

Künstliche Beleuchtung - Auswirkungen und Management -



3605 – Sonja Gärtner – 20.9.2022

Städtische Beleuchtung – warum relevant?



Aktivitätsdauer, Ästhetik



Subjektive und objektive Sicherheit



Lebensraum für Tiere und Pflanzen



Quartiere und Wanderkorridore



Schlafplatz des Menschen



Abstrahlung bis weit in den Himmel und ins Umland

Künstliche Beleuchtung – neuere Erkenntnisse

Nobelpreis für Medizin

Wie der Körper die innere Uhr stellt



Drei US-Forscher haben ergründet, wie die biologische Uhr funktioniert, und erhalten dafür den Medizin-Nobelpreis. Heute weiß man: Ein funktionierender Schlaf-Wach-Rhythmus ist entscheidend für Gesundheit und Wohlbefinden.

„Rebound-Effekt“/LED-Effekt



Beleuchtungsstärke Neumond: 0,001 lx

Beleuchtungsstärke Vollmond: 0,27 lx

Beleuchtungsstärke Wege-/Straßenbeleuchtung: 0,6 bis 50 lx

Beleuchtungsstärke Fußballplätze: 75 bis 2000 lx

LANDESHAUPTSTADT



Aktionsprogramm
Insektenschutz

Das Insektenschutzgesetz, bzw. die Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes soll Lichtimmissionen zum Schutze der Umwelt eindämmen.

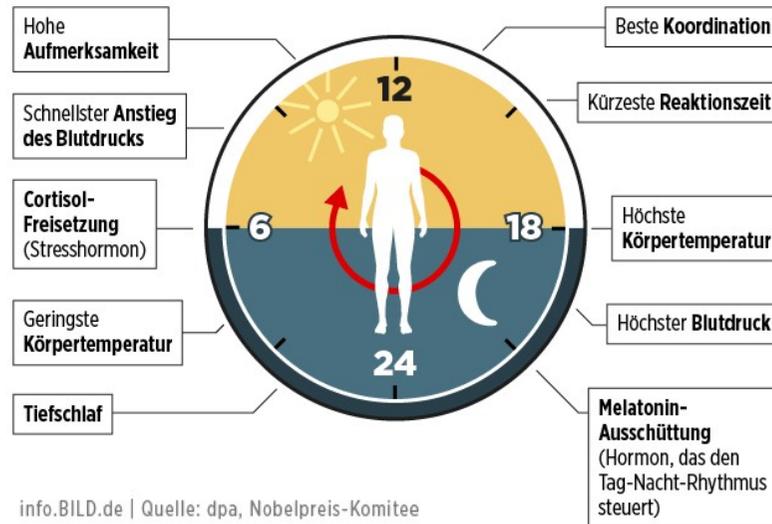
Energieeinsparverordnung

Verordnung

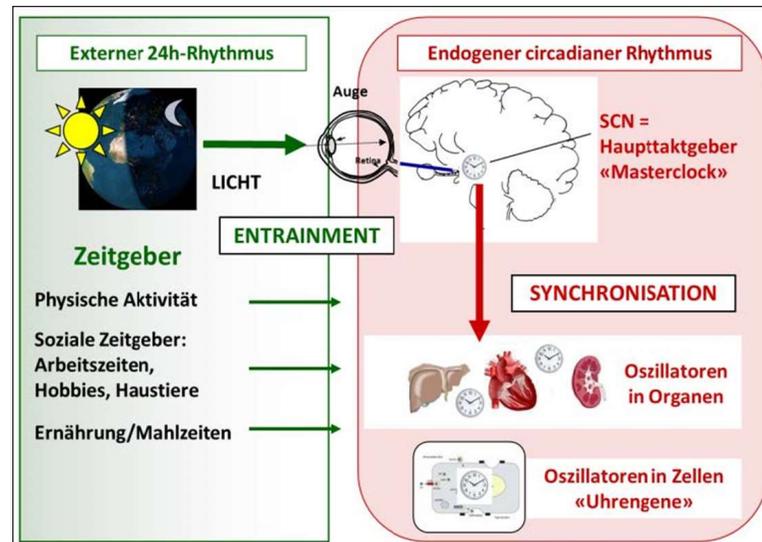
Auswirkungen von Beleuchtung auf Menschen

Der Rhythmus des Menschen

Drei US-Forscher bekommen für ihre Forschungen zur Inneren Uhr den Medizin-Nobelpreis. Die Innere Uhr reguliert den Schlaf, Essgewohnheiten, Hormonausschüttungen und Blutdruck



- **Verringerte Melatonin-Bildung**
- **Reduzierter Schlaf**
- **Beeinträchtigte Tagesleistung**
- **Ausschüttung von Stresshormonen**
- **Verringerte Regenerationsprozesse**
- **Psychische Erkrankungen**
- **Herz-Kreislauf-Erkrankungen**
- **Anstieg neurologischer Erkrankungen**
- **Begünstigung Fettleibigkeit**
- **Begünstigung bestimmter Krebserkrankungen**



Auswirkungen von Beleuchtung auf Pflanzen



Foto: Sabine Frank

- **Erhöhung des Zellstressses**
- **Verzögerte Entlaubung (Frostschäden)**
- **Blüten- und Knospenbildung in Kälteperioden (Frostschäden)**
- **Vergrößerte Blattfläche, Verlängerte Porenöffnung (höhere Verdunstung / geringere Trockenheitsresistenz)**
- **Erhöhte Ersatz- und Unterhaltungskosten der Kommunen / verringerte Umweltleistungen der Pflanzen**

Auswirkungen von Beleuchtung auf Tiere



Insekten

- **Staubsaugereffekt**
- **Verharrungseffekt**
- **Verbrennen**
- **Reduktion Pheromonproduktion**
- **Beeinträchtigung der Entwicklungsstadien**



Fledermäuse

- **Anziehung (Prädation, Unfälle)**
- **Viele lichtempfindliche Arten (Meidung, Orientierungsverlust)**
- **Alle Arten lichtempfindlich an Quartier und Trinkstellen**

Auswirkungen von Beleuchtung auf Tiere



Vögel

- **Änderung Aktivitätszyklus**
- **Anlockung**
- **Verharren/Kreisen**
- **Vergrämung**
- **Ablenkung, Desorientierung**
- **Blendung/Kollisionen**
- **Unnatürliche Partnerwahl**



Amphibien und Reptilien

- **Blendung, Verharren**
- **Prädation**
- **Unterbindung der Paarung**
- **Reduktion der Ei-Entwicklung**
- **Missbildungen**
- **R: Steuerung elementarer Vorgänge durch lichtempfindliches Gehirnorgan**



Andere Säugetiere

- **Meidung**
- **Verkleinerte Fortpflanzungsorgane**
- **Änderung Geburtenzeitpunkte**
- **u.v.m.**

Auswirkungen von Beleuchtung auf Tiere

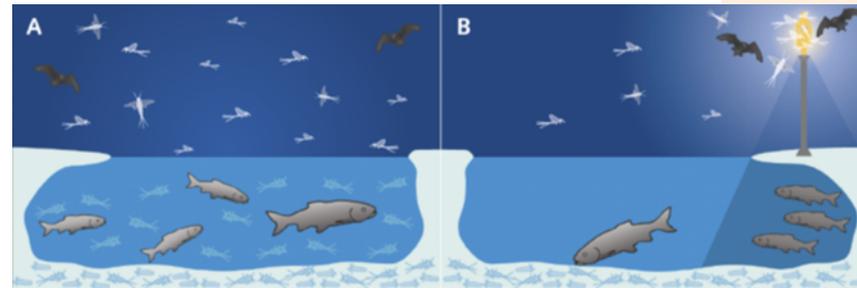


- Hohe Komplexität bezüglich Verhalten
- UV- und Blaulicht besonders schädlich, aber z.T. auch andere Lichtfarben
- Hohes Ausmaß (z. B. mehrere Mrd. tote Insekten an Leuchten pro Nacht in D insgesamt; auch an LEDs)
- Dämmerung/2 Stunden nach Sonnenuntergang besonders relevant
- Alle Objekte relevant: Straßenlampen, Fassadenbeleuchtung, Werbeschilder, Dekobeleuchtung, Brücken/Gewässer...

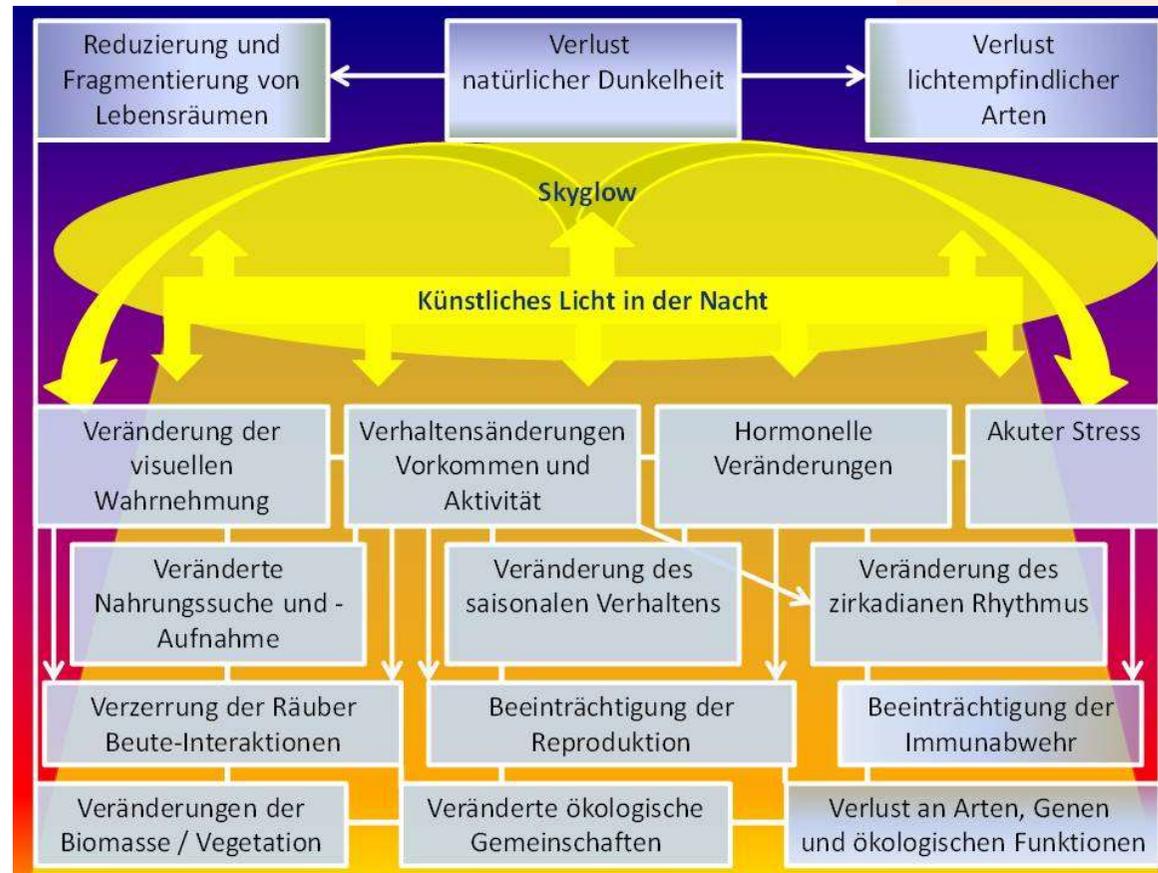
Auswirkungen von Beleuchtung auf Ökosysteme

“Die Auswirkungen wurden überall gefunden – bei Mikroben, Wirbellosen, Tieren und Pflanzen. Wir müssen anfangen, über Beleuchtung so nachzudenken, wie wir über andere große Systembelastungen wie den Klimawandel denken.”

„A meta-analysis of biological impacts of artificial light at night“, Nature Ecology & Evolution (2020)

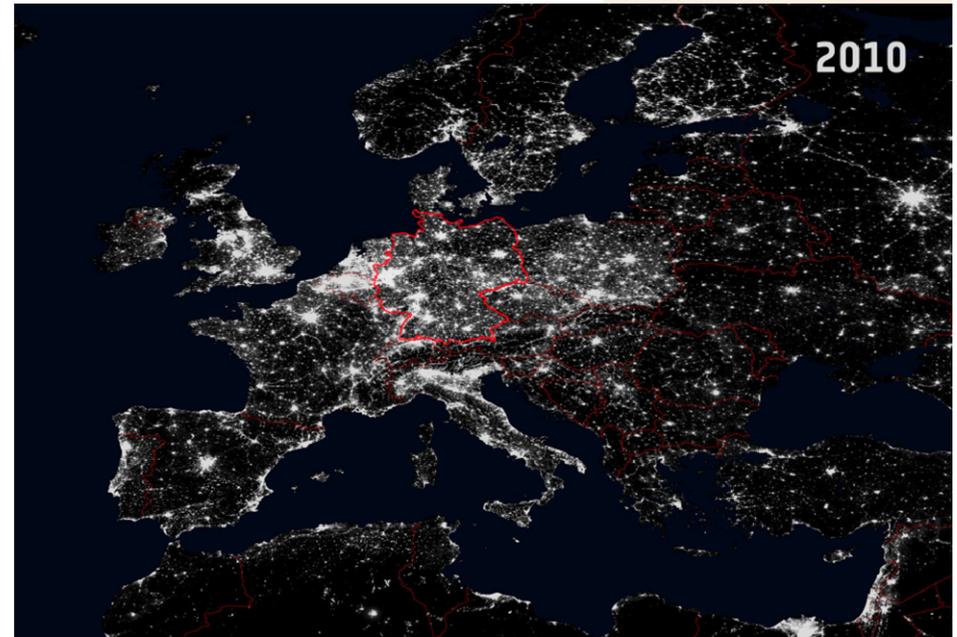
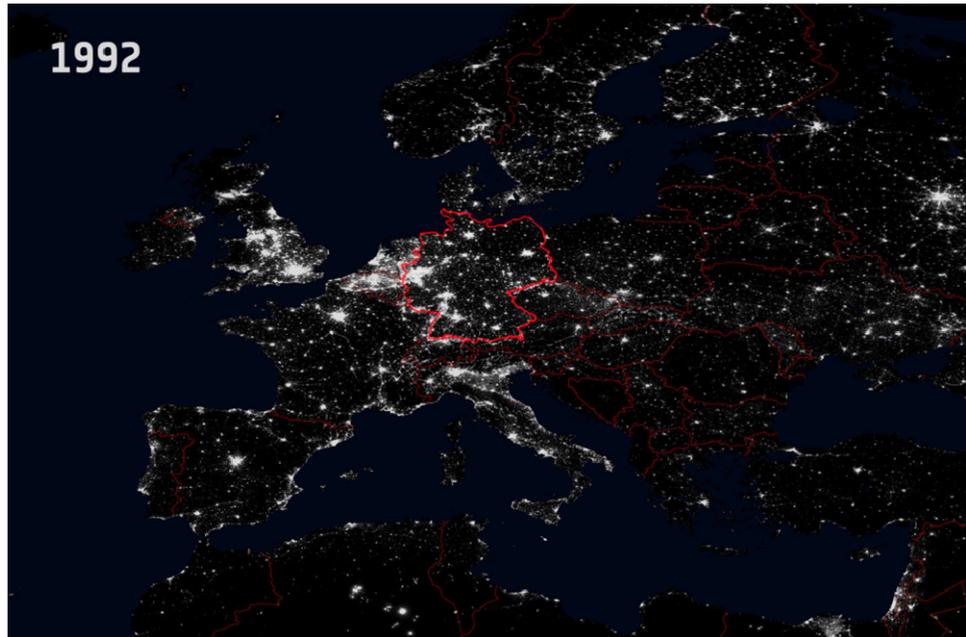


Quelle: BfN, 2019

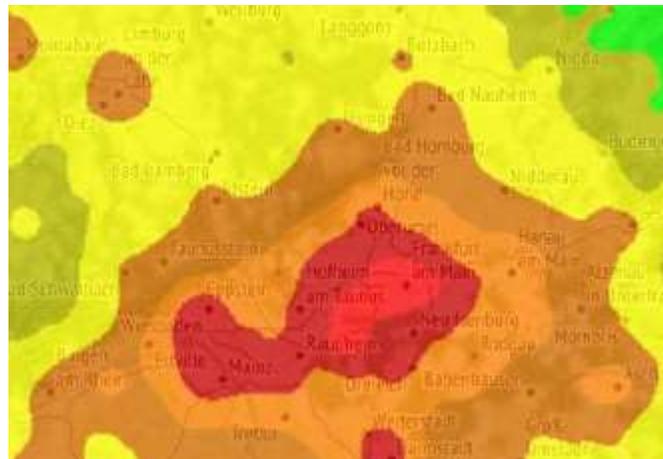


Quelle: Schroer et al., 2019

Tendenz



**Zunahme des
beleuchteten Raums um
5-6 % jährlich**



Quelle:
<https://www.lightpollutionmap.info>

Auswirkungen des Artenverlusts insgesamt

Gefährdungsraten nach Roter Liste

- **Vögel: 45 %**
- **Wildbienen und Falter: 50 %**
- **Fledermäuse: 57%**
- **Amphibien: 50 %**
- **Reptilien: 69 %**
- **Biotoptypen: 65 %**



Ökosystemleistungen (z.B.)

- **Bestäubung**
- **Zersetzung von Biomasse**
- **Transport von Samen im Kot**
- **Ökol. Schädlingsbekämpfung**
- **Nahrungskreisläufe**
- **CO²-Speicherung, O²-Produktion, Wasserspeicherung**
- **Wasserreinigung**
- **Bodenfruchtbarkeit**



Verantwortungsvolle Lichtplanung

**1. Prüfung des Erfordernisses unter Ermittlung entsprechender Parameter
(z. B.: Art und Anzahl der Verkehrsteilnehmer, Beginn und Ende der Nutzung,
Gefahrenstellen)**

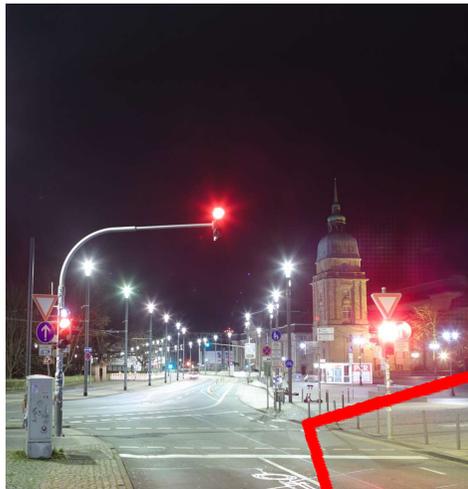
**2. Betrachtung möglicher Wegealternativen
(erreichbare, bereits bestehende, beleuchtete Wegeverbindungen)**

**3. Betrachtung von Alternativen ohne zusätzliche Beleuchtung
(z. B.: heller Wege-/Straßenbelag, kontrastierende Asphaltfarben, Reflektoren,
Geschwindigkeitsbegrenzung; genügt die am Fahrzeug/Fahrrad angebrachte
Beleuchtung? Ist das Mitführen von Taschenlampen zumutbar?)**

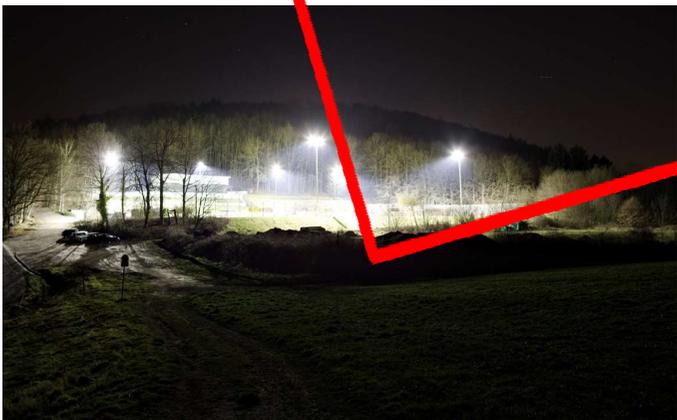
**4. Ermittlung und Gewichtung entgegenstehender Belange
(z. B. ökologische Wertigkeit des Areals, geschützte Arten, Lage im Biotopverbund,
Störung von Anwohnern, Beschaffungs-/Installations-/Wartungskosten,
Stromverbrauch, CO²-Ausstoß, Herstellung und Entsorgung der Beleuchtung**

**5. Betrachtung der technischen und betriebsbezogenen Beleuchtungsalternativen
(siehe nächste Folien)**

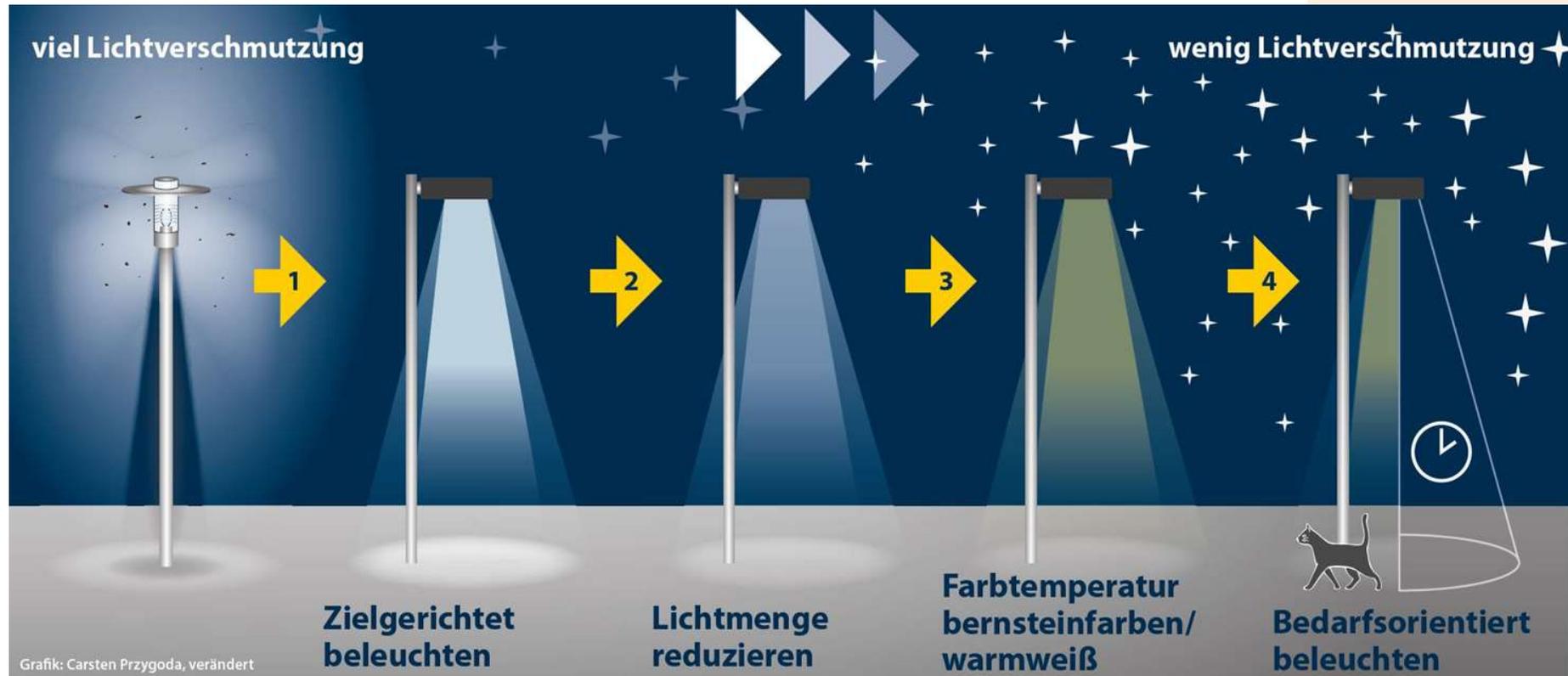
6. Herstellung von Dunkelbereichen zur Kompensation



Ungünstig



Verantwortungsvoller Einsatz von Licht



... zudem: keine Abstrahlung oberhalb der Horizontale, besser nur bis 70°, keine UV- oder Infrarot-Anteile, geschlossene Leuchtengehäuse/Schutzklasse IP65, möglichst geringe Lichtpunkthöhen, keine Anstrahlung von Sträuchern und Bäumen, Abstand zu Gewässern, „Gobo“-Technik für Fassaden, kein Einsatz von Kugelleuchten, Bodenstrahlern, Skybeamern, Abdunkelung Licht emittierender Innenräume durch Jalousien.

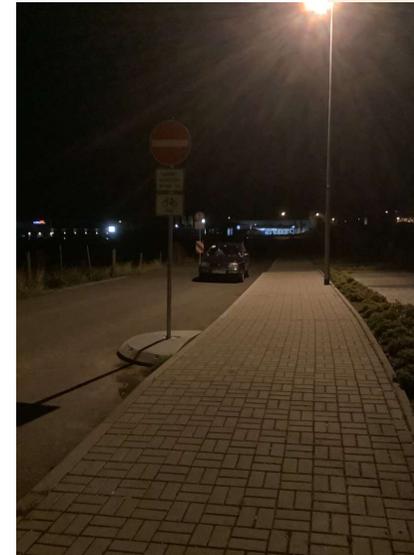
Rechtsgrundlagen

- **Naturschutzrecht (BNatSchG)**
 - § Ziele (Erhalt von Tieren, Pflanzen, Lebensräumen)
 - § 2 Besondere Verpflichtung der öffentlichen Hand
 - § 13 ff. Eingriffsregelung (Vermeidungsgebot)
 - § 23 ff. Schutzgebiete
 - § 39 Allgemeiner Artenschutz („vernünftiger Grund“)
 - § 41 a (neu, noch nicht in Kraft) konkrete Anforderungen an Beleuchtung
 - § 44 Besonderer Artenschutz
- **Baurecht**
 - Festsetzungen in Bebauungsplänen gemäß § 9 BauGB
 - Städtebauliche Verträge
 - Auflagen in Baugenehmigungen
 - Kommunale Gestaltungssatzungen
- **Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)**

Licht ist zu reduzieren, wenn es nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet ist, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbei zu führen.
- **Richtlinie der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI)**

„Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ (konkretere Angaben zur Lichtreduktion)

Verantwortungsvoller Einsatz von Licht



15. Flächen und Maßnahmen zum Artenschutz

(§ 9 Abs. 1a und Abs. 1 Nr. 20 BauGB i. V. m. § 44 BNatSchG)

15.1 Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen lichtempfindlicher Fledermäuse und nachtaktiver Insektenarten sind für Außen- und Straßenbeleuchtung ausschließlich LED-Leuchten mit optimierter Lichtlenkung in voll abgeschirmter Ausführung und mit gelblichem Farbspektrum bis max. 2.500 Kelvin einzusetzen. Auf einen geringen Blaulichtanteil im Farbspektrum ist zu achten. Ferner sind Dunkelräume zu erhalten, insbesondere im Übergangsbereich von Bebauung und Grünzug an der Waides (z.B. durch nächtliches Abschalten der Beleuchtung ab 22:30 Uhr). Im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 186 „Waidesgrund“ wird die Richtlinie der Stadt Fulda zum nachhaltigen Umgang mit funktionalem und gestalterischem Licht im Außenbereich in der jeweils gültigen Fassung als bindend festgesetzt.

1. **Äußere Gestaltung baulicher Anlagen** (§ 91, Abs. 1, Nr. 1 HBO)
im gesamten Geltungsbereich:

1.3 Beleuchtung

Außen-Beleuchtung ist auf das funktional notwendige Maß zu reduzieren. Abstrahlung in die Umgebung bzw. nach oben sowie flächige Fassadenanstrahlung sind unzulässig.

Beleuchtungspflicht (?)

- Eine allgemeine Straßenbeleuchtungspflicht besteht nicht, bzw. ist beschränkt auf Fußgängerüberwege und Gefahrenstellen.
- Hohe Eigenverantwortung der Verkehrsteilnehmer.
- „Laternenring“ (Zeichen 394, Anlage 3 StVO) zur Kennzeichnung der Nachtabstaltung von Straßenbeleuchtung.

- Die DIN EN 13201
 - ist eine Industrienorm,
 - begründet keine Pflichten im Rechtssinne,
 - lässt auch bei Anwendung Spielraum zu.

Bestehen gesetzliche Beleuchtungsstandards?

- Straßenbeleuchtungsnormen wie DIN EN 13201 haben keine Verbindlichkeit da kein gesetzlicher Verweis auf „allgemein anerkannte Regeln der Technik“
- Haftungsrisiken können sich nur aus der Verkehrssicherungspflicht ergeben, die sich aber nicht aus der Beleuchtungsaufgabe, sondern der Schaffung von Gefahren ableitet (z.B. nachts stärker frequentierte, unübersichtliche Kreuzung).

Sicherheit (?)

Studien stellen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Beleuchtung und Kriminalität fest.



Does changing to brighter road lighting improve road safety? Multilevel longitudinal analysis of road traffic collision frequency during the relighting of a UK city

Paul Marchant ,^{1,2} James David Hale ,³ Jon Paul Sadler ⁴

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 Edwards ²

Correspondence to Dr Phil Edwards, Department of Population Health, London School of Hygiene & Tropical Medicine, Keppel Street, London WC1E 7HT, UK; Phil.Edwards@lshtm.ac.uk

Für das Berliner Lichtkonzept (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2011) untersuchte die Forschungs- und Planungsgruppe Stadt und Verkehr (FGS) den Zusammenhang zwischen Beleuchtung und Sicherheit mit der Schlussfolgerung, dass „soziale und öffentliche Sicherheit gehen nicht wie erwartet zusammen. Dunkle Orte weisen nicht mehr Zwischenfälle auf als hell beleuchtete, obwohl das Gefühl etwas anderes sagt.“

<https://www.fgsberlin.de/projekt-verkehrsforschung-einzelansicht/verkehrsforschung-beleuchtung-und-sicherheit>

Gegenteilige Effekte:

- **Aufspaltung des Passantenaufkommens, Verlust sozialer Kontrolle**
- **Suggestieren vermeintlicher Sicherheit (Lockwirkung)**
- **Opfer wird beleuchtet (Laufstegeffekt)**
- **Verlängerung des Aufenthalts mit Alkohol, Lärm, Müll, Übernutzung von Flächen**
- **Kollisionen mit Masten**
- **Erhöhte Geschwindigkeit**

Derzeitige Entwicklungen...



Industrie- und Handelskammer
Fulda

Prädikat #lichtbewusstsein
Mit dem Prädikat zeichnet die IHK Fulda
Unternehmen aus, die
Außenbeleuchtung umweltverträglich
gestalten.



The first major city in the United States passes
a dark-sky ordinance

Pittsburgh



Traditionsunternehmen
RhönSprudel rüstet um.

LICHT & NATURSCHUTZ

Arbeitshilfe zur naturschutzfachlichen Einschätzung
von Licht zum Schutz der Artenvielfalt

Hamburg



TERRITOIRE DISTINGUÉ POUR LA PROTECTION

Territoire
de Villes et Villages Étoilés

DU CIEL ET DE L'ENVIRONNEMENT NOCTURNES

In Frankreich schaltet ein Drittel
der Kommunen (ca. 12.000) die
öffentliche Beleuchtung teilweise
oder ganz ab.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Gefährdungsraten nach aktuellen Roten Listen

- Vögel: 45 %
- Wildbienen und Falter: 50 %
- Fledermäuse: 57%
- Amphibien: 50 %
- Reptilien: 69 %
- Biotoptypen: 65 %

Tendenz: steigend



Erkrankungen

- Herz-Kreislaufkrankungen häufigste Todesursache (MEDMIX, 2021)
- Anteil psychischer Erkrankungen am Arbeitsunfähigkeitsgeschehen wächst (BKK-Gesundheitsreport, 2018)
- Neurologische Erkrankungen zunehmender Anteil an Gesundheitslast (GBD-Studie, 2016)
- Krebszahlen steigend (u.a. RKI, 2019)