

Lichtverschmutzung in Kommunen reduzieren

Sternenfunkeln Friesland, Sande 11.2.2025



Interreg
North Sea

Co-funded by
the European Union

DARKER SKY

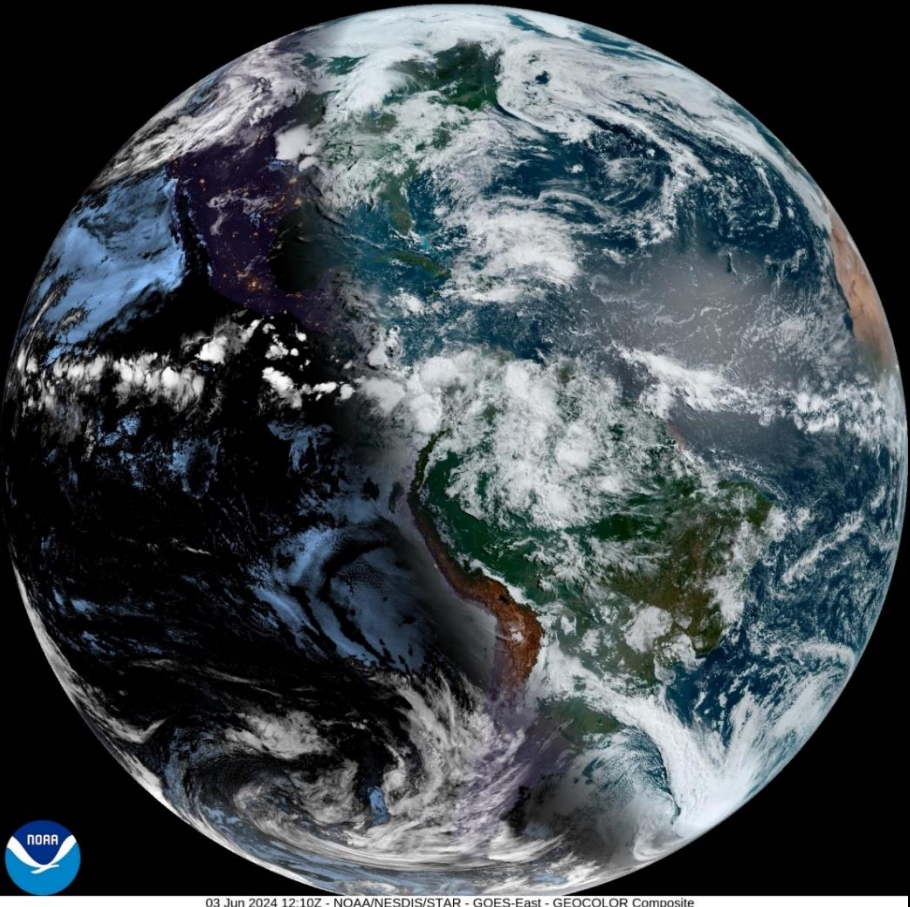


Andreas Hänel, ahaenel@uos.de

Fachgruppe DARK SKY der Vereinigung der Sternfreunde
Kommission Lichtverschmutzung der Astronomischen Gesellschaft

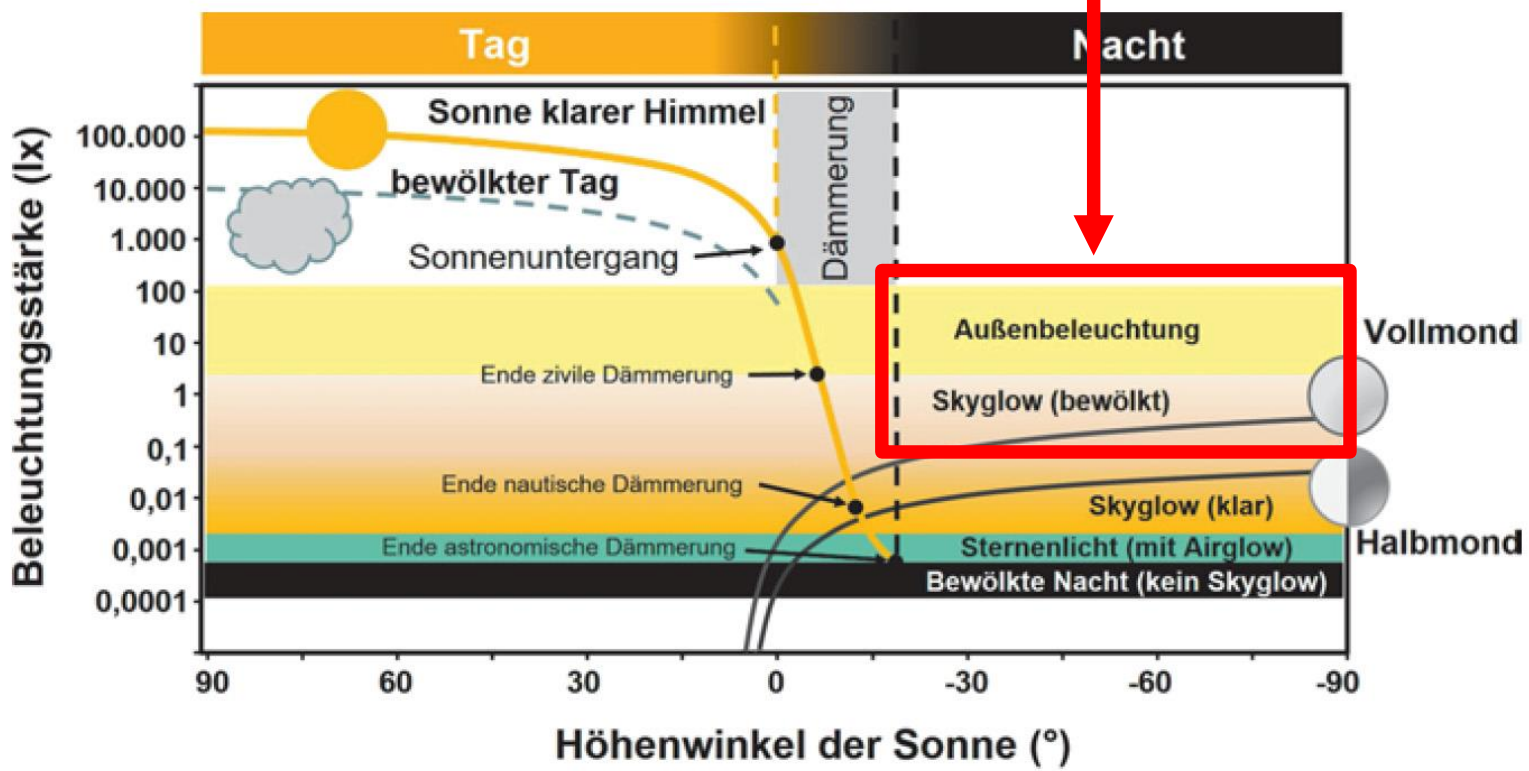


Natürliche Zyklen: Tag und Nacht



03 Jun 2024 12:10Z - NOAA/NESDIS/STAR - GOES-East - GEOCOLOR Composite

ALAN: künstl. Licht
Störung der Natur



Hölker u.a.

UNESCO Weltnaturerbe Wattenmeer

noch dunkel -> Schutz Tag UND NACHT:

Leeuwarden Declaration 2018

Wilhelmshaven Declaration 2023

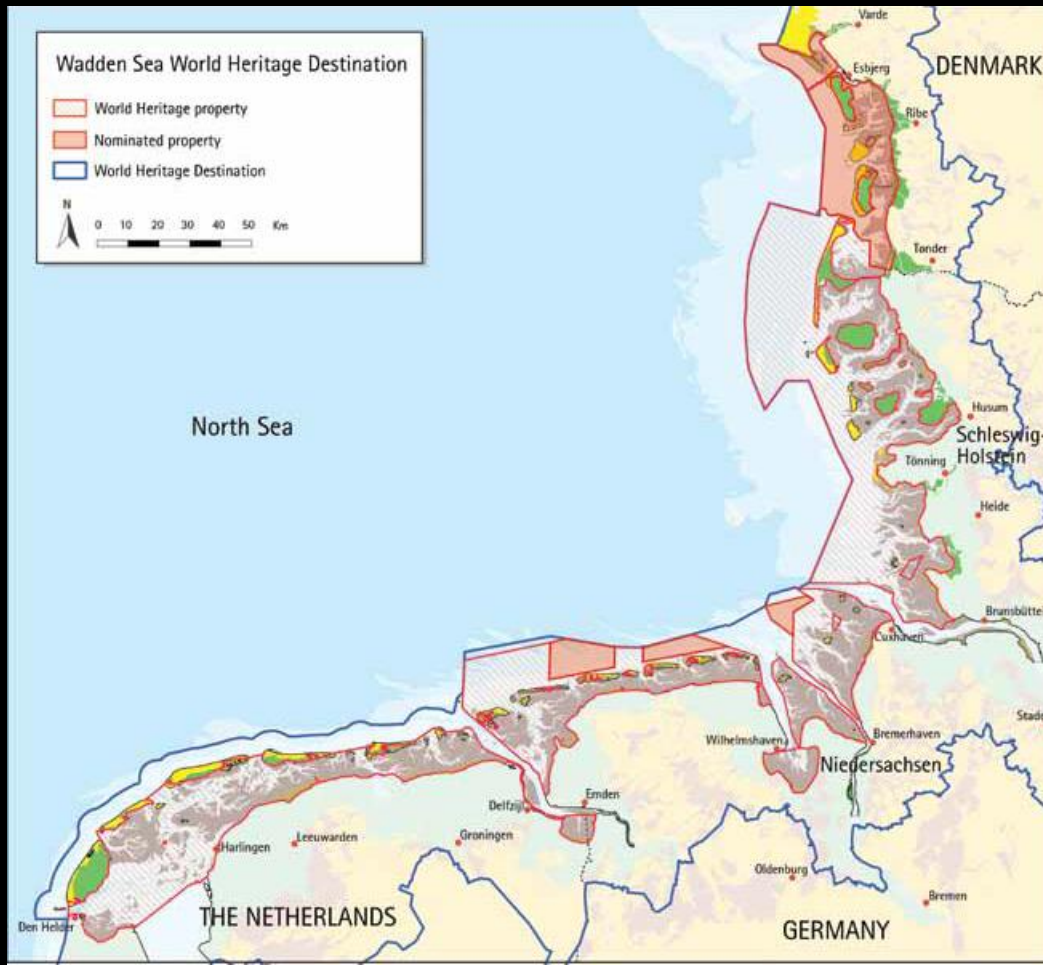
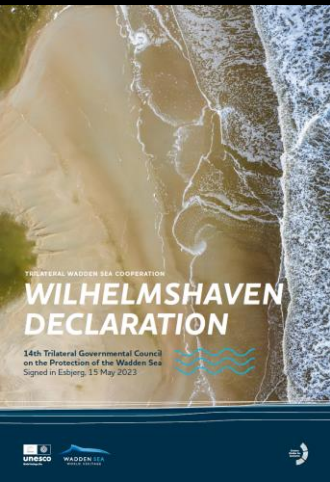
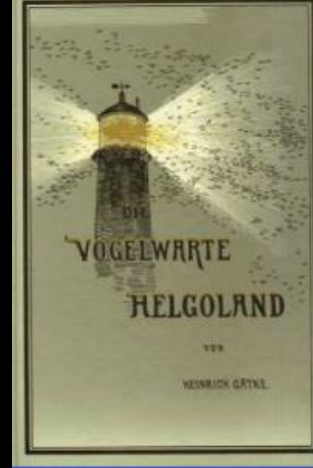


Tabelle 1: Anteil nachaktiver Tierarten

Quelle: Hölker et al. (2010)

Nachtaktive Arten (%)	
Wirbeltiere	
Säugetiere	63.8
Primaten (incl. <i>H. sapiens</i>)	31.0
Fledermäuse	100.0
Vögel	19.6
Reptilien	16.6
Amphibien	93.3
Fische	14.1
Subtotal	28.0
Invertebraten	
Insekten	49.4
Schmetterlinge	77.8
Käfer	60.0
Krebstiere	50.0
Spinnentiere	5.0
...	...
Subtotal	64.4



Tiere: Zugvögel

Kollisionen mit Leuchtturm Helgoland 1920

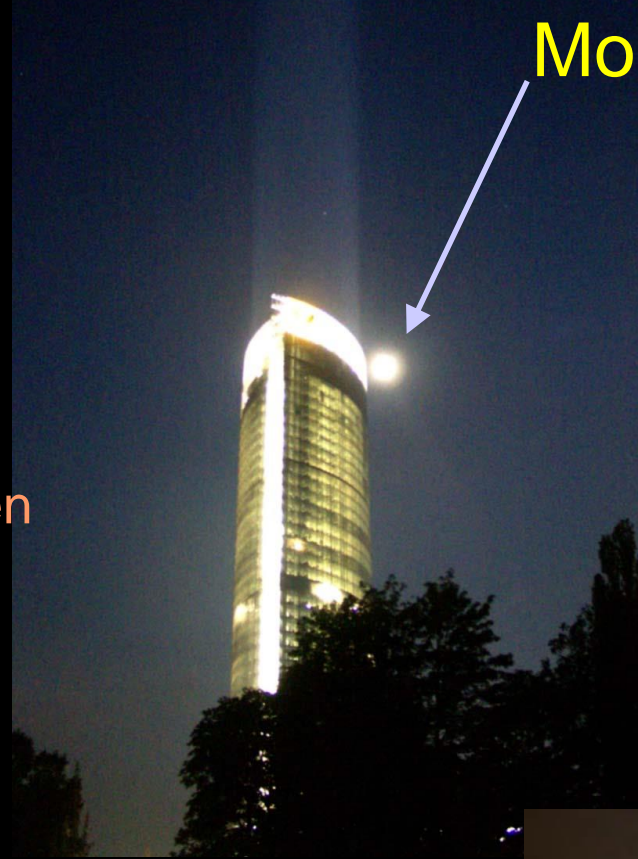
und heute?
GPS!

Posttower Bonn

besonders energiesparendes
Gebäude (keine Klimaanlage)

Vögel werden durch das Licht
angezogen, kollidieren mit dem
Gebäude, am Morgen tot aufgefunden

*Winter- , Sommergoldhähnchen
Rotkehlchen*



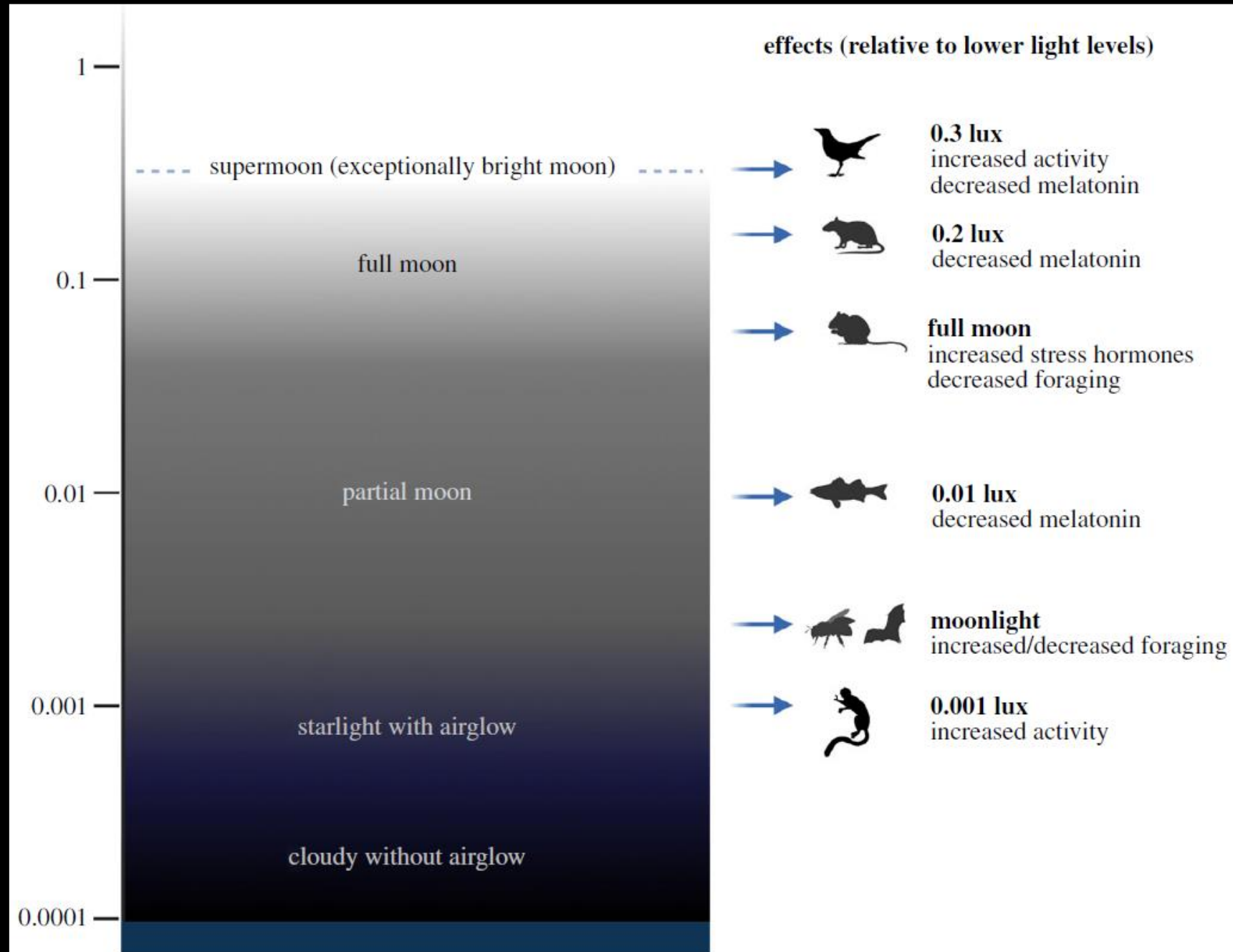
"Lichtkunst"

Welche Farbe hat den geringsten Einfluß?



Wieviel Licht?

Aulsebrook u.a. (2022)



Beleuchtungsarten

öffentlich: Straßen

Funktional

gut abgeschirmt

M/C-Beleuchtungsklassen

Dekorativ

selten gut abgeschirmt

P-Beleuchtungsklassen

nicht-öffentlich

Produktion

Orientierung: Zugang/-fahrt, Parken

Werbung

Sicherheit <> Komfort



Beleuchtungsbetreiber

Öffentlich (Kommune)

leichter regelbar: Verwaltung und/oder Politik entscheidet

Beratung:

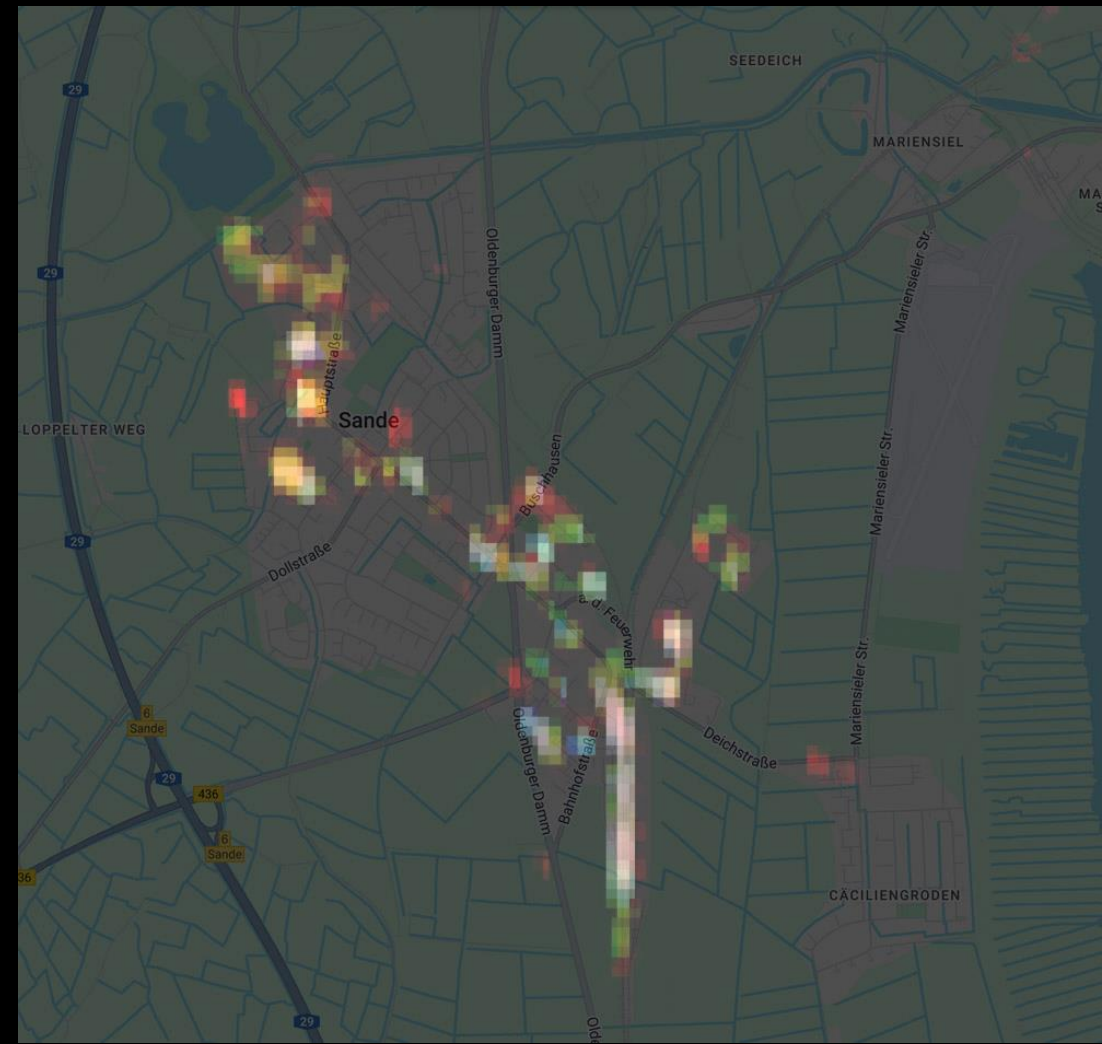
- Planer
- Stadtwerke
- Energieversorger
- Hersteller

Nicht-öffentlich

- Industrie
 - Produktion/ASR
 - Arbeitszeit!
- Handel und Gewerbe
 - Marketing
 - Verkehrssicherung (Gehweg, Parkplatz)
 - Öffnungszeit!
- Privat

Regelung über Bplan, Lichtsatzung, Baugenehmigung:

- Lichtstrom (z.B. max. Beleuchtungsstärke, Leuchtdichte)
- Lichtabstrahlung (voll abgeschirmt, nicht freistrahrend)
- Lichtfarbe / Farbtemperatur
- Lichtpunkthöhe
- nicht: Lichtnutzung (Zeit)



SDGSat

<https://pmisson.users.earthengine.app/view/sdgsat-eu-visual>

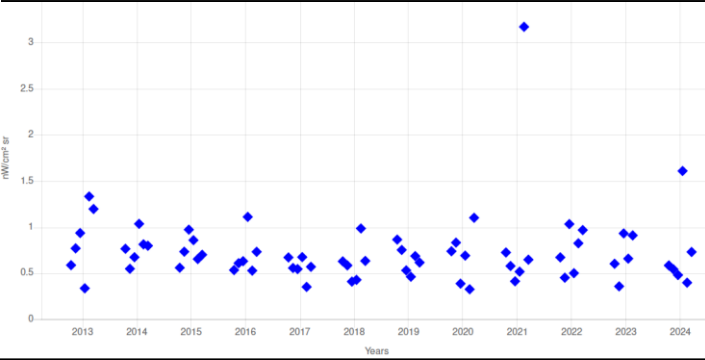
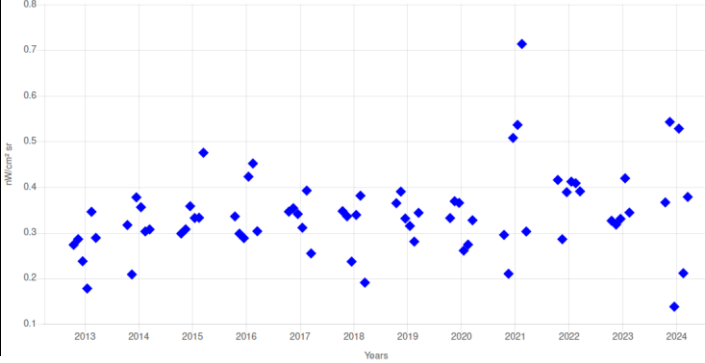
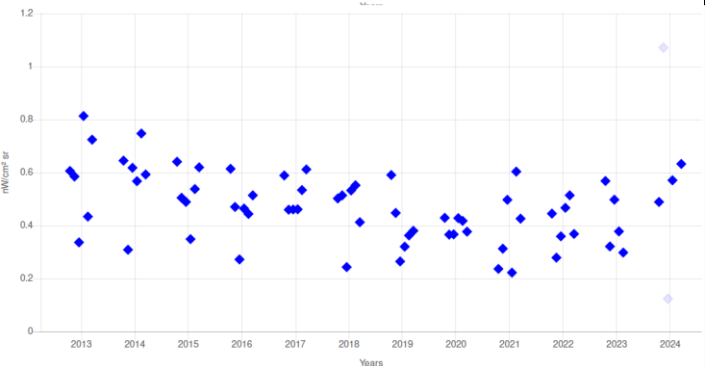
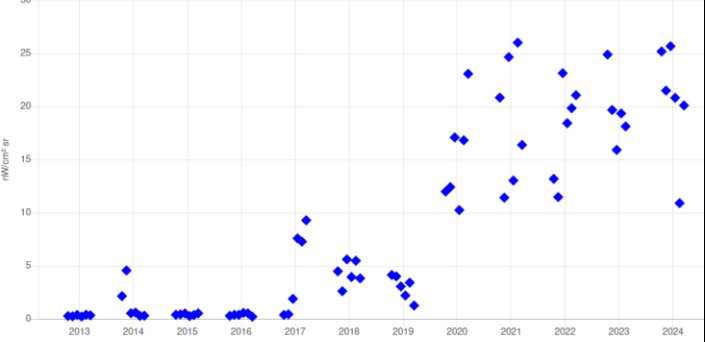
Beleuchtungsarten Sicherheit?

Marineunterstützungskommando Glücksburg -> Bund
Vergleich mit anderen Einrichtungen:
50x heller: Helligkeit? - Ausrichtung?



Grafschaft 23

Neuharlingersiel 0.5



15.4.2	Bis 2026 werden bei der Neuerrichtung oder Umrüstung von Beleuchtungen des öffentlichen Sektors des Bundes (Verkehrswege, Gebäude etc.) – soweit sich die Beleuchtung nicht vermeiden lässt – nur noch biodiversitätsfreundliche Leuchtmittel und Leuchtenkonstruktionen verwendet, sofern nicht andere Gründe im Einzelfall dem entgegenstehen.	2026	BMDV, BMF
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	-----------



Esterweger Dose 0.5

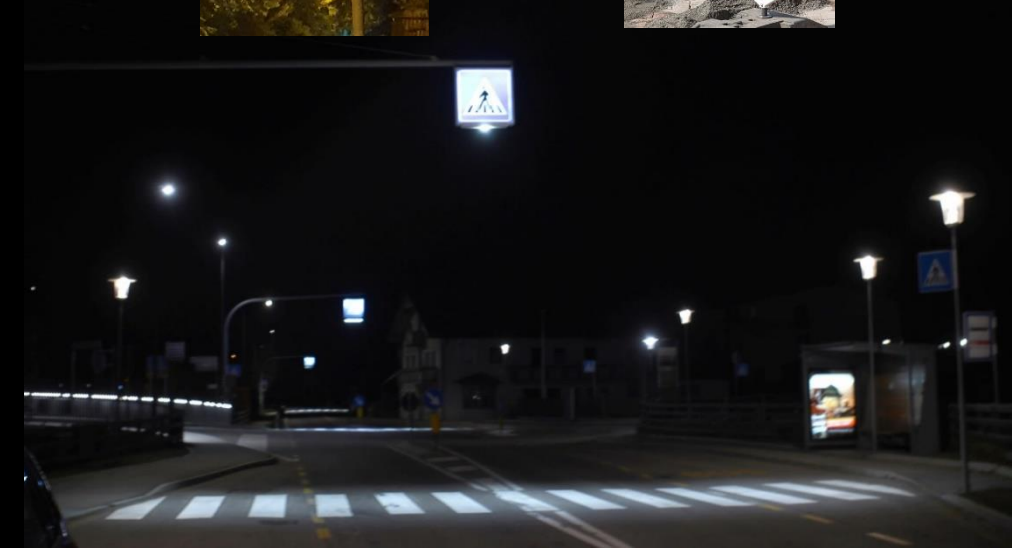
Marlow 0.7



Licht nur, wenn notwendig!

Beleuchtungspflicht?

- Verkehrssicherungspflicht (§823 BGB) der Kommune bedeutet nicht allgemeine Beleuchtungspflicht!
- Gefahrenquellen – Kennzeichnung – aber Beleuchtung?
- Norm für Fußübergänge (DIN 67532): sehr hell -> Abbau!
- Arbeitsschutzrichtlinie für Arbeitsstätten (vs. Normen)
- „Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksicht“ (StVO §1)



FÜG Luxemburg:
kein Licht!





Zebrastreifen ist nicht gleich Zebrastreifen

Wegen strenger Vorschriften wird manchen Kommunen der klassische Fußgängerüberweg zu teuer

dpa **TRIER/BERLIN.** Ein Eimer weißer Farbe und ein Pinsel waren früher alles, was man für einen Zebrastreifen brauchte. Heute ist das anders. Eine im Beamtendeutsch R-FGÜ genannte Verordnung macht Zebrastreifen zu ausgeklügelten Systemen – mit Markierungen auf der Straße, einer Mindest-Streifenbreite, Schildern über der Fahrbahn, abgesenktem Bürgersteig für Rollstuhlfahrer, Auffindstreifen für Blinde und ausreichend Beleuchtung.

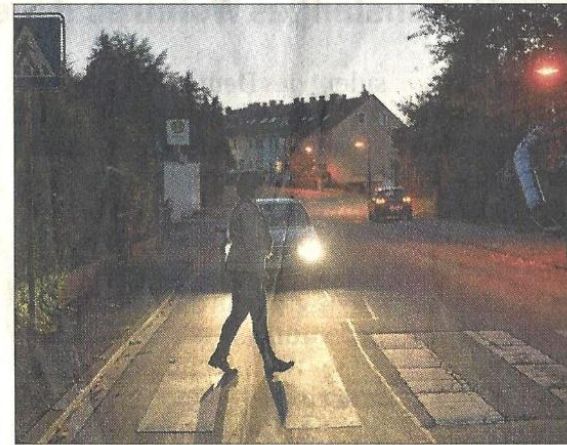
Längst nicht alle Städte rüsten die Zebrastreifen entsprechend nach. Manche überpinseln lieber. Trier zum Beispiel hat genau 253 Zebrastreifen, das sind auf die Einwohnerzahl gesehen besonders viele in Deutschland. Dementsprechend teuer wäre die Nachrüstung für die

Stadt, die ein Schuldenberg von 672 Millionen Euro drückt. Allein die Kosten für die Installation von Laternen an einem bisher unbeleuchteten Zebrastreifen dürften bei 20 000 bis 25 000 Euro liegen, schätzt die Stadt. Seit Anfang des Jahres überprüft Trier alle weißen Streifen. Bald soll es eine Liste geben, in der steht, wo sie bleiben und wo sie wegkommen.

„Unsere Angst ist, dass die Kommunen sagen: Brauchen wir den Zebrastreifen wirklich, oder können wir das Geld lieber für etwas anderes verwenden?“, sagt Stefan Lieb vom Fachverband Fußverkehr (Fuss). Die Verwaltungsvorschrift, die Lage und Ausstattung von Zebrastreifen regelt, sei zwar schon ein paar Jahre alt. Aber erst jetzt überprüften die Kommunen, ob sie die Normen einhalten.

Für den Verband Fuss ist klar: je mehr Zebrastreifen, desto besser. Dieser Aussage widerspricht der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), der eine Untersuchung zur Sicherheit von Zebrastreifen erstellt hat. „Wenn die Vorgaben nicht eingehalten werden, vermittelt ein Zebrastreifen nur eine Scheinsicherheit“, sagt Siegfried Brockmann, Leiter der Unfallforschung bei der GDV. Richtig geplante und ausgestattete Zebrastreifen seien hingegen so sicher wie Ampeln.

Daran wiederum glaubt im ganzen Landkreis im Nordwesten von Niedersachsen sind die Zebrastreifen entfernt worden. „Wir hatten viele Unfall oder fast Unfall, weil die Autofahrer sich



Im Dunkeln übersehen Autofahrer Zebrastreifen schnell. Deshalb ist ausreichende Beleuchtung vorgeschrieben. Foto: dpa

nicht darauf eingelassen haben, dass die Fußgänger Vorfahrt haben“, sagt Landrat Jörg Bensberg. Dort, wo die Autofahrer die Zebrastreifen eher akzeptieren, könnten Kommunen vielleicht andere Wege gehen. Bensberg findet: „Zebrastreifen sind eher ein städtisches Mittel. Wir sind ein ländlicher Landkreis.“

Im Ammerland stehen nun oft Fahrbahnsteiler, auf denen die Fußgänger anhalten können, ehe sie die zweite Fahrbahn in Angriff nehmen. Andere Kommunen haben viele Tempo-30-Zonen eingeführt – und dort sind Fußgängerüberwege laut der Verwaltungsvorschrift nicht nötig.

Das größte Problem aber liegt für viele Kommunen da-

rin, für ausreichend Beleuchtung zu sorgen. Dortmund stellte bei einer Überprüfung fest: Fast die Hälfte entspricht nicht den Beleuchtungsvorschriften.

Doch die Beleuchtungs-, Beschriftungs- und Beschilderungsvorschrift muss nicht das Ende der Zebrastreifen bedeuten. Das macht ausgerechnet das notorisch klamme Berlin deutlich. Dort werden jedes Jahr 30 bis 40 neue Fußgängerüberwege eingerichtet, wie die Behörden der Hauptstadt stolz berichten. Sie fügen hinzu: „In Kürze wird die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt den 400. neuen Zebrastreifen in Betrieb nehmen.“



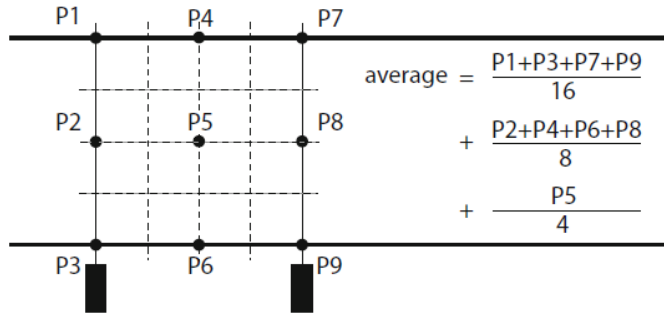
Kurioses aus aller Welt
lesen Sie im Internet auf noz.de/vermisches

Helligkeit: DIN-EN 13201-2-2016: Gütemerkmale

Beleuchtungsklassen: niedrigste wählen!

BKlasse	Leuchtdichte cd/m²	U ₀	U ₁	BKlasse	mittl.Bel.stärke lx	U ₀	min.Bel.stärke lx
M3	1,0	0,4	0,6	C2	20	0,4	8
M4	0,75	0,4	0,6	C3	15	0,4	6
M5	0,5	0,35	0,4	C4	10	0,4	4
M6	0,3	0,35	0,4	C5	7,5	0,4	3

BKlasse	E _{mit} mittl. horiz. Beleuchtungsstärke lx	E _{min} minimale horiz. Beleuchtungsstärke lx	mittl. vert. Beleuchtungsstärke lx
P3	7,5	1,5	2,5
P4	5	1	1,5
P5	3	0,6	1
P6	2	0,4	0,6
P7	unbestimmt	unbestimmt	



Bommel

Auswahlverfahren:

- getrennte Fahrbahnen
- Verkehrsaufkommen
- -zusammensetzung
- parkende Autos
- Umgebungsleuchtdichte
- Kriminalität
- “erhöhte Anforderungen”

Gleichmässigkeit für P-Klassen:
E_{mit} soll nicht heller als 1.5 x E_{min} der Beleuchtungsklasse!

Stockmar

Beleuchtungsmessung - Luxmeter

Messung an Erdboden

Achtung, dass keine Beschattung des Gerätes!



**Beispiel:
Cux-Sahlenburg**

$E_m = 12.5 \text{ lx}$
 $U_0 = E_{\min}/E_{\text{mit}} = 0.32$

C3/P1: 15 lx
C2/P2: 10 lx



4 lx

22 lx

7 lx

20 lx

14 lx

DIN-EN 13201-2-2016

Gleichförmigkeit U
vereinfachte Methode



0,1 lx

40 lx

$$E_{\text{mit}} = 0.5 E_{\text{min}} + E_{\text{max}} = 20 \text{ lx}$$

$$U_1 = E_{\text{min}}/E_{\text{max}} = 0,1/40 = \mathbf{0,0025}$$

$$U_0 = E_{\text{min}}/E_{\text{mit}} = 0,1/20 = \mathbf{0,005}$$

Sande: Abschalten Nebenstraßen 23 Uhr



Hauptstraße

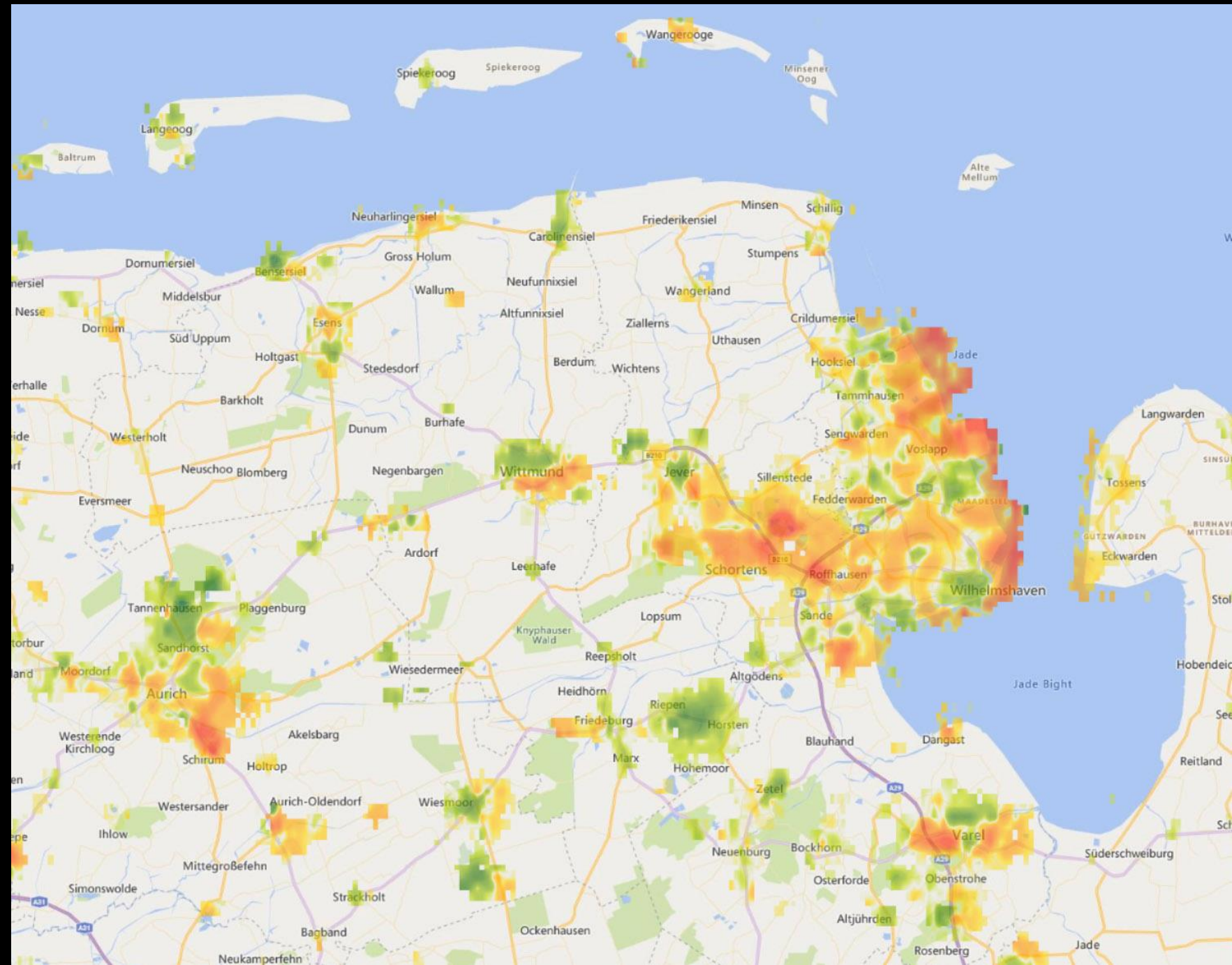


Am Markt



Reduzierung / Zunahme

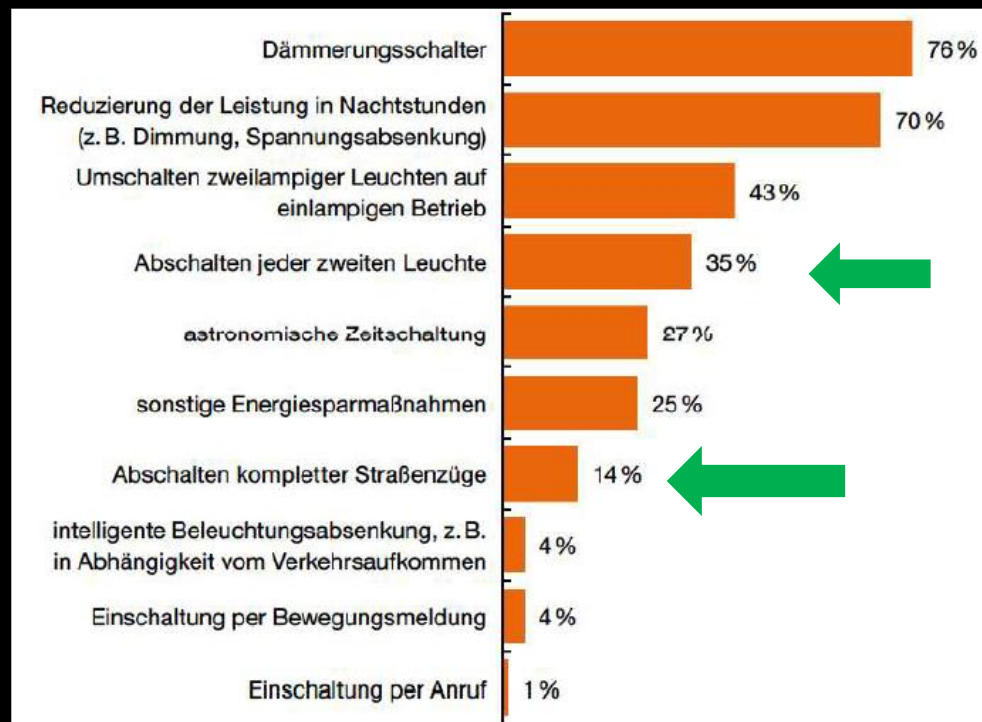
<https://www.lightpollutionmap.info>



Abschalten in D

Kosten

PWC 2015



EnSikuMaV 2022/23:
Kurzfristenergieversorgungsicherungsmaßnahmenverordnung

Treffpunkt Kommune
der gemeinderat präsentiert | Das Serviceportal für kommunale Entscheider

NEWS THEMEN ONLINE-SPEZIAL ANBIETER PRINT-PRO...

STARTSEITE > BELEUCHTUNG > Licht an oder aus?

Licht an oder aus?

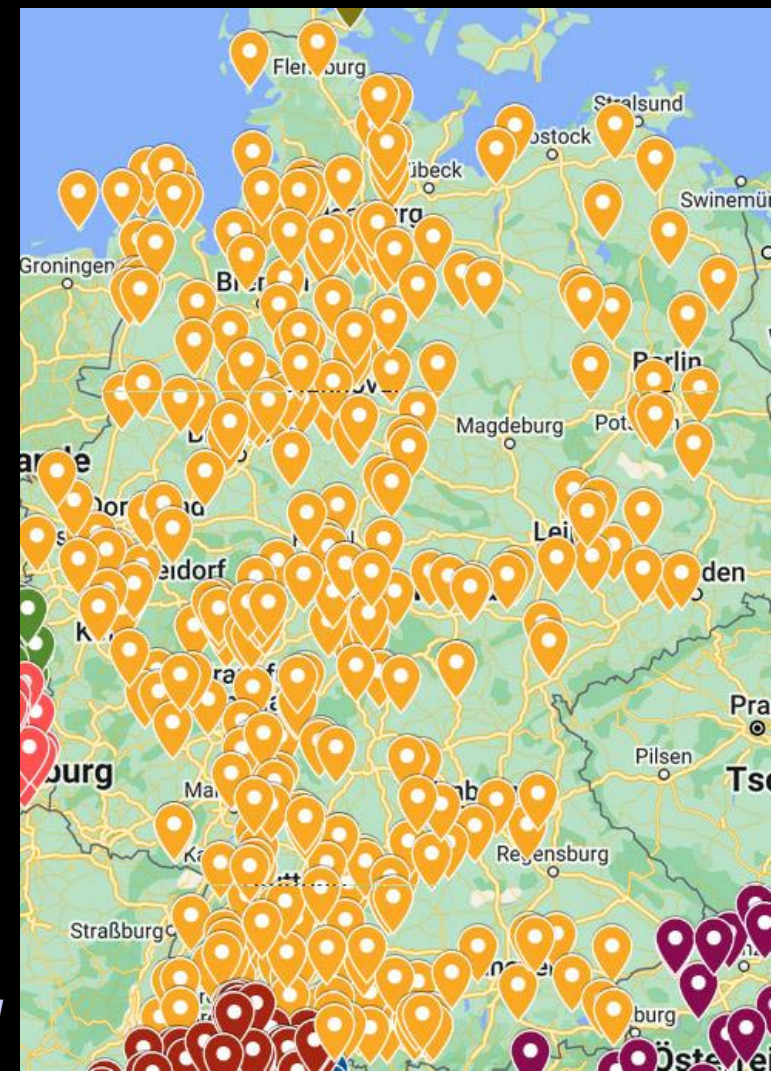
© 9. November 2022

Ratgeber Aussenbeleuchtung

Licht für Sicherheit im Strassenverkehr

Empfehlungen für Gemeindebehörden und Beleuchtungsbetreiber

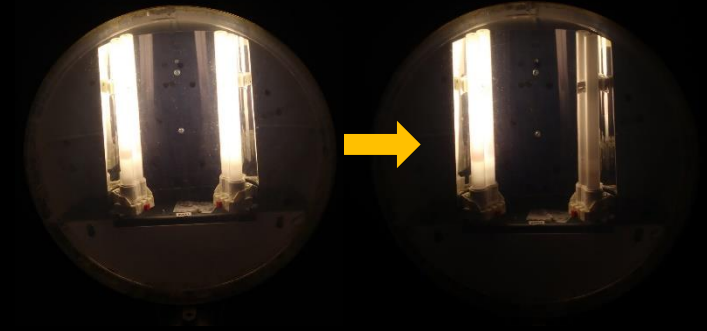
Hessisches Netzwerk gegen Lichtverschmutzung



Reduzierung

Umgang mit Teilabschaltungen?

- Leistungsreduzierung (70 – 50 – 20 %), 50% oft Standard – **besser auf 30-20 %** DimmLight bei Entladungslampen
- Abschalten jeder xten Leuchte
- Abschalten eines von 2 Leuchtmitteln
- Reduzierung ohne feste Stufen
- adaptiv (Bewegungsmelder): teuer



Abschalten!

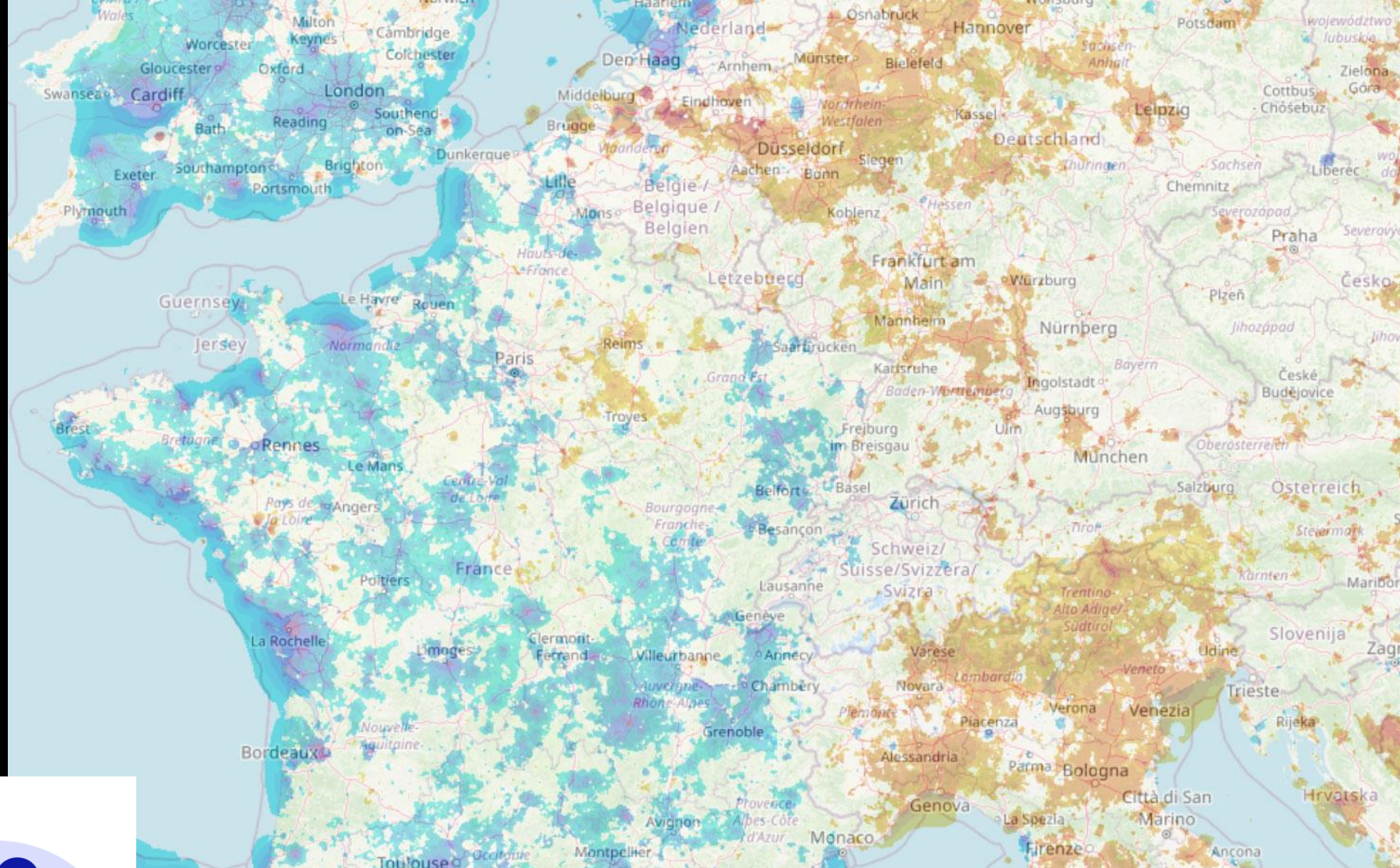
Tann, Rhön, 4600 Einw.

Biosphärenreservat
Rhön

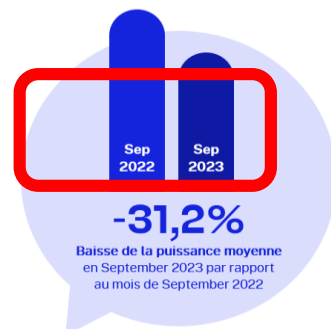
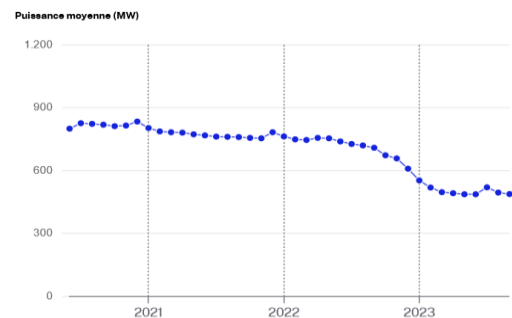


Abschaltung

Beispiel Frankreich!



Puissance moyenne mensuelle de l'éclairage public à 2h du matin



Enodis

Lorenz

Leuchtdauer bedarfsorientiert

"smart lighting"

Preußisch-Oldendorf: **abschalten 23 - 6 Uhr**



1390 von 1662 Lichtpunkten ausgeschaltet: -86%

Energieeinsparung: 342 -> 202 MWh/a: -40%

Himmelshelligkeit: -43%



Leuchtdauer bedarfsorientiert

Gütersloh

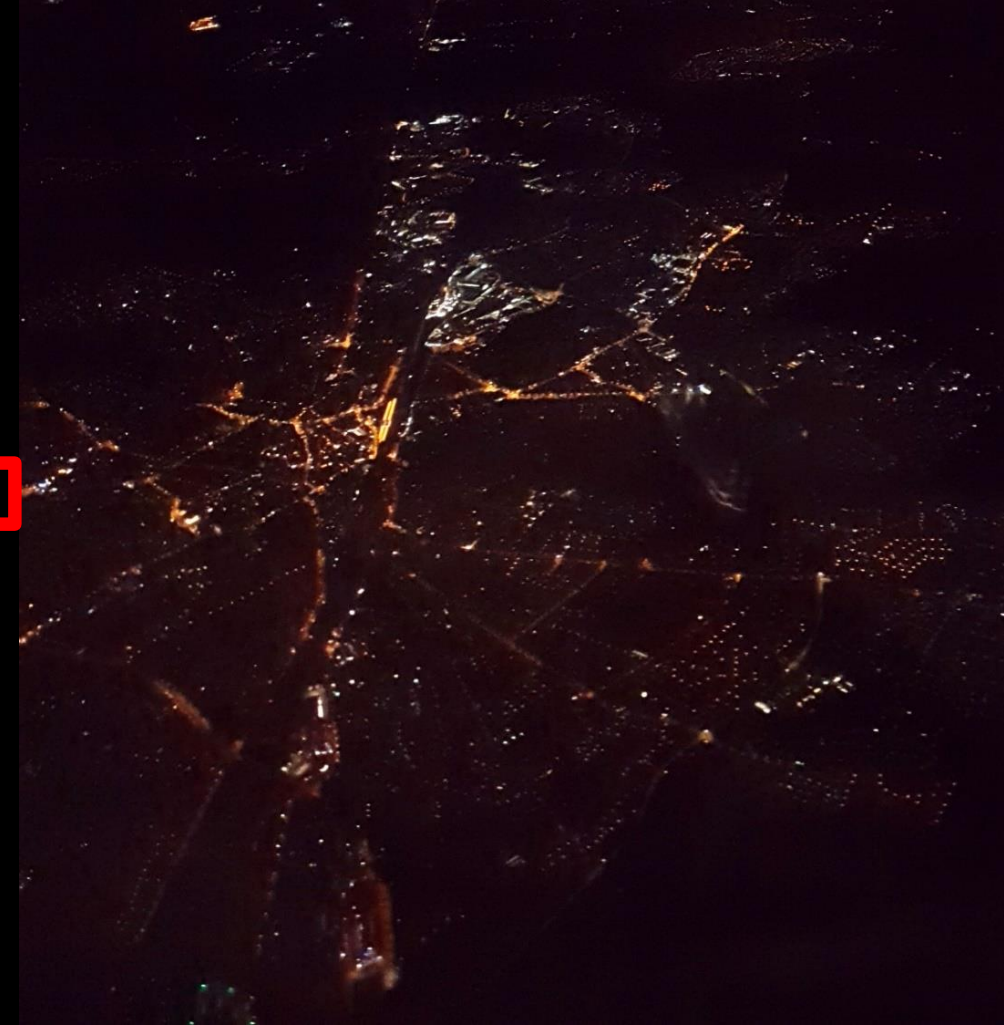
101 000 Einw.

46 FÜG, Bhf, ZOB bleiben an

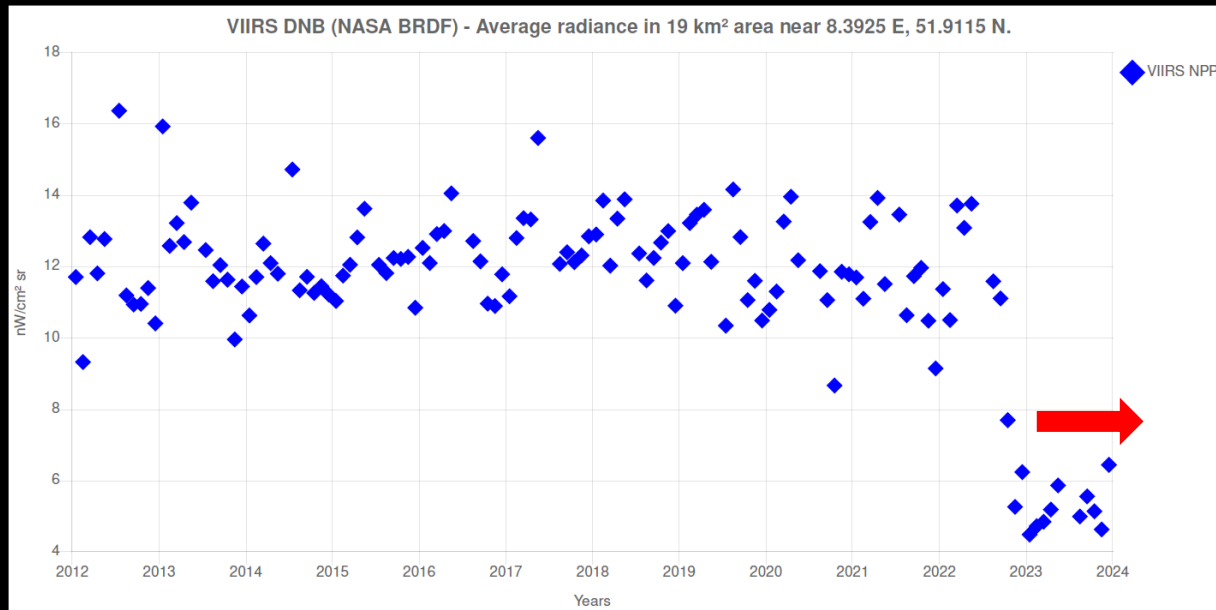
Abschalten: Mo – Do: 0 – 4
Fr – So: 2 – 6

10 000 Leuchten, 2.6 Mio. kWh/a

Einsparung 60 000 €/a



Flug MUC-FMO, 4.7.2019, 23:24



Lichtlenkung: Ineffiziente Beleuchtung

Gesund für den Schlaf?



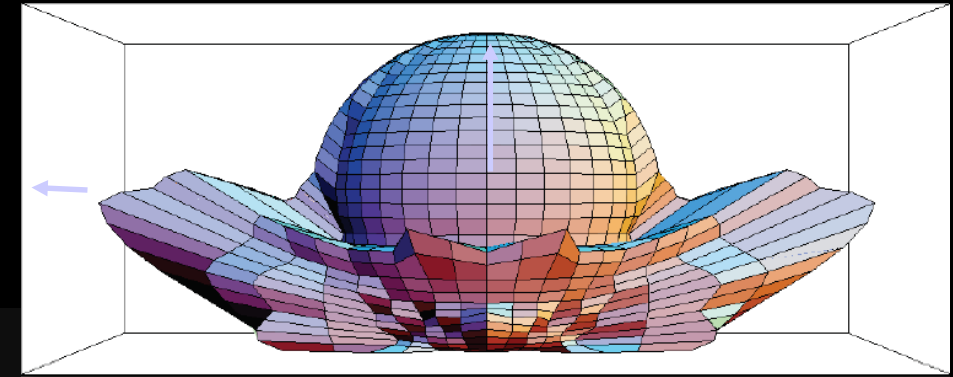
Lichtlenkung

- verschiedene Modelle

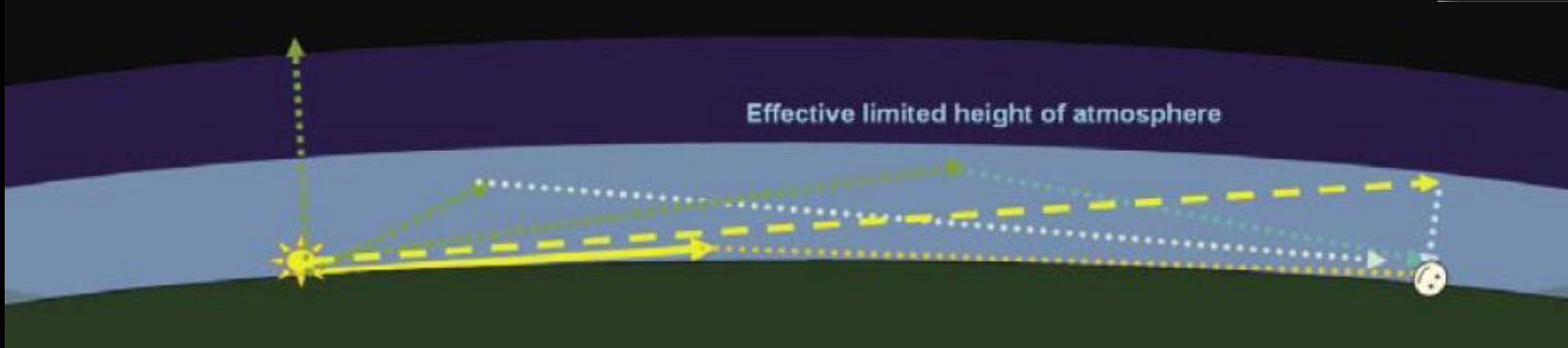
seitlich ausgesendetes Licht vermeiden!

direktes Licht

diffus reflektiert



Cielo Buio



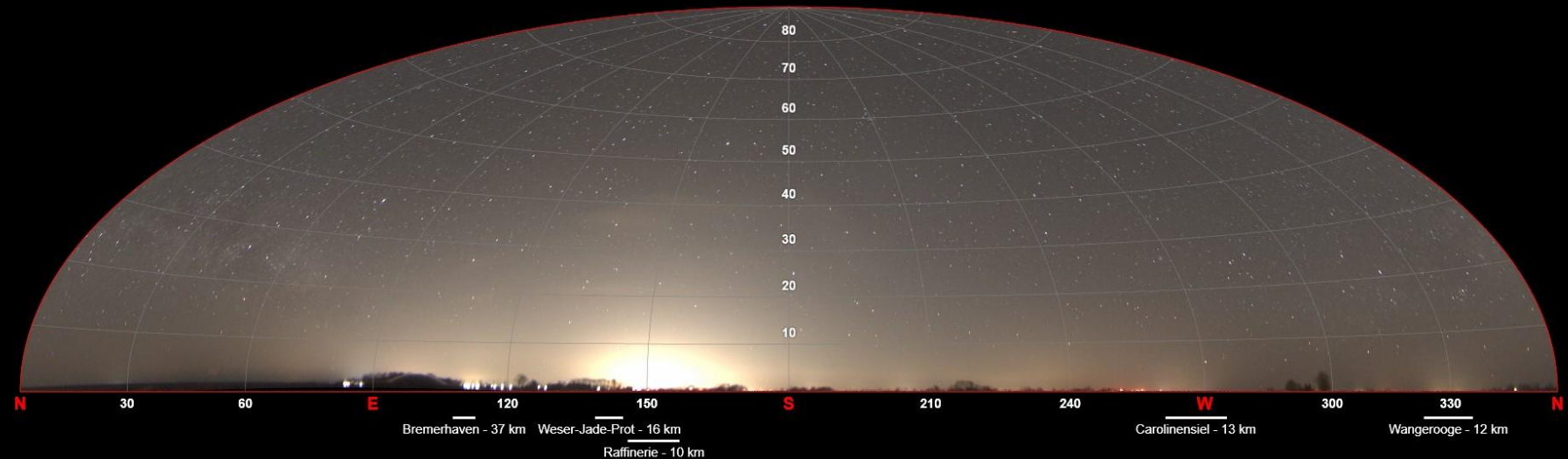
Dark Sky Slovenia

Schilliggroden

WARNING: SATURATED IMAGE - 0,12 %

SQC Sky Quality Camera

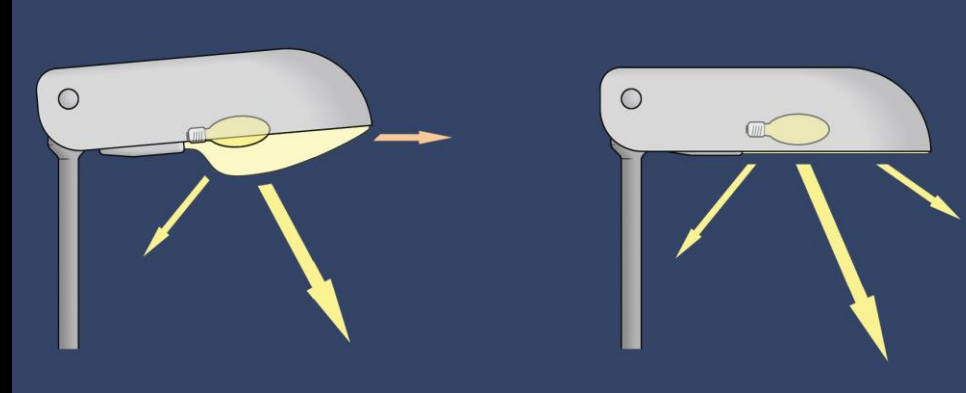
27.3.2020 1:36:15 CamT=1:36:15



Lichtlenkung: abgeschirmte Leuchten einsetzen!



Infolyer Westhavelland



Planglas! Horizontal montiert!

Blendung reduzieren!

ULR 0 %, strenger: Lichtstärkeklasse G6

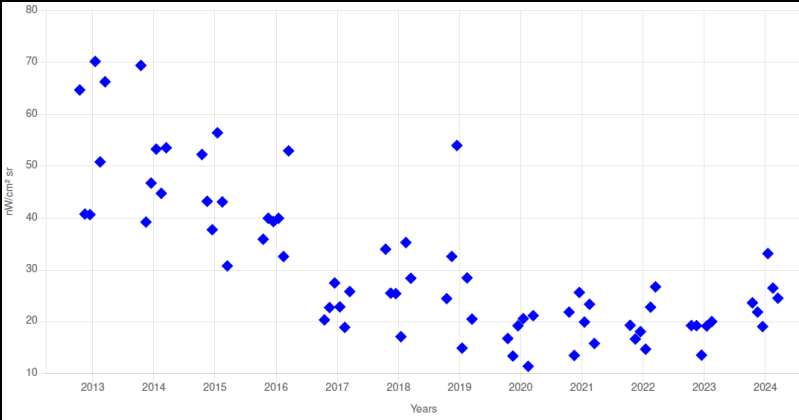


rückwärtiges Licht!



Kontrolle/Messung

- Beleuchtungsstärke
wie genau? (Mittelwert vereinfachtes Verfahren)
- HimmelsHELLIGKEITSMessung
längerem Zeitraum (klare Neumondnächte)
- VIIRS-Satellitendaten (<https://lighttrends.lightpollutionmap.info>)
Änderungen nur in der zweiten Nachthälfte (1-3 Uhr)
- Stromverbrauch: primäre Kenndaten
Sande: 2022: 126 500 kWh – 29400 €
+3 std. Absch. 2023: 96 000 kWh – 20400 €
1 Std. 11 000 kWh - 3000 €
- abgeleitete Kenndaten:
 - Stromverbrauch/Leuchte:
 - Stromverbrauch/Einw.:
 - Kosten:
 - CO₂-Verbrauch (PV nicht nachts!)



Jever

	ohne	mit Reduzierung
Anzahl Leuchten		
Anschlußwert [kW]		
Brenndauer [h]		
jährl. Stromverbrauch [kWh]		

Insekten und LED

Stadtwerke Düsseldorf, Prof. Eisenbeis/Mainz

Innsbruck, Tirol, Dr. Huemer u.a.

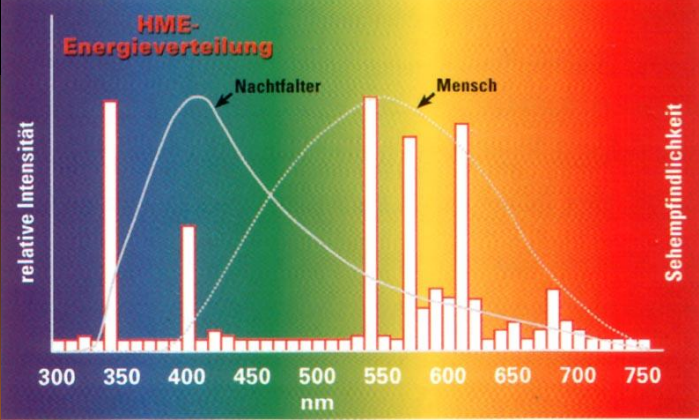
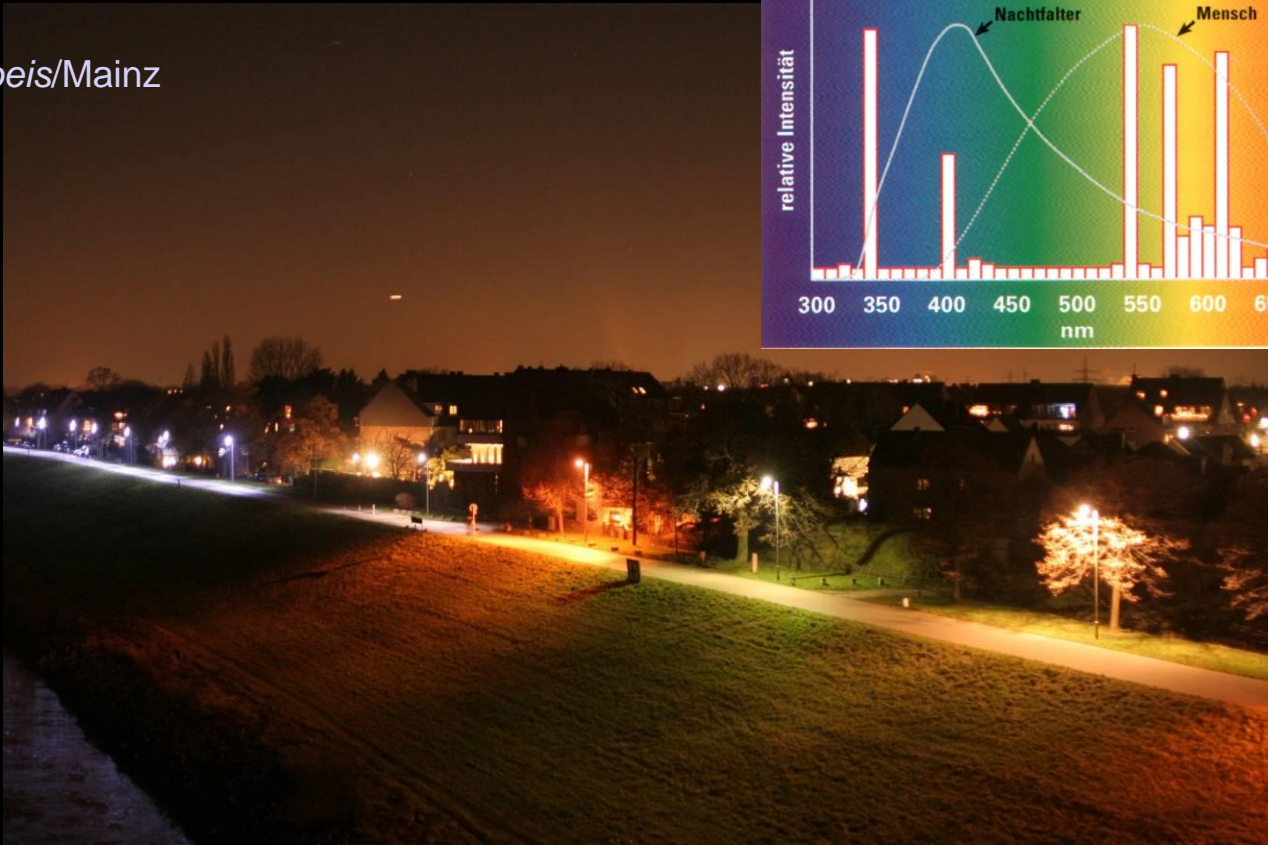
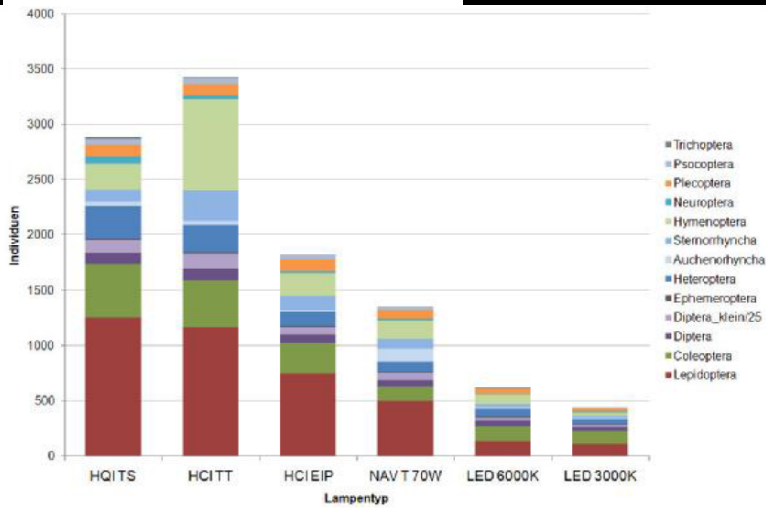
Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten

Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol

von
Mag. Dr. Peter Huemer, Mag. Hannes Kühtreiber, Mag. Dr. Gerhard Tarmann



Innsbruck, Dezember 2010
Kooperationsprojekt
Tiroler Landesumweltanwaltschaft
& Tiroler Landesmuseen Betriebsgesellschaft m.b.H.




Projekt "Straßenbeleuchtung und Umwelt der Landeshauptstadt Düsseldorf"

Abschlussbericht für das

Projekt

Straßenbeleuchtung und Umwelt

Wirkung konventioneller und moderner Straßenbeleuchtungslampen auf das Anflugverhalten von Insekten



von

Gerhard Eisenbeis^{1, 2}

Projektträger:

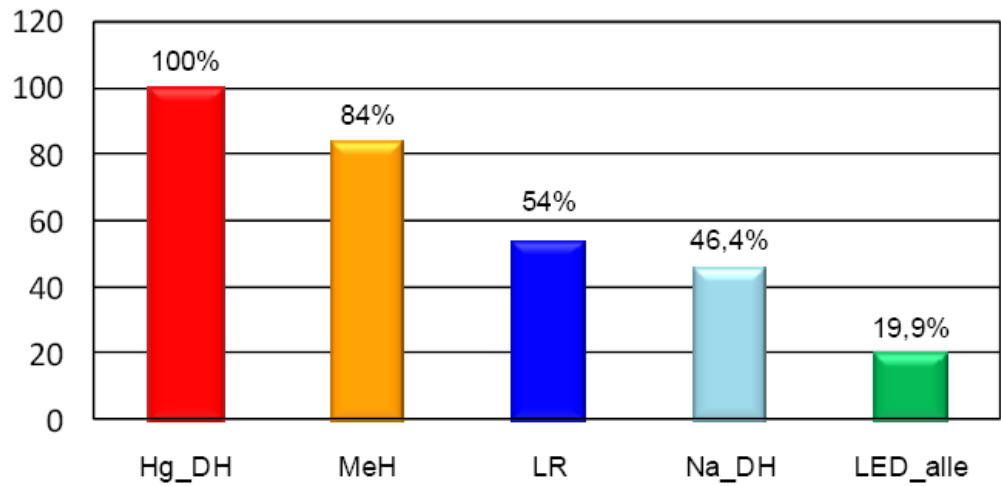
Stadtwerke und Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf

Mainz – Januar 2009

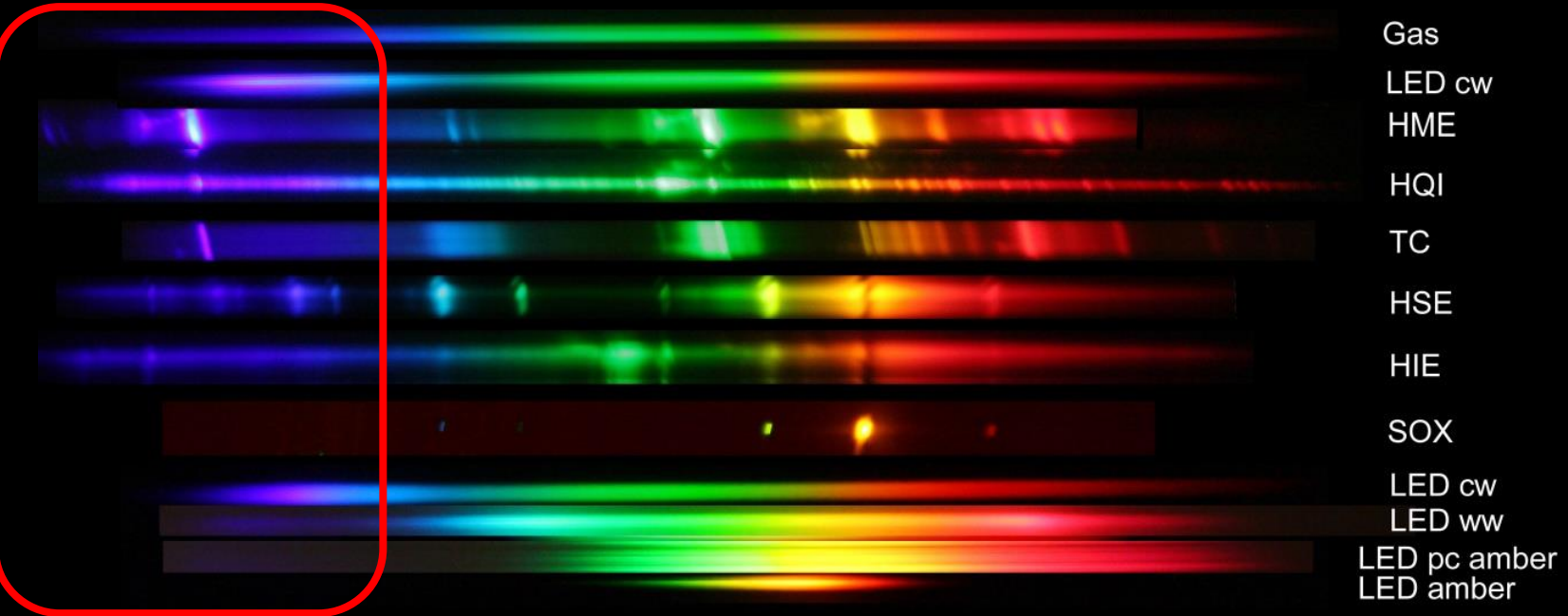
¹ Prof. Dr. Gerhard Eisenbeis, Institut für Zoologie der Jb. Osnabrück-Universität, D-49069 Osnabrück
² MSc-Gewinnung des Chemikers der Landeshauptstadt Düsseldorf vom 16.06.2005

sind LED besser?

- Intensität
- Richtung: nur auf Nutzfläche!
- Spektrum
- Frequenz



Spektrum - Farbtemperatur



warmweiß

neutralweiß

kaltweiß

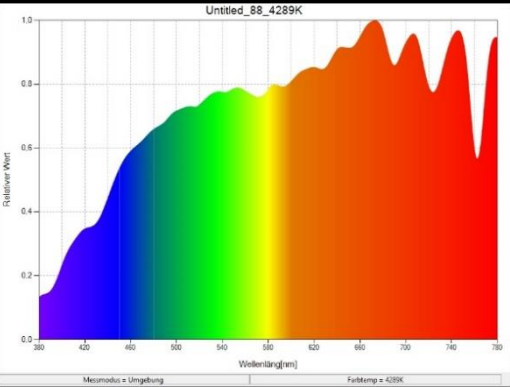


DoE

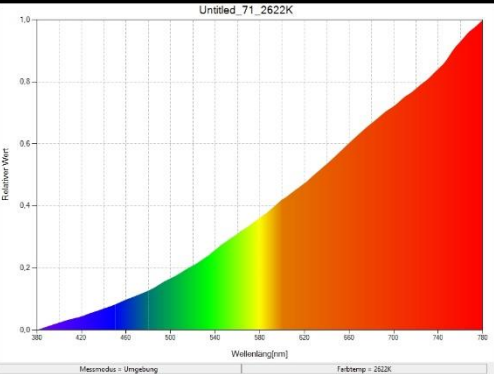


https://www.youtube.com/watch?v=e_JavLZkKx0

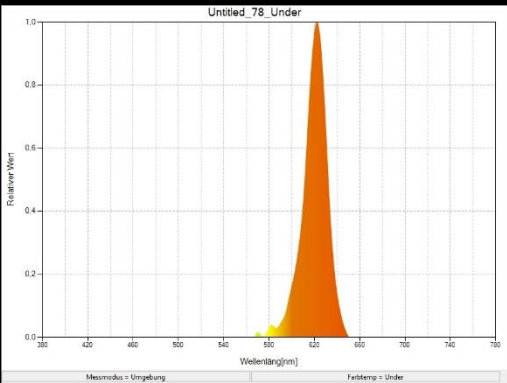
Spektren, wenig Blauanteile!



Sonne 4300 K

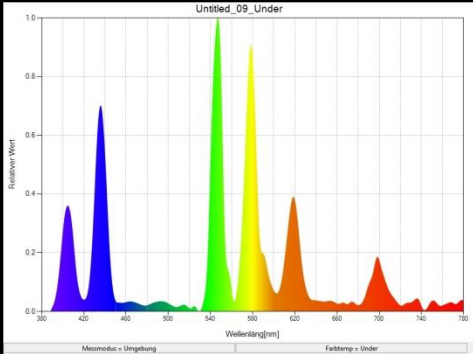


Glühlampe 2630 K

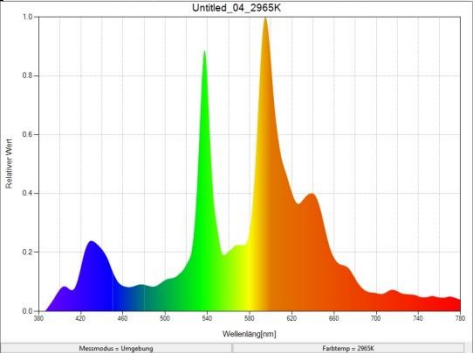


Clear Field

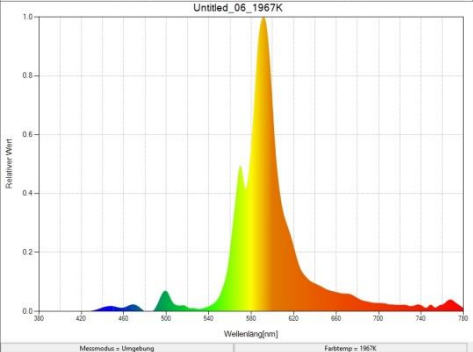
Quecksilberdampf
4200 K



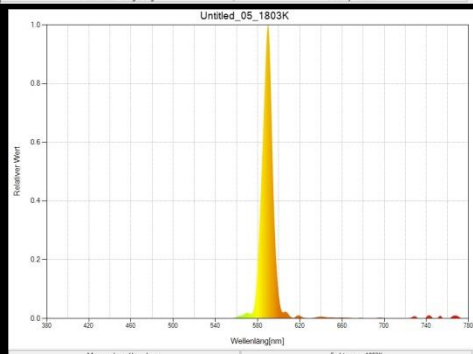
Metallhalogen
3000 K



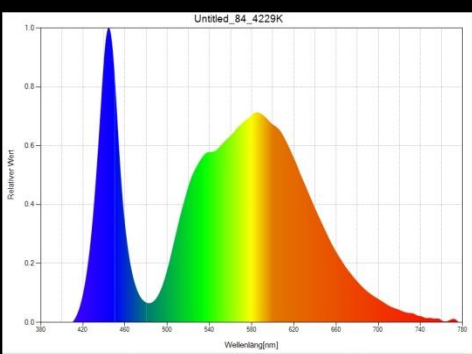
Natriumhochdruck
1960 K



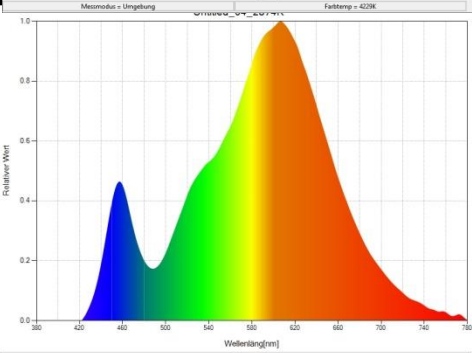
Natriumniederdruck
1800 K



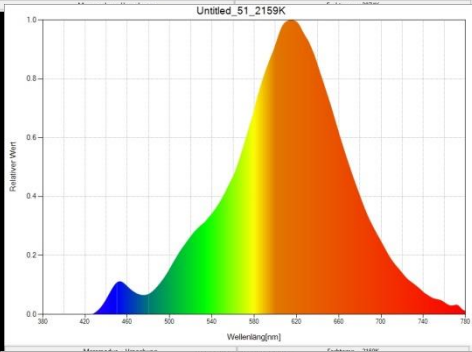
LED



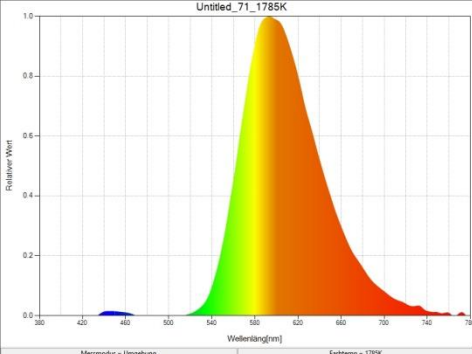
4200 K



3000 K



2200 K

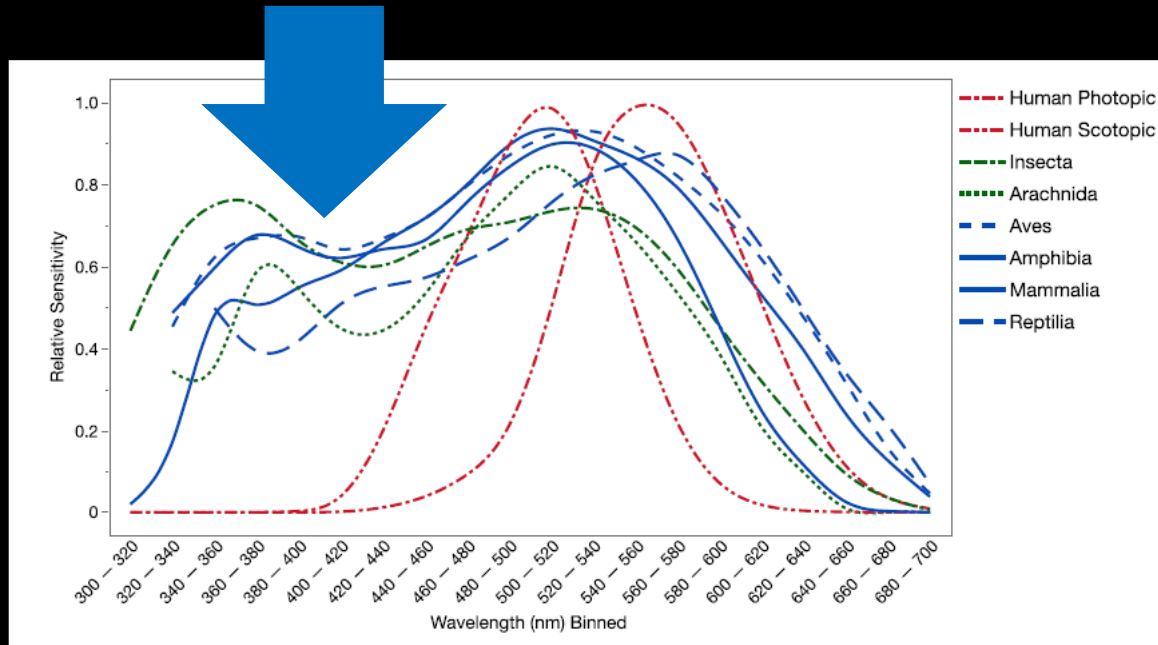


PCAmber

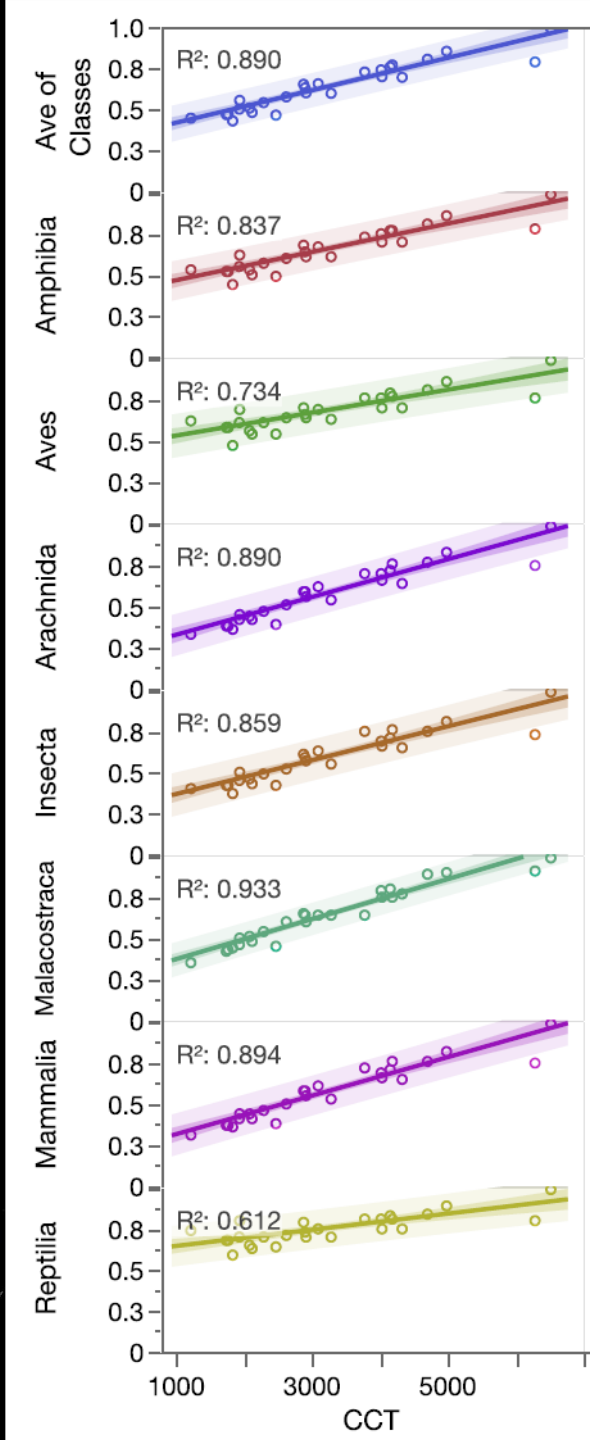
Tiere und LED

Travis Longcore u.a. (2023)

Augenempfindlichkeit von zahlreichen Tierarten



Wikipedia



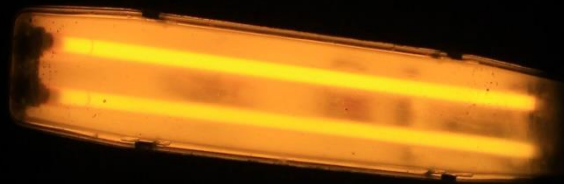
generell: niedrige (warme) Farbtemperatur 2700K

Mensch braucht das blaue Licht nicht

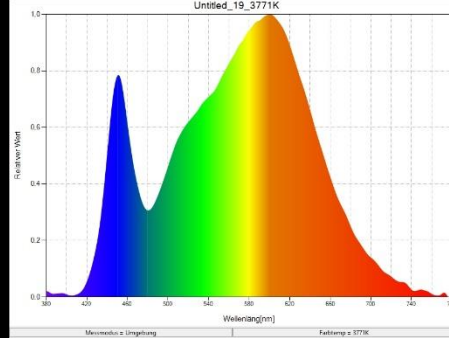
Modifikation Lichtfarbe

Filter: 4000 K -> 2200, 3000 K

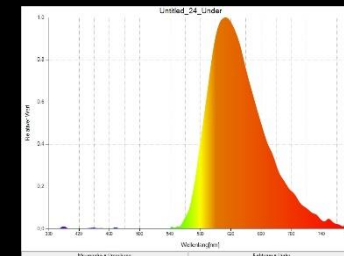
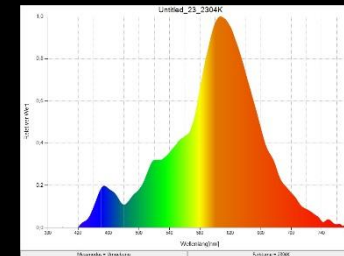
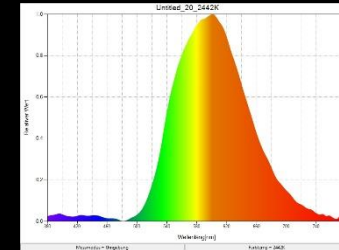
- Acrylglas (PMMA) PLEXIGLAS
 - yellow 1C33, orange 2C04 GT
 - Haltbarkeit
 - kompatibel, Zuschnitt, Einbaukosten
- LEDil Amber
 - kompatibel zu vorhandenen Leuchten?
 - Austauschkosten
- Folie (Rosco, Lee)
 - LEE Zircon (LED): 806 (2450K), 807 (3000 K), 821 (UV)
 - ROSCO Supergel (LED)



Sternwarte HH-Bergedorf

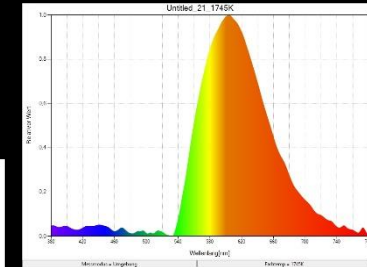


LED 3770K



LEDil®

+ 1C33, 2440K



+ 2C04, 1745K

+ LEE 204, 2459K

+ LEE 135

„Lichtimmissions-Richtlinien“

Messungen der Leuchtdichte:

100 000 – 1 600 000 cd/m²

SSK: >730 cd/m² blendend

Raumaufhellung

< 1 lx in Wohngebieten

für Mensch - aber Natur?



Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung
von Lichtimmissionen
der
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)

Beschluss der LAI vom 13.09.2012

Berichtersteller: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-
Württemberg als Vorsitzland der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft
für Immissionsschutz (LAI)

Stand: 08.10.2012

Insektensterben

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

- 60% der Wirbellosen sind nachtaktiv
- 80% der Schmetterlinge
- wichtige Bestäuber

Eisenbeis & Hänel, 2009: Insektenverlust in Städten



Krefelder Studie Hallmann et al , 2017

Aktionsprogramm Bundesregierung 2018:



**AKTIONSPROGRAMM
INSEKTENSCHUTZ!**

Diese Maßnahmen* helfen Insekten:

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

Foto - mauritius images/imageBROKER/Thomas Götzfried
© BMU

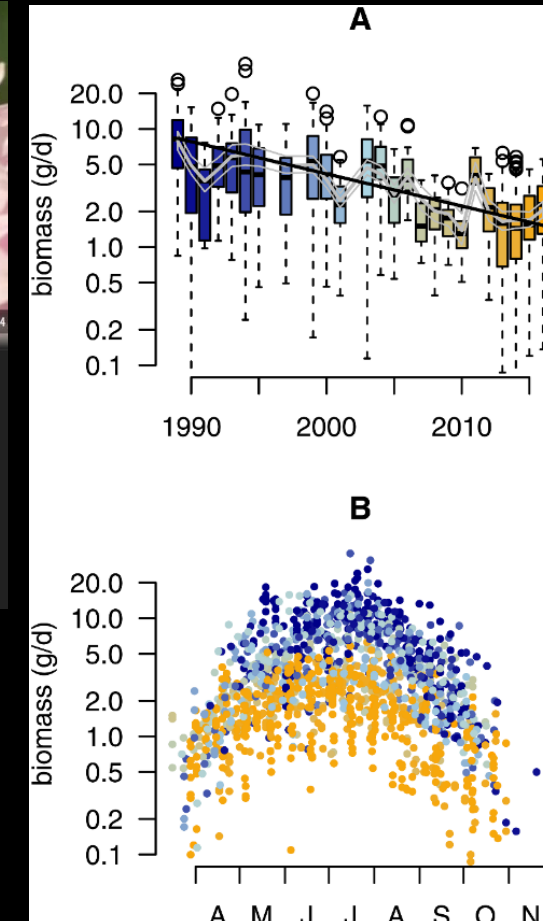
*Auswahl aus den am 20.06.2018 vom Kabinett beschlossenen Eckpunkten.



Insektensterben: Wildbienen und Heuschrecken bedroht

Stand: 03.06.2024 20:36 Uhr

Das niedersächsische Umweltministerium untersucht das Insektensterben. Derzeit werden die Roten Listen überprüft. Ein Abgleich soll zeigen, wie es um Niedersachsens Artenvielfalt heute bestellt ist.



Bund, Bundesnaturschutzgesetz, 24.06.2021, in Kraft seit 1.3.2022:

§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,**

Nach Erlass der Rechtsverordnung

ferner:

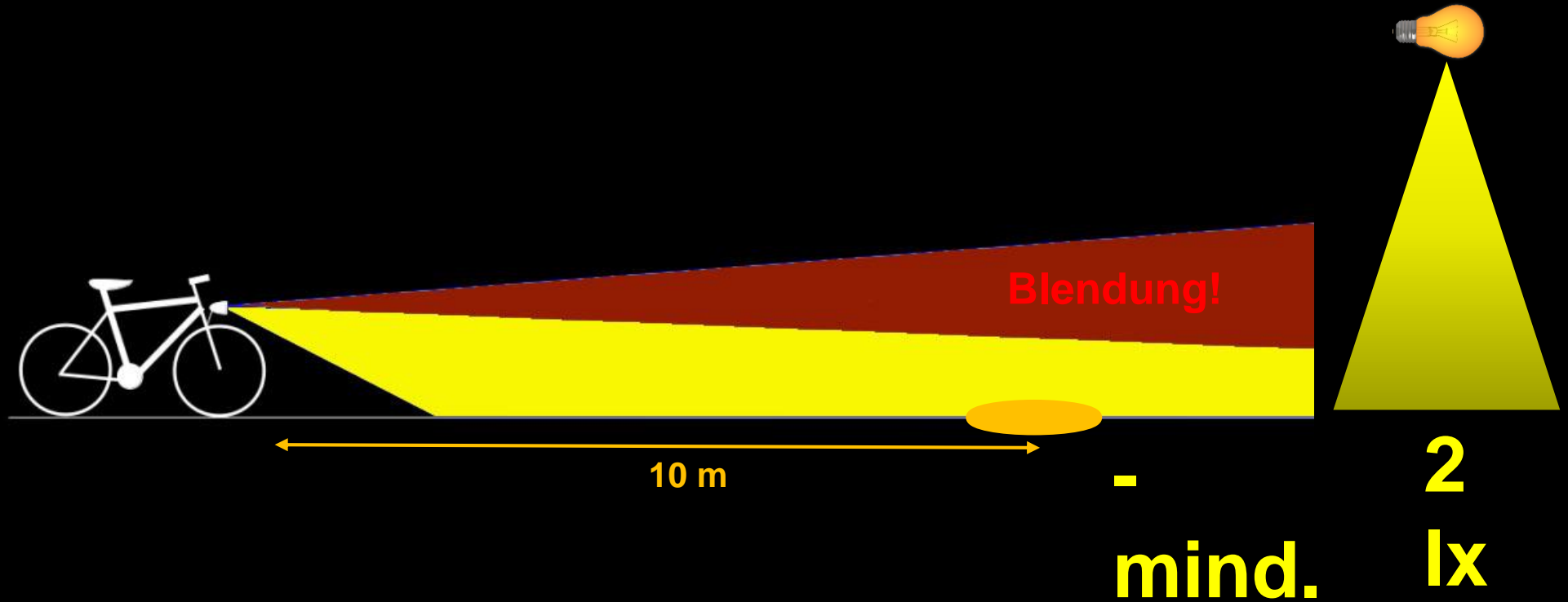
Bayern, Baden-Württemberg, Hessen

Radwege

Radbeleuchtung heller denn je:



6V/2,4 W Glühlampe:	24 lm
Halogenlampe:	48 lm
LED-Lampe:	200 lm



Adaptive Steuerung Radweg Hilter

“Normal”betrieb ca. 15 % gedimmt



6 lx

$$E_m = 3.35 \text{ lx}$$
$$U_0 = E_{\min}/E_m = 0.21$$

0.7 lx

vermutlich durch Vollmond gestört!

Bewegung 100 %



40 lx

$$E_m = 22 \text{ lx}$$
$$U_0 = E_{\min}/E_m = 0.18$$

4 lx

zu hell!

zu viel!

8 lx

6 lx

4 lx

$$E_m = 6 \text{ lx}$$

$$U_0 = E_{\min} / E_m = 0.67$$

Insekten und Licht

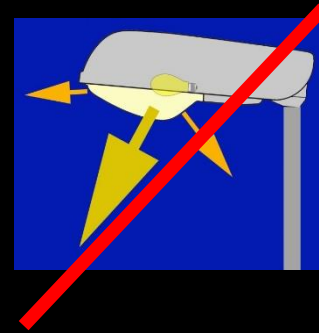
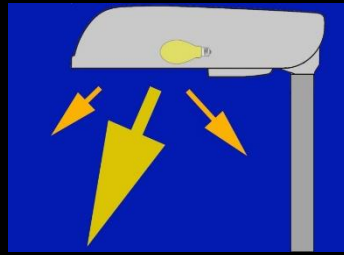
Schanowski & Späth, 1994

- Notwendigkeit
- geringer Lichtstrom
- Leuchten waagrecht montieren
aufgeneigt: 1,5 mal mehr Insekten
- plane Abdeckung

Wannen, Halbkugeln 1,5 – 5 mal mehr Insekten

- niedrige Lichtpunkthöhe (Masten)
doppelte Höhe 1,5 – 2 mal mehr Insekten
- HQL 3x CFL
- HQL 4x NAV: geringe Blauanteile!
- **gilt natürlich auch für LED!**

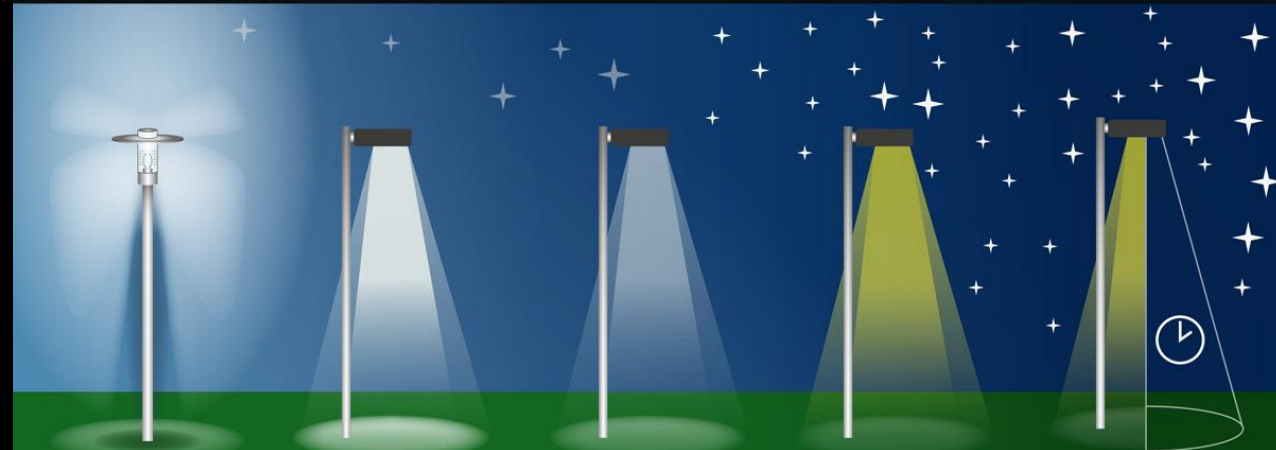
und 30 Jahre später?



<https://www.ilnbuehl.de/app/download/5817695240/%C3%9Cberbelichtet.pdf>

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

