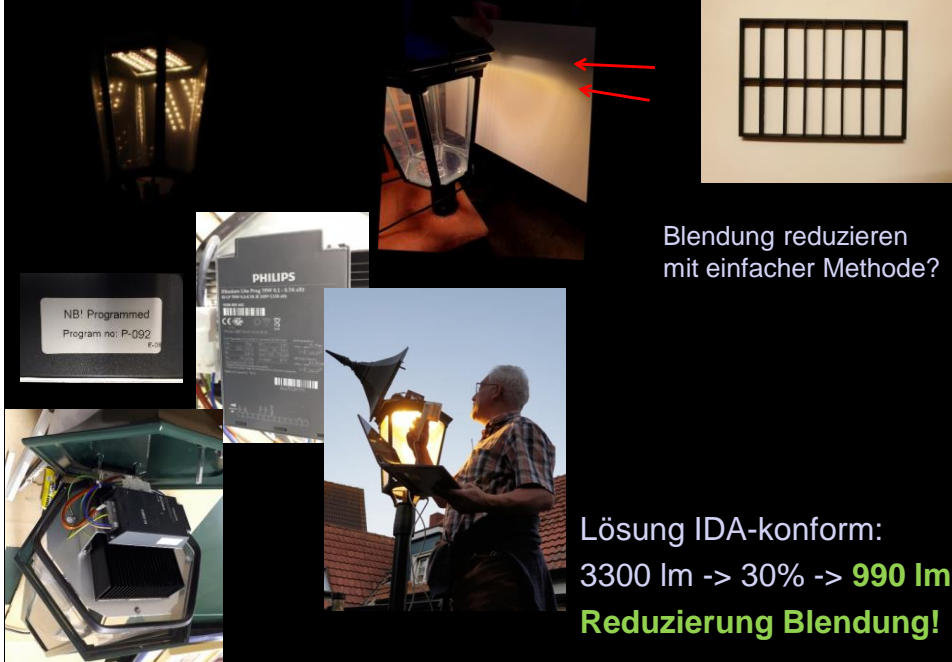
- Notwendigkeit? (Dimmlight NAV!)
- nicht nur Energieeinsparung!
- Umweltfreundlichkeit
- Lichtlenkung
- Lichtfarbe



Fladungen



Öffentliche Beleuchtung: Spiekeroog



Blendung reduzieren
mit einfacher Methode?

Lösung IDA-konform:
3300 lm -> 30% -> **990 lm**
Reduzierung Blendung!

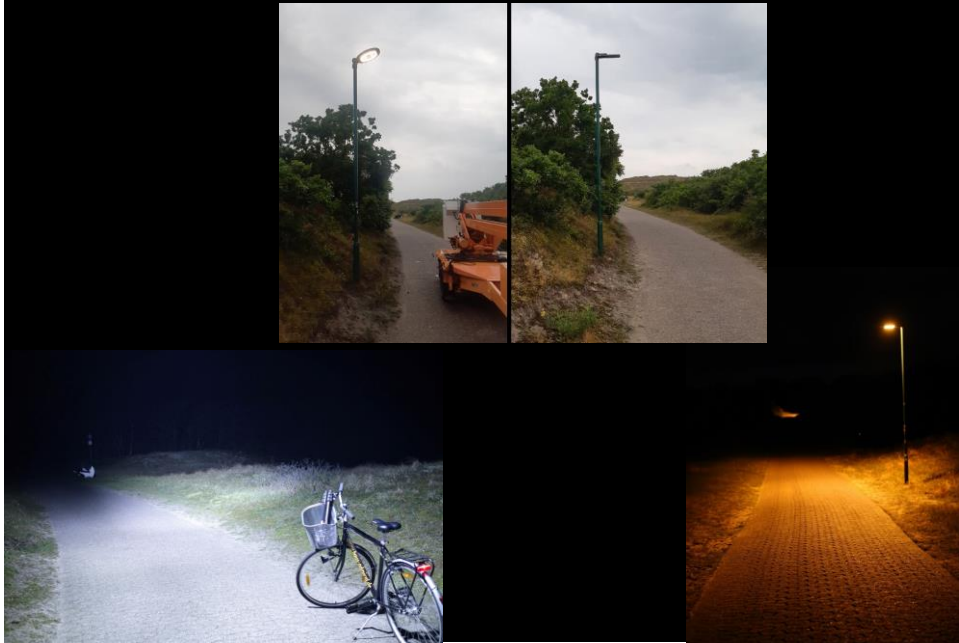
Öffentliche Beleuchtung: Wege



nach Umprogrammierung: 20 – 25 lx

DIN P5: 3 lx

Lichtlenkung: abgeschirmte Leuchten einsetzen! Spiekeroog



Öffentliche Beleuchtung Slurpad

Aussichtsplattform Utkieker

voll abgeschirmte Leuchten, 1300 lm, 2200 K

Blick nach O: Nationalpark

Blick nach W: Ort, Slurpad

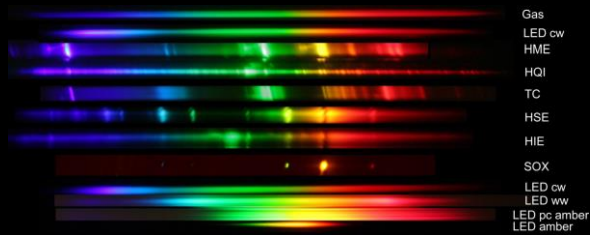
dto. nach Umrüstung



Lichtfarbe: 4000 K und 3000 K

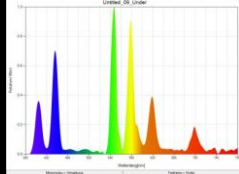


Spektrum - Farbtemperatur

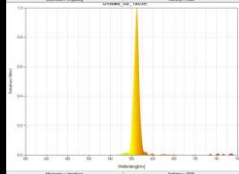


Spektren

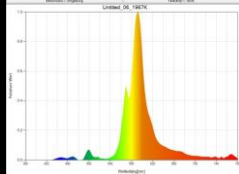
Quecksilberdampf



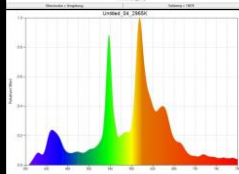
Natriumniederdruck



Natriumhochdruck

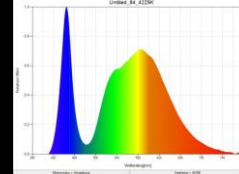


Metallhalogen

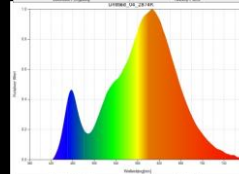


LED

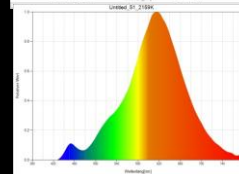
4200 K



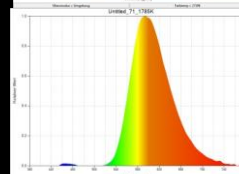
3000 K



2200 K



PCAmber

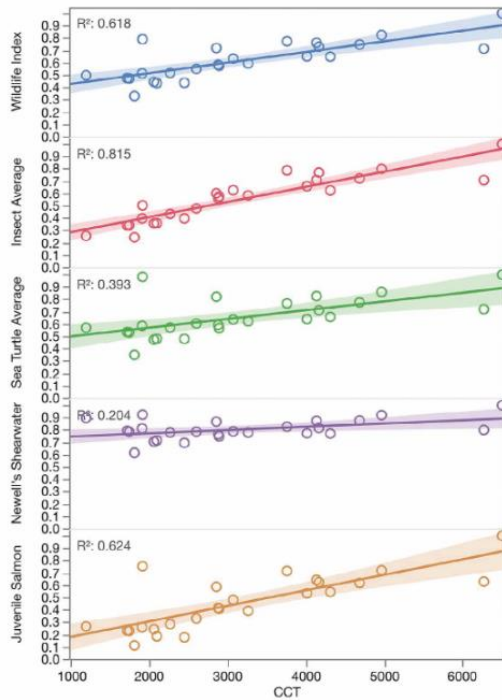


Einfluss Farbtemperatur auf:

- Wildtiere
- **Insekten**
- Meeresschildkröten
- Sturmtaucher
- **Lachs**

Longcore et al. 2019

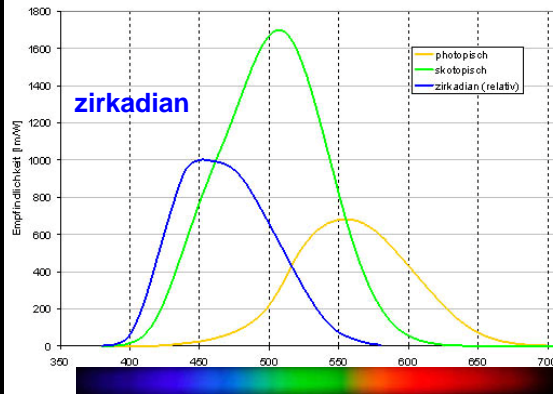
-> geringe Blauanteile
Warmweiß!



Licht



- Empfindlichkeit des menschlichen Auges
- 3 Empfängerzellen (Rezeptoren) im Auge
 - photopisch – Zapfen – Tagsehen – lichtt. Messungen
 - skotopisch – Stäbchen – Nachtsehen
 - zirkadian – ipRGC – Steuerung Aktivität
- Tiere sehen andere Wellenlängen



Lichtfarbe und Lichtmenge

S/P Natrium:	0.6		
S/P LED 3000 K:	1.3	2.2 x	
S/P LED 4000 K:	1.6	2.7 x	1.2 x



Gelbes Licht – gewöhnt von Natriumdampf

Bei weißem Licht Helligkeit reduzieren (GB LSK -1)!!!

Einsparungen möglich <-> DIN EN 13201 -> GELB!

Lichtfarbe warmweiß

- geringere Effizienz (0 –15 %)
- erscheint dunkler
- weniger Insektenanzug
- geringere Melatoninunterdrückung (AMA)
- weniger blendend
- angenehmer „wärmer“ -> Favorit
- weniger Streuung in Atmosphäre
- bessere Farbwiedergabe
- kontrastreicher bei Nebel
- weniger Gefahr Schädigung Netzhaut



Physiologische Blendung (disability glare)

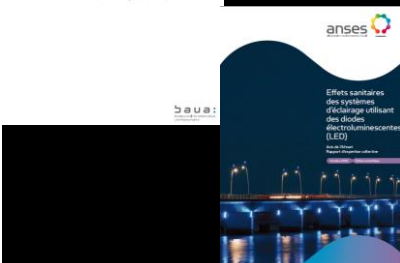


Die neuen Lichtquellen können eine sehr hohe Leuchtdichte aufweisen. Dem Anwender erscheint dies als ungewohnt helles Licht. Beim Blick in solche Lichtquellen kann physiologische und psychologische Blendung auftreten, wenn die Unterschiede in der Leuchtdichte zwischen der Lichtquelle und der Umgebung sehr groß sind.

Es werden daher konstruktive Maßnahmen empfohlen, die insbesondere aus geringer Entfernung einen direkten Blick in Leuchtmittel und Geräte mit LED, Xenon- oder Halogenlampen verhindern, um so Blendungen und lange Nachbilder zu vermeiden.



Bei fast allen LED, bei denen die Emissionsgrenzwerte der Freien Gruppe überschritten wurden, handelte es sich um Weiß- oder Blaulicht emittierende LED (Ausnahme: eine Grünlicht emittierende LED). Der Expositionsgrenzwert für die photochemische Netzhautgefährdung bei einem langzeitigen, absichtlichen Blick aus kurzer Distanz in eine Weiß- oder Blaulicht emittierende LED kann schon nach 10 Sekunden überschritten werden. Die Summe der Einzelexpositionen kann diese Zeit an bestimmten Arbeitsplätzen (z. B. in der LED-Industrie, bei der Installation von Beleuchtungsanlagen, in der Theater- und Bühnenbeleuchtung) rasch übersteigen.



Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Blue light hazard (Demo-LEDs)

730 cd/m² Blendung

34 000 000 cd/m² Hochleistungs-LED

GELB blendet weniger!

Urteil: VG München, Urteil v. 28.11.2018 – M 19 K 17.4863

Rechtsschutz gegen Lichtimmissionen –
Verpflichtung einer Gemeinde zur Veränderung von Straßenlaternen



Blendgrenzwert überschritten!



Physiologische Blendung

Messungen der Leuchtdichte
von LED-Flutern:

100 000 – 1 600 000 cd/m²

Überschreitung Blendgrenze!

und

nachbarschaftliche Störung:

Raumaufhellung

< 1 lx in Wohngebieten



Leuchtdauer bedarfsorientiert

"smart lighting"

Preußisch-Oldendorf: ausschalten 23 - 6 Uhr



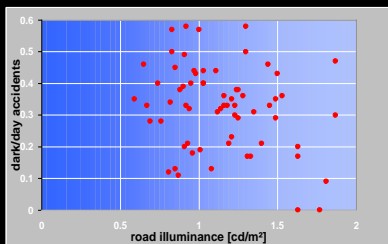
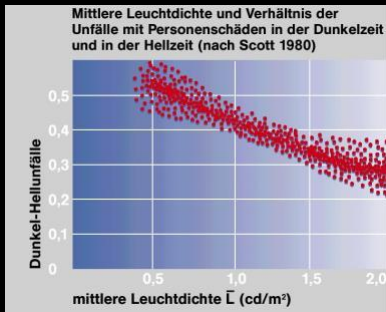
1390 von 1662 Lichtpunkten ausgeschaltet: -86%

342 -> 202 MWh/a: -40%

Dornum: 23:00 Uhr, Carolinensiel: 1:00 Uhr



Warum suggeriert man Verkehrssicherheit?



Förderungsgemeinschaft Gutes Licht:

Licht.Wissen Straßen, Wegen, Plätzen;
Informationen zur Lichtenwendung Heft 3

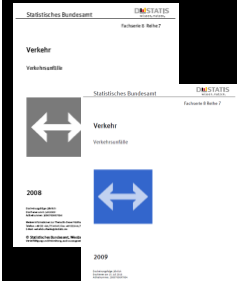
Nacht-/Tag-Unfälle 50% -> 30%

Hargroves & Scott, 1979:

Measurements of road lighting
and accidents - the results

Public Lighting, Dec. 1979, 213-221

Verkehrssicherheit?



Statistisches Bundesamt (2018/2019):

mangelhafte Beleuchtung der Straße

60/86 Unfälle mit 3/3 Toten

mangelhafte Fahrzeugbeleuchtung

557/533 Unfälle mit 6/6 Toten

Zusammenstöße mit Masten am Fahrbahnrand

3331/3164 Unfälle mit 62/52 Toten



JECH Online First, published on July 28, 2015 as 10.1136/jech-2015-206012
 Research report
 The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis
 Rebecca Steinbach,¹ Chloe Perkins,² Lisa Tompson,³ Shane Johnson,³ Ben Armstrong,¹ Judith Green,⁴ Chris Grundy,¹ Paul Wilkinson,¹ Phil Edwards²

England und Wales

LANTERNS: 62 von 174 Komm.

12 000 km Teilabschaltung

10 500 km Reduzierung

946 km Abschalten

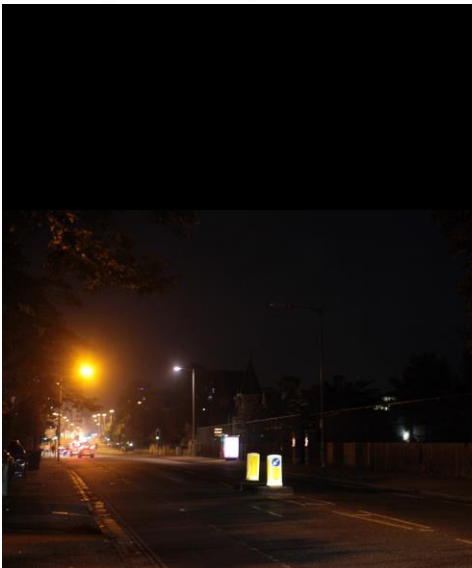
860 000 Unfälle

580 000 Einbrüche

476 000 Diebstähle Auto

730 000 Gewalttaten

-> keinerlei Zusammenhänge!



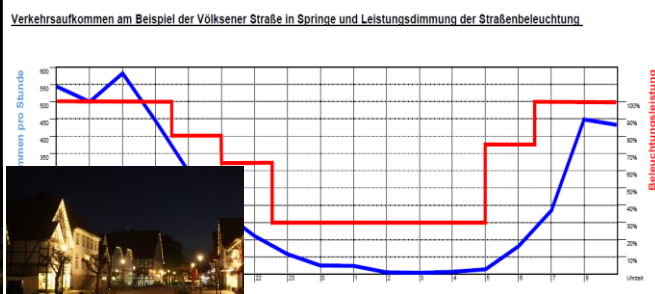
Bedarfsorientierte Beleuchtung



Licht abschalten:
Laternenring (Zeichen 394)



Smart City: Bedarfsorientiert beleuchten



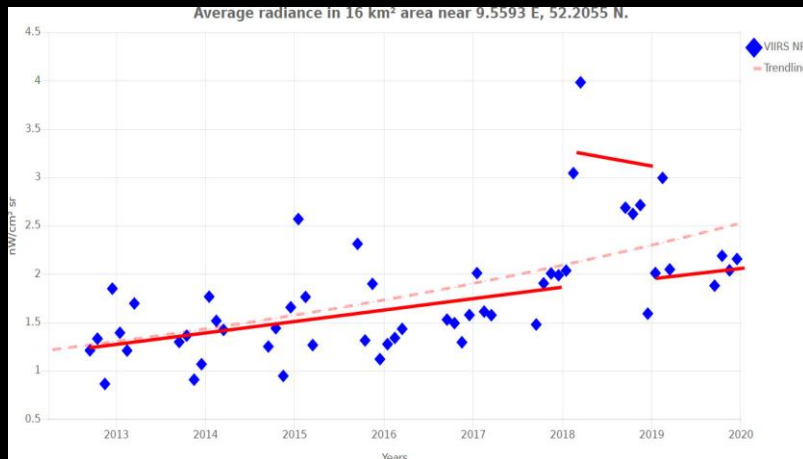
Springe

Springe:
Verkehrsdichte und
Beleuchtungsstärke

Zeitraum	Beleuchtungsstärke (lx)
an – 19:30:	100%
19:30 – 21:00:	80% 10 lx
21:00 – 22:30:	60% 7 lx
22:30 – 05:00:	30% 3 lx
05:00 – 06:30:	75%
06:30 – aus:	100%

Smart City: Sinnvoll bedarfsorientiert beleuchten

Springe bei Hannover



Adaptive Beleuchtung
Hörner Weg, Osnabrück, 4000 K
Nutzungseffizienz?
Zerschneiden Dunkelräume

ausreichend:
5 – 1 lx

Rebound-Effekt!

Rampenlicht:
23 – 2 lx

Unbeleuchtet!



Adaptive Beleuchtung

Radweg Fulda, 2200 K



18,5 lx



8 lx

Adaptive Beleuchtung

adaptive Tankstellenbeleuchtung

Möderbrugg, A



Reduzierungen

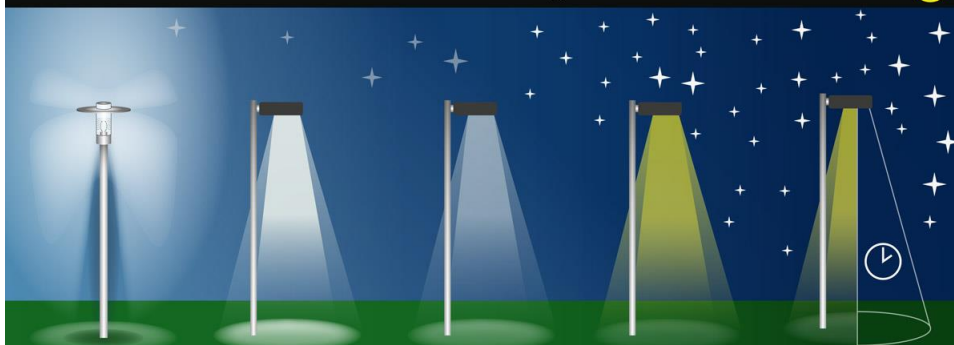
- Abschaltung jeder 2. Leuchte – Gleichförmigkeit
- mehr als 50% Reduzierung
- CLO – konstanter Lichtstrom (Alterung LED)
- Autonome Kontrolle
 - Astronomische Uhr (Sonnenunter-/aufgang)
- Zentrale Kontrolle (passiv)
 - Dämmerungsschalter (Helligkeit)
 - Verbindung: Steuerkabel, WiFi, GPRS, LoRaWAN
 - Protokoll: DALI, ZeeBee,
- Dynamische Kontrolle (aktiv) – „SmartCity“
- Bewegungsmelder
 - Ultraschall, Mikrowellen, Infrarot, Video



Straßenbeleuchtung

Vier Charakteristiken für bessere Beleuchtung:

Biosphärenreservat Rhön 



blendende und verschwenderische Beleuchtung ⇨ zielorientierte und effiziente Beleuchtung



**Zielgerichtet
beleuchten**

kein Licht nach oben, voll
abgeschirmte Leuchten (ULR=0%)



**Helligkeit
reduzieren**

Hauptstraßen max. 15 lx,
Wohngebiete max. 3 lx



**Lichtfarbe
warmweiß**

1800 - max. 3000 K
(mit geringem Blauanteil)



**Bedarfsorientiert
beleuchten**

in späten Nachtstunden deut-
lich (mind. 70%) reduzieren

Parkplätze max. 10 – 20 lx



werden immer heller

“Energieeffiziente
Energieverschwendung”

Rebound-Effekt

Leuchtdichten Werbeschilder

max. 50 / 100 cd/m²



Werbetafel



Insektensterben

75 % Abnahme der Insekten-Biomasse
in 27 Jahren
in Naturschutzgebieten



Krefelder Studie Hallmann et al., 2017

Aktionsprogramm Bundesregierung 2018:

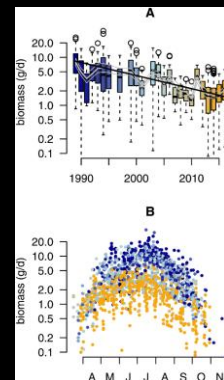
**AKTIONSPROGRAMM
INSEKTENSCHUTZ!**

Diese Maßnahmen* helfen Insekten:

- ✓ Ausweitung von Hecken und Feldrainen
- ✓ Einsatz von Pestiziden reduzieren
- ✓ Bessere Förderung für insektenfreundliche Kommunen
- ✓ Mehr extensiv genutztes Grünland
- ✓ Lichtverschmutzung eindämmen
- ✓ Naturschutzgebiete stärken
- ✓ Mehr Geld für Naturschutz in der Landwirtschaft

Foto: mauritius images/imageBROKER/Thomas Döttriel
© BMU

*Anzahl aus den am 20.08.2018 vom Kabinett beschlossenen Eckpunkten.



Bund, Bundesnaturschutzgesetz, 24.06.2021:

§23

(4) In Naturschutzgebieten (Nationalparks, Kern- und Pflegegebieten von Biosphärenreservaten) ist im Außenbereich ... die **Neuerrichtung von Beleuchtungen ... sowie beleuchteten oder lichtemittierenden Werbeanlagen verboten.**

§41a

(1) Neu zu errichtende **Beleuchtungen an Straßen und Wegen, Außenbeleuchtungen baulicher Anlagen und Grundstücke sowie beleuchtete oder lichtemittierende Werbeanlagen** sind technisch und konstruktiv so anzubringen, ... , dass **Tiere und Pflanzen wild lebender Arten vor nachteiligen Auswirkungen durch Lichtimmissionen geschützt sind,**

Rechtsverordnung! 2 Jahre?



Insekten und Licht

Schanowski & Späth, 1994

Bauer, 1993

- **Leuchten waagrecht montieren**
aufgeneigt: 1,5 mal mehr Insekten
- **plane Abdeckung**
Wannen, Halbkugeln 1,5 – 5 mal mehr Insekten
- **niedrige Lichtpunkthöhe**
doppelte Höhe 1,5 – 2 mal mehr Insekten
- **HQL 3x CFL , 4x NAV**
- **gilt natürlich auch für LED!**

und 28 Jahre später?

**Gesetze in Bayern (2020),
Baden-Württemberg (2021)**

„Niedersächsische Weg“:



Niedersachsen

Niedersächsische Weg

- Aktionsprogramm Insektenvielfalt

4.11	Die Kommunen tragen dafür Sorge, dass im Rahmen des Austauschs von Leuchtmitteln möglichst eine insektenchonende und bedarfsgerechte Außenbeleuchtung an Straßen und Wegen in ihrer Zuständigkeit mit der Verwendung warmweißer LED ohne nachteilige Lichtspektren mit UV- und Blauanteilen umgesetzt wird.	bis Ende 2020	Kommunen
------	---	---------------	----------

RECHTLICHE REGELUNGEN

4.12	Das MU analysiert die bestehenden rechtlichen Möglichkeiten, um Beeinträchtigungen der Insektenfauna durch künstliche Beleuchtung im Außenbereich zu vermeiden. Dies betrifft insbesondere <ul style="list-style-type: none"> • (dauerhafte) Himmelstrahler und Einrichtungen mit ähnlicher Wirkung, • Beleuchtungsanlagen im Außenbereich unter besonderer Berücksichtigung der unmittelbaren Nähe zu geschützten Landschaftsbestandteilen und Biotopen. 	bis Ende 2021	MU
------	---	---------------	----



LANDKREIS
FULDA



Biosphärenreservat
Rhön



Was ist insektenfreundliche Beleuchtung?

Seitdem der massive Rückgang der Insekten ins öffentliche Bewusstsein gelangt ist, wird auch der Einfluss künstlicher Beleuchtung auf das Insektensterben anerkannt und gesetzliche Vorgaben für eine insektenfreundliche Beleuchtung formuliert (in Bayern und Baden-Württemberg, Neufassung Bundesnaturschutzgesetz). Doch was ist unter einer insektenfreundlichen Beleuchtung zu verstehen? Wie muss sie gestaltet sein?

In Kürze:

1. **Nur kein Licht ist insektenfreundlich - daher:** Künstliche Beleuchtung nur, wenn unbedingt notwendig
2. **Möglichst geringe Lichtmenge.**
3. **Leuchtdauer beschränken** – besonders in den Monaten Mai bis August! Da es dann auch spät dunkel wird, sollte möglichst ganz auf Licht verzichtet werden.
4. **Kein Streulicht**, nur das beleuchten, was unbedingt beleuchtet werden muss mit vollabgeschirmten Leuchten
5. **Keine großen hellen Flächenleuchten - keine hellen Leuchtwerbeflächen**
6. **Geringe Lichtpunkthöhen:** Leuchten strahlen damit wenig in die Umgebung
7. **Dichte geschlossene Leuchtgehäuse ab der Schutzklasse IP65 verwenden**
8. **Warmweiße Lichtfarben ohne Ultraviolett- und Blauanteile**
9. **Keine flackernden Lichtquellen**

Energieeinsparung: Frankreich

Gesetz 1.7.2013

Einsparungen 2 TWh ~ 250 000 t CO₂

Kommunaler
Wettbewerb:



Les éclairages intérieurs des bureaux et locaux professionnels seront éteints une heure après la fin d'occupation des lieux

Les éclairages des vitrines de magasins de commerce ou d'exposition seront éteints de 1 heure à 7 heures du matin

Les illuminations des façades des bâtiments ne pourront être allumées avant le coucher du soleil et seront éteintes au plus tard à 1 heure du matin

Dérrogations possibles sur arrêté préfectoral

- la veille de jours fériés
- durant les illuminations de Noël
- lors d'événements exceptionnels à caractère local
- dans les zones touristiques d'affluence exceptionnelle ou d'animation culturelle permanente

Energieeinsparung: Frankreich



Verordnung vom 27.12.2018, gültig ab 1.1.2020:

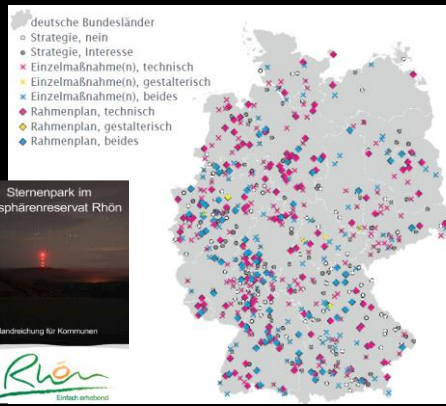
- Artikel 2 (Schaltzeiten):
 - Abschaltung 1 h nach Nutzungsende/Anschaltung 1 h vor Nutzungsbeginn
- Artikel 3 (Lichtimmissionen reduzieren):
 - ULOR < 1%, ULR < 4%
 - 95% Licht in 3/2 π sr (75.5° Kegel)
 - Farbtemperatur ≤ 3000 K
 - Begrenzung installierte Lichtstrom 25 lm/m², 35 lm/m²
- Artikel 4 (Observatorien, Naturparks)
 - ULR = 0
 - Farbtemperatur ≤ 2400 K, in Kommunen ≤ 2700 K
 - keine Wasserflächen beleuchten, Lichtquelle nicht vom Wasser sichtbar
 - keine Skybeamer > 100 000 lm
- Artikel 8 (Zeitrahmen)
 - Leuchten mit ULR > 50% müssen bis zum 1.1.2025 umgerüstet werden

Umsetzung in der Verwaltung/Politik

mit Sternenpark Rhön

- Lichtsatzung, Licht-Masterplan
- Empfehlungen
- Sternenstadt (selbstverpflichtend, Anerkennung)
- Umweltverträglichkeitsprüfung
- Naturschutz
- Bebauungsplan
- Baugenehmigungen
- Immissionsschutz

D. Köhler, TAB



Sternheller Himmel in Sterneparks in D

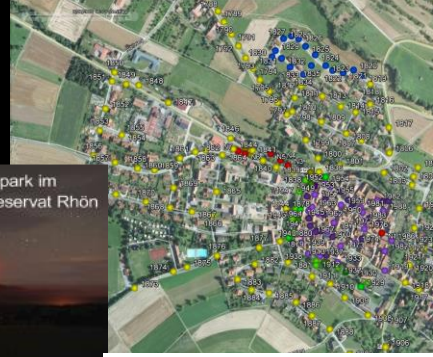
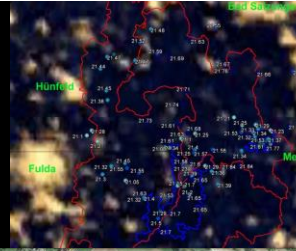
Schutz einer natürlich dunklen Umgebung in Zukunft durch umweltfreundliche Beleuchtung

Großschutzgebiete in D:

- Naturparks
- Biosphärenreservate
- Nationalparks

notwendig für IDSPlaces der IDA:

- Messungen Himmelselligkeit
- Leuchtenkataster
- Umrüstungen
- Beleuchtungsempfehlungen
- Zustimmung durch Kommunen usw.
- Naturpark Westhavelland
- Biosphärenreservat Rhön
- Nationalpark Eifel
- Winklmoosalm
- Sternstadt Fulda
- Sterninsel Pellworm
- Sterninsel Spiekeroog



FULDA
Leuchte mich

Richtlinie der Stadt Fulda zum nachhaltigen Umgang mit funktionalem und gestalterischem Licht im Außenbereich

Liebe Fuldenserinnen und Fuldaer,
sehr geehrte Bauherrschaft,



LED-Fluter:

- flach montieren
- max. 800 lm
- ≤ 3000 K



Wandleuchten

meist nicht abgeschirmt, oft reichen 200 lm!



Sternenparkfreundliche - nichtöffentliche Beleuchtung

bedarfsorientiert geschaltet

- Schalter
- Zeitschaltuhr
- Bewegungsmelder
- Smart Home



Private Beleuchtung

Solarleuchten

- Sondermüll (Akkus 500 Ladezyklen)
- 30 lx am Boden!
- warmweiße Farbtemperatur max. 3000 K
- Bewegungsmelder einsetzen!

Auf solche Leuchten verzichten!



Private Beleuchtung

So verbessern Sie Ihre Hausbeleuchtung

Biosphärenreservat
Rhön 

Licht nur von oben nach unten und auf die eigenen Nutzflächen richten.

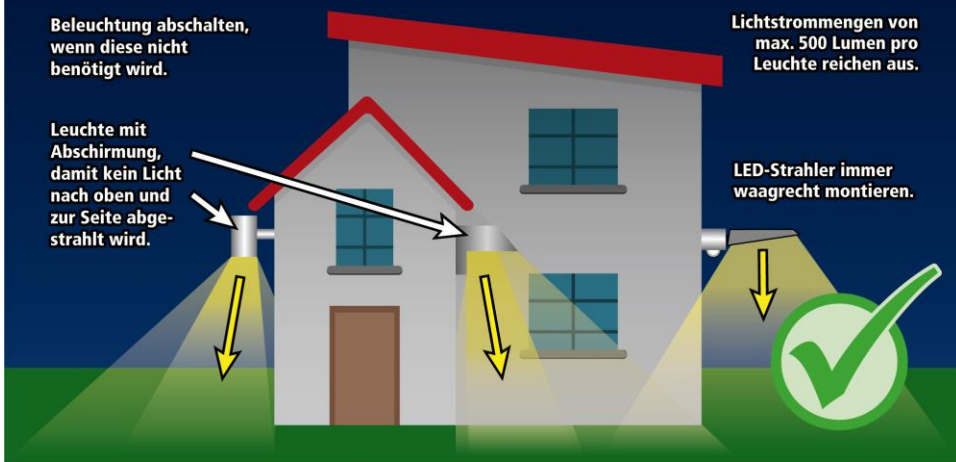
Beleuchtung abschalten, wenn diese nicht benötigt wird.

Leuchte mit Abschirmung, damit kein Licht nach oben und zur Seite abgestrahlt wird.

Leuchtmittel mit warmweißer Lichtfarbe und Farbtemperaturen unter 2700 bis max. 3000 Kelvin wählen.

Lichtstrommengen von max. 500 Lumen pro Leuchte reichen aus.

LED-Strahler immer waagrecht montieren. 



www.biosphaerenreservat-rhoen.de/sternpark

Grafik: Carsten Przygoda | 2018 | www.sternpark-schwaebische-alb.de

Nachhaltige Beleuchtung:

- **Notwendigkeit:** Begründung für Beleuchtung!
- **Lichtmenge (Intensität):** Beleuchtungsklasse
- **Lichtlenkung:** voll abgeschirmt (ULR=0%)
- **adaptive Steuerung:** Dauer, reduzieren, abschalten
- **Lichtfarbe: wenig blau:** 2200 K < 3000 K



**Verantwortvoller Umgang
mit künstlichem Licht!**



Nachhaltige Beleuchtung – Quellen:

- https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/lichtinweise-2015-11-03mit-formelkorrektur_aus_03_2018_1520588339.pdf
- <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/aktuelles/20200722.html>
- <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript543.pdf>
- https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/planung/landschaftsplanung/Dokumente/EKon_Heft4.pdf
- https://bfm.buchweltshop.de/nabiv_heft_168__analyse_der_auswirkungen_k__nstlichen_lichts_auf_die_biodiversit__t.html
- <https://www.springerprofessional.de/schutz-von-arten-vor-glas-und-licht/16772872>
- https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/broschuere_aussenbeleuchtung_16.01.pdf
- <https://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/natur/sternenpark-rhoen/umweltvertraegliche-beleuchtung/>
- [https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL\(artdtl.tl.htm,APGXNODENR:34,AAARTxNR:stmuv_natur_0025,AAARTxNODENR:357376,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x\)=X](https://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=eshop&DIR=eshop&ACTIONxSETVAL(artdtl.tl.htm,APGXNODENR:34,AAARTxNR:stmuv_natur_0025,AAARTxNODENR:357376,USERxBODYURL:artdtl.htm,KATALOG:StMUG,AKATxNAME:StMUG,ALLE:x)=X)
- https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/1_infoblaetter/LANUV_Info42_Lichtverschmutzung_2017_WEB-gesichert.pdf

