

Verlust der Nacht

Schattenseiten künstlicher Außenbeleuchtung

ThEGA, Weimar 18.04.2016

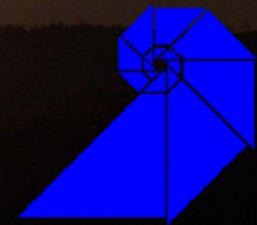


Fachgruppe DARK SKY der VdS
Kommission Lichtverschmutzung AG



Andreas Hänel

Planetarium, Museum am Schölerberg, Osnabrück





Observatorium Hoher List
Universität Bonn - 1986

Planetarium Osnabrück
Museum am Schölerberg

Kooperation
Verlust der Nacht
Lost of the Night Network



Astronomie in Thüringen

1790 Seeberg-Sternwarte in Gotha

1. europ. Astronomenkongress



1960: grösste Sternwarte in D:

Landessternwarte Tautenburg



Astronomen als erste betroffen!

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 Aufhellungen



Mondlicht
Leuchtdichte
0,005 - 0,03 cd/m²



Polarlichter 0,0001 cd/m²

Giftgasalarm?

Airglow



Zodiakallicht



Sternenlicht



natürlich dunkler Himmel: $21.7^m/\text{arcsec}^2 = 0.0002 \text{ cd/m}^2$

Formen der Lichtverschmutzung

- **direkte Blendung** durch Lichtquelle
- **Lichterglocke/-smog:**
indirektes an den Himmel gestreutes Licht

**Verschmutzung des
natürlichen Lichts
durch künstliches Licht**



Helligkeiten (Leuchtdichten)

weiter Bereich!



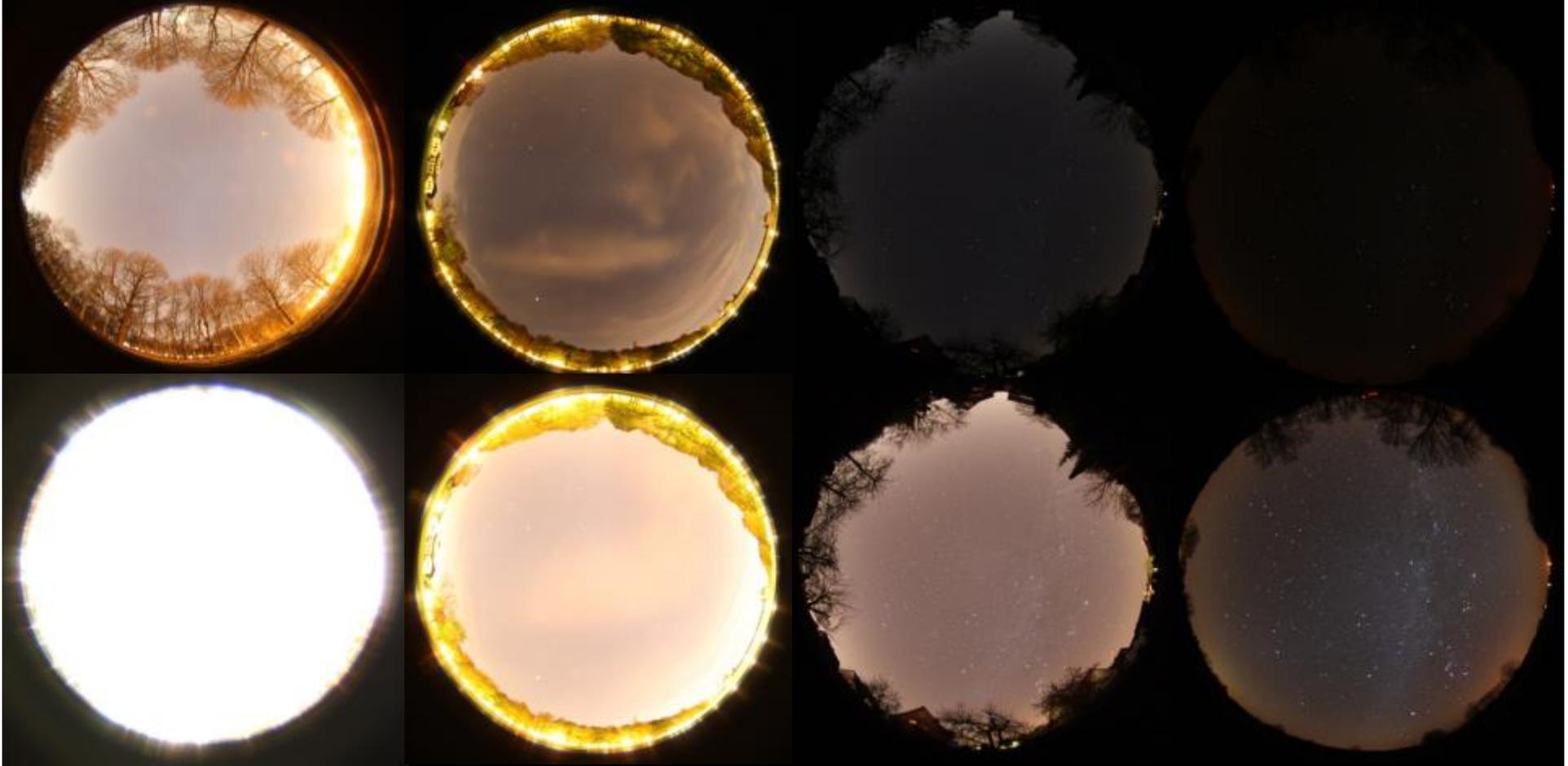
Werbetafeln
500 cd/m²

Straßenbeleuchtung: 0.5 - 1 cd/m²



Nachthimmel: 0.000 4 cd/m²

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



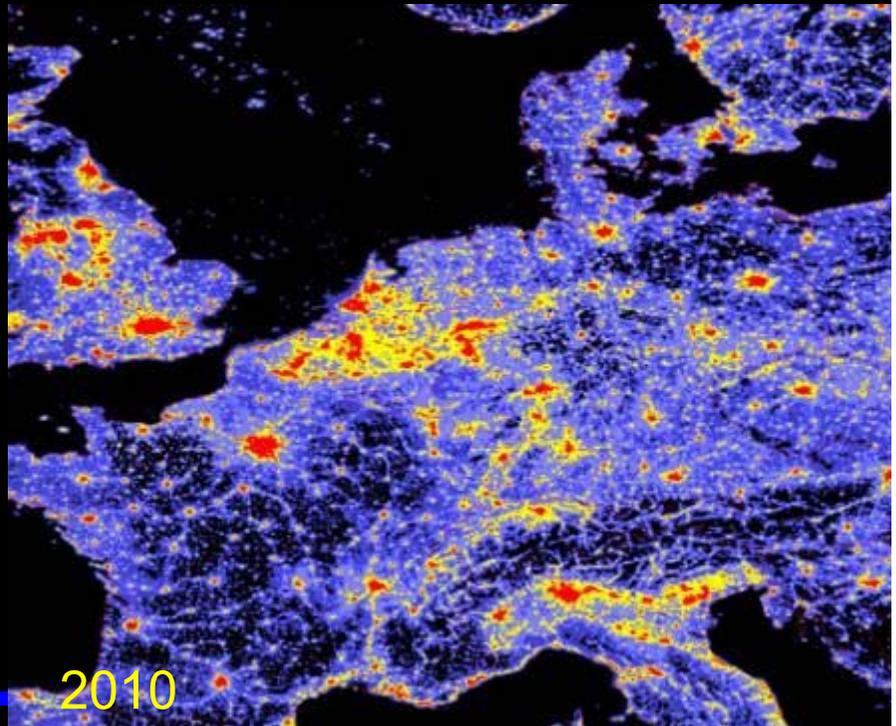
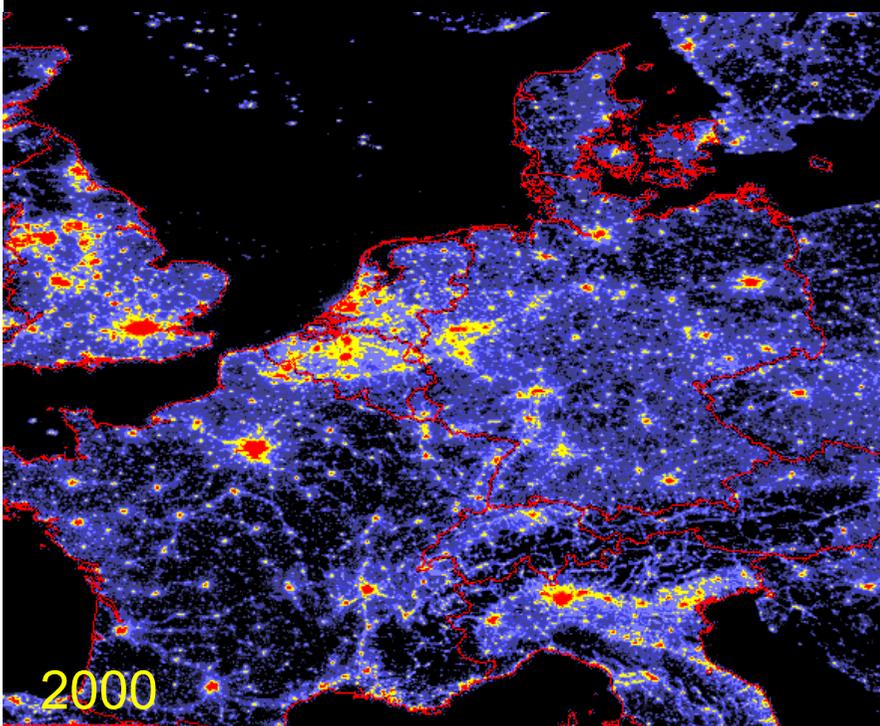
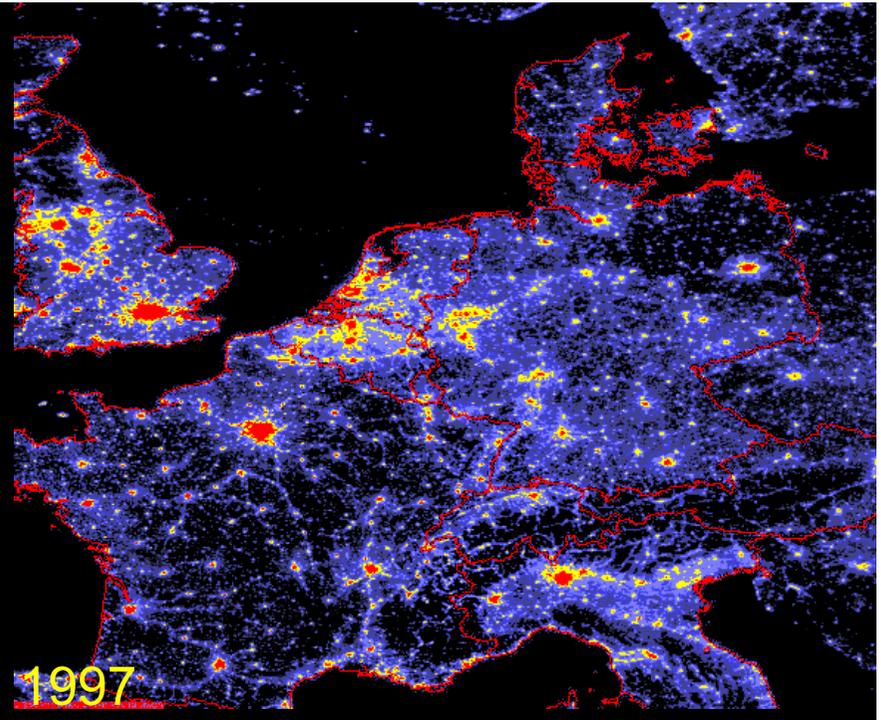
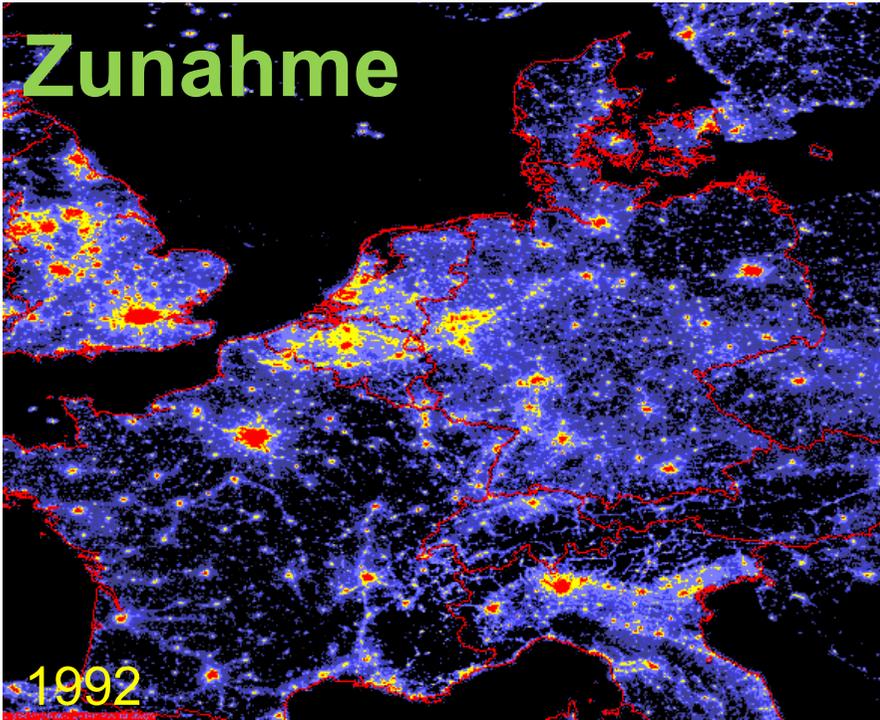
Berlin
18.2^m/arcsec²
5.7 mcd/m²

Bonn
19.2^m/arcsec²
2.3 mcd/m²

Osnabrück
20.6^m/arcsec²
0.6 mcd/m²

Westhavelland
21.4^m/arcsec²
0.3 mcd/m²

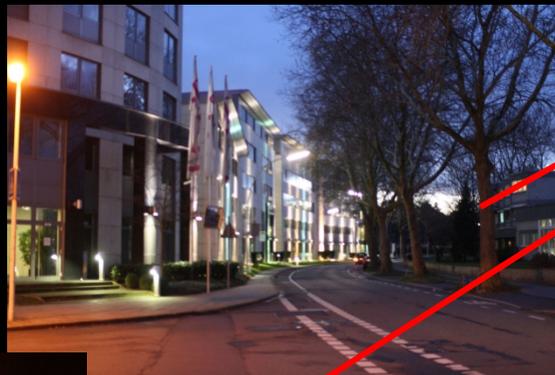
Zunahme



Nachtlandschaften



Anstrahlungen



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

ISS

-> keine Bodenstrahler!

Lichtlenkung: Ineffiziente Beleuchtung



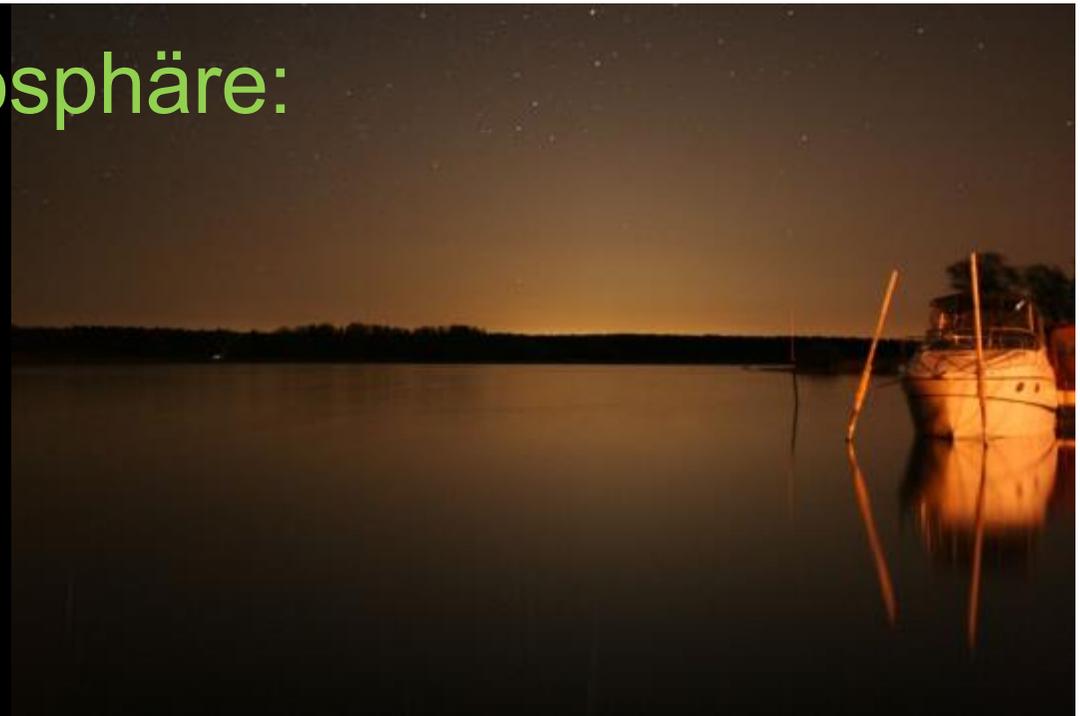
**Streuung in der Atmosphäre:
Lichtmog
extreme Reichweite**

Lichtglocke von Berlin
aus 65 km

Hohennauener See

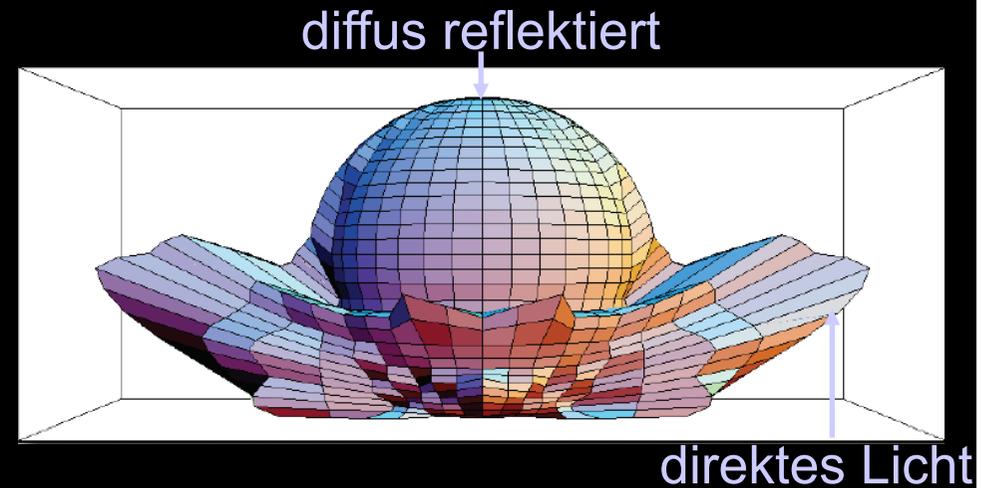
aus 80 km

Herzberger TT

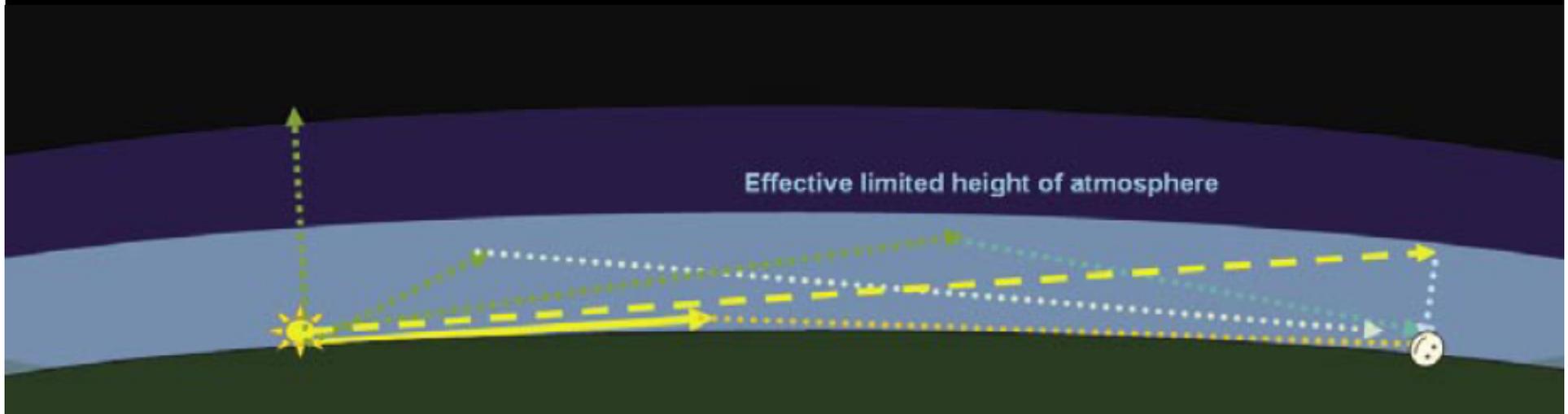


Lichtlenkung

- verschiedene Modelle



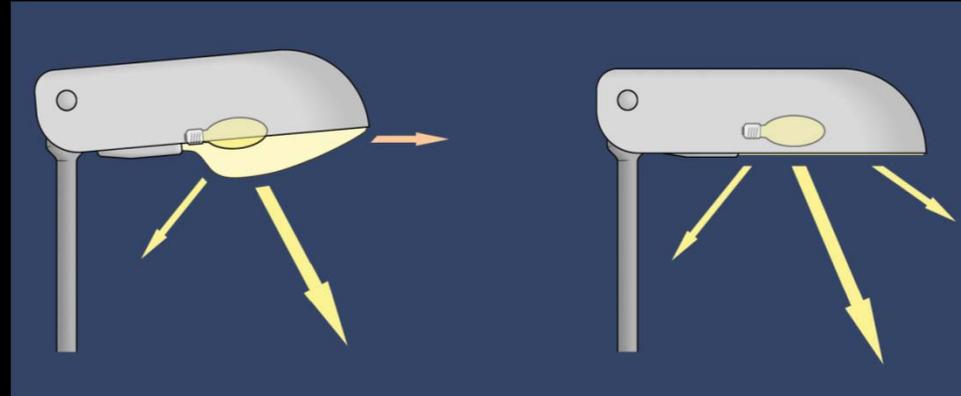
seitlich ausgesendetes Licht vermeiden!



Lichtlenkung: abgeschirmte Leuchten einsetzen!



Infolyer Westhavelland



Planglas!

Horizontal montiert!

ULR 0 %, strenger: Lichtstärkeklasse G6



Insekten im Licht



Einfluß auf nachtaktive Insekten



Motten



Mücken

Lichtquellen ziehen Insekten an



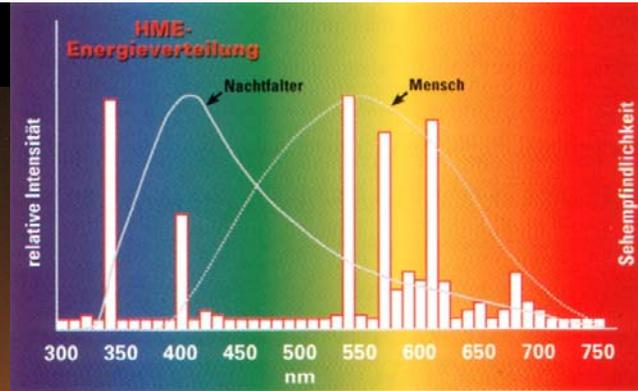
Glühwürmchen

1200 Millionen Insekten/Sommernacht +

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 Kührtreiber, Mag. Dr. Gerhard Tarmann



- sind LED besser?
- Intensität
 - Richtung
 - Spektrum
 - Frequenz

Abschlussbericht für das
Projekt
Straßenbeleuchtung und Umwelt
Wirkung konventioneller und moderner
Straßenbeleuchtungslampen auf das Anflugverhalten von
Insekten

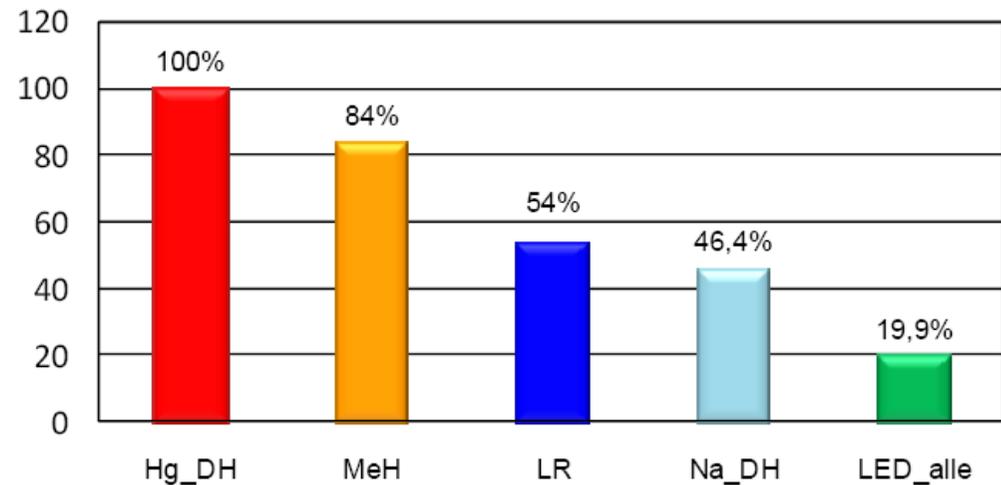
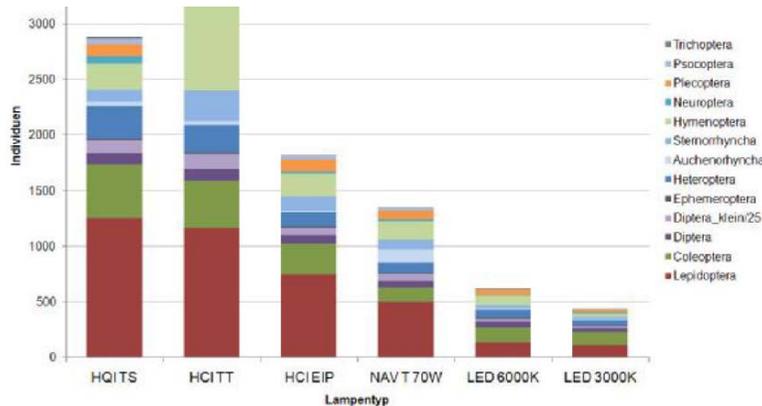


von
Gerhard Eisenbeis^{1,2}

Projektträger:
Stadtwerke und Umweltamt der
Landeshauptstadt Düsseldorf

Mainz – Januar 2009

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



Fledermäuse

- Vorteile durch Lampen
- meiden Einfluglöcher an beleuchteten Gebäuden
- Zerschneidung Flugwege



Vögel: Posttower Bonn

besonders energiesparendes
Gebäude (keine Klimaanlage)

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

*Winter- , Sommergoldhähnchen
Rotkehlchen*

bekannt von Wolkenkratzern in
USA, Kanada (FLAP)

Mond



Vögel: Bayer-Kreuz Leverkusen

seit 1933/1958

1712 40 W- Glühlampen/5 W LED, 51 m Durchmesser

Untersuchung *Hermann Brombach*, NABU Leverkusen

1964-1979 **28,5 tote Vögel/Jahr**

Seit 1980 Abschalten Sept. und April (Vogelzug) 22 - 4 Uhr

1983-1999 **1,8 tote Vögel/Jahr**

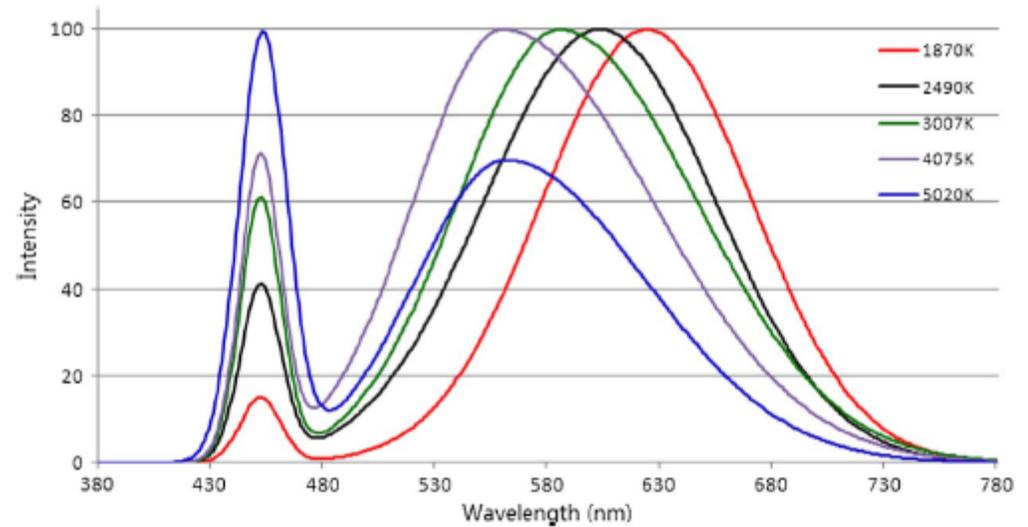
Einzeluntersuchungen

-> Forschungsbedarf!



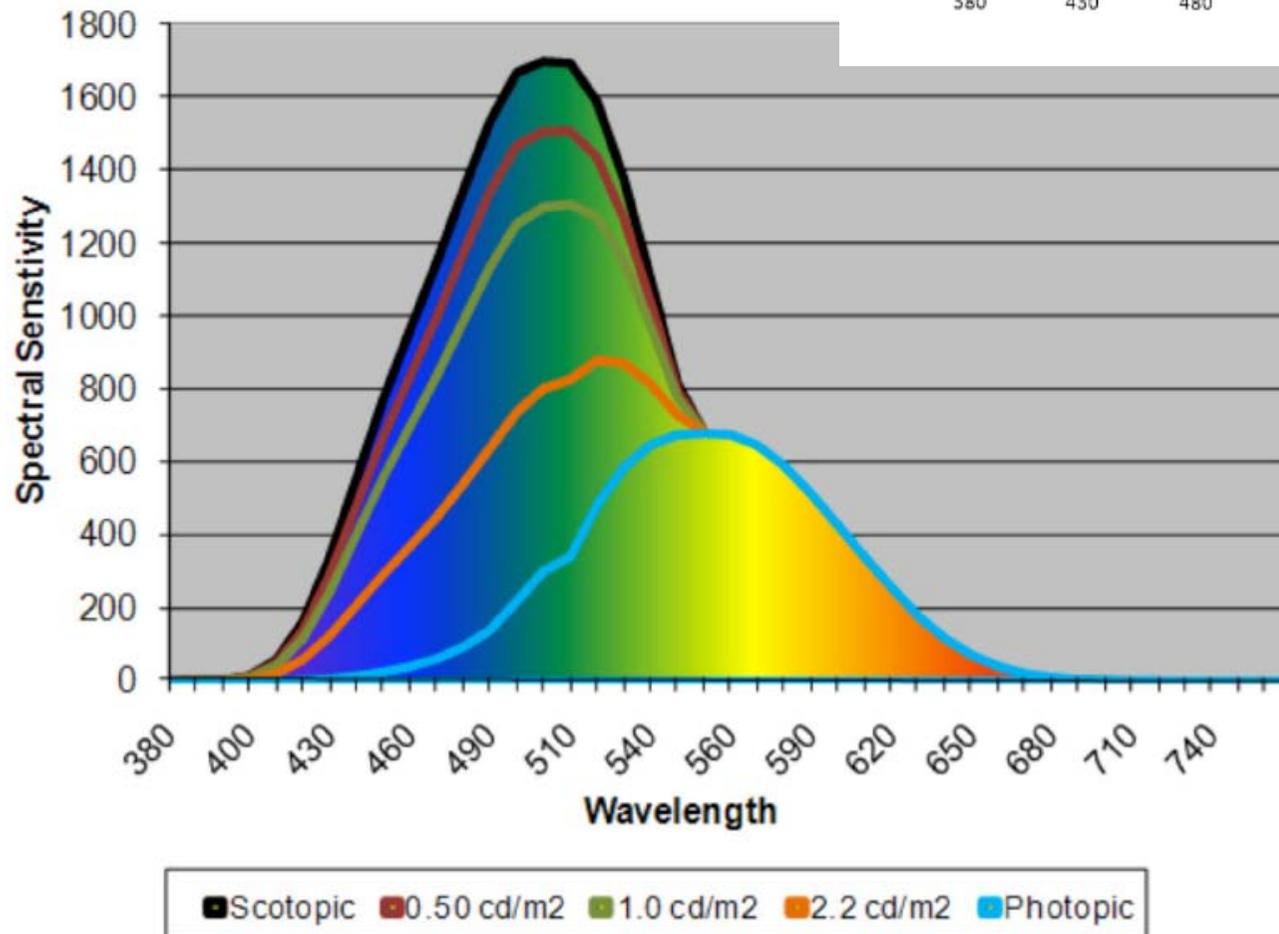
Mensch und Sehen

Purkinje-Effekt



DOE

Spectral Sensitivity



Stäbchen
 skotopisch
 empfindlich
 schwarz-weiß

Zapfen
 photopisch
 unempfindlich
 Farben

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**



Gelbes Licht – gewöhnt von Natriumdampf

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

Physiologische Blendung (disability glare)



Strahlenschutzkommission
Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 05 02
D-53045 Bonn
http://www.ssk.de

**Blendung durch natürliche und neue künstliche
Lichtquellen und ihre Gefahren**

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

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.



Photobiologische Sicherheit
von Licht emittierenden Dioden (LED)

L. Udovičić, F. Mainusch, M. Janßen, D. Nowack, G. Ott

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



Effets sanitaires
des systèmes
d'éclairage utilisant
des diodes
électroluminescentes
(LED)

Avis de l'Institut
Rapport d'expertise collective



baua:
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin

Blue light hazard

Demo-LEDs!

730 cd/m² Blendung

34 000 000 cd/m² Hochleistungs-LED

Physiologische Blendung

Streuung im Auge (Coppens et al. 2005)

Trübung -> Blendung

- gering für gelb
- stark für blau und rot

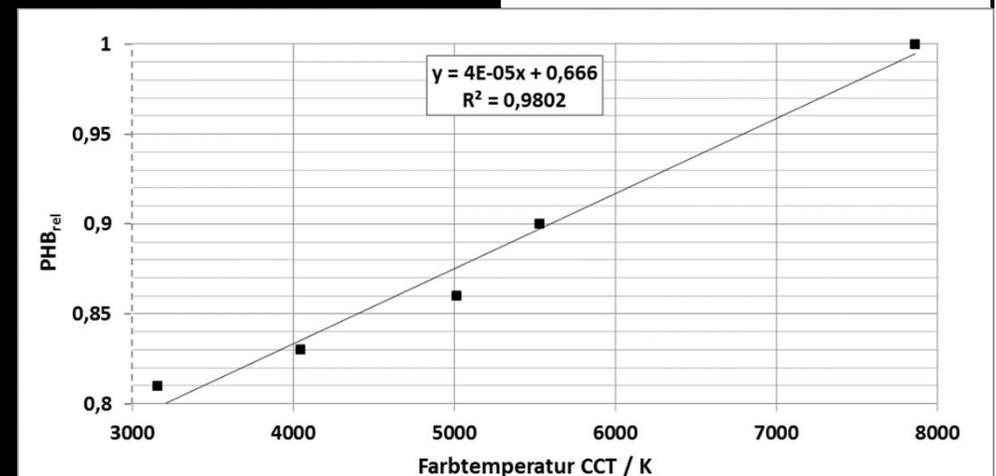
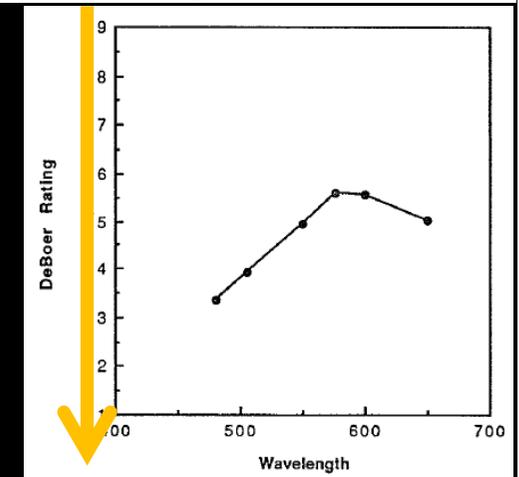
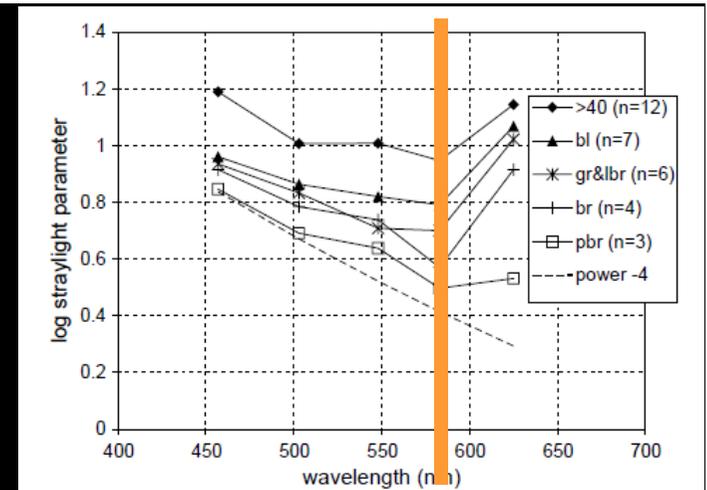
psychologische Blendung

(Flanagan et al., 1989, Lin u.a., 2014)

- gering für gelb/orange

Blendung geringer
mit niedriger Farbtemperatur!

(Zydeck, 2015)



Lichtfarbe: Mensch und Sehen

skotopisch (Stäbchen)

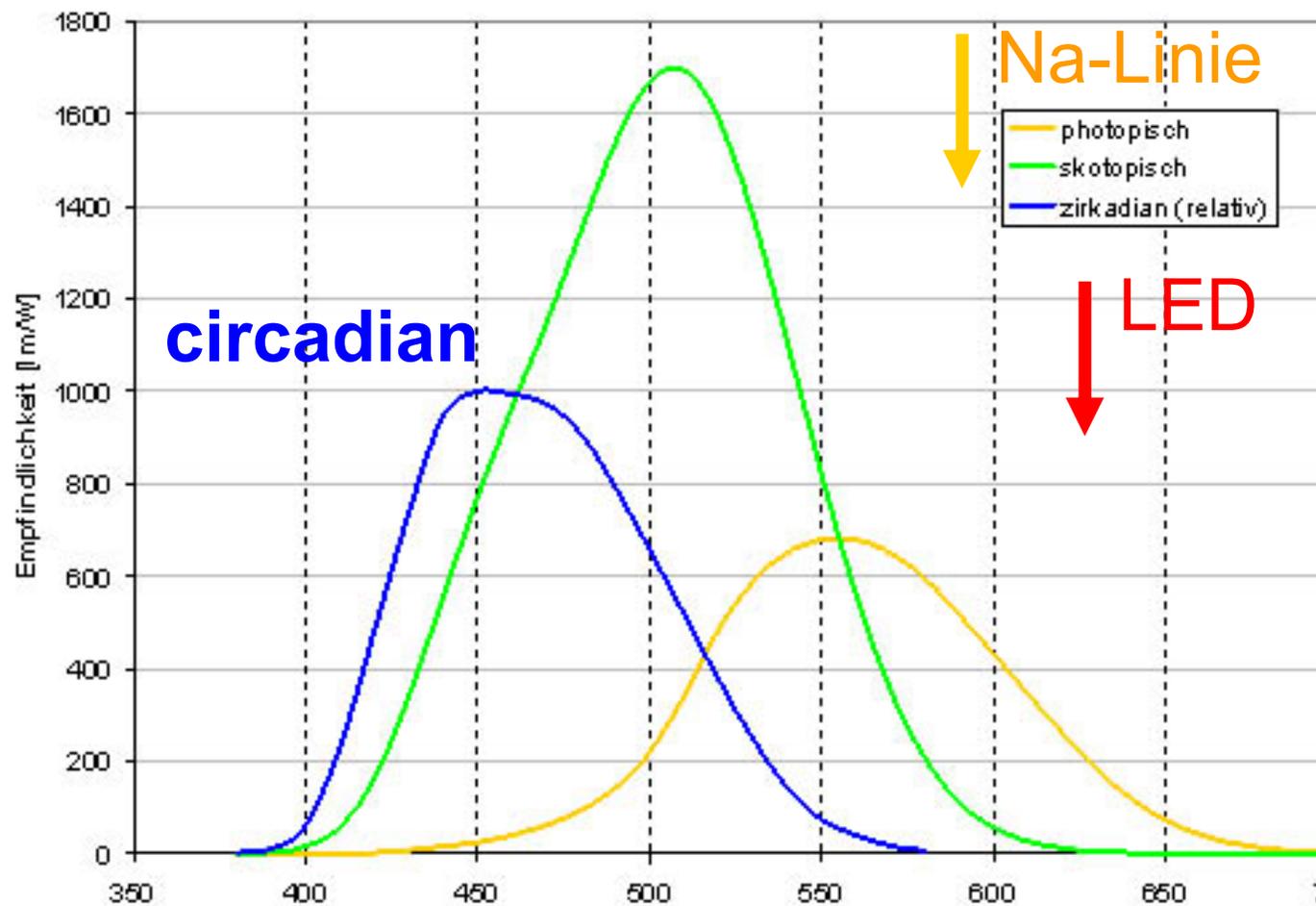
$10^{-6} \dots 0,01 \text{ cd/m}^2$

mesopisch

Mond

photopisch (Zapfen)

$3 \dots 10^4 \text{ cd/m}^2$



circadian

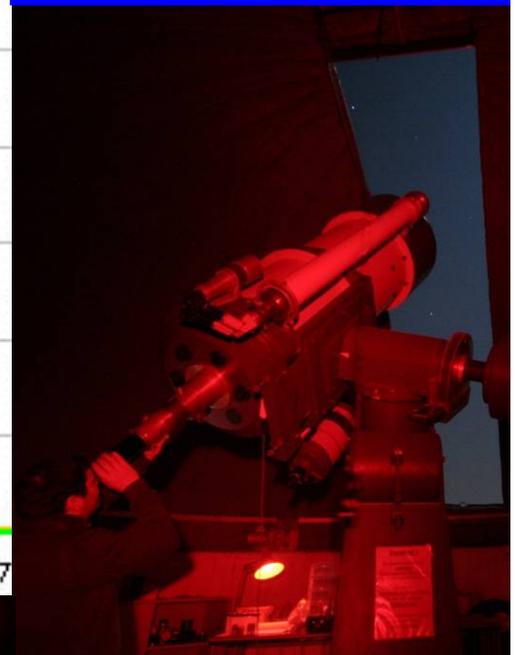
Na-Linie

photopisch
skotopisch
zirkadian (relativ)

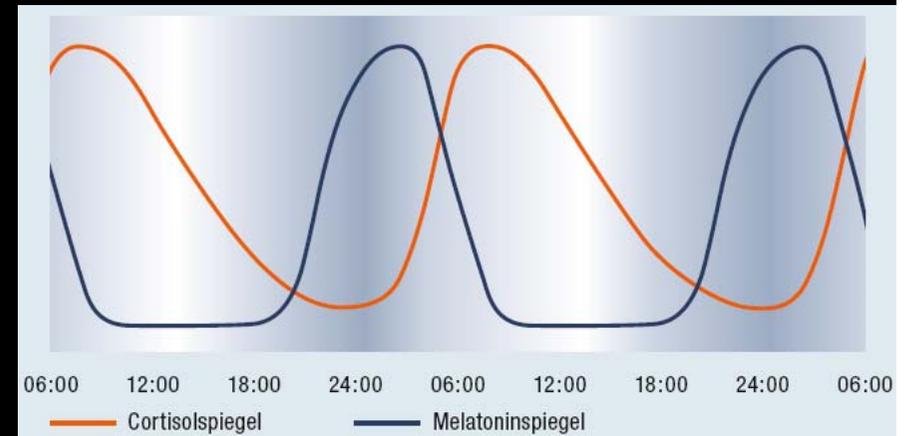
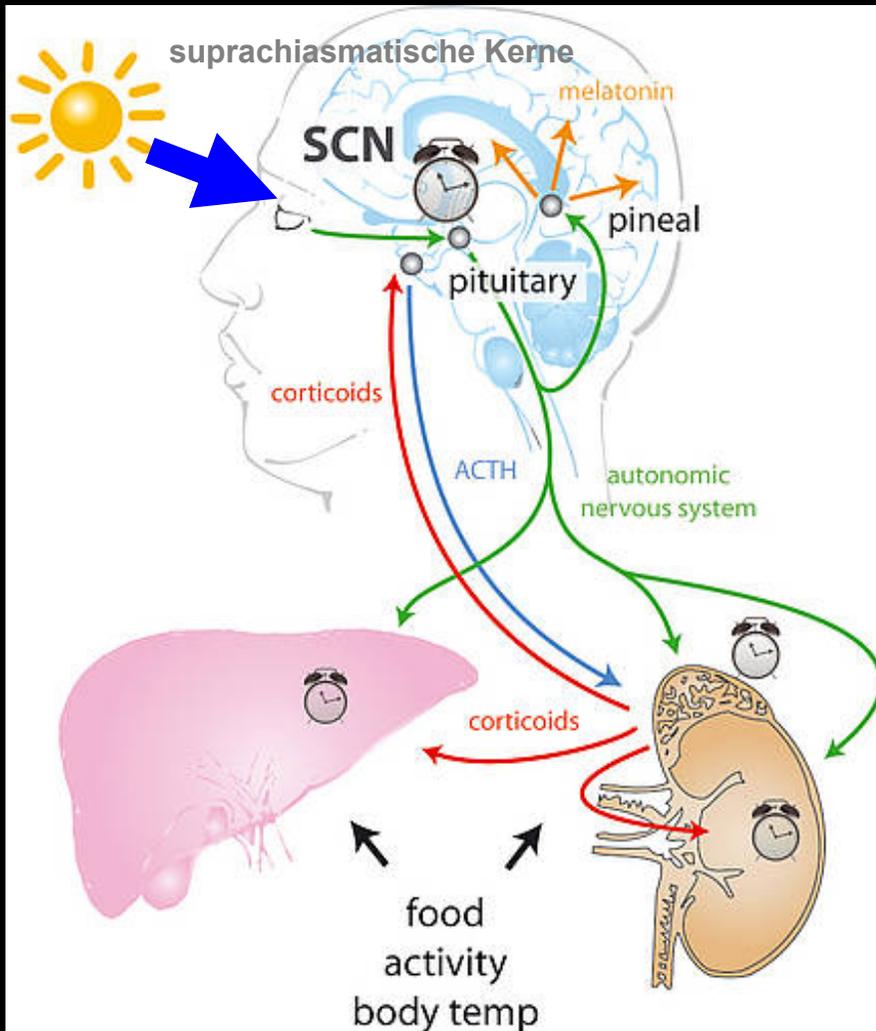
LED

**rotes/gelbes
Licht:**

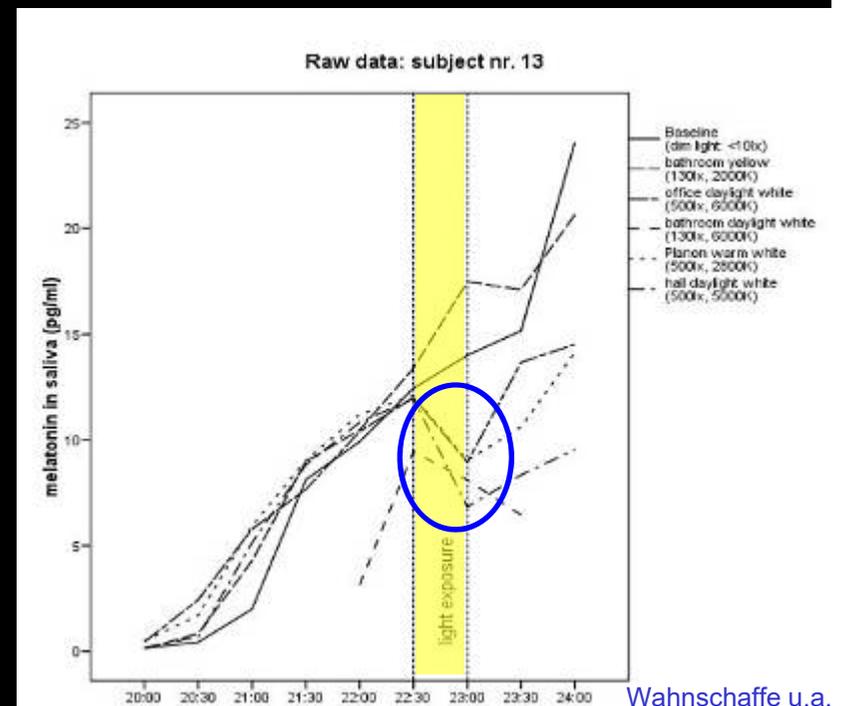
Erhalt der
Dunkeladaption



Steuerung des circadianen Rhythmus

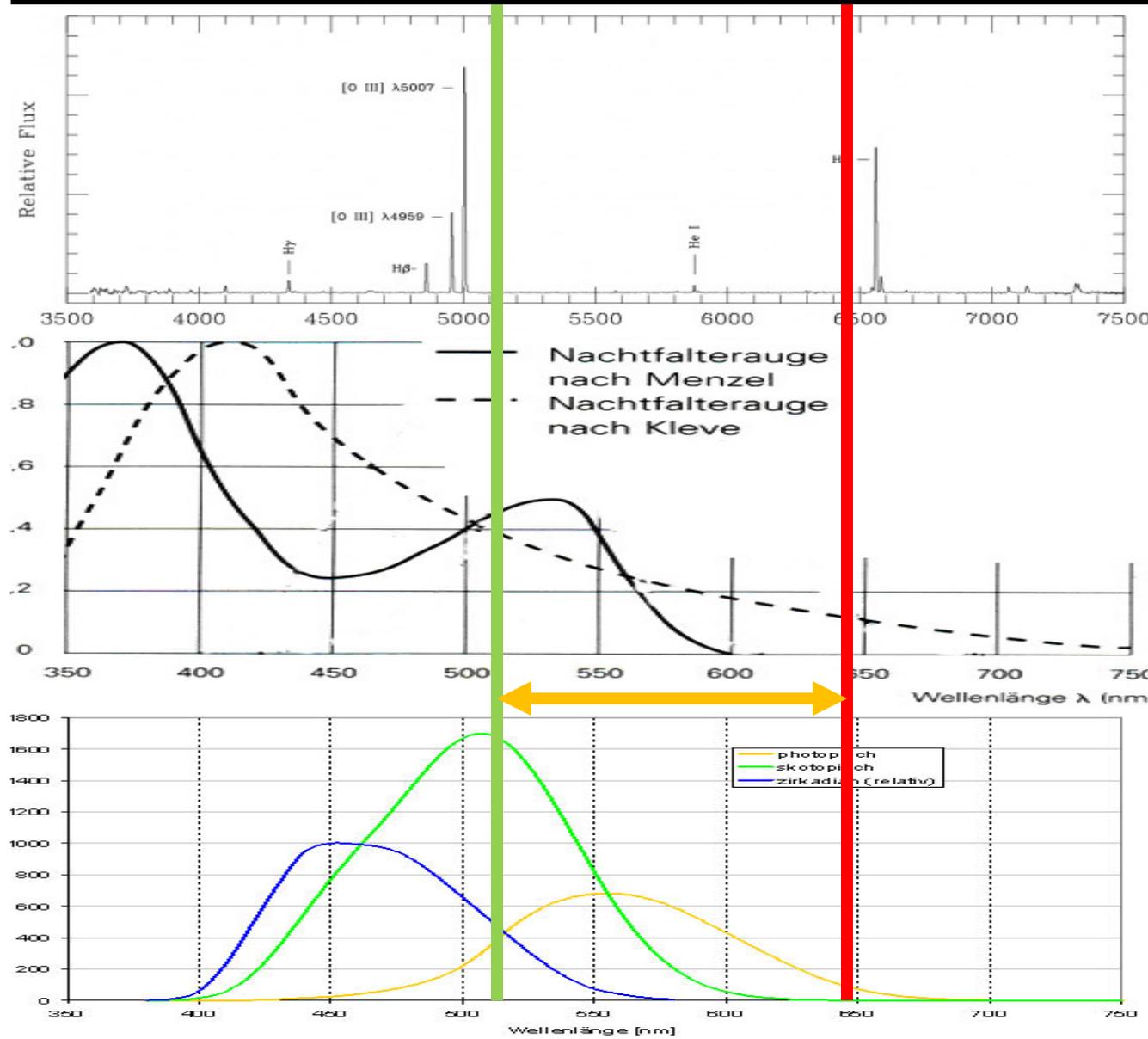


Blaues Licht (wieviel?) nachts
unterdrückt Melatoninproduktion



Wahnschaffe u.a.

Lichtfarbe: was ist am besten?



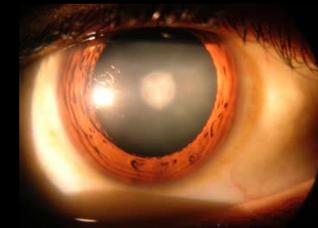
Astronomie



Nachtfalter



Mensch



grün-gelb



Farbtemperatur LED China

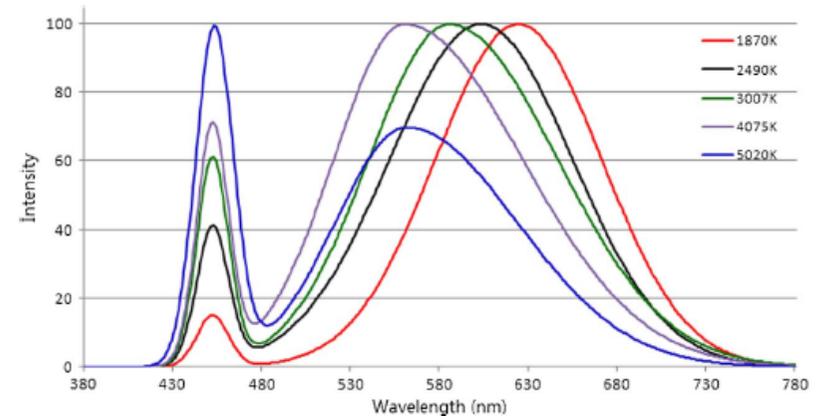
IEEE Photonics Journal Lighting Performance of LED Street Lights

Research on the Lighting Performance of LED Street Lights With Different Color Temperatures

Huaizhou Jin, Shangzhong Jin, Liang Chen, Songyuan Cen, and Kun Yuan

Engineering Research Center of Metrological Technology and Instrument, Ministry of Education, China Jiliang University, Hangzhou 310018, China

DOI: 10.1109/JPHOT.2015.2497578



- CCT: 1870, 2500, 3000, 4000, 5000 K
- Farbkorrekturen vernachlässigbar
- Dunkeladaption: besser mit niedrigem CCT
- Farberkennen: gut oberhalb =>3000 K
- Transmission Nebel/Dunst: maximal für 1870 K
- Lichtglocke: am kleinsten für niedrige Temperaturen

Folgerung: 3000 K ist bester Kompromiss!

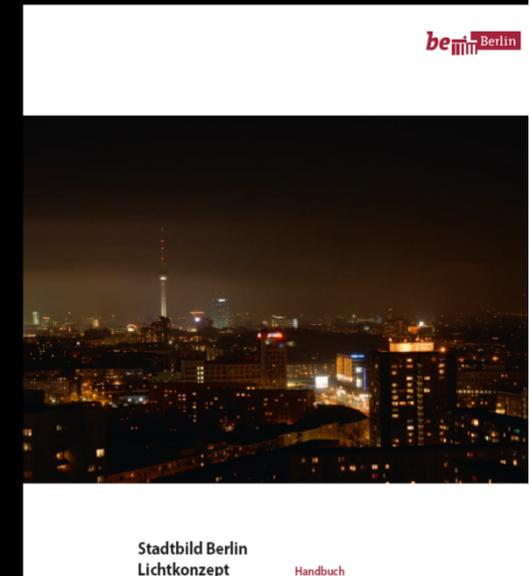
Lichtmenge

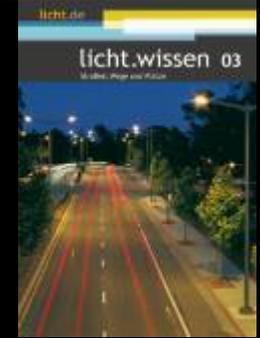
DIN/EN 13201

- ist kein Gesetz!
- keine Kommune wurde wegen Nichteinhaltung verklagt
- in kaum einer Kommune eingehalten
- Modernisierungen:
Lichtniveau beibehalten <-> DIN/EN gerecht?

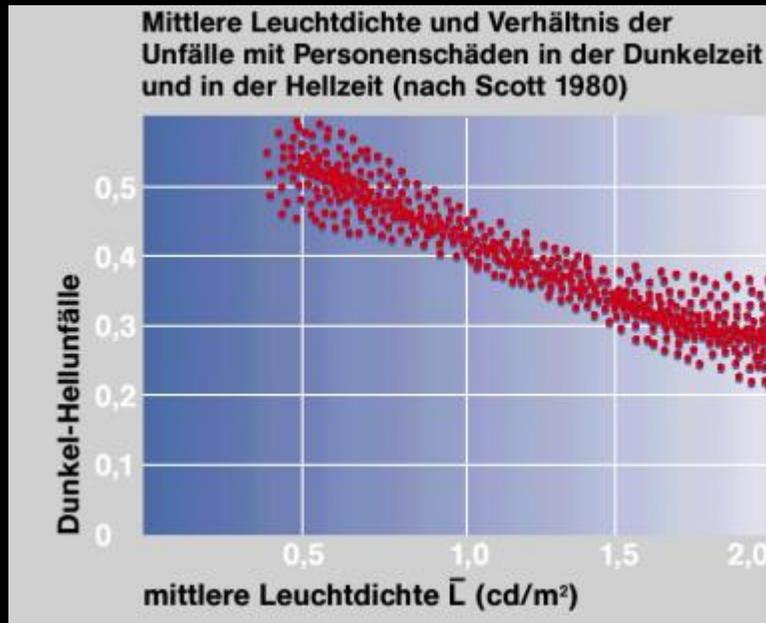
- **Berlin beleuchtet unter DIN/EN 13201!**

- Beleuchtungsstärke 2 – 12 lx
- Farbtemperatur 2700 – 3200 K
- Anstrahlungen < 24:00 h





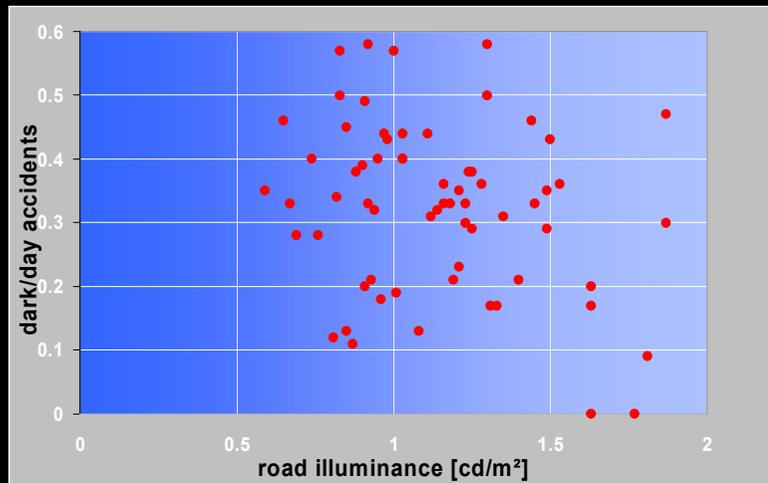
Verkehrssicherheit?



Fördergemeinschaft Gutes Licht:

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

Nacht-/Tag-Unfälle 50% -> 30%



Hargroves & Scott, 1979:

Measurements of road lighting
and accidents - the results

Public lighting, Dec. 1979, 213-221

ESS
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!



Leuchtdauer reduzieren

Preußisch-Oldendorf: ausschalten 0 - 6 Uhr



1390 von 1662 Lichtpunkten ausgeschaltet: -86%

342 -> 202 MWh/a: -40%

sky bkg: 20.68 -> 21.00 mag/arcsec²: -43%



Sternheller Himmel in Sterneparks in D

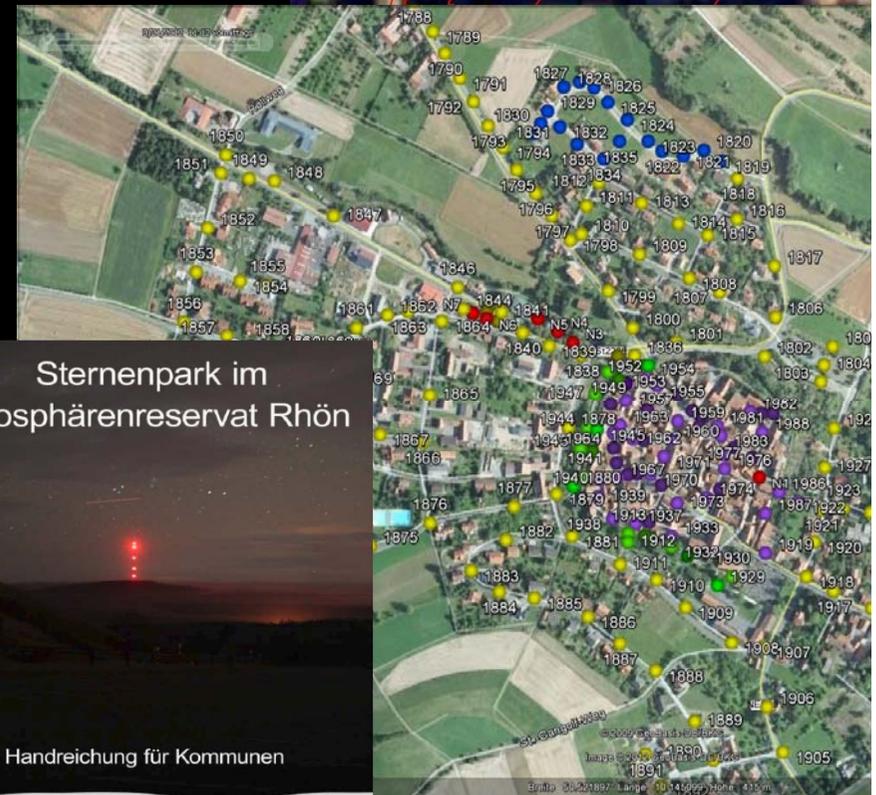
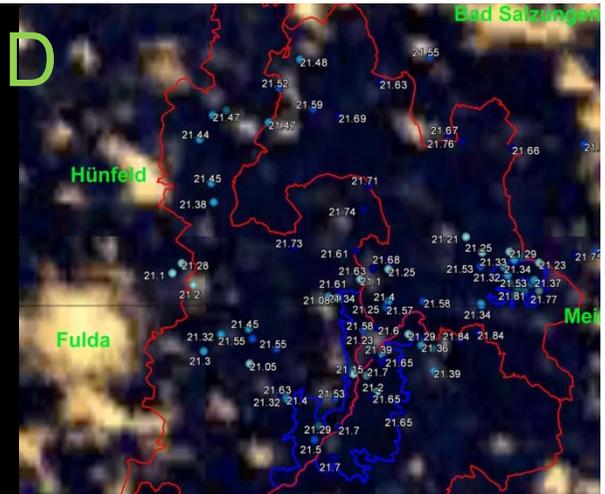
Schutz einer natürlich dunklen Umgebung in Zukunft durch umweltfreundliche Beleuchtung

Großschutzgebiete in D:

- Naturparks
- Biosphärenreservate
- Nationalparks

notwendig für IDSPlaces der IDA:

- Messungen Himmelselligkeit
- Leuchtenkataster
- Beleuchtungsempfehlungen
- Zustimmung durch Kommunen usw.
- **Naturpark Westhavelland**
- **Biosphärenreservat Rhön**
- **Nationalpark Eifel**



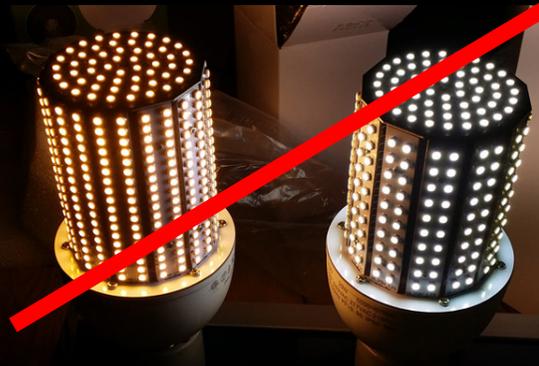
Sternenpark im Biosphärenreservat Rhön

Handreichung für Kommunen



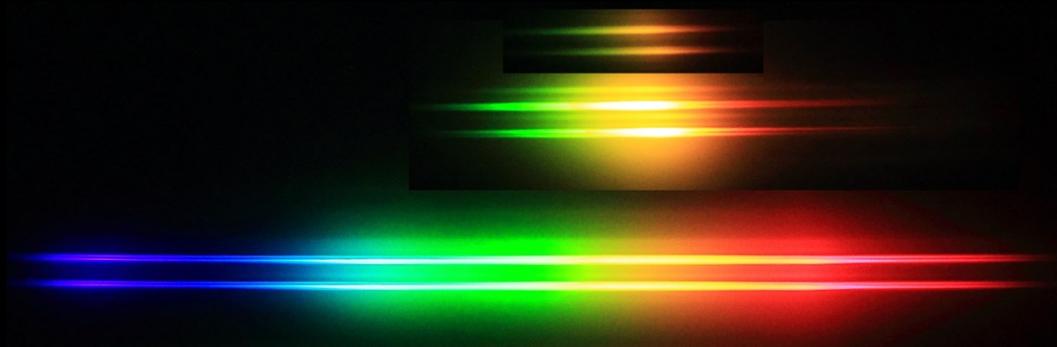
Umrüstungen

Fladungen



LED auf der Wasserkuppe

- umweltfreundliche gelbe Beleuchtung
- Reduzierung und Abschaltung -> bis 90% einsparen!

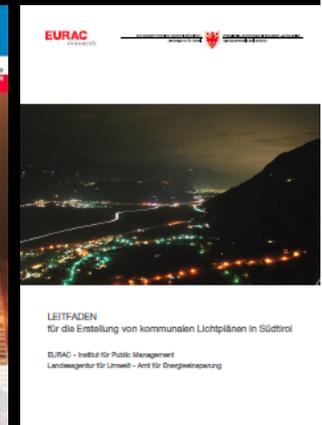
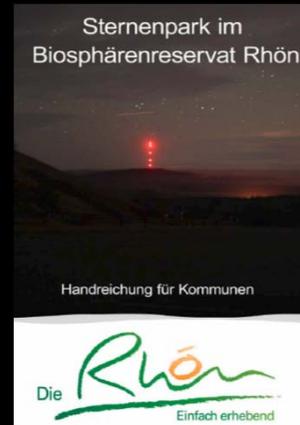


Weimar



Nachhaltige Beleuchtung:

- Notwendigkeit (Herstellung)?
- Lichtlenkung
- Lichtmenge (Intensität)
- adaptive Steuerung (Dauer)
- Lichtfarbe (wenig blau)
- Effizienz (Na – LED)?
- Best Practice – Sternparks



**Verantwortungsvoller
Umgang mit
künstlichem Licht!**





sternenhelle Nacht

