

Wert der Dunkelheit

Licht wirkt auf uns, die Natur und die Landschaft



DARK SKY
DARK SKY
SWITZERLAND

Die natürliche Farbe des Lichts



gemessen

>5500K

≈3500K

>9000K

>15'000K

subjektiv

kühl

warm

kalt

eiskalt

Natürliches Licht und Kunstlicht



seit 1 Mio. Jahre

10'000 J. 5000 J.



40'000 J. 200 J.

immer neue Lichtquellen

10'000 J.

5000 J.

1785

1878

1959



vor 1 Mio. Jahre



40'000 J.



200 J.



1802



1933

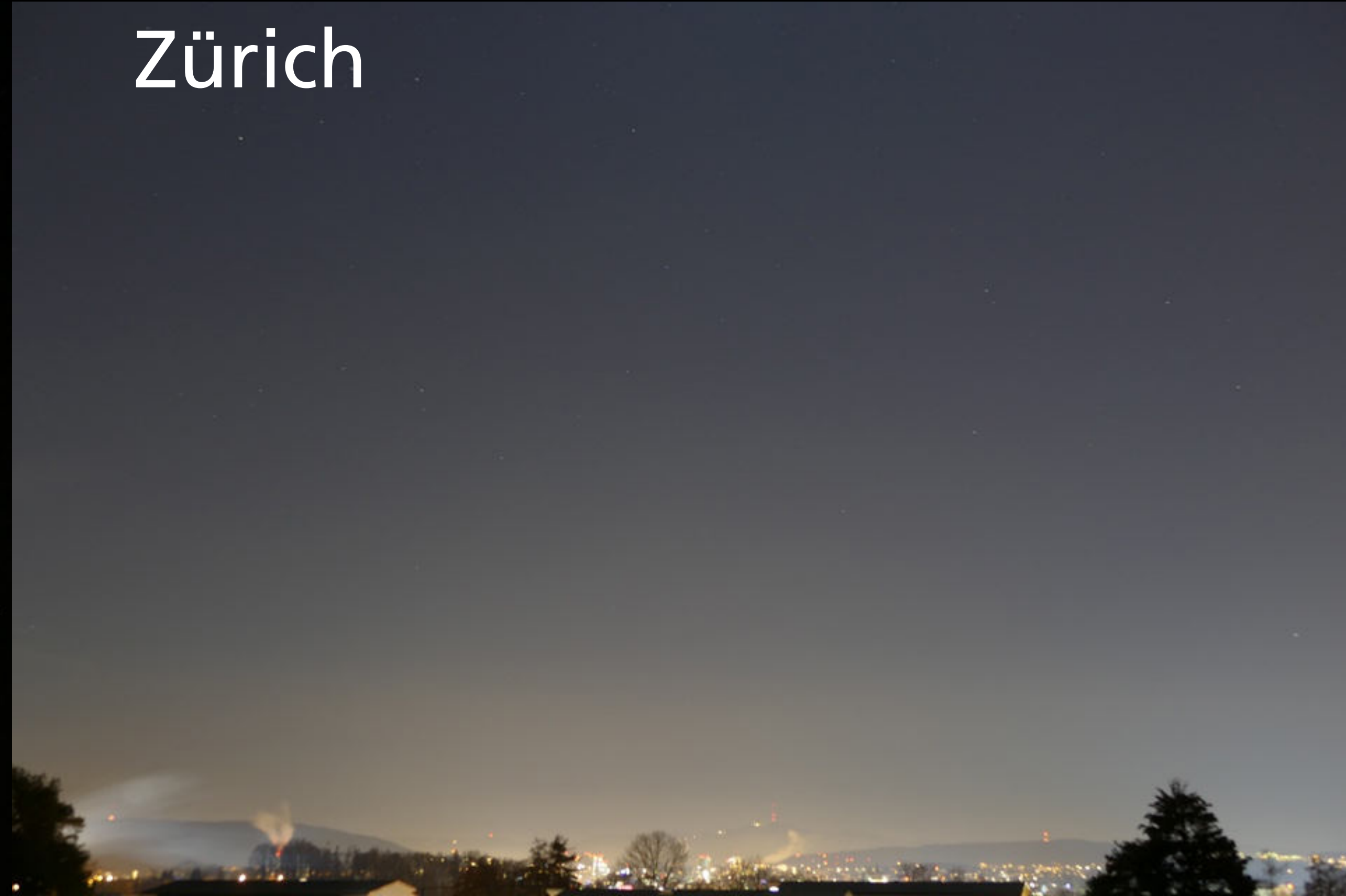


2000

Kanton Zürich Land / Stadt

Ossingen

Zürich



Kanton Zürich Land / Stadt

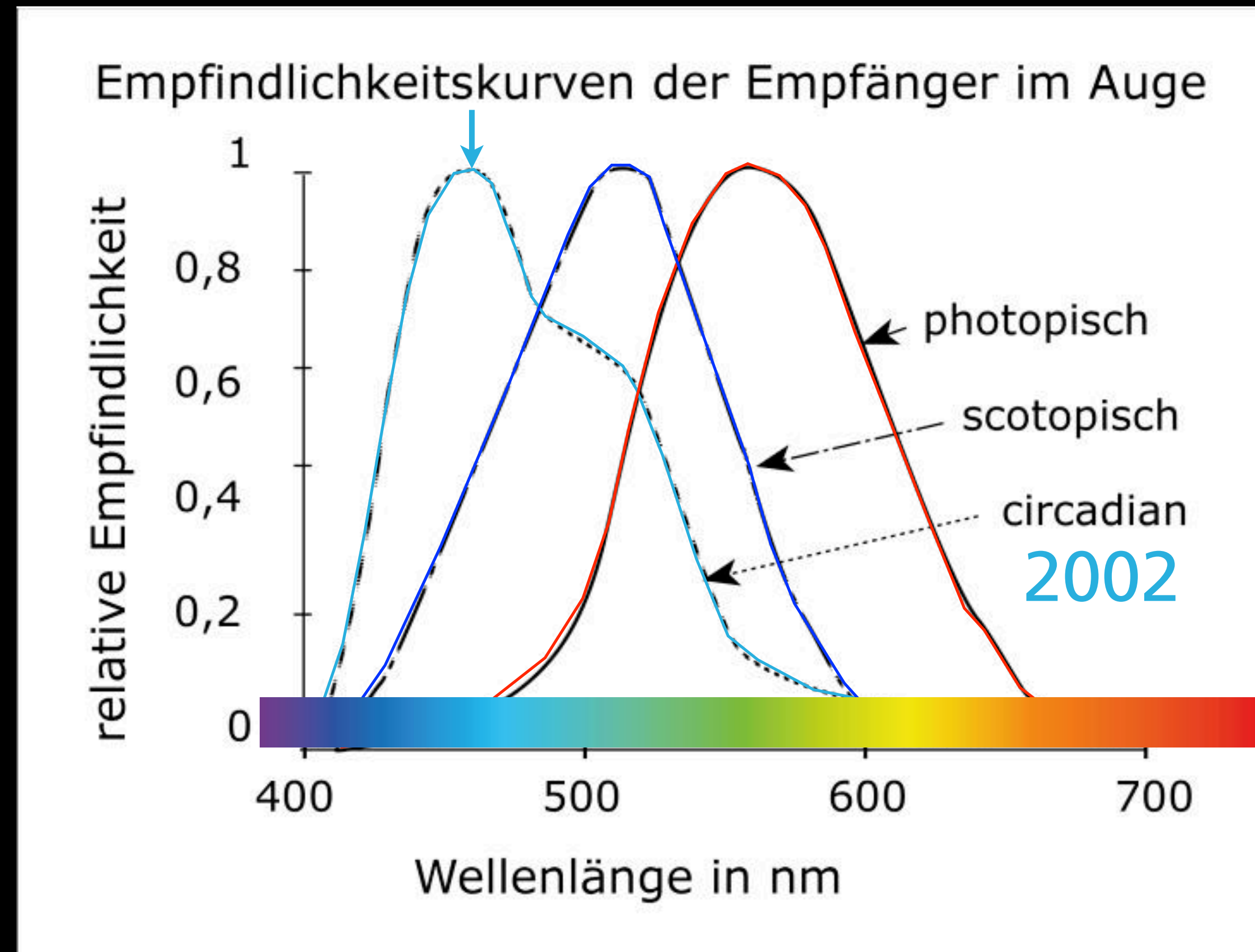
Ossingen

Zürich

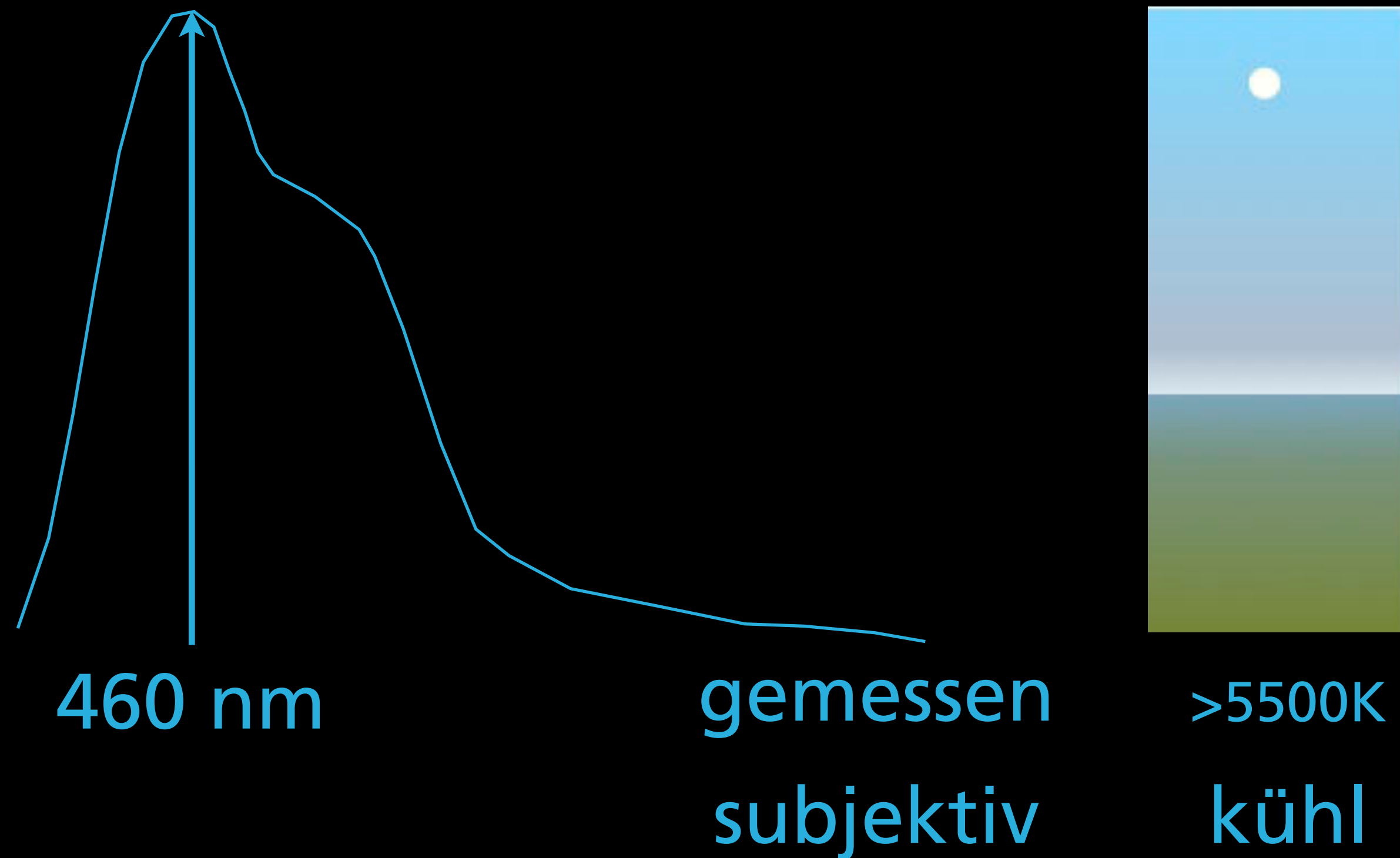
Lichtverschmutzung

- künstliche Aufhellung des Himmels und der Umwelt bei Nacht
- Störung von Mensch und Natur durch künstlich erzeugtes Licht

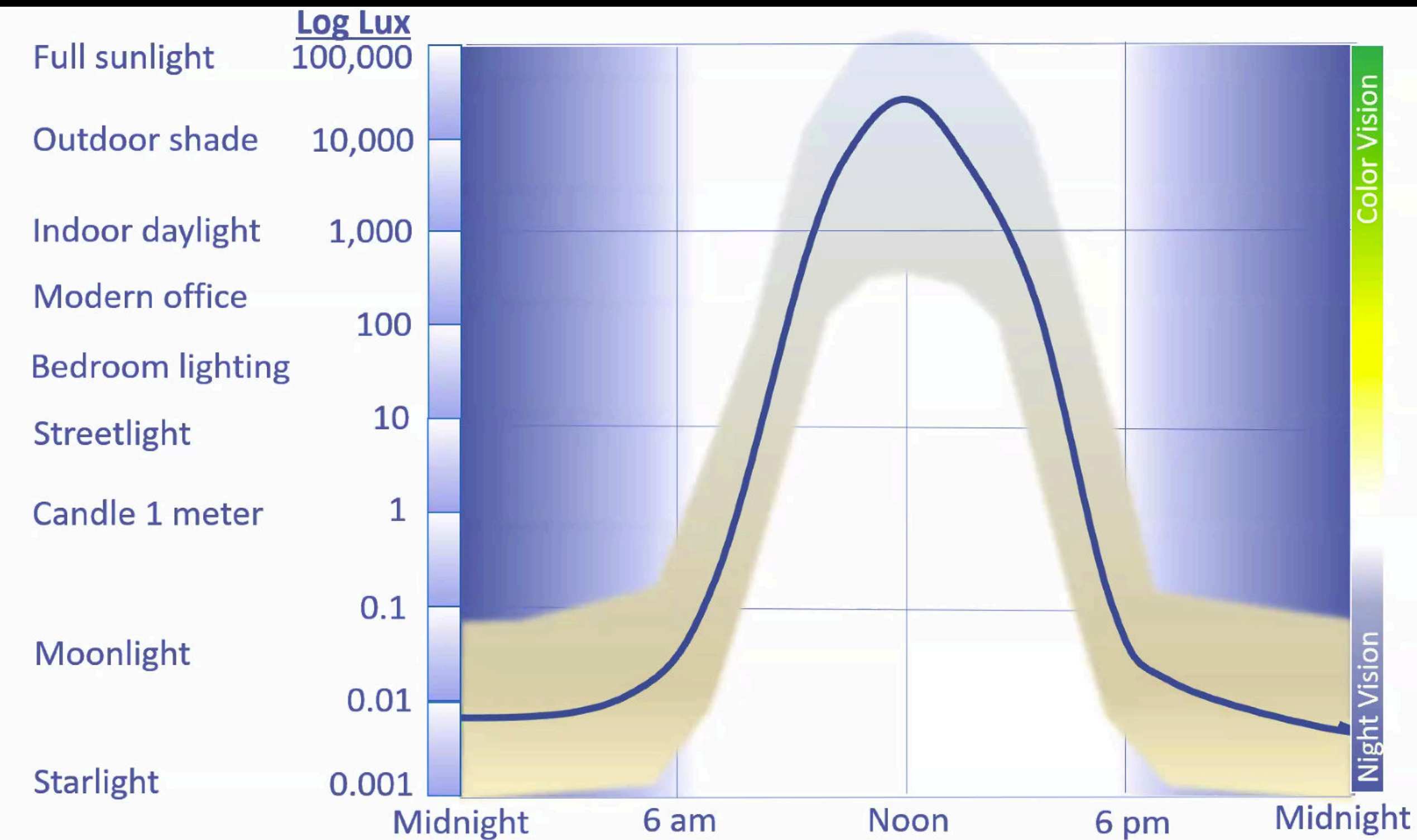
2002: Licht wirkt auch unsichtbar!



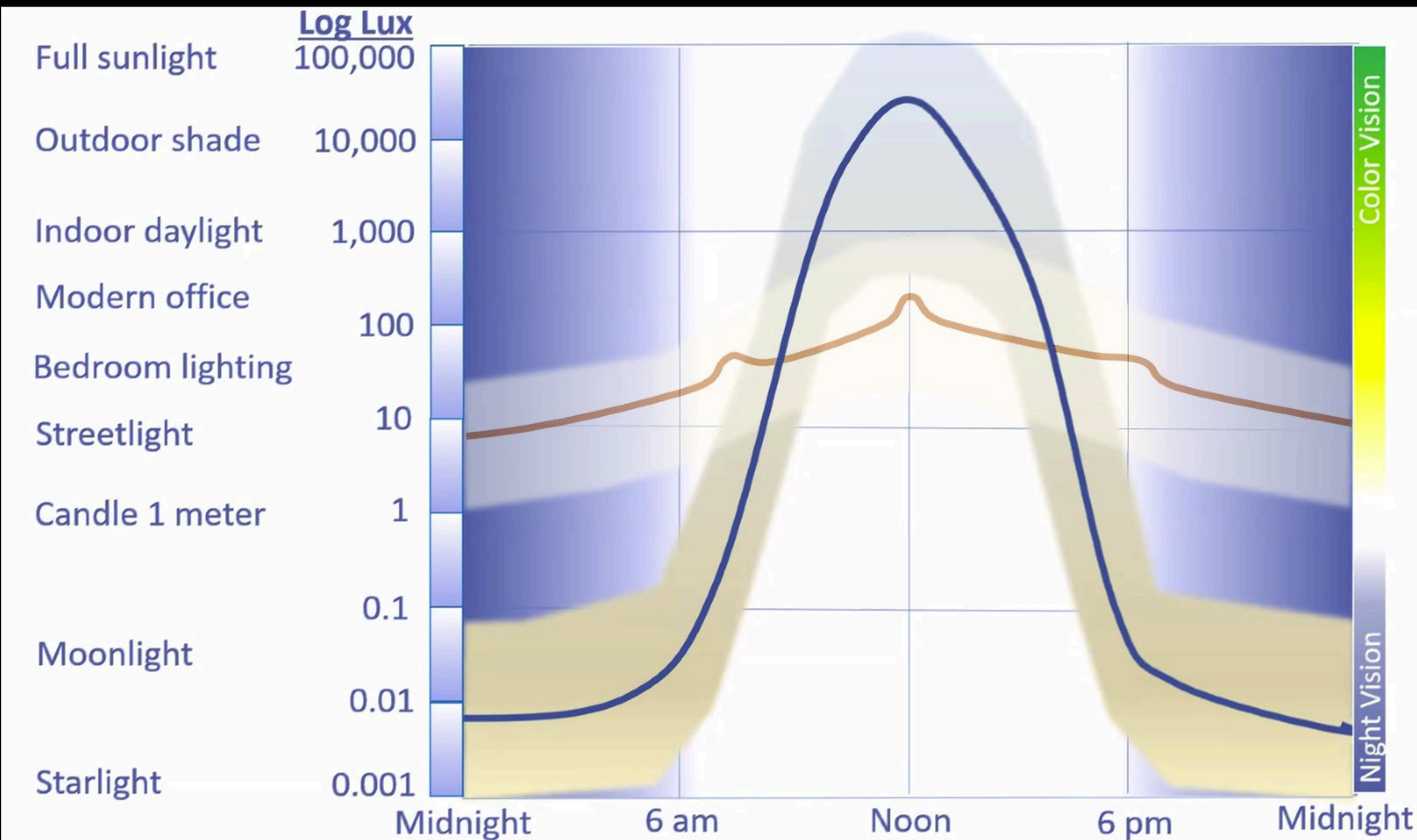
Himmelblau macht wach



Lichtkonsum Tag / Nacht



natürlich



modern

© Lisa Hescong

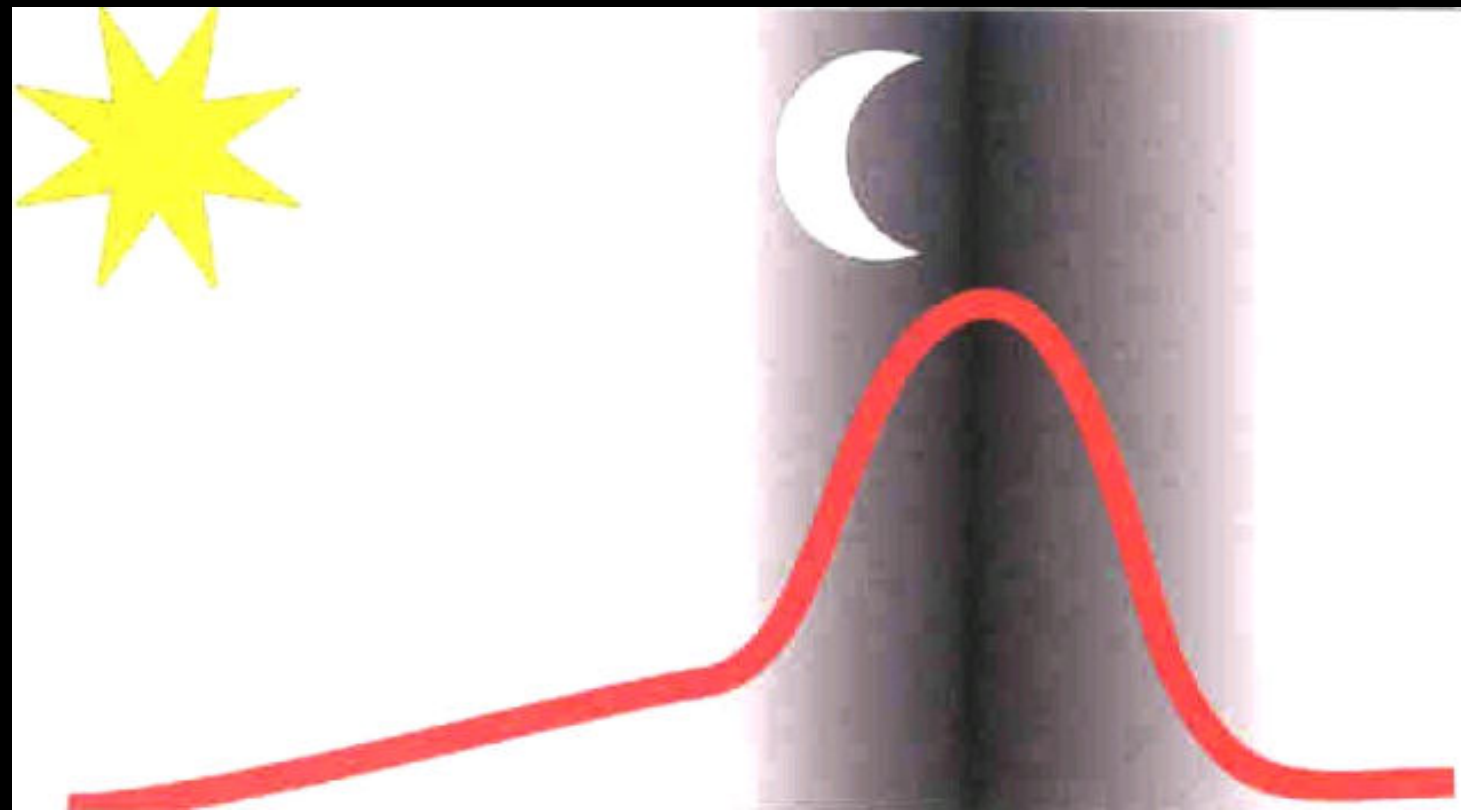
Zuviel Kunstlicht stört



Innere Uhr wird verstellt

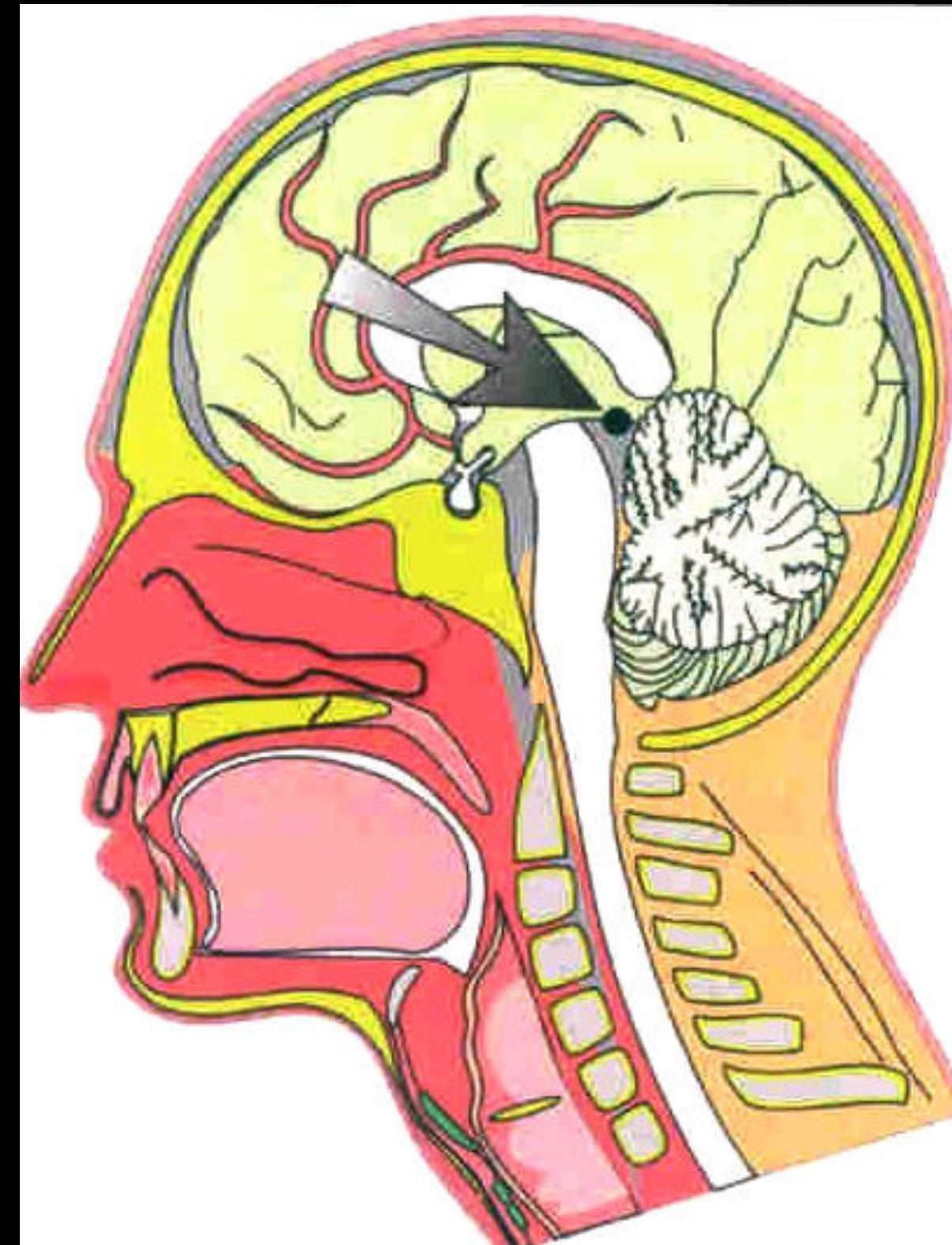


Melatonin nur im Dunkeln



«Schlafhormon»

- hemmt Wachstumsfaktor
- hemmt Geschlechtsdrüsen
- Einsatz in Krebstherapie



Zirbeldrüse

Meldungen zum Menschen

- UNESCO La Palma Deklaration: Der natürliche Sternenhimmel ist ein Kulturerbe und ein Menschenrecht auf Nachtdunkelheit besteht.
- WHO: Folgen für die Gesundheit durch Licht während der Nacht nachweisbar, es besteht ein erhöhtes Krebsrisiko (Brustkrebs, Prostatakrebs)
- Amerikanische Ärztesgesellschaft (auch BAG) warnt vor zuviel blauen Lichtanteilen bei LED
- Schlafmediziner Cajochen
«Nur ein dunkles Schlafzimmer gewährt gesunden Schlaf»

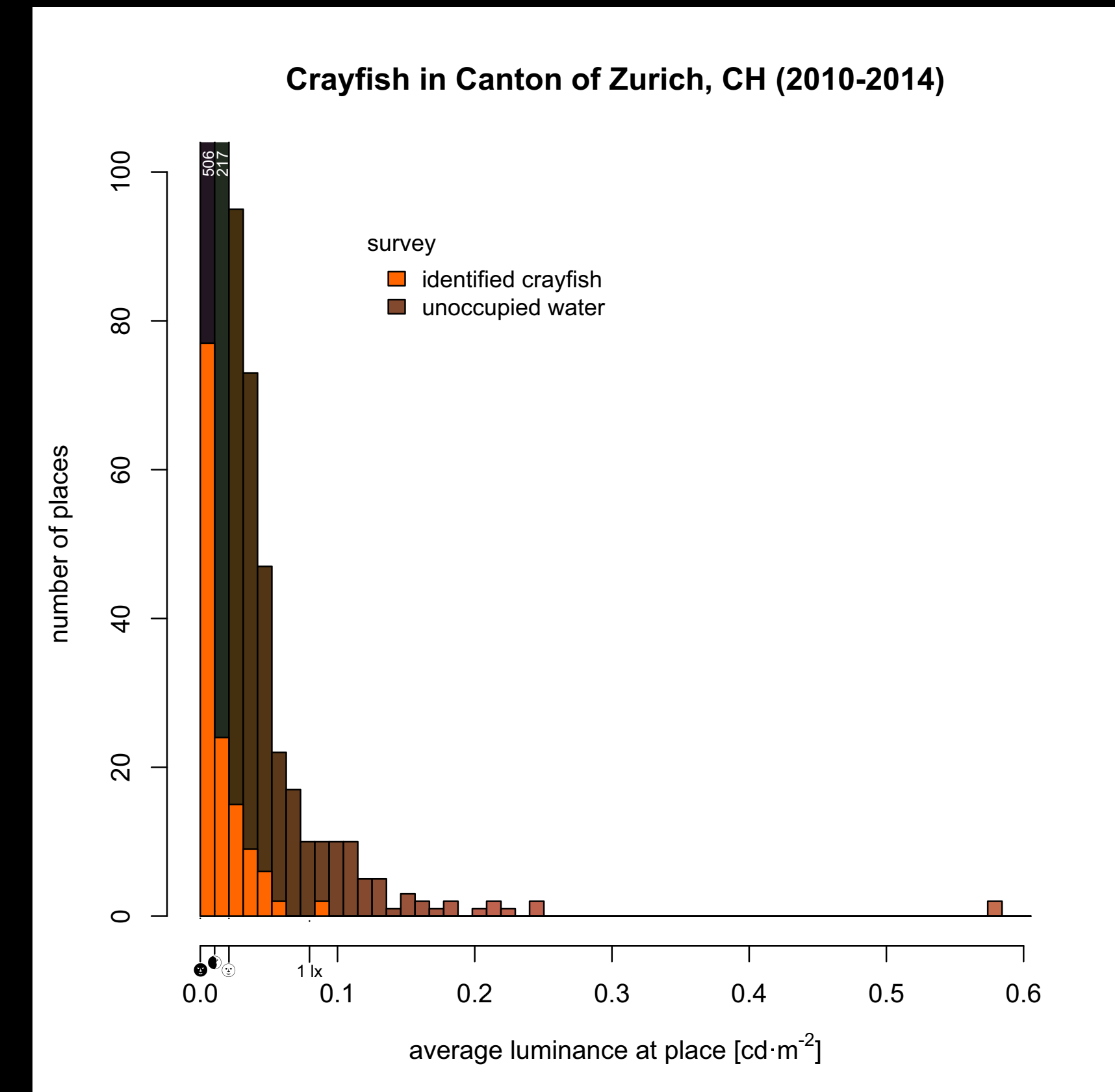
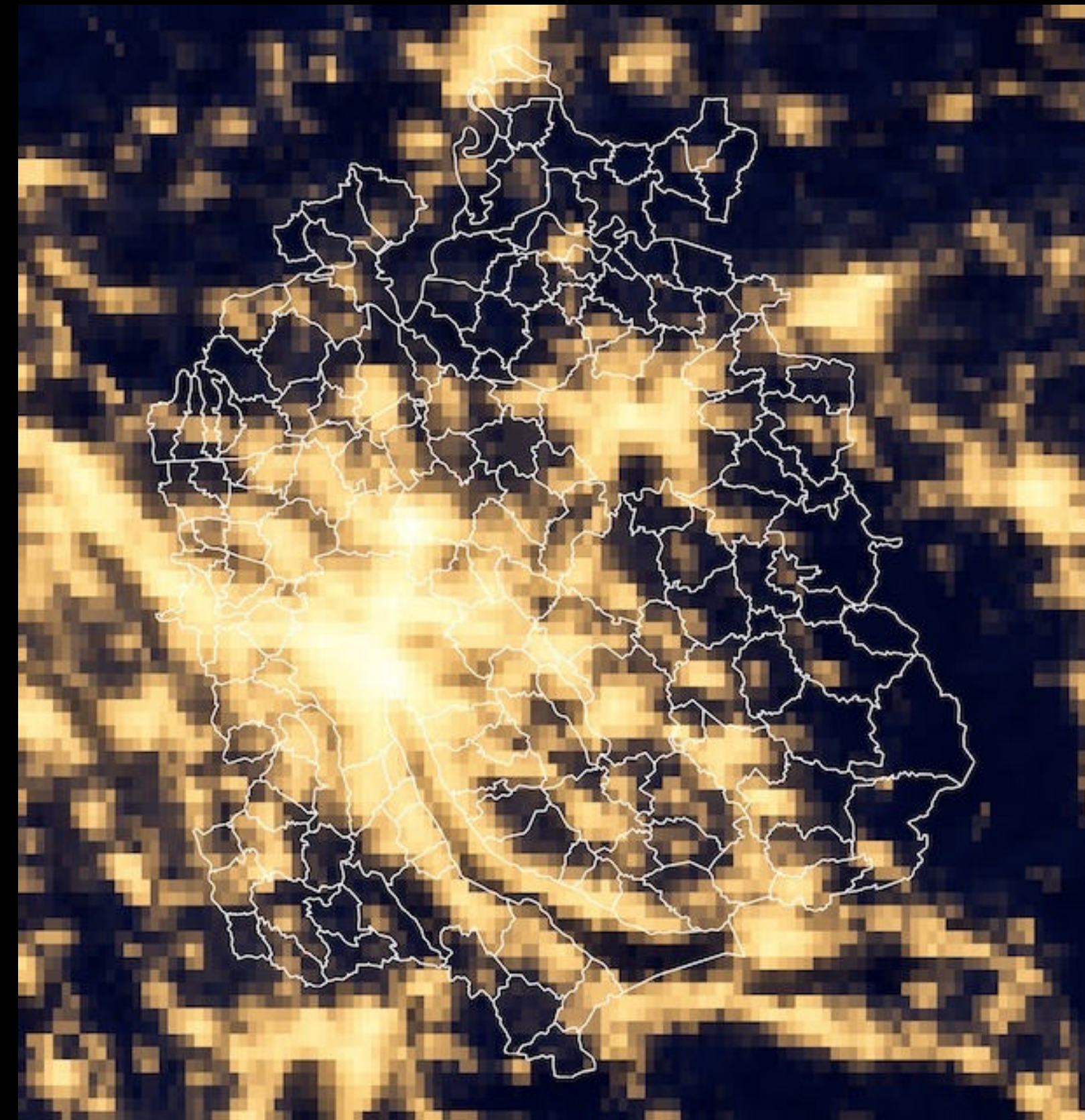
Zuviel Kunstlicht stört



Unerforschte Nachttiere (56-60%)?



Krebse im Kanton ZH und Licht



Fische

- Jäger nutzen das Licht
- Beutetiere meiden das Licht
- Brückenlicht wirkt als Barriere



Bodentiere (Gliederfüssler)

- Solarlampen vertreiben nachts die Nahrung von Spinnen



Partnersuche verhindert



Abbildung 4: Zwei Weibchen von *L. splendidula* leuchten im Laub.

Foto: Barbara Uehlinger

Reptilien, Amphibien

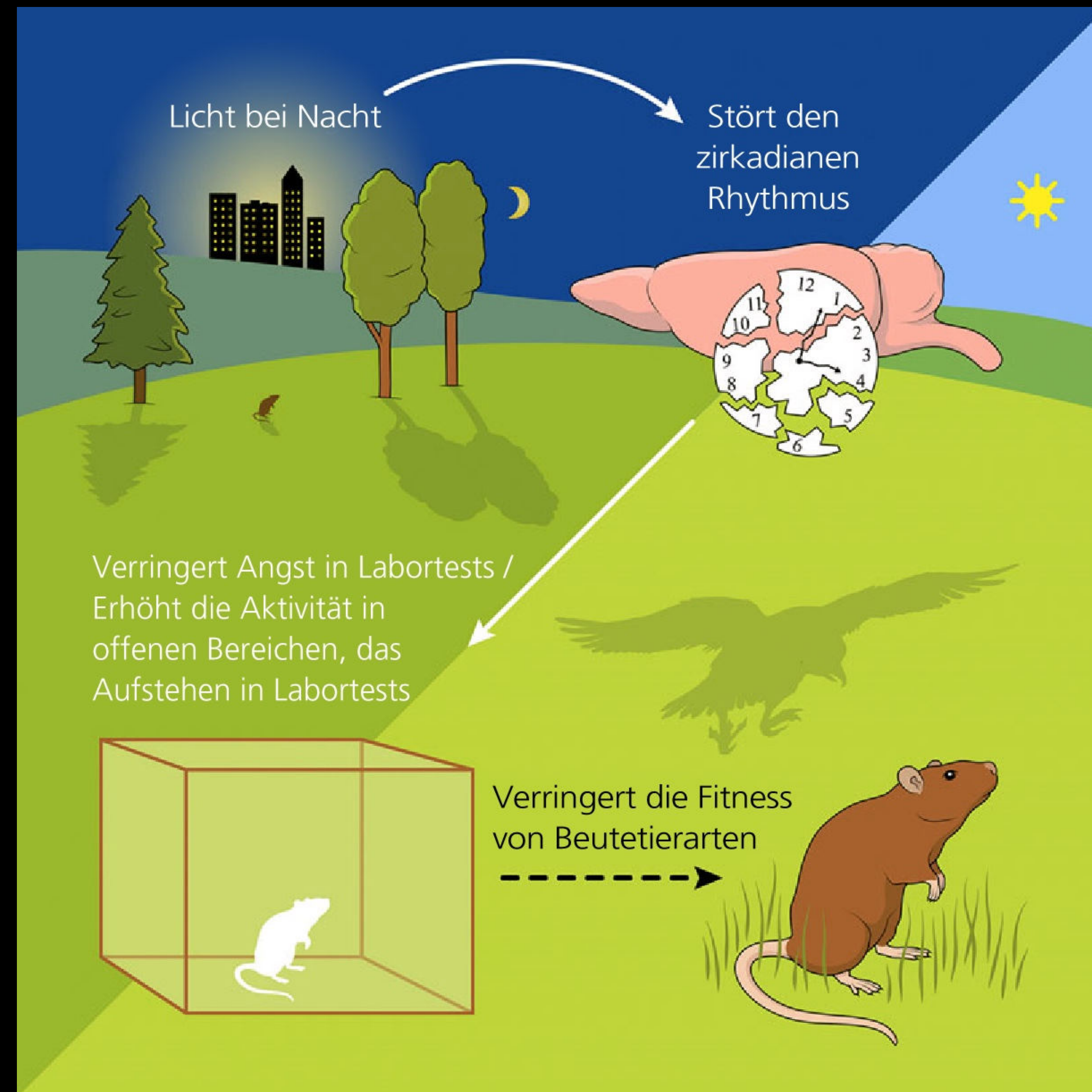
Vipera aspis | AG 17.08.2014 | © correlate.ch

- verstecken sich gern auch vor Licht



Die Geburtshelferkröte ist das Tier des Jahres 2013 © Dave Augustin

- Nager



Dämmerungsaktiver Insektenfresser

- Igel erblindet
überlebt
- Igel mit Pfnüsel
verhungert
- Licht im Garten:
Insekten fehlen



einige nachtaktive Säugetiere

- Dachs und Füchse



Fledermäuse nutzen Räume

- Tagschlafquartiere
- Flugkorridore
- Jagdlebensräume



Fledermausschutz

- nicht oder wenig beleuchten
 - nach unten beleuchten
 - kein UV-Licht, wenig blau
-
- 26 von 30 Arten in der Schweiz leiden stark



Öffentliche Strasse mit 2000K LED

- Lupfig AG

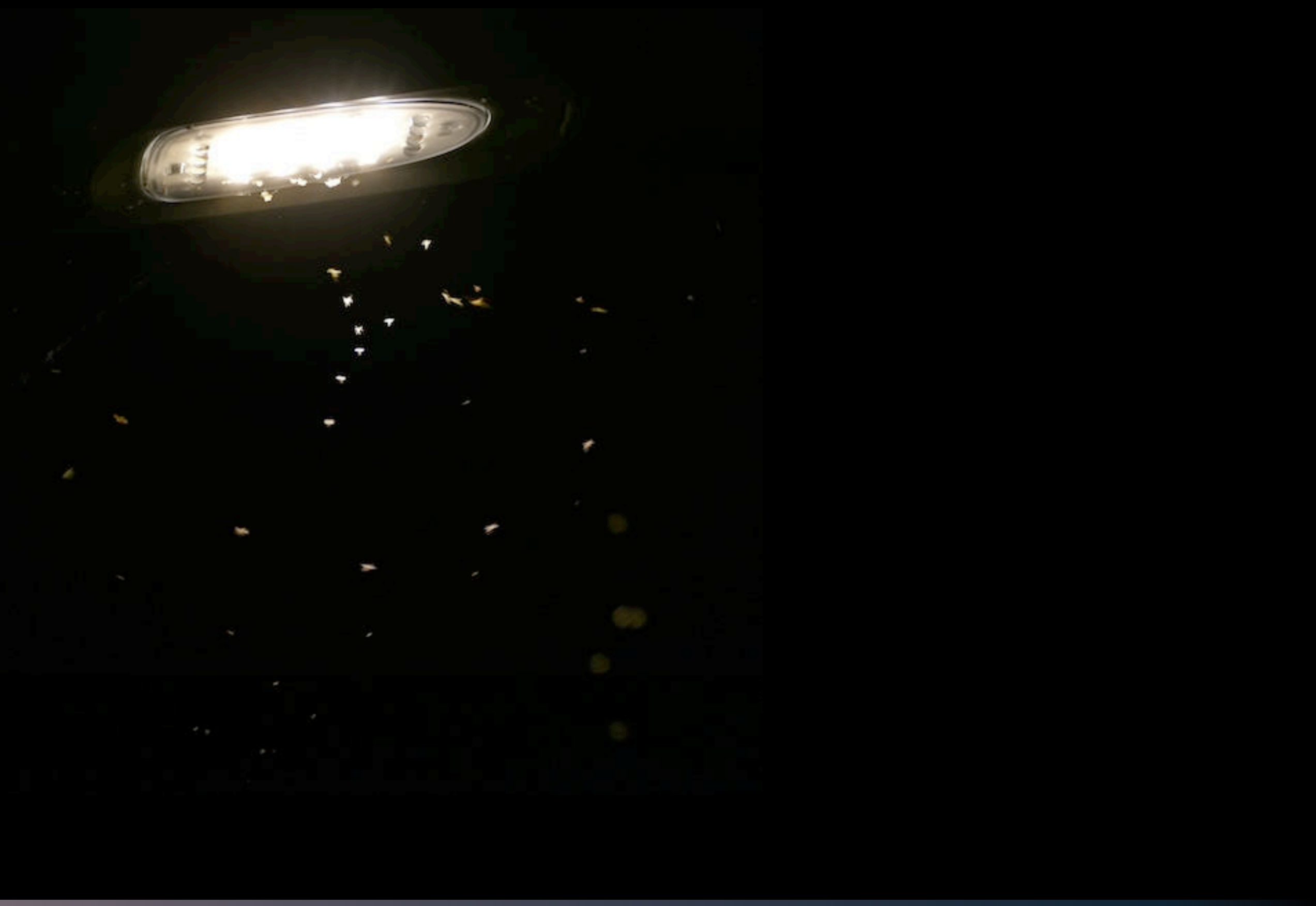


Motte am Licht



Entomologen aus DE und NL

- Rückgang der Insekten um 76% in 30 Jahren in Naturschutzgebiet
- Nachtfalter stark betroffen (NL)



Wo Beute ist, lauern Feinde



Schlechte Sicht (Licht in Wolken)



Zugvögel-Orientierung

- Polarisation
Sonne
- Tagbogen
Sonne
- Nachtbogen
Sterne/Mond
- Magnetfeld



Quelle: Prof. B. Bruderer

z.B. Gewächshäuser



Quelle: Prof. B. Bruderer

z.B. Hochhäuser

Posthochhaus in Bonn,
wird für den Vogelzug
ausgeschaltet

Quelle 2012:
Vogelwarte Sempach



Tennisplatz am Waldrand

- Kein Vogel nistet hier



Ziegenmelker im Wallis (2019)

- Nachtaktive Schwalbenart
- Hat Orte verlassen, wo die Lichtverschmutzung 2 bis 5 Mal höher war.



© Arto Juvonen / Vogelwarte Sempach

Ausflugöffnung bleibt dunkel

- Die Brut- und Nistplätze Vögel und Fledermäuse gezielt verdunkelt
- Gobo-Projektor



Fotograf: G. Ammon, AURA Fotoagentur, Luzern, CH

Wenige Arten profitieren von Licht



Schutz = 1. Dunkel, 2. Gelb, 3. Orange

Tabelle 5: Für unterschiedliche Artengruppen «zu vermeidende» Spektralbänder (Tabelle aus der Synthese von Informationen aus der Literatursammlung von MEB-ANPCEN)

	UV	Violett	Blau	Grün	Gelb	Orange	Rot	IR
Wellenlängen (nm)	<400	400 - 420	420 - 500	500 - 575	575 - 585	585 - 605	605 - 700	>700
Süßwasserfische								
Meeresfische								
Krustazeen (Zooplankton)								
Amphibien und Reptilien								
Vögel								
Säugetiere (ohne Fledermäuse)								
Fledermäuse								
Insekten								

x*: Wahrscheinlich, aber in der wissenschaftlichen Literatur nicht verzeichnet

© MEB-ANPCEN 2015

Einfluss auf Tiere

- Wahrnehmung und Bedeutung von Licht ist je nach Art verschieden
- Lichtspektrum/Farbtemperatur muss an Umwelt angepasst werden
- natürliche Dunkelheit funktioniert für alle Arten

Wirkung auf Pflanzen



Wirkung auf Pflanzen

nur eine Folge:
Frostschaden

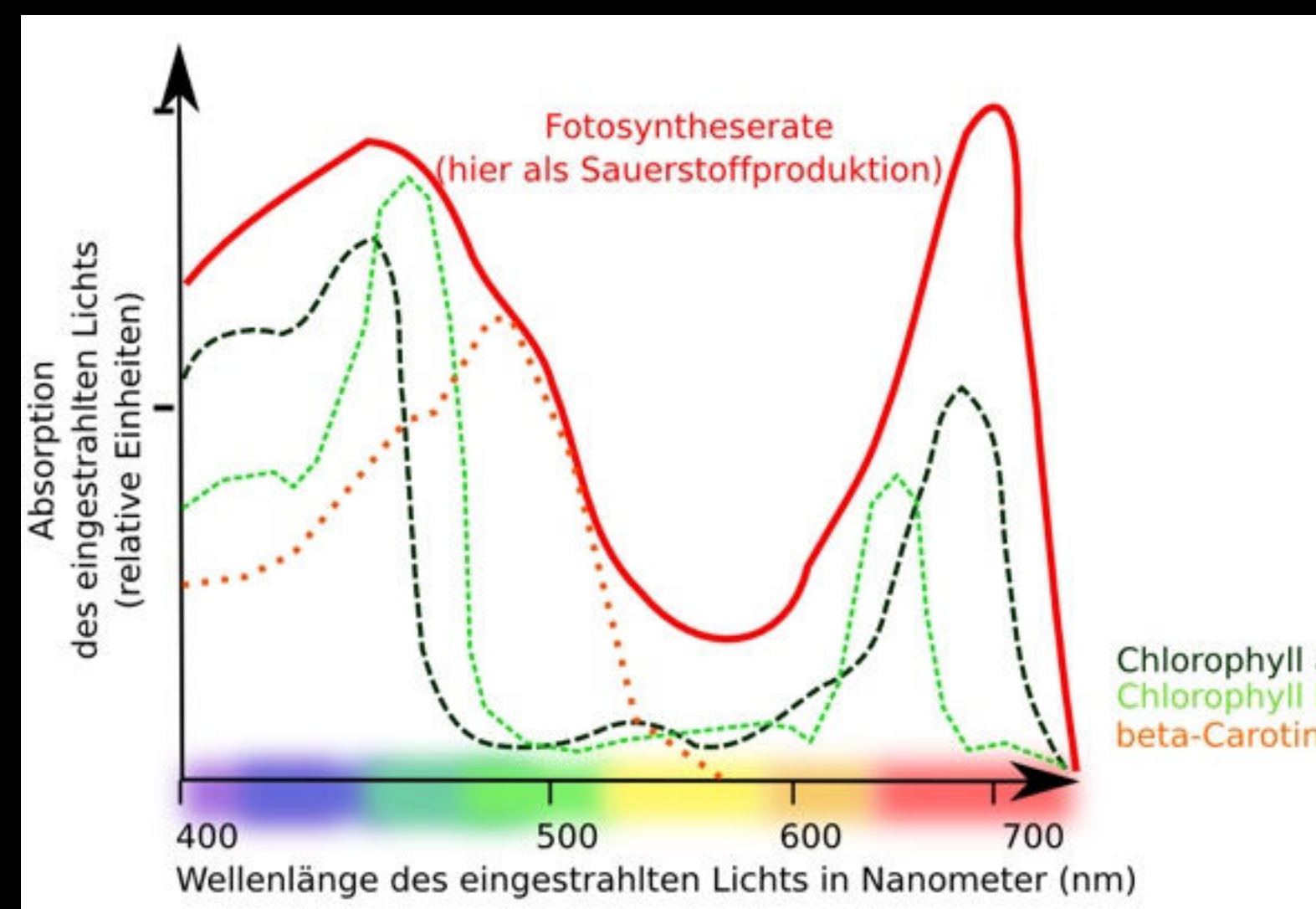


Wirkung auf Pflanzen



Wachstumsphase \neq Blütenphase

- Pflanzen-LED können zwischen Blau und Rot beliebig wechseln je nach „Jahreszeit“



Wirkung auf Pflanzen



Wirkung auf Pflanzen



Wirkung auf Pflanzen



Wirkung auf Pflanzen



Einfluss auf Pflanzen

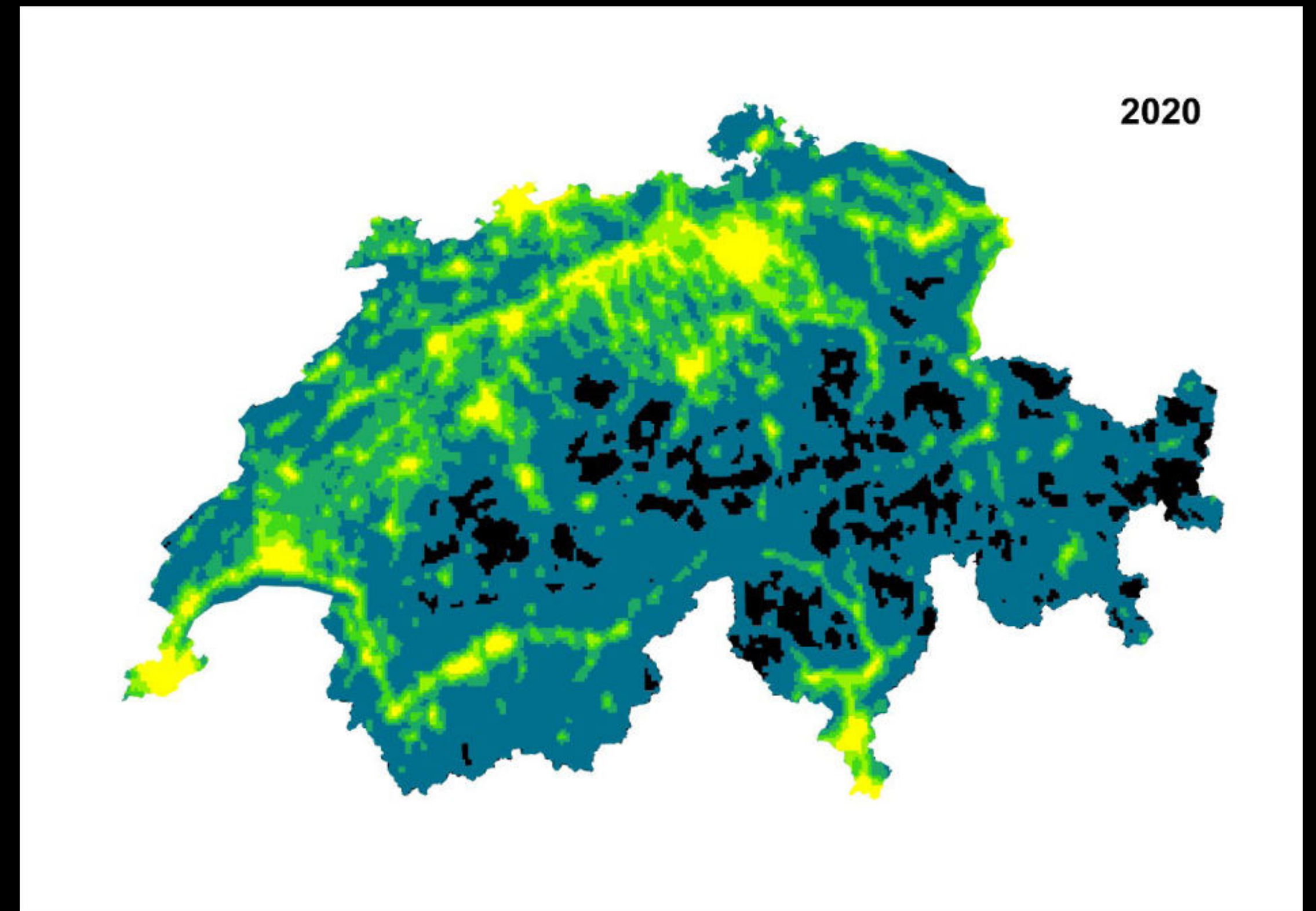
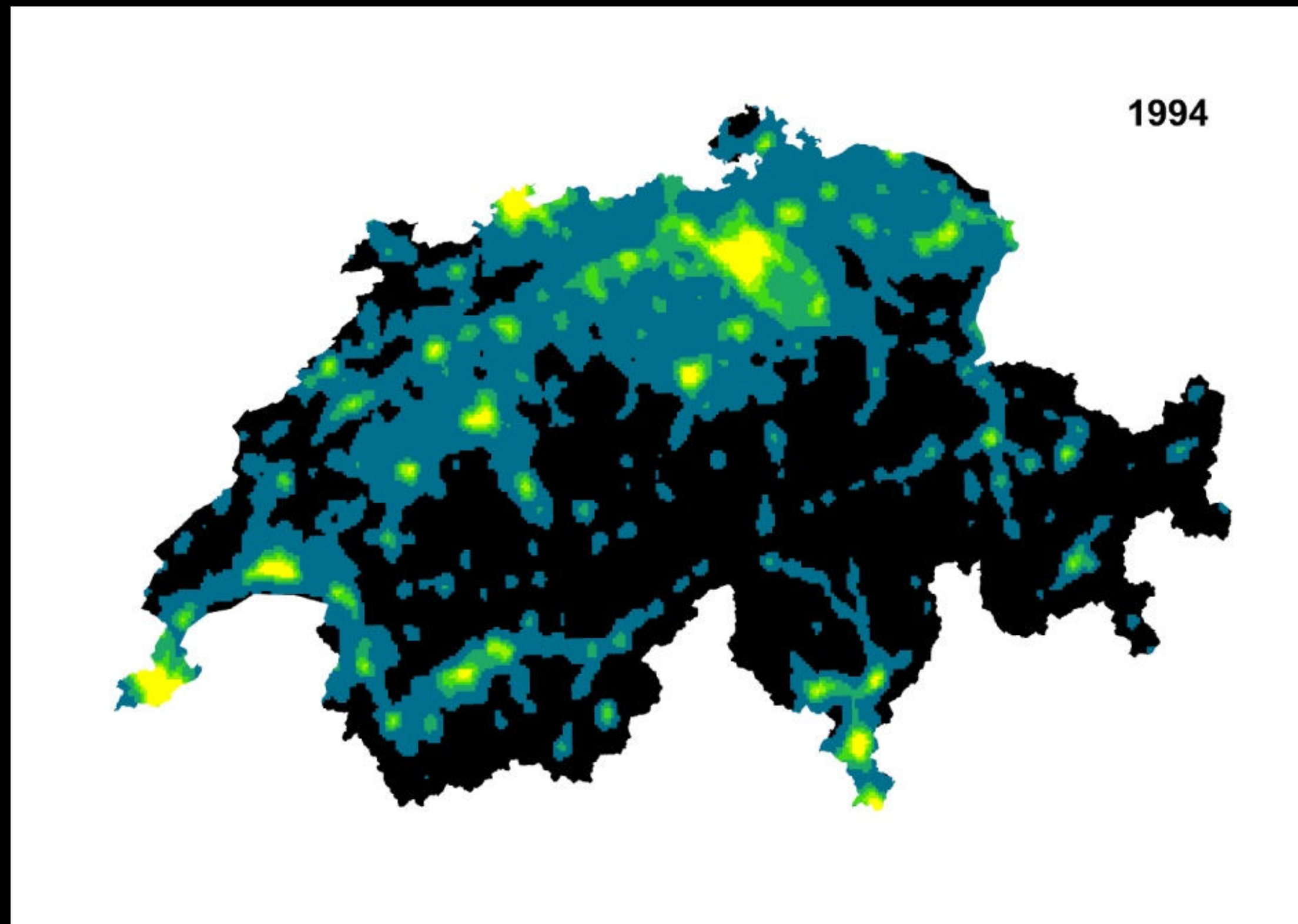
- Pflanzen sind lichtgesteuert
- Licht dominiert über Temperatur
- Lichtverschmutzung schadet vor allem wegen saisonalem Stress
- Farbtemperatur anpassen, oder monochromes Licht verwenden

grünes Licht



Bodenleuchte abschirmen
von 22-6 Uhr ausschalten

Das Bundesamt für Umwelt: «In 25 Jahren mehr als verdoppelt»



Lichtemissionen der Schweiz · 2014 · Dark-Sky Switzerland

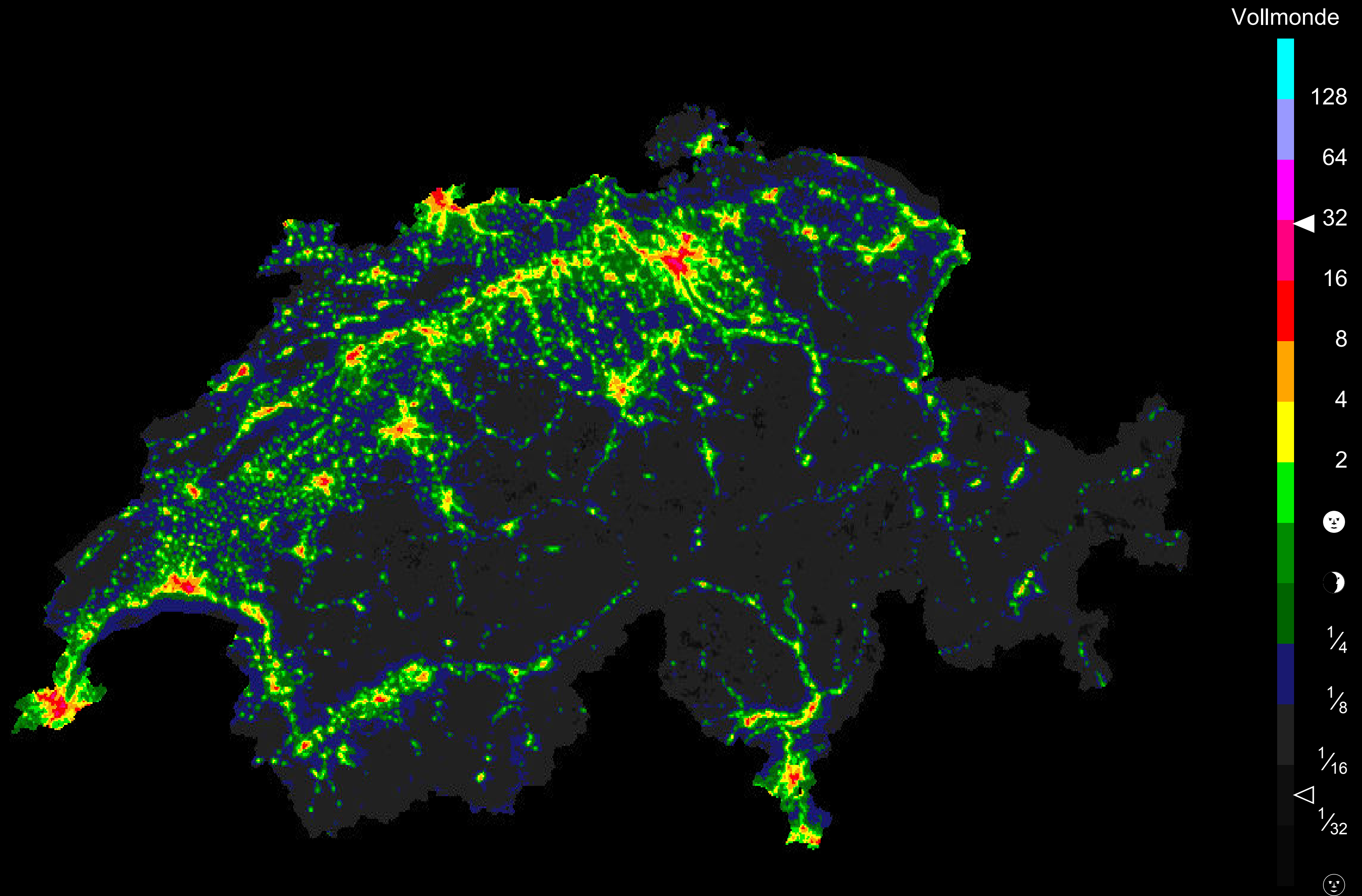


Image and data processing by NOAA's National Geophysical Data Center
Swiss grid and boundary: Federal Office of Topography swisstopo
Map data processing: Lukas D. Schuler for Dark-Sky Switzerland

Lichtemissionen der Schweiz · 2021 · Dark-Sky Switzerland

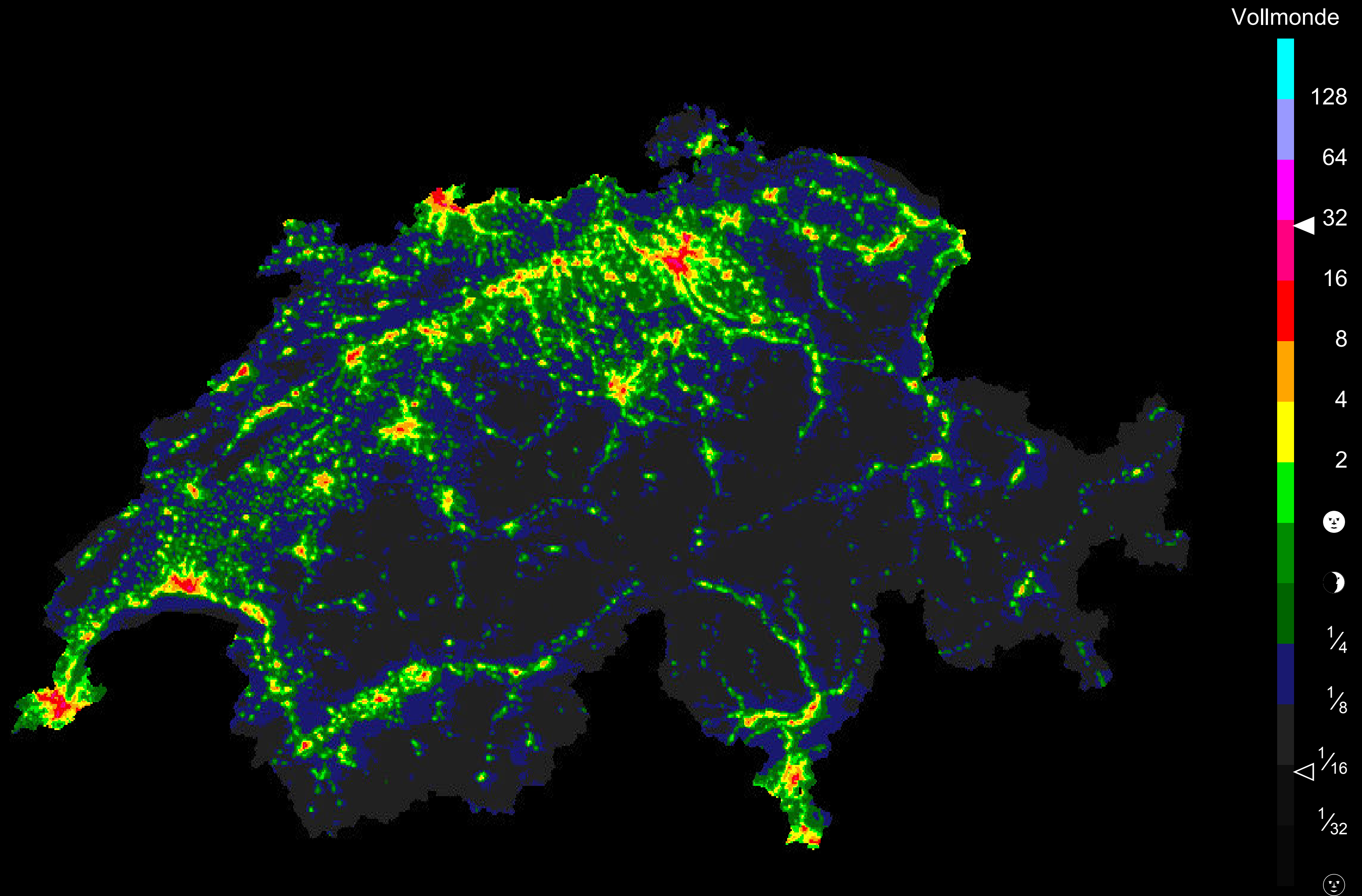


Image and data processing by NOAA's National Geophysical Data Center
Swiss grid and boundary: Federal Office of Topography swisstopo
Map data processing: Lukas D. Schuler for Dark-Sky Switzerland

Lichtemissionen der Schweiz · 2022 · Dark-Sky Switzerland

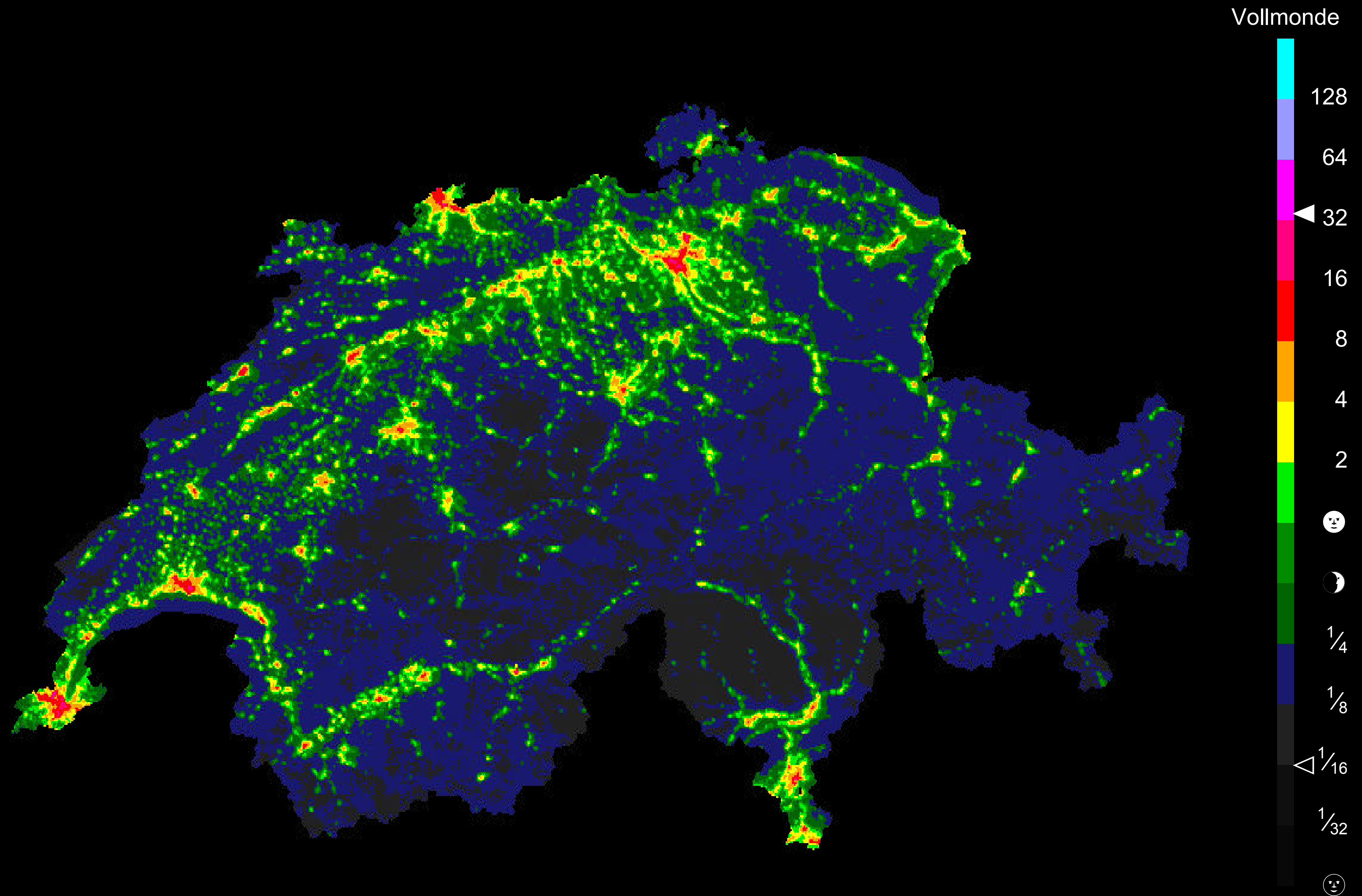
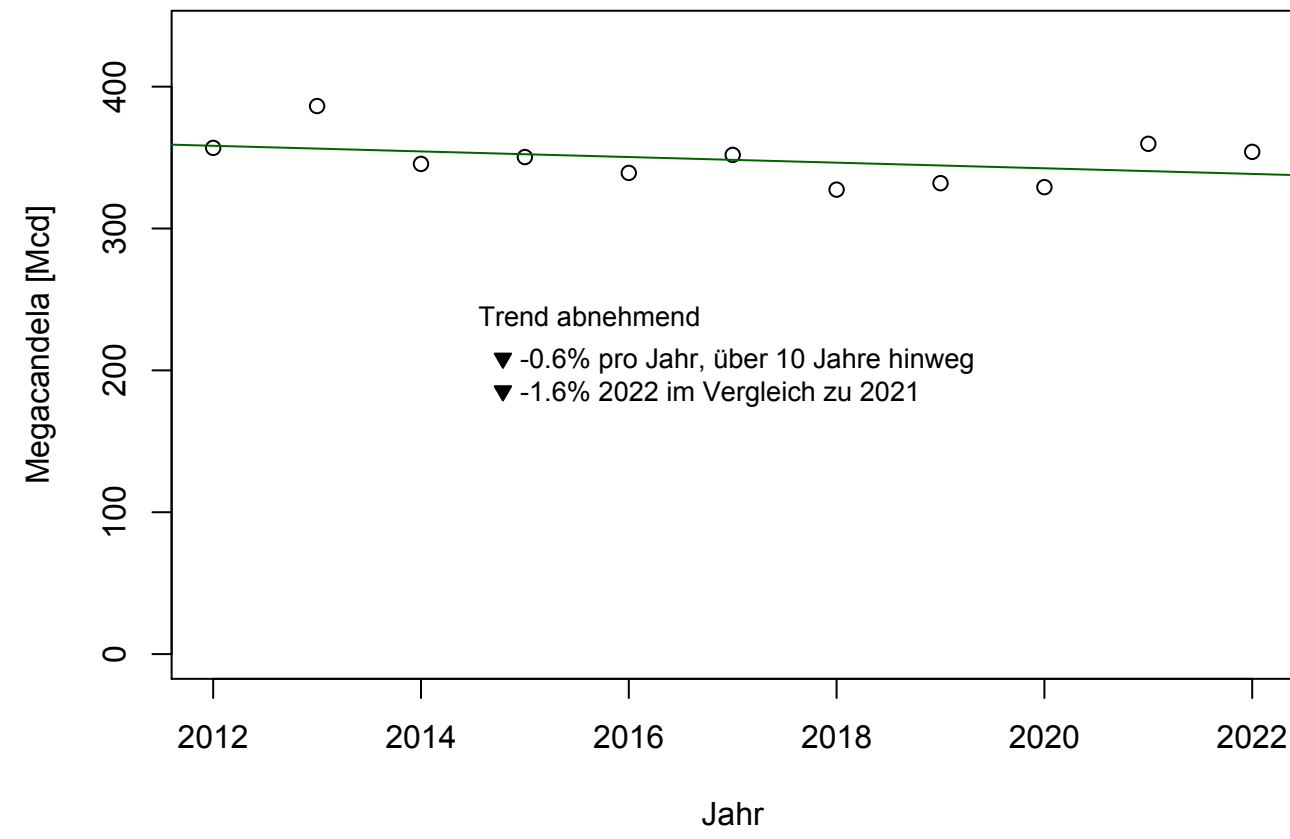


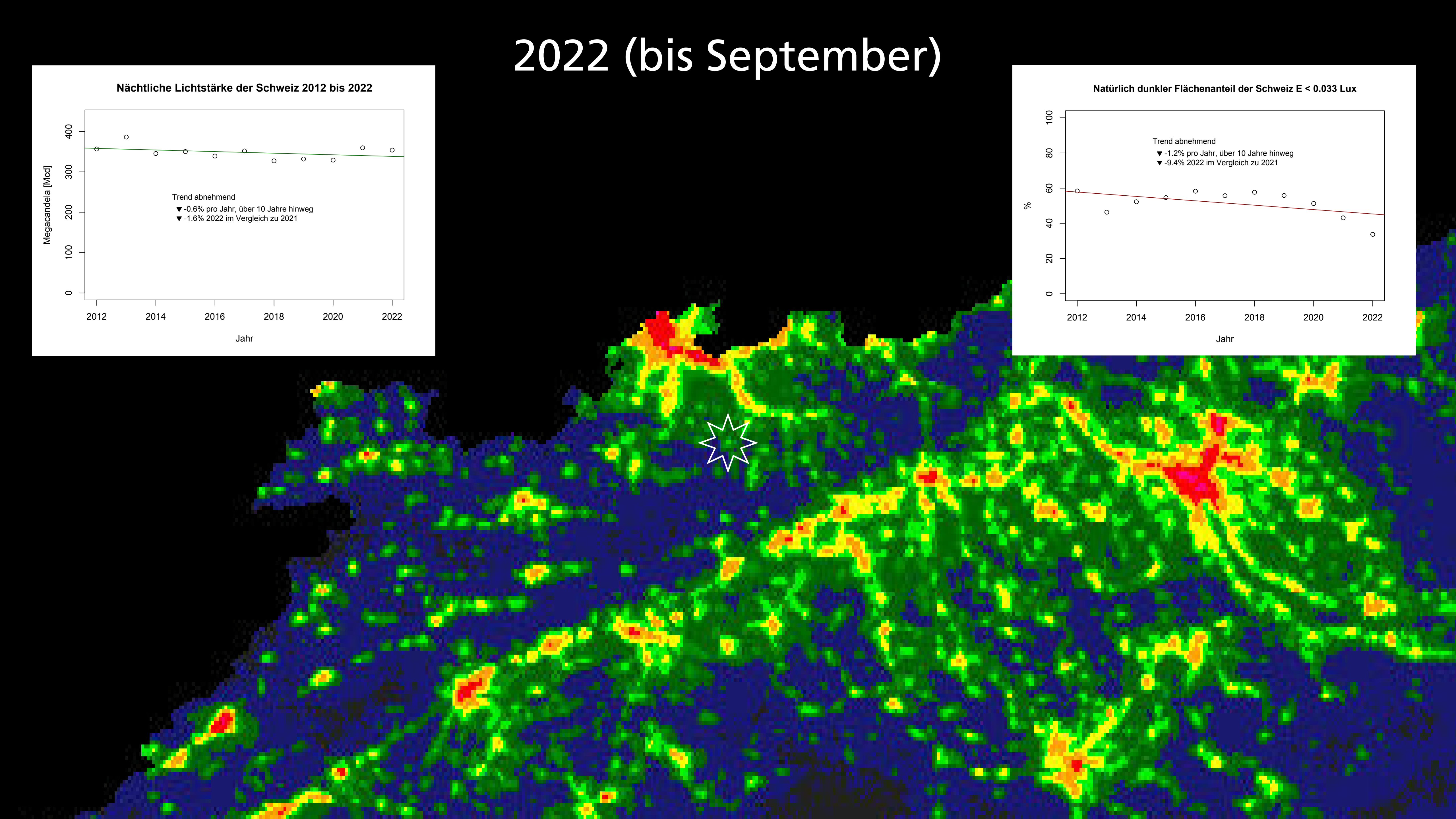
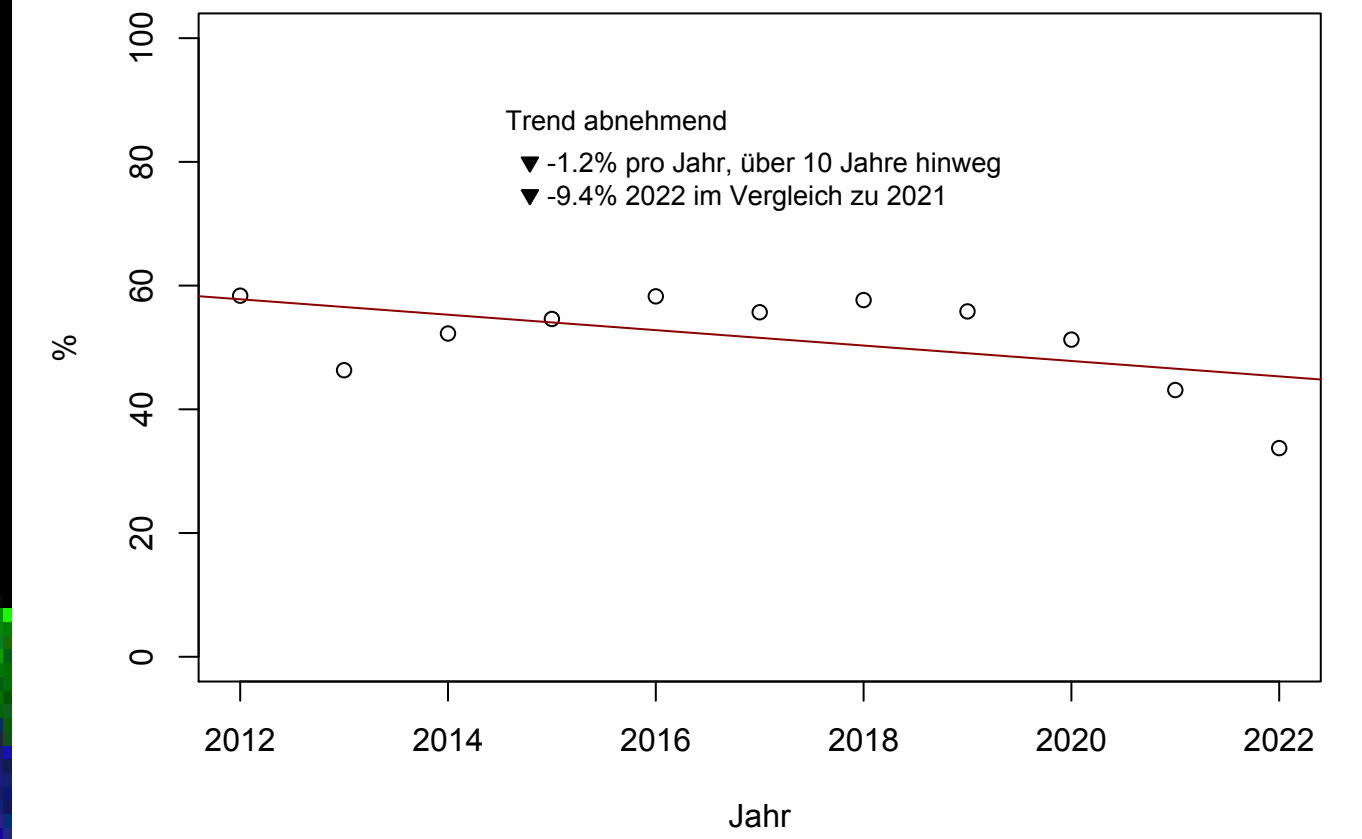
Image and data processing by NOAA's National Geophysical Data Center
Swiss grid and boundary: Federal Office of Topography swisstopo
Map data processing: Lukas D. Schuler for Dark-Sky Switzerland

2022 (bis September)

Nächtliche Lichtstärke der Schweiz 2012 bis 2022

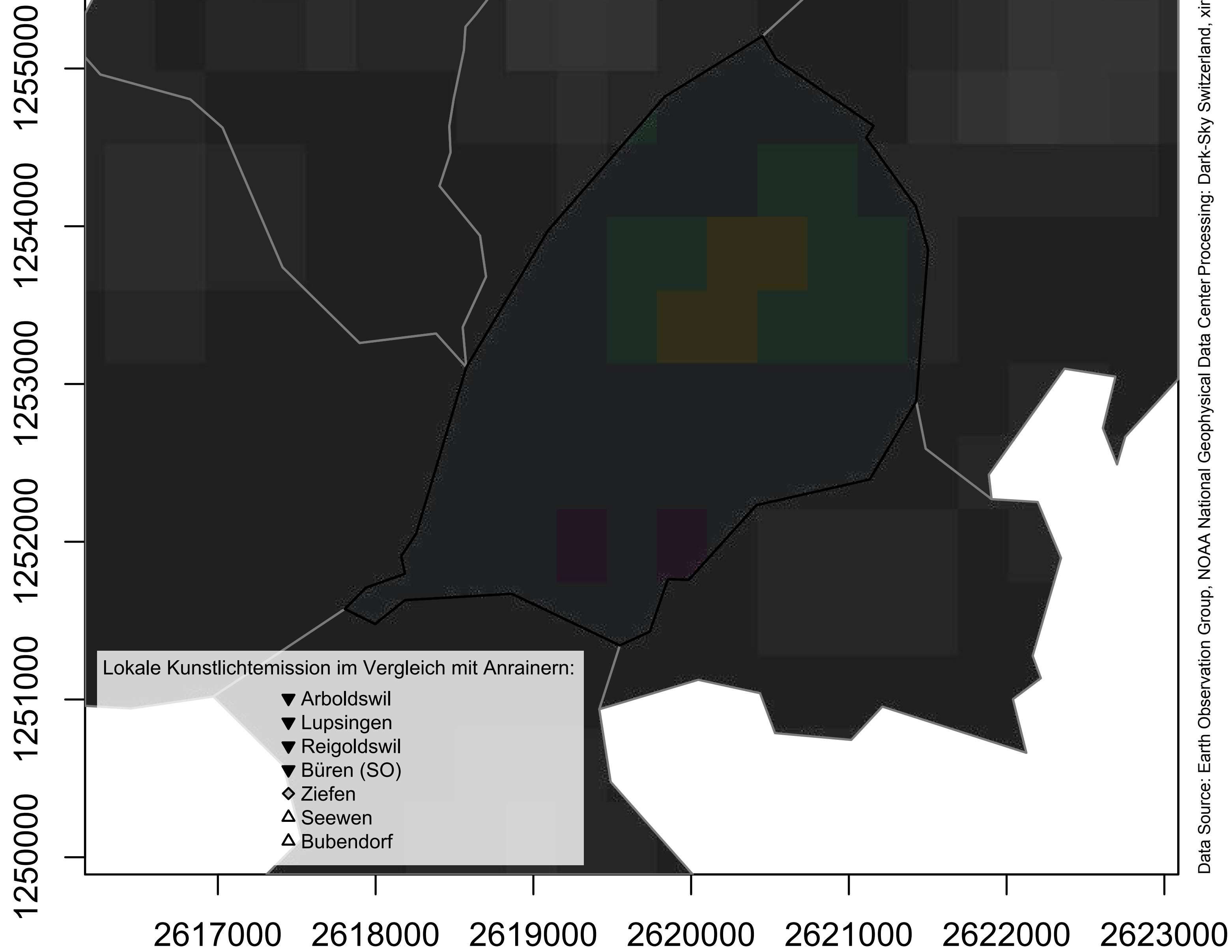


Natürlich dunkler Flächenanteil der Schweiz $E < 0.033$ Lux



Ziefen BFS-Nr. 2834

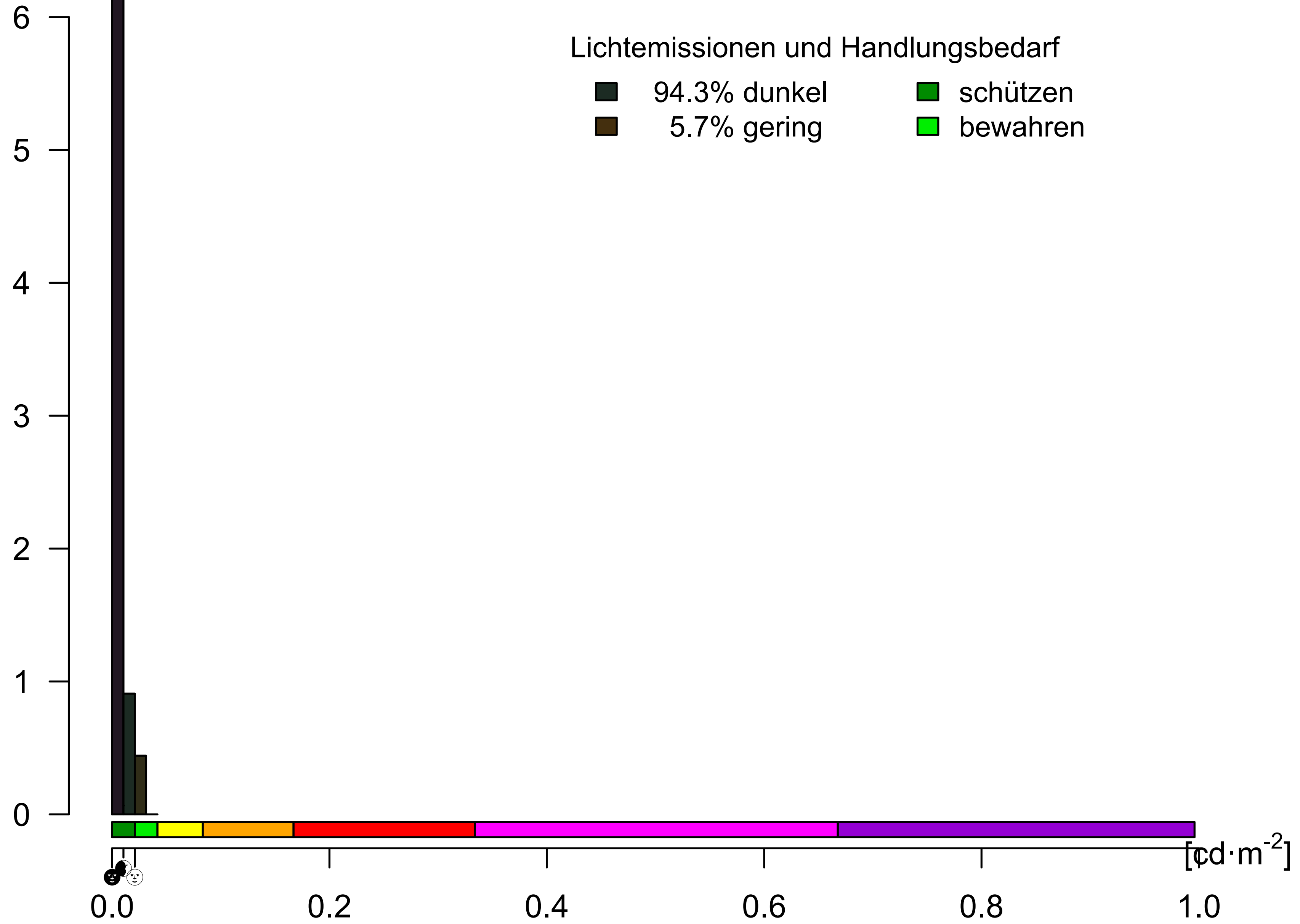
LV95, Gemeinden Stand 1.1.2018, Quelle: www.swisstopo.ch



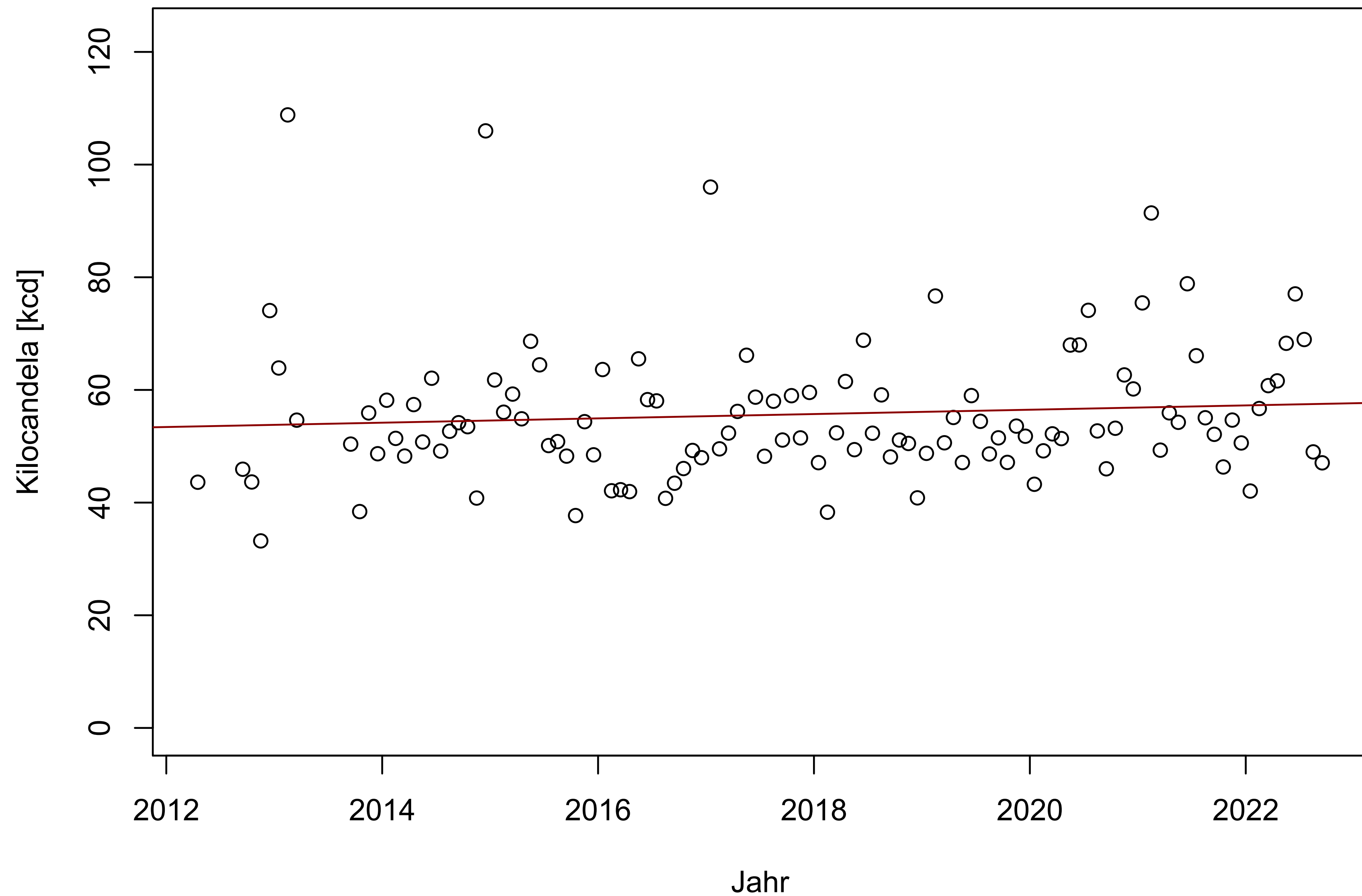
[km²]

Kunstlichtemission Ziefen

$\emptyset \Sigma 59689 \pm 2626$ cd im Jahr 2022.21 ± 0.08

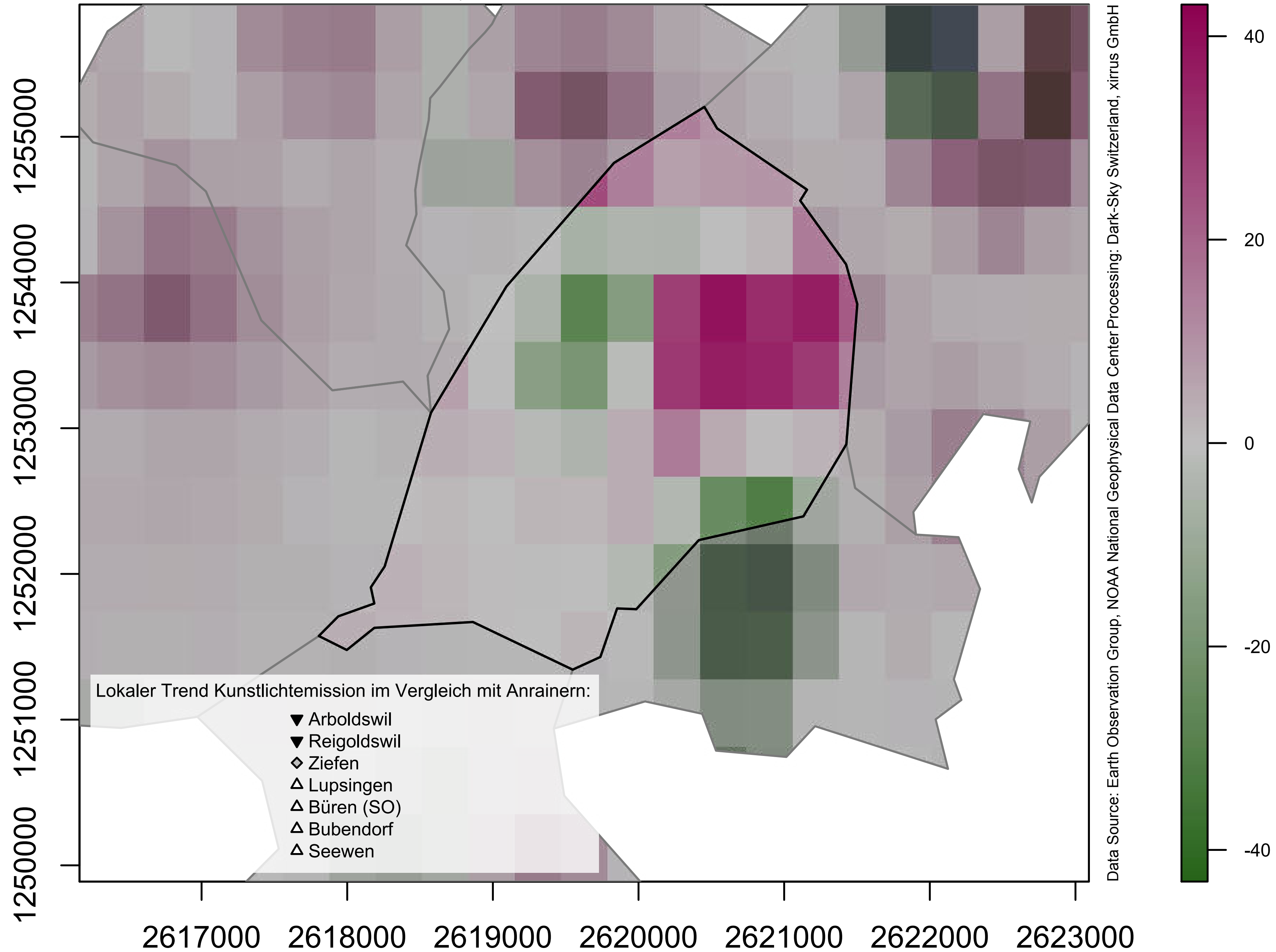


Lichtemissionen aus Ziefen



Ziefen BFS-Nr. 2834

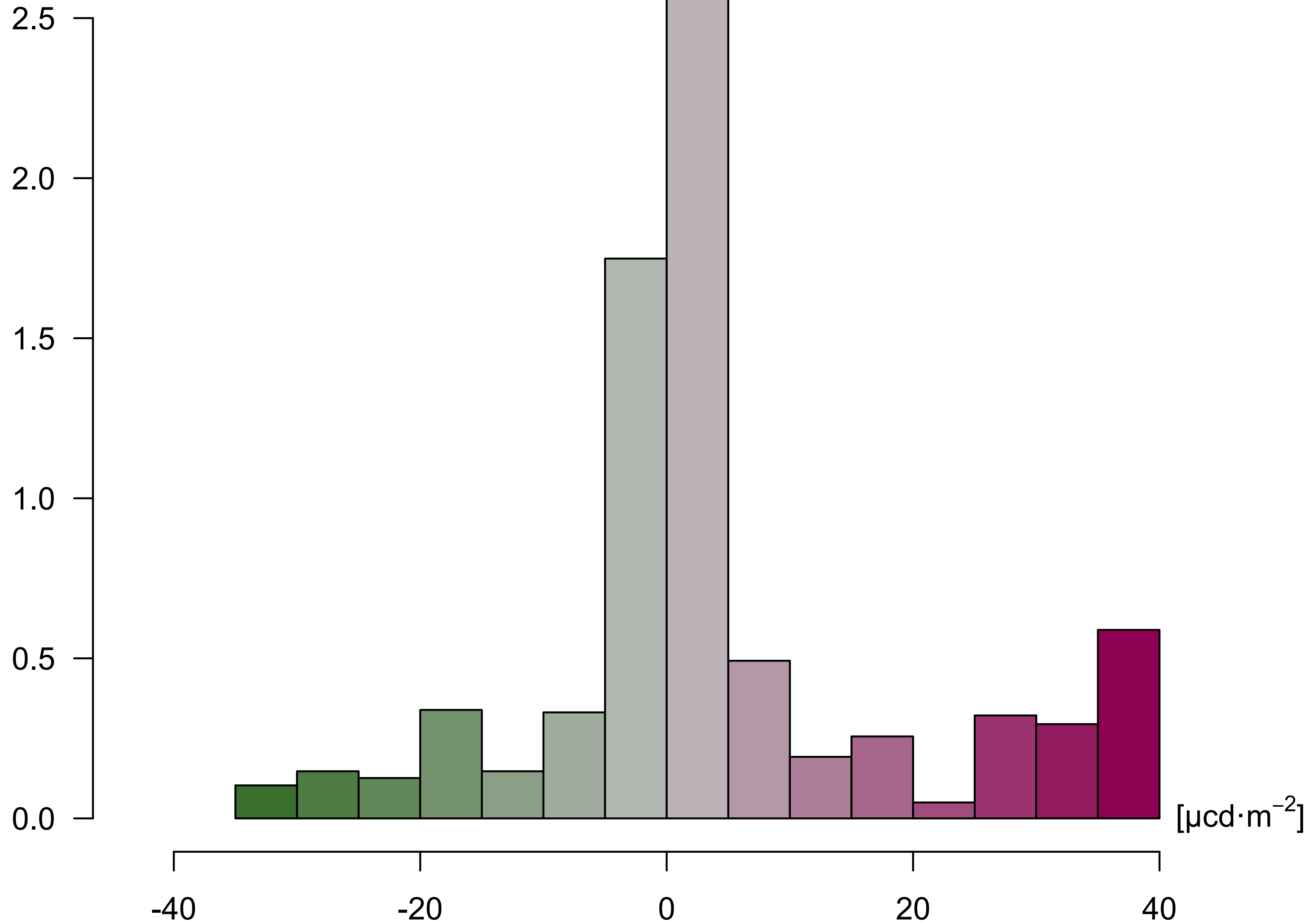
LV95, Gemeinden Stand 1.1.2018, Quelle: www.swisstopo.ch



[km²]

Trend Kunstlichtemission in Ziefen steigt

383.6 cd pro Jahr entspricht 0.69% im Jahr 2017.84 ± 2.88



Der Sternenhimmel schwindet



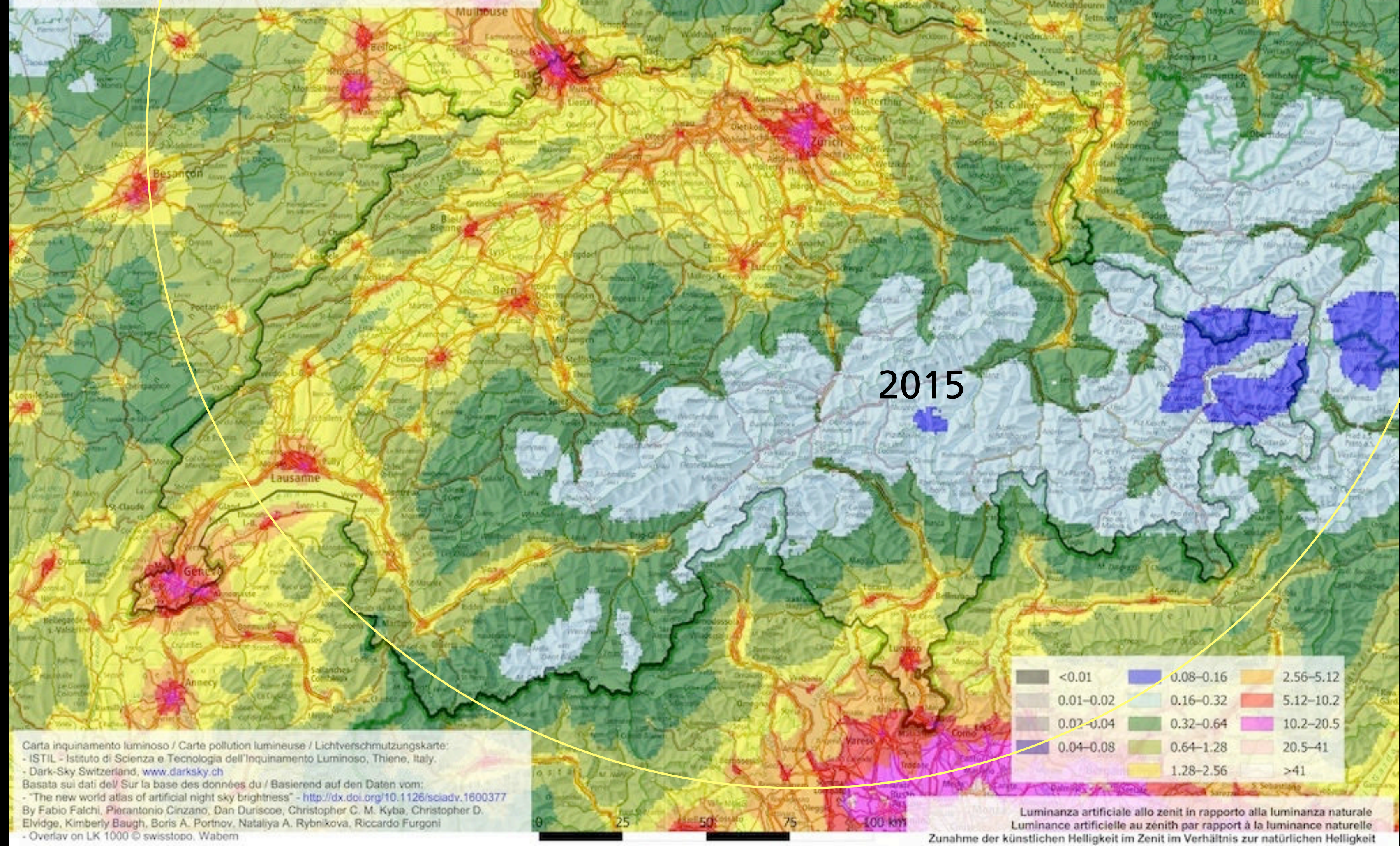
© Guido Schwarz



Dark-Sky Switzerland

Inquinamento luminoso in Svizzera
Pollution lumineuse en Suisse
Lichtverschmutzung in der Schweiz
 Situazione / Situation / Stand 2015

La mappa mostra la luminanza artificiale allo zenit rapportata alla luminanza naturale del cielo notturno
 La carte montre la lumière artificielle à son zénith par rapport à la luminance naturelle du ciel nocturne
 Die Karte zeigt das Kunstlicht im Zenit im Vergleich zur natürlichen Helligkeit des Nachthimmels



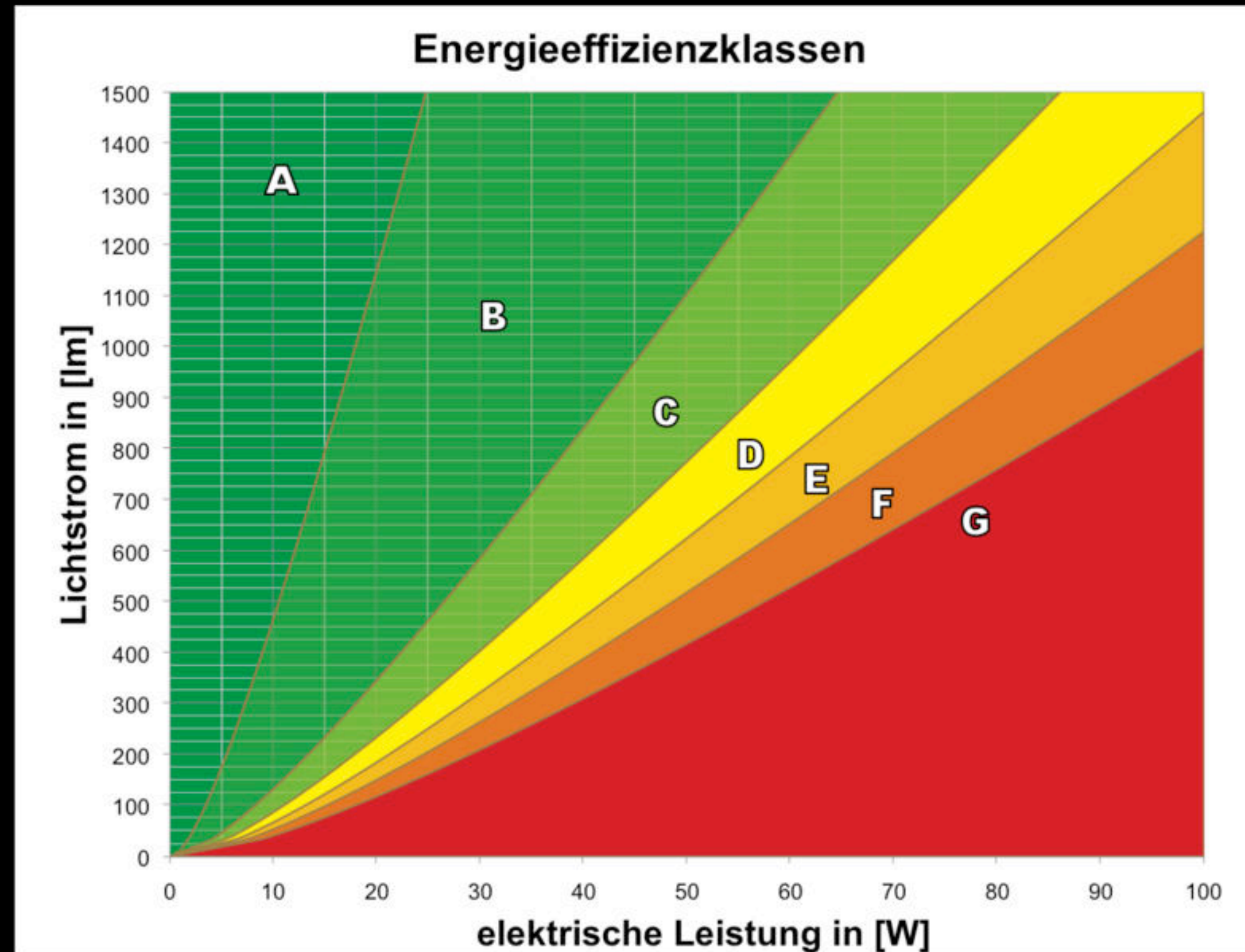
Carta inquinamento luminoso / Carte pollution lumineuse / Lichtverschmutzungskarte:
 - ISTIL - Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso, Thiene, Italy.
 - Dark-Sky Switzerland, www.darksky.ch
 Basata sui dati del "Sur la base des données du / Basierend auf den Daten vom:
 - "The new world atlas of artificial night sky brightness" - <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1600377>
 By Fabio Falchi, Pierantonio Cinzano, Dan Duriscoe, Christopher C. M. Kyba, Christopher D. Elvidge, Kimberly Baugh, Boris A. Portnov, Nataliya A. Rybnikova, Riccardo Furgoni
 - Overlaid on LK 1000 © swisstopo, Wabern

Luminanza artificiale allo zenit in rapporto alla luminanza naturale
 Luminance artificielle au zénith par rapport à la luminance naturelle
 Zunahme der künstlichen Helligkeit im Zenit im Verhältnis zur natürlichen Helligkeit

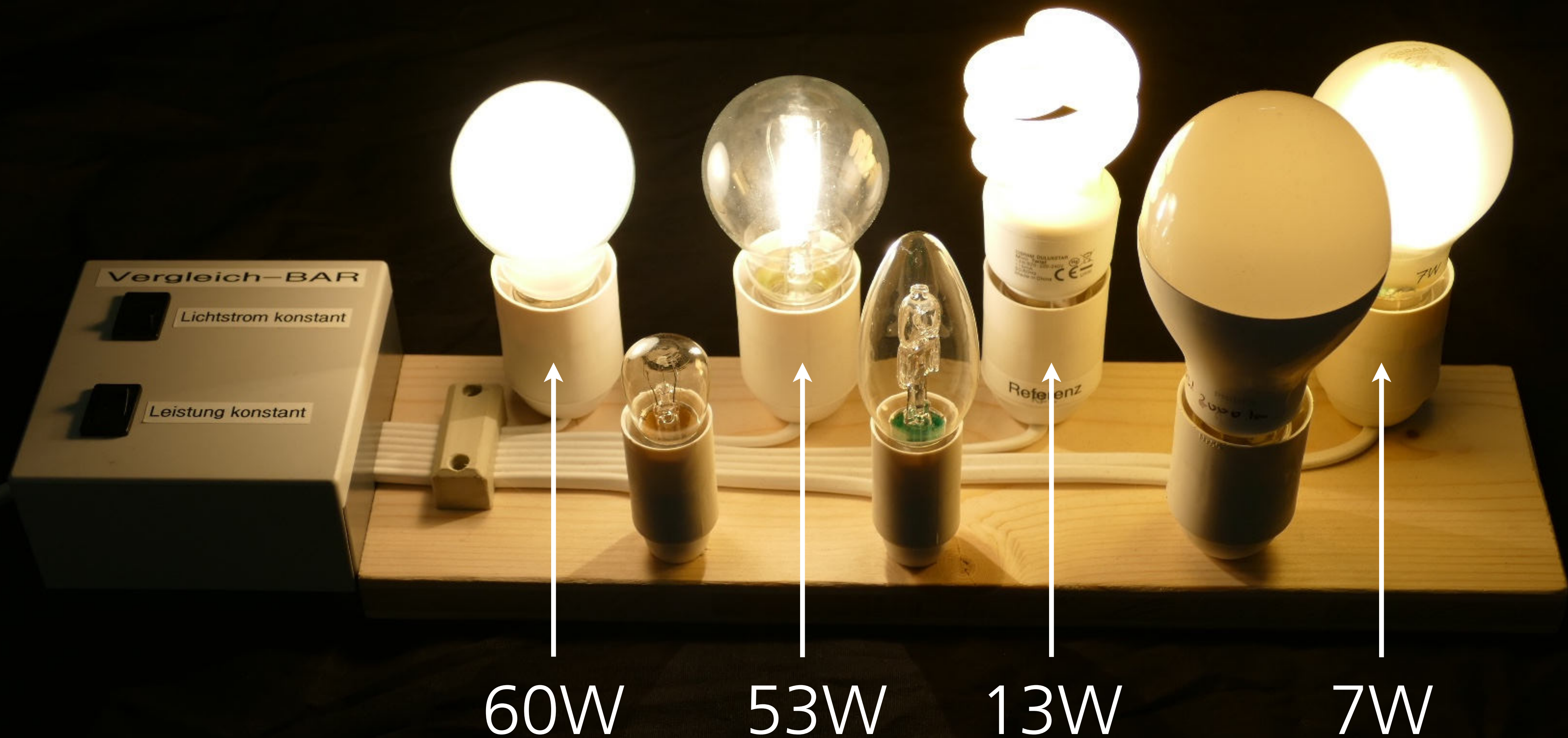
Zu geringe Anstrengungen



Fokus der Politik: Energieeffizienz



gleich hell mit weniger Strom



gleich hell mit weniger Strom

≈ 820lm

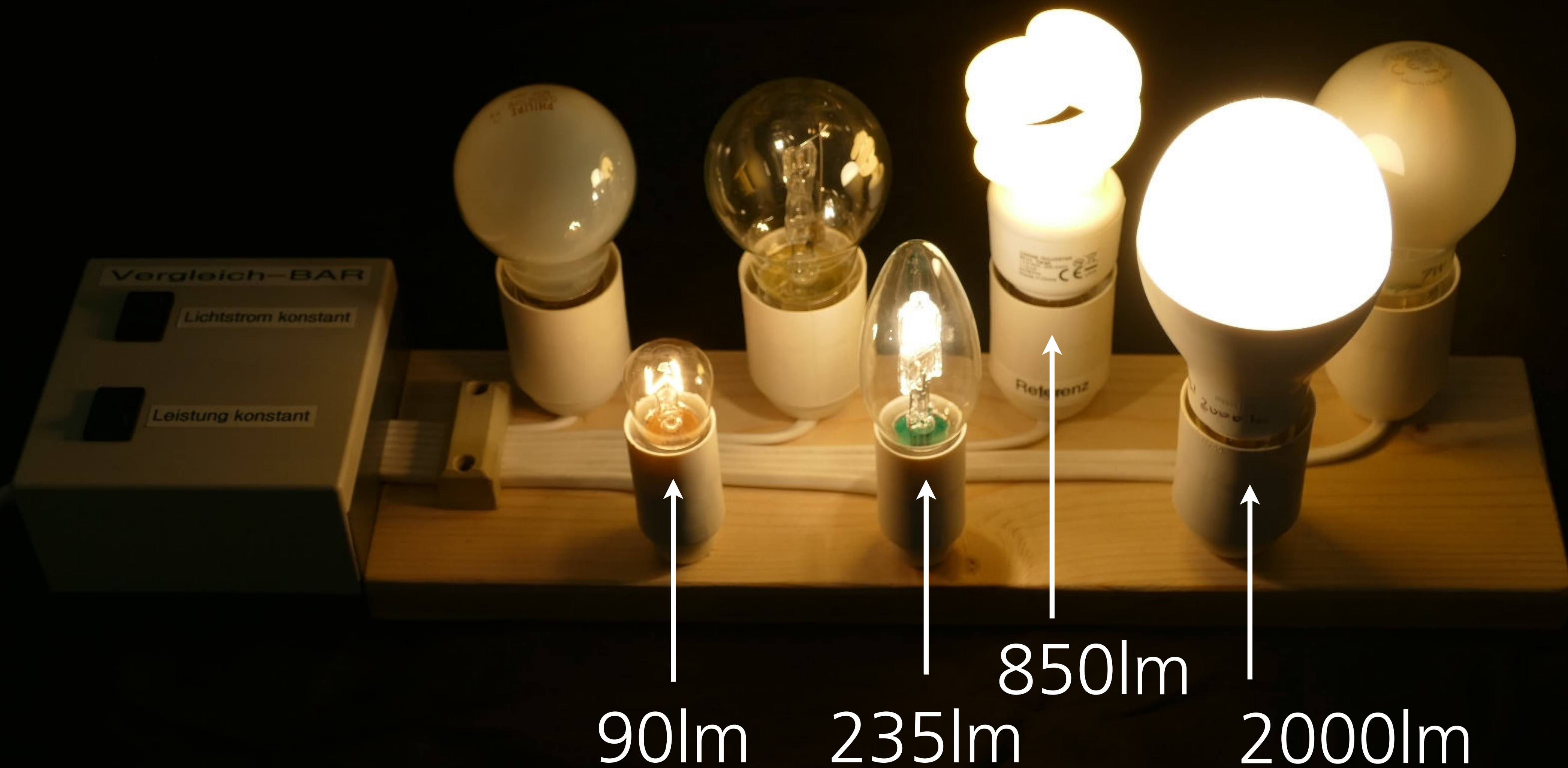


60W

≈ 8 : 1

7W

heller mit gleichviel Strom



heller mit gleichviel Strom

≈ 15W



90lm

≈ 1 : 22

2000lm

Traurige Bilanz für die Umwelt

22 mal mehr Licht

oder

1/8 der Energie



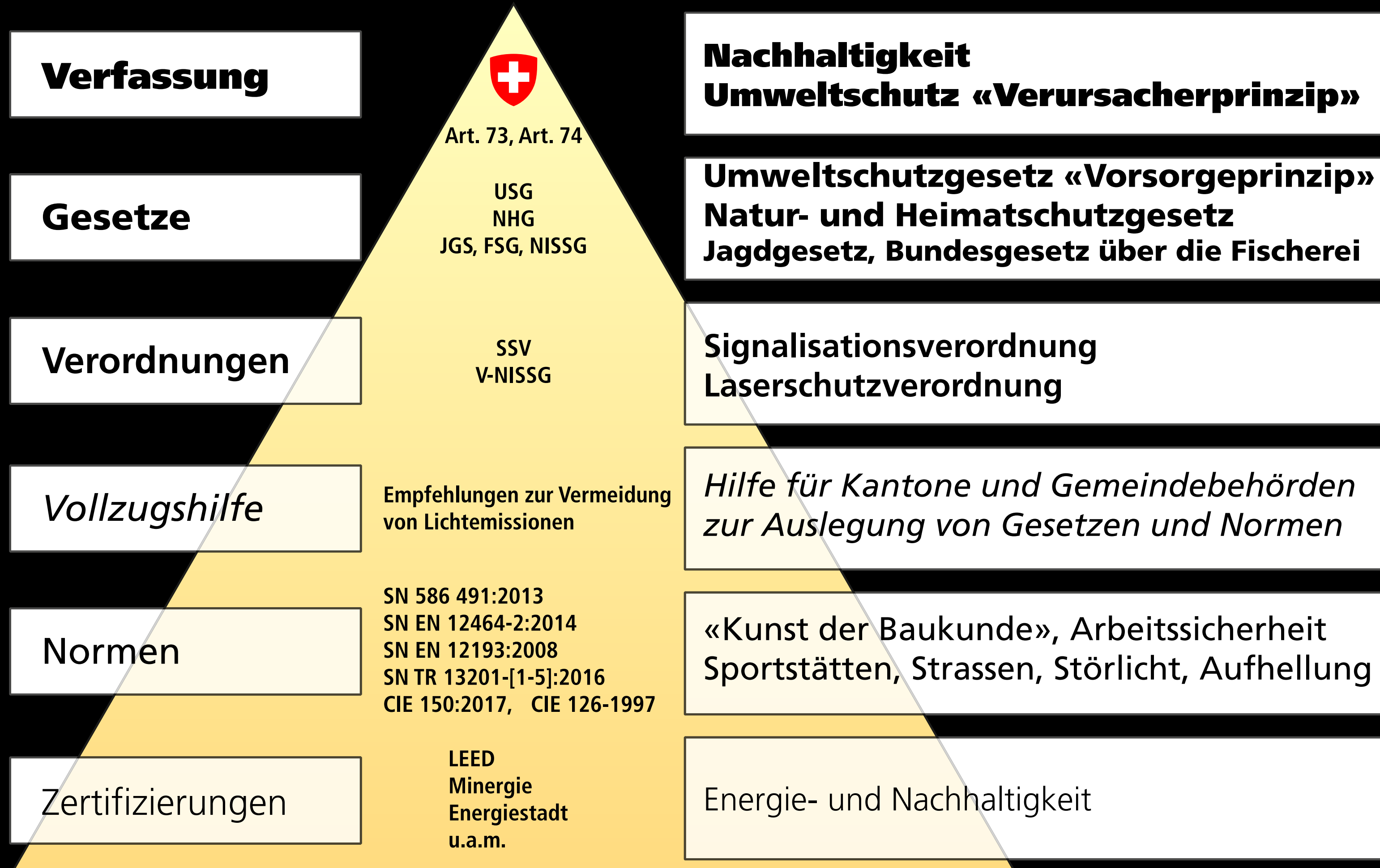
Wenn man nicht aufpasst ...



neue LED
15 Watt

≥ doppelt so hell
wie 60 Watt
Glühbirne

Was gilt in der Schweiz?



verordnen



bewilligen



handeln

Umweltschutzgesetz

Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01)

Art. 11

- Strahlen werden durch Massnahmen bei der Quelle begrenzt
- sind im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.
- Emissionsbegrenzungen werden erlassen falls Belastung schädlich oder lästig wird

Weitere Gesetze

- Natur- und Heimatschutzgesetz NHG, SR 451
Lebensraum einheimische Tier- und Pflanzenwelt
- Jagdgesetz JSG, SR 922
Lebensraum einheimische und ziehende wildlebende Säugetiere und Vögel
- Signalisationsverordnung SSV, SR 741.21
Strassenreklamen, welche die Verkehrssicherheit oder Landschaft oder Ortsbild beeinträchtigen könnten
- Planungs- und Baugesetz (je nach Kanton)
herkömmliches Orts- oder Landschaftsbild

BAFU Vollzugshilfe

2021 | Umwelt-Vollzug

Nichtionisierende Strahlung

Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen

Stand 2021



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Sieben-Punkte-Plan (Checkliste)



1. NOTWENDIGKEIT

Braucht es eine Beleuchtung?

Nur beleuchten, was beleuchtet werden muss.



2. INTENSITÄT | HELLIGKEIT

Wie hell muss die Beleuchtung sein?

Nur so hell beleuchten, wie nötig.



3. LICHTSPEKTRUM | LICHTFARBE

Ist das Lichtspektrum richtig gewählt?

Abstimmung des Lichtspektrums auf den Beleuchtungszweck und die Umgebung.



4. AUSWAHL UND PLATZIERUNG DER LEUCHTEN

Ist der passende Leuchtentyp gewählt und geeignet platziert?

Die Beleuchtung soll möglichst präzise und ohne unnötige Abstrahlung in die Umgebung erfolgen.



5. AUSRICHTUNG

Sind die Leuchten optimal ausgerichtet?

Grundsätzlich von oben nach unten beleuchten, die Leuchten bei der Montage präzise ausrichten.



6. ZEITMANAGEMENT | STEUERUNG

Wann braucht es welche Beleuchtung?

Die Beleuchtung nach Möglichkeit bedarfsgerecht steuern und zeitweise ausschalten oder reduzieren.



7. ABSCHIRMUNGEN

Sind Abschirmungen vorzusehen?

Zusätzliche Abschirmungen in spezifischen Problemfällen.

Sieben-Punkte-Plan (Checkliste)



1. NOTWENDIGKEIT

Braucht es eine Beleuchtung?

Nur beleuchten, was beleuchtet werden muss.



2. INTENSITÄT | HELLIGKEIT

Wie hell muss die Beleuchtung sein?

Nur so hell beleuchten, wie nötig.



3. LICHTSPEKTRUM | LICHTFARBE

Ist das Lichtspektrum richtig gewählt?

Abstimmung des Lichtspektrums auf den Beleuchtungszweck und die Umgebung.



4. AUSWAHL UND PLATZIERUNG DER LEUCHTEN

Ist der passende Leuchtentyp gewählt und geeignet platziert?

Die Beleuchtung soll möglichst präzise und ohne unnötige Abstrahlung in die Umgebung erfolgen.



5. AUSRICHTUNG

Sind die Leuchten optimal ausgerichtet?

Grundsätzlich von oben nach unten beleuchten, die Leuchten bei der Montage präzise ausrichten.



6. ZEITMANAGEMENT | STEUERUNG

Wann braucht es welche Beleuchtung?

Die Beleuchtung nach Möglichkeit bedarfsgerecht steuern und zeitweise ausschalten oder reduzieren.



7. ABSCHIRMUNGEN

Sind Abschirmungen vorzusehen?

Zusätzliche Abschirmungen in spezifischen Problemfällen.



8. NACH(T)KONTROLLE

Licht im Dunkeln prüfen, nur das verhebt.

Musterbestimmungen Biodiversität

Biodiversität und Landschaftsqualität im Siedlungsgebiet

Empfehlungen für Musterbestimmungen für Kantone und Gemeinden



Musterbestimmungen

§ ... Lichtemissionen (kurze Variante)

Zur Begrenzung von Lichtemissionen sind Aussenbeleuchtungen so auszuwählen, zu platzieren, auszurichten und abzuschirmen, dass nur der erforderliche Bereich mit einer dem Zweck angepassten Intensität beleuchtet wird. Die **Betriebszeit ist auf das notwendige Minimum zu begrenzen**, z. B. mit bedarfsgerechter Steuerung, zeitweisem Ausschalten oder Reduzieren sowie Bewegungsmeldern. Das eingesetzte Licht soll einen möglichst kleinen Blau- und UV-Anteil aufweisen wie z. B. **warmweisse LED mit einer Farbtemperatur von weniger als 2700 K.**

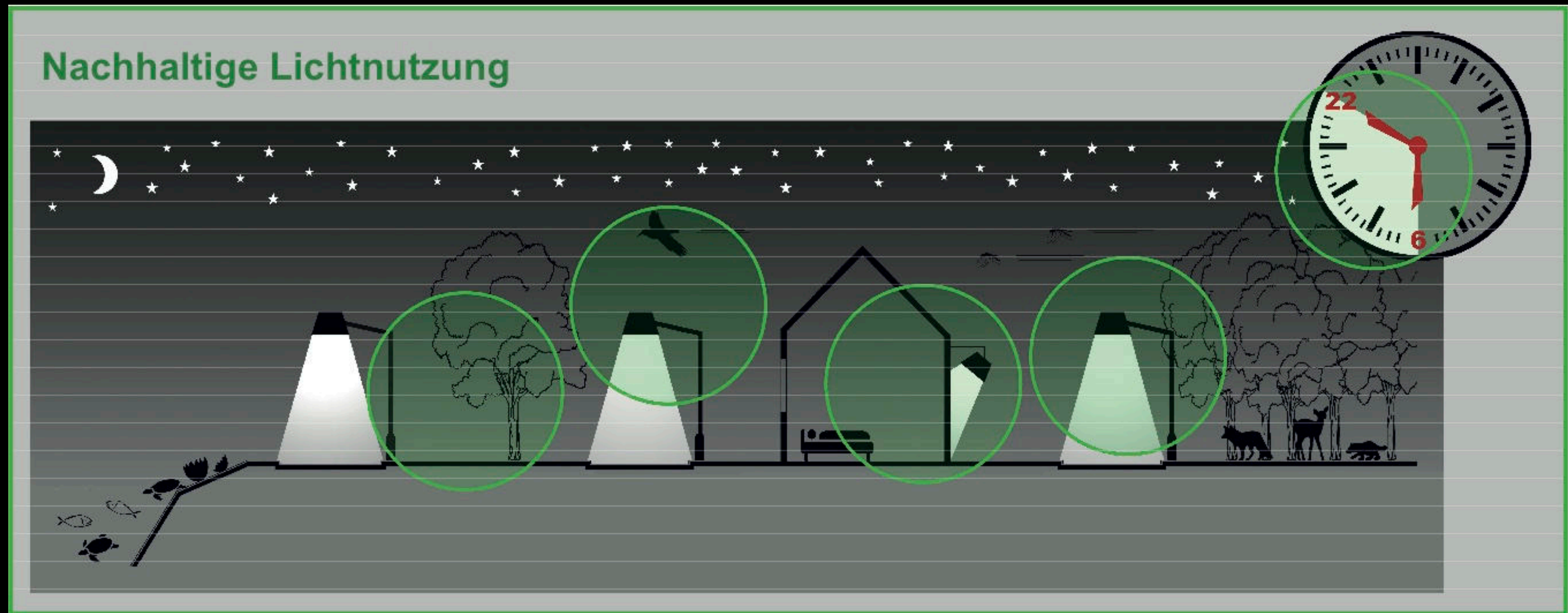
Erläuterungen

- Umweltschutzgesetz
- Strassenverkehrsgesetz
- Natur- und Heimatschutzgesetz
- Jagdgesetz
- Bundesgesetz über die Fischerei

Die «kurze Variante» enthält alle aus umweltrechtlicher Sicht wesentlichen Elemente. Dazu gehören: präzise Beleuchtung, dem Zweck angepasste Intensität ohne Überbeleuchtung, Begrenzung der Betriebszeit sowie geringe Blau- und UV-Anteile. Mit der bedarfsgerechten Steuerung sollen insbesondere nicht sicherheitsrelevante Beleuchtungen in der Nachtruhezeit (z. B. ab 22 Uhr bis 6 Uhr morgens) ausgeschalten werden. Dies gilt speziell für öffentliche und private Zier-, Reklame- und Schaufensterbeleuchtungen.

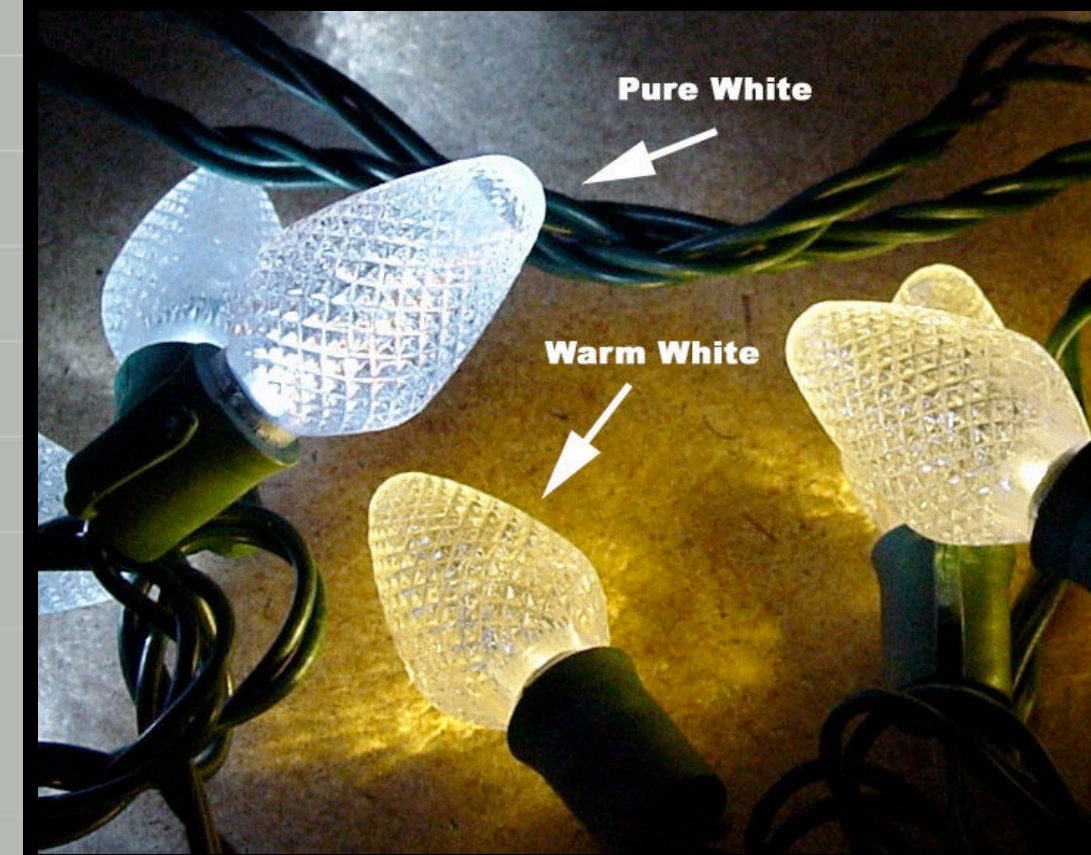
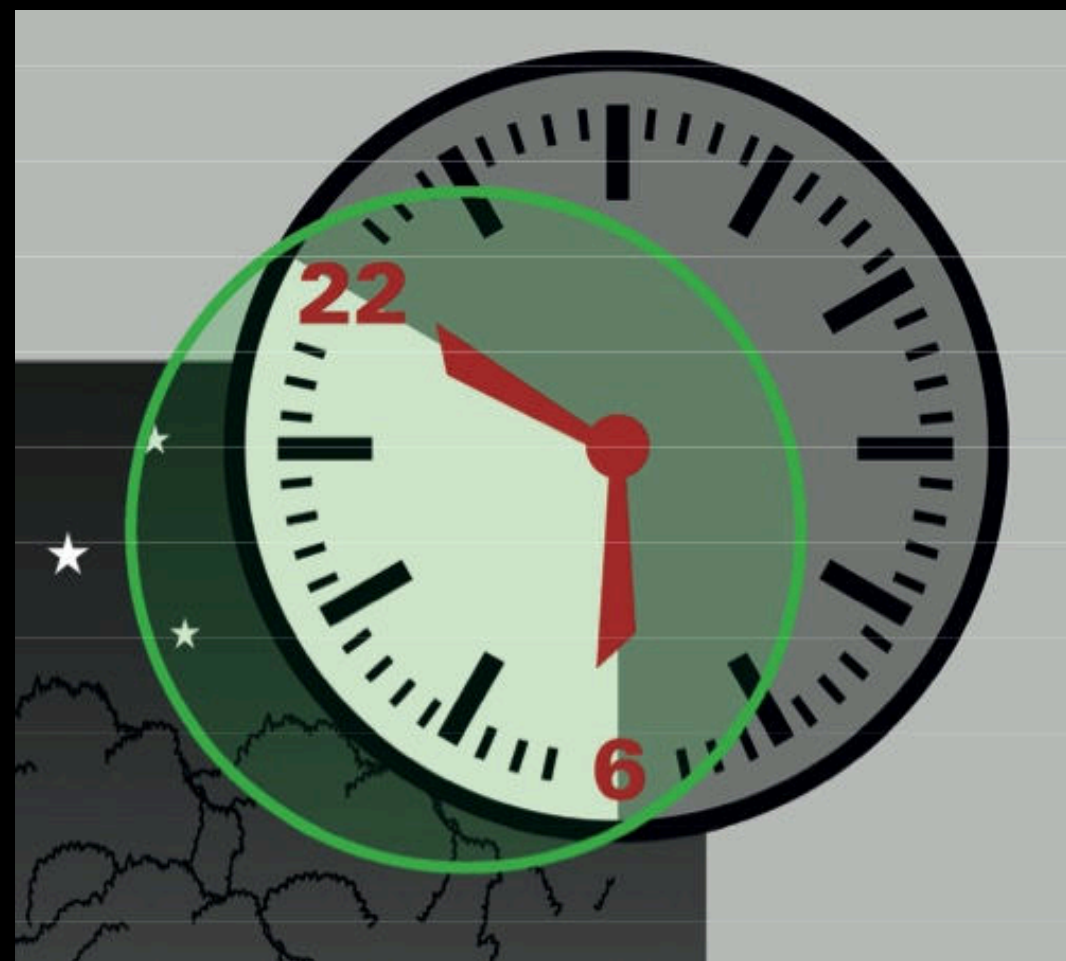
SIA Norm 491 (seit 1. März 2013)

Wo? Abwärts! Zielfläche! Menge / Farbe! Wann?



BGE 140 II 33

- «... besteht ein öffentliches Interesse daran, Lichtemissionen nach 22 Uhr so weit wie möglich zu reduzieren und – sofern sie nicht (z.B. aus Sicherheitsgründen) benötigt werden – abzustellen.»
- **Nachtruhe**
22 – 6 Uhr
- **Weihnachten**
1. Advent – 6. Januar
max. bis 1 Uhr

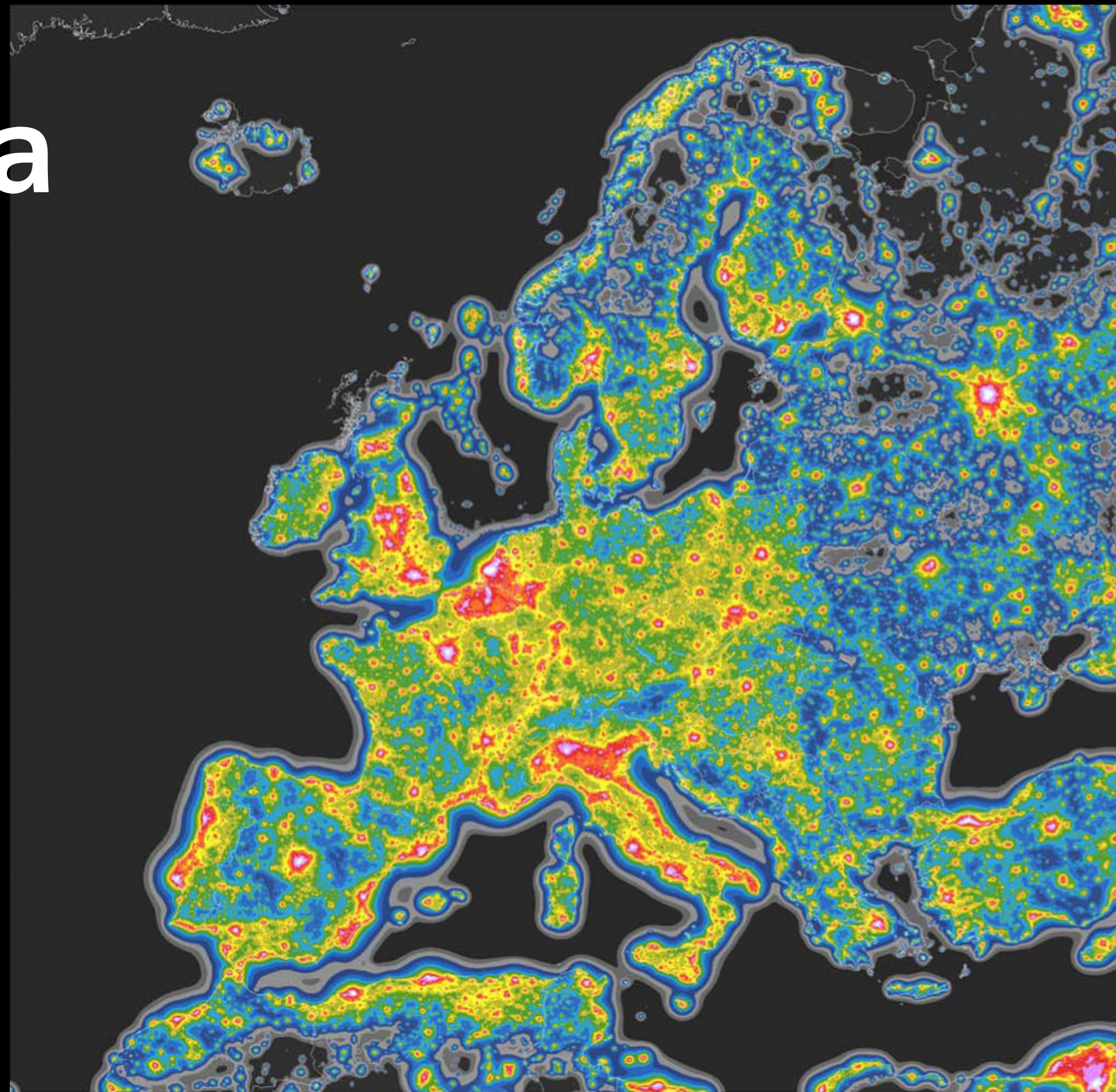


BGE 1C_602/2012

- Nachtruhe (beim Werbeplakat) 22 – 6 Uhr
- reduzierte Perrondachbeleuchtung



Europa 2015



Europa Szenario 4000K

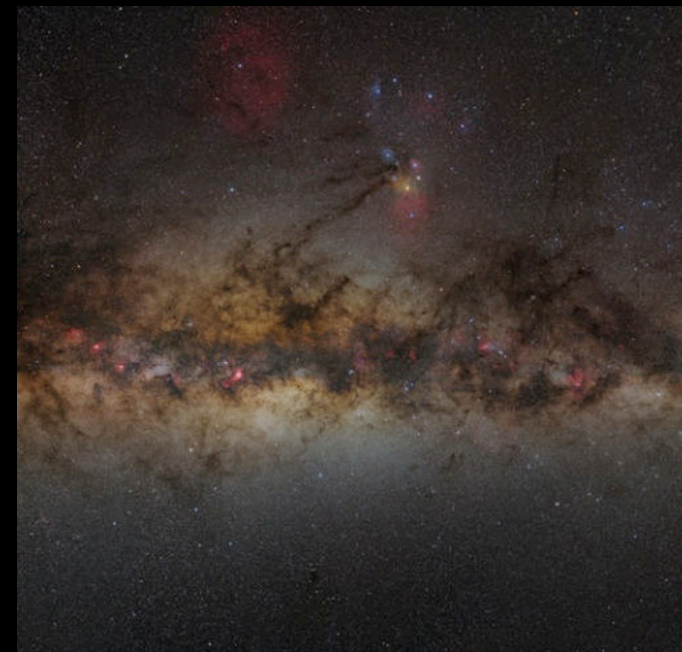


Kaltes Licht streut mehr



Abschalten ist günstig, smart spart

- statische Nachtabsenkung
- geringe Investition
- Gewinn für die Umwelt
- Gewinn für die Schlafgesundheit
- spart Energie und Kosten
- wenn Investieren, dann in intelligente Steuerung



Einfach besser machen



Unsinnige Baumbeleuchtungen



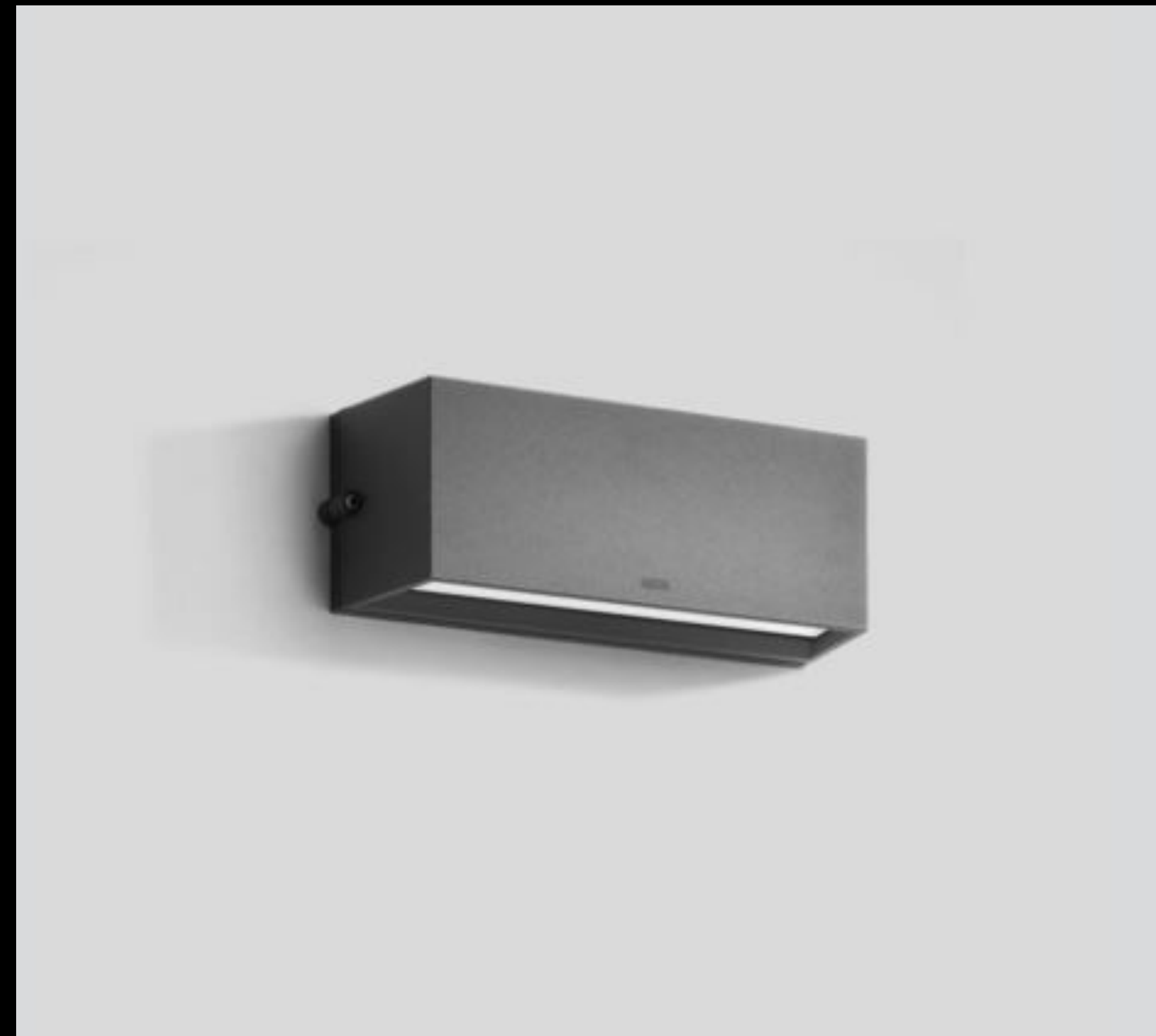
9. Februar 2014 23:52

Einfach besser machen



Einfach besser machen

Wandleuchte für Balkon



Einfach besser machen

Wandleuchte für Treppen



Abschirmen ist möglich



Viel Licht gelangt nach draussen



Zusammenfassung

- Licht kennt keine Grenzen
Schutzzonen werden ebenso behelligt
- Jede Emission im Aussenraum verstärkt die Lichtverschmutzung:
Zeitlich begrenzen wirkt oft Wunder.
- Artenschutz ist fast unmöglich mit Licht. Priorität hat Dunkelheit,
dann folgt gelbes Licht, dann oranges, dann warmes.
- Der Effort für die Nacht fängt schon vor dem eigenen Haus an.

Meilensteine

- 2005 Buwal Broschüre (BAFU)
- 2013 SIA Norm 491
- 2014 Petition Nacht im Alpenraum
- 2018 Petition Insektensterben
- 2019 Verbandsbeschwerderecht und Nachtkarten Schweiz
- 2021 Motion Insektensterben im NR
- 2021 Vollzugshilfe Vermeidung unnötige Lichtemissionen
- 2022 Musterbestimmungen Biodiversität im Siedlungsraum

Nachtabschaltung?

Gemeinde Ziefen

- NEIN: Gemeinde haftet für Sicherheit
- NEIN: Belgische Studie sagt Sicherheit gehe vor Umweltschutz
- Dafür: Wir dimmen, wir wählen insektenfreundliches Licht

Werkeigentümerhaftung und Verkehrsunfälle

Strassenverkehrsgesetz SVG Art. 32

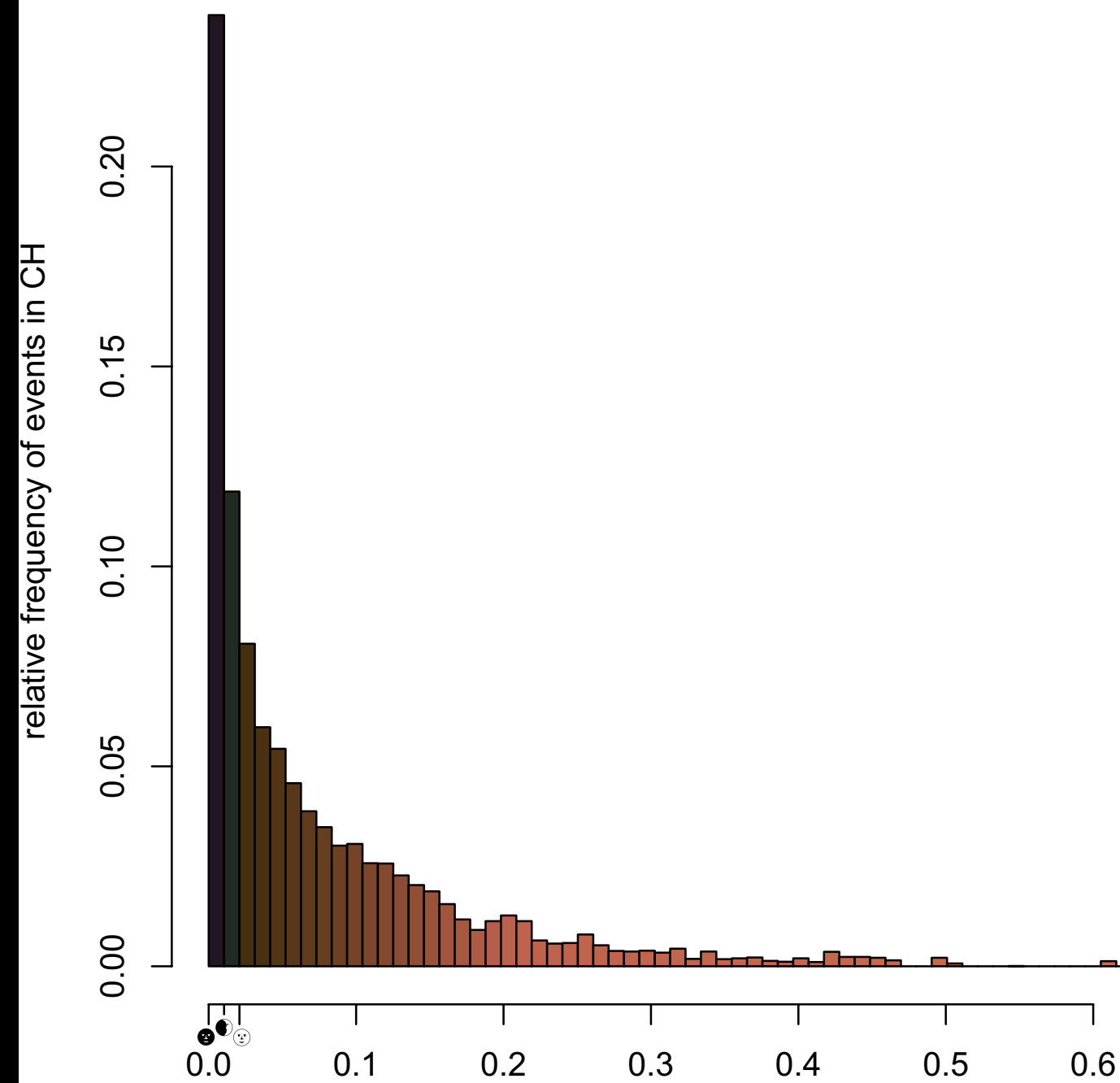
1 Die Geschwindigkeit ist stets den Umständen anzupassen, namentlich den Besonderheiten von Fahrzeug und Ladung, sowie den Strassen-, Verkehrs- und Sichtverhältnissen.

=> Noch nie wurde eine Gemeinde in die Haftung bzgl. ausgeschalteten Lichtquellen genommen in Bezug auf den Verkehr

Licht und Unfälle

«es passieren mehr Unfälle im Dunkeln»

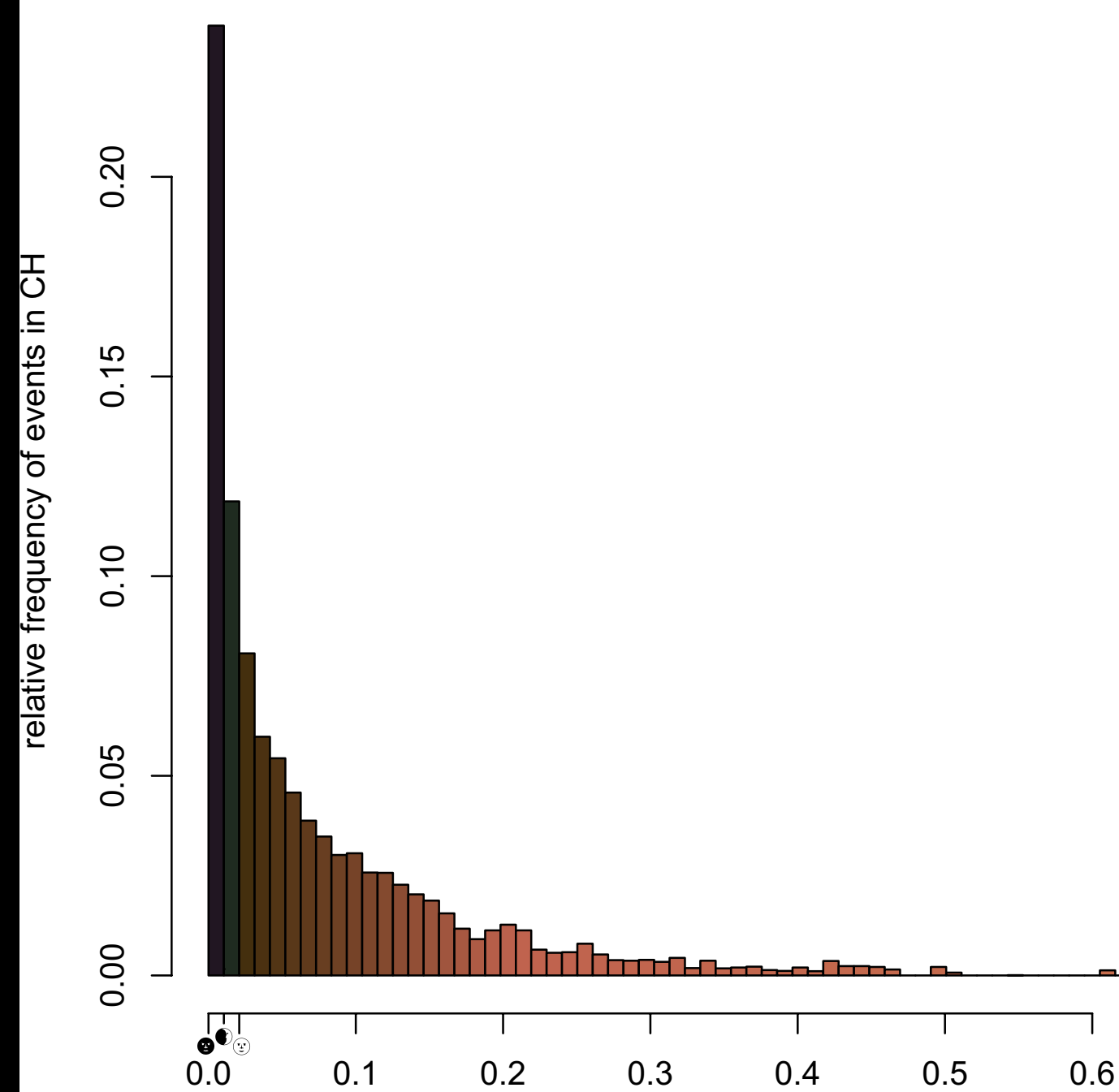
Relative frequency of traffic accidents at luminance, CH (2012)



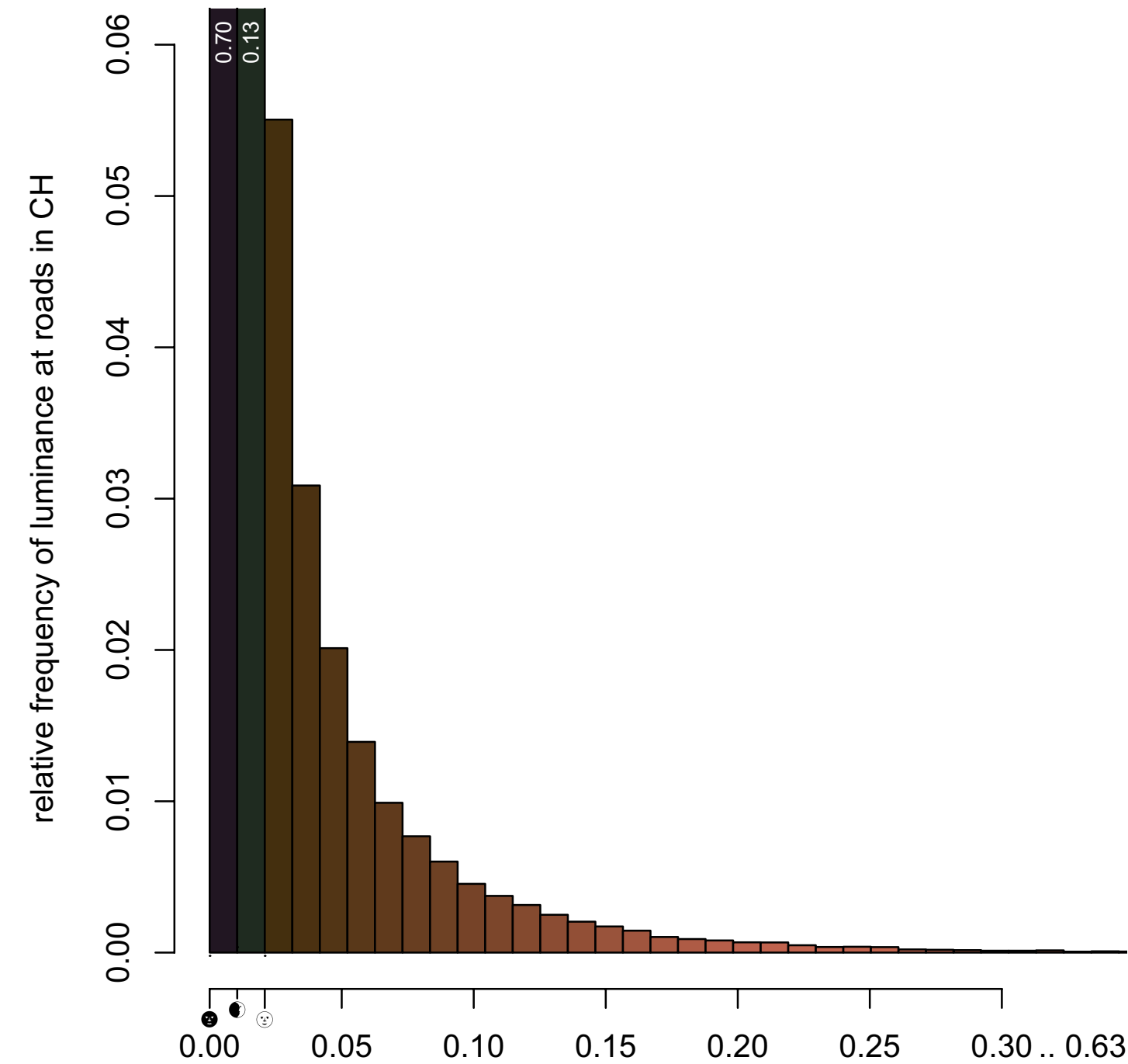
Licht und Unfälle

es passieren **weniger** Unfälle im Dunkeln

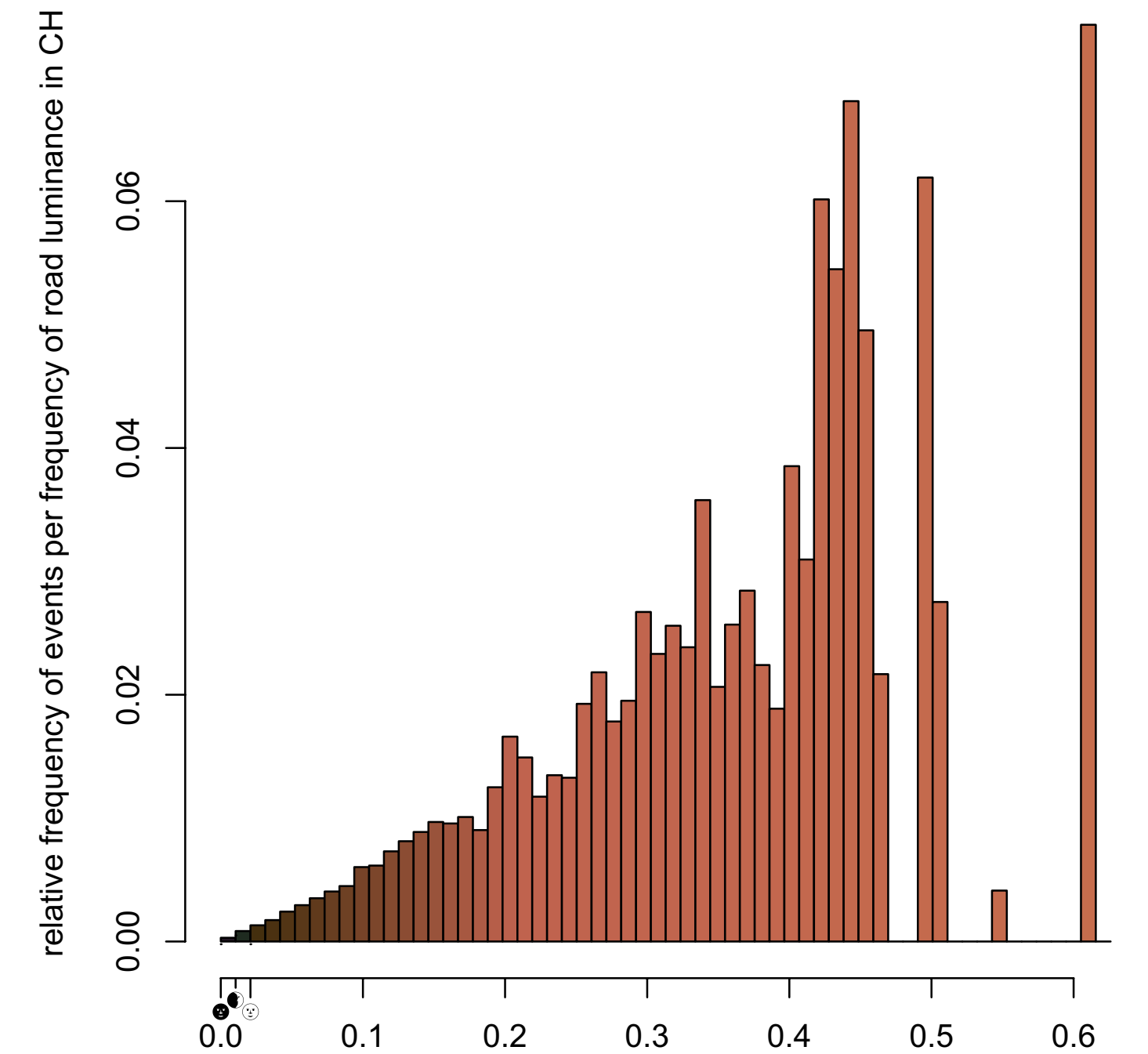
Relative frequency of traffic accidents at luminance, CH (2012)



Distribution of luminance at roads in CH (2012)



Relative frequency of traffic accidents at luminance, CH (2012)



Licht und Kriminalität

«mehr Licht = mehr Sicherheit» ?

Körperverletzung Vandalismus an Häusern Auto ausrauben Raub/Handtaschenraub

Angst nimmt nur noch wenig ab
bei 7.8 lx gegenüber 3.9 lx

West Park Estate-Studie		Dudley-Studie		Stoke-on-Trent-Studie	
Straftat	Zunahme (%)	Straftat	Zunahme (%)	Straftat	Zunahme (%)
Einbruch	-46	Einbruch	-36	Einbruch	-15
Versuchter Einbruch	-4				
Diebstahl im Haus-Außenbereich	-71				
Taschendiebstahl/Handtaschenraub	-83	Raub/Handtaschenraub	-79	Raub/Handtaschenraub	+255
Raubüberfall	-80				
Körperverletzung im öffentlichen Raum	+111	Körperverletzung	-70	Körperverletzung	-92
Vandalismus an Häusern	+8	Vandalismus	-42	Vandalismus	-36
Fahrzeugdiebstahl	0				
Diebstahl aus Fahrzeugen	+200	Fahrzeugkriminalität	-52	Fahrzeugkriminalität	-46
Fahrzeugvandalismus	-48				
Belästigung/Beleidigung	-21	Bedrohung/Bedästigung	-28	Bedrohung/Bedästigung	-68
Sexuelle Nötigung/Vergewaltigung	-100				
Sexuelle Belästigung	-17				
Geschlagenwerden durch eine dem Opfer bekannte Person	-36				
		Fahrraddiebstahl	-2	Fahrraddiebstahl	-52

Tabelle 1
Einfluss von verbesserter Beleuchtung auf unterschiedliche Arten von Kriminalität in den drei Studien »West Park Estate«, »Dudley« und »Stoke-on-Trent« (Quelle: Painter, 1991, S. 229 und Painter & Farrington, 2001, S. 7 & 8 (Übersetzung und prozentuale Darstellung der Ergebnisse durch D. Kretzer))

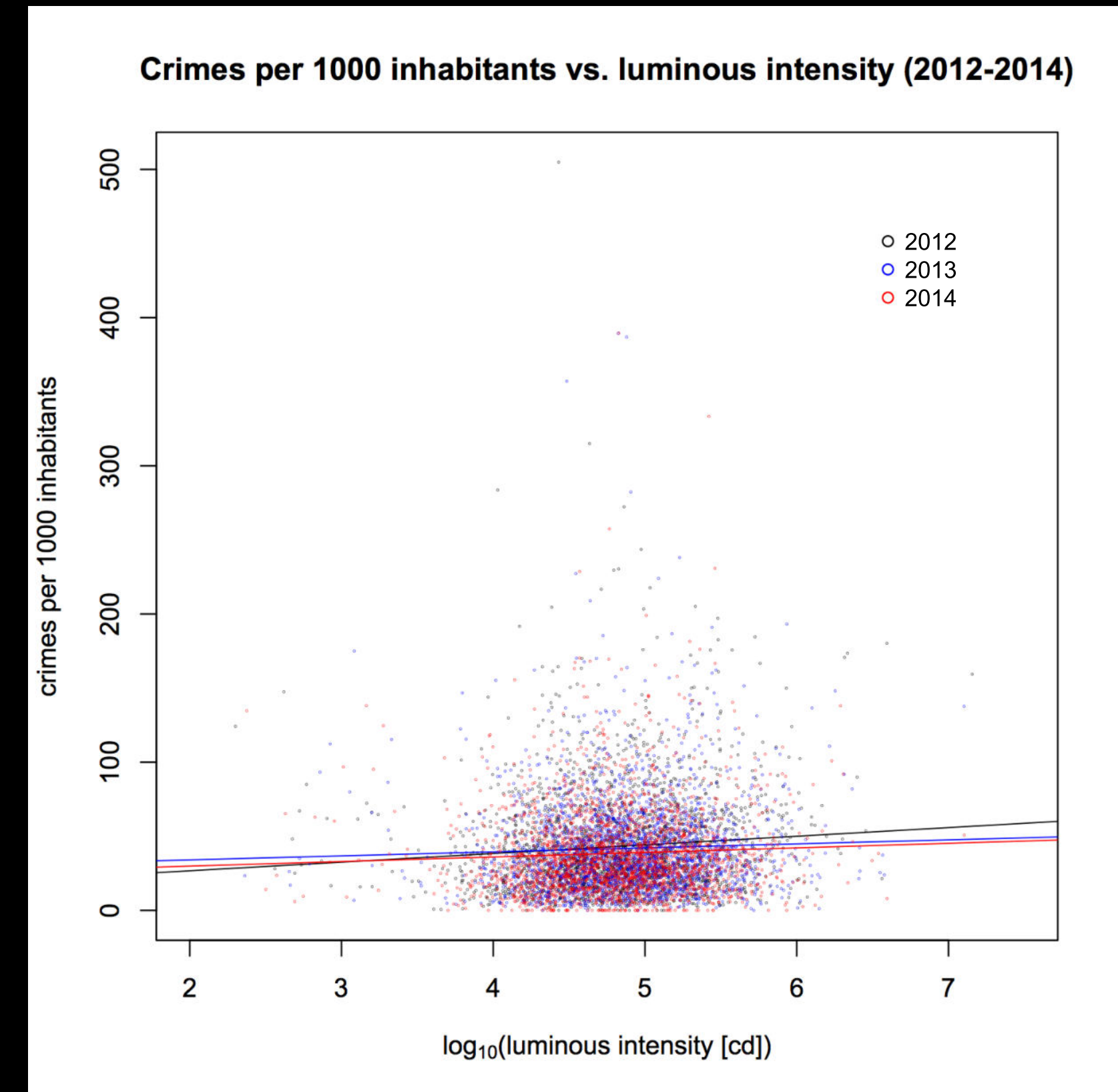
Bewertung	Stichprobe	Tag-Nacht Unterschied von 0,5			Tag-Nacht Unterschied von 1,0		
		Mittlere E (lux)	Minimale E (lux)	Gleichmäßigkeit	Mittlere E (lux)	Minimale E (lux)	Gleichmäßigkeit
Frage nach Sicherheitsgefühl	n=10	7,8	2	0,25	2,9	0,6	0,13
	n=8	6,8	1,7	0,25	4,2	0,6	0,1
Kombinierte Antwort	n=10	9,1	2,5	0,27	3,8	0,8	0,16
	n=8	7,3	2	0,28	4,8	0,9	0,16

Tabelle 2
Zuordnung der Probanden-Bewertungen zu den Messergebnissen der 10 Verkehrswege (Fotios, et al., 2019, S. 571 (Übersetzung: D. Kretzer))

Licht und Kriminalität

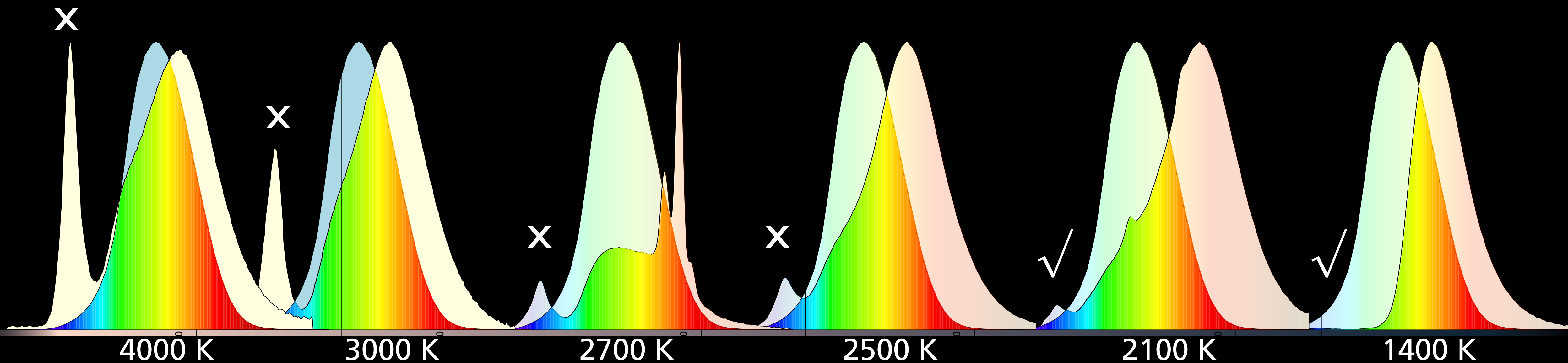
mehr Licht \neq mehr Sicherheit!

- Das Sicherheitsgefühl nimmt mit wenig Licht bereits ausreichend zu ($E_h = 4 \text{ lx}$).
- Noch mehr Licht hat einen geringen Effekt, kann aber blenden.
- Alle Studien widersprechen sich laufend, bisher konnte keine Korrelation zur Kriminalität erhärtet werden.



Insektenfreundlich $\leq 2200\text{K}$

- bessere Abschirmung «Unsichtbarkeit»
- mehr abschalten, verzichten
- mehr dimmen
- kein Licht $\leq 510\text{ nm}$



In perfekter Dunkelheit sichtbar

