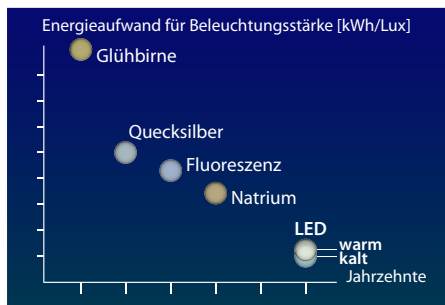


Warum unter 3000K?



Energie und Kosten sparen



LED sparen Energie und Kosten gegenüber bisherigen Lichtquellen. Die Effizienzmin- derung von deutlich unter 10% für warme LED gegenüber kalten LED ist gering im Vergleich zum Effizienzgewinn durch den Umstieg auf LED.



Gesundheit und Sicherheit fördern

Kaltes Licht macht wach

Bundesamt für Gesundheit (BAG): Kaltes Licht enthält mehr blaue Lichtan- teile und verzögert das Einschlafen und die Erholungsphase. Das BAG empfiehlt warmweisse LED- oder Energiesparlampen mit Farbtemperaturen von ca. 3000 Kelvin in der Nähe zu Schlafzeit und -ort. Quelle: BAG

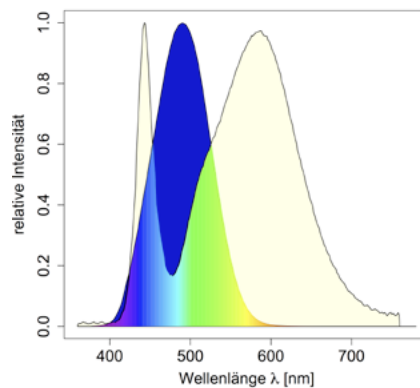
Chronobiologe Christian Cajochen: Blaues Licht mit einer Wellenlänge von 480 Nanometern steuert die Ausschüttung des Schlafhormons Melatonin. So wird die körperliche Aktivität mit dem Tages- licht synchronisiert. Quelle: Aargauer Zeitung

Harvard-Studie über Zeitraum 22 Jahre: Frauen die an Orten wohnen, wo sie nächtlich mehr Kunstlicht ausgesetzt sind, haben ein erhöhtes Risiko, an Brustkrebs zu erkranken. Quelle: EHP

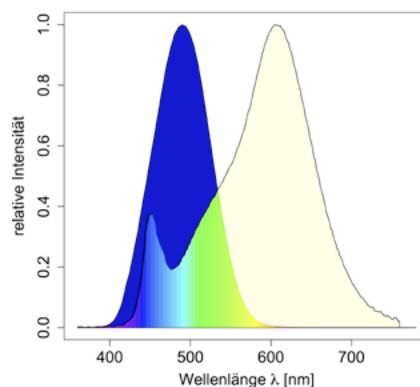
Weisse LED können Innere Uhr stören

Melanopsin ist der Farbstoff, der das blaue (Tages-)Licht unbewusst registriert. Das hat zwei Effekte: Der Pupillenreflex adaptiert auf Helligkeit und Blendung – mehr blaues Licht blendet mehr. Der Taktgeber registriert blaues Licht als Tageslicht und über- steuert die Nachtruhe, macht nachts wach.

Melanopische Wirkung und LED 4000K



Melanopische Wirkung und LED 2700K



Die melanopische Wahrnehmungskurve für den Pupillenreflex und die Innere Uhr nach DIN SPEC 5031-100:2015-08 in Blau. Während die LED (lichtgelb) mit 4000 Kel- vin (oben) leicht effizienter ist, kann sie das Schlafhormon Melatonin unterdrücken und stört das Einschlafen stärker. Die LED mit 2700K (unten) stört weniger.



Nachaktive Wildtiere bewahren

Störung der Fauna (alle Arten)

Kurzwelligere Lichtquellen behelligen alle.

Table 5. Spectral bands to be avoided for impact on different species (according to (CDC/FR, 2015))

	UV	Violet	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	IR
wavelength (nm)	<400	400-420	420-500	500-575	575-585	585-605	605-700	>700
freshwater fish	x	x	x	x	x	x	x	x
marine fish	x	x	x	x	x	x	x	x
shellfish (zooplankton)	x	(x)	(x)	x	x	x	x	x
amphibia&reptiles	x	x	x	>550	x	x	x	x
birds	x	x	x	x	x	x	x	x
mammals (excluding bats)	x	x	x	x	x	x	x	x
bats	x	x	x	x	x	x	x	x
insects	x	x	x	x	x	x	x	x

note: (x) = assumed possible but not identified in literature

Die orangen Natriumdampflampen, mit geringen Anteilen an blauem und grün- em Licht sind besser als die kaltweissen Quecksilberdampflampen. Mit Ausnahme

von Gewässer- und Feuchtgebieten wären schmalbandige gelbe Lampen ideal. Die EU nahm diese Empfehlungen entgegen. Quelle: MEB 2015

Schon 2010 riet Feldstudie zu 3000K

Metallhalogendampflampen locken mehr an als Natriumdampfhochdrucklampen und diese etwas mehr als LED Lampen. Bei den LED-Lampen lockt die Farbtemperatur 6000 Kelvin eindeutig stärker als 3000 Kelvin. Quelle: Helle Not

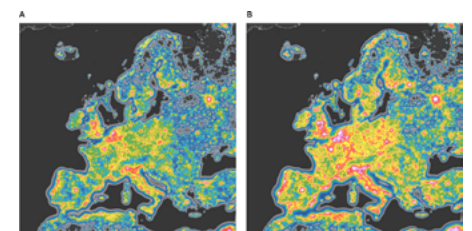


Natürliche Nachlandschaften schützen

Weltatlas der Lichtverschmutzung 2016

LED 4000K = 2.5 Mal mehr Aufhellung

Werden bei gleichbleibendem Lichtstrom die bisherigen Lichtquellen durch LED mit einer Farbtemperatur von 4000 Kelvin ersetzt, nimmt die Lichtverschmutzung am Nachthimmel um den Faktor 2.5x zu. Dies allein aus physikalischem Grund, da blaues Licht am Himmel stärker streut als rotes Licht. Quelle: Science Advances



Aufhellung des Himmels: A Stand 2015, B nach Umrüstung auf LED mit 4000 K.

Zunahme 2012-2016 +2.2% pro Jahr

Kyba et al. stellten 2017 fest, dass die Lichtverschmutzung um jährlich 2.2% zunahm in Intensität und Ausdehnung. Quelle: Sciences Advances

Aus allen Fakten folgt: LED < 3000K

Wenn LED, dann warme LED < 3000K Amber LED mit 1750 bis 2200 K wären der beste Kompromiss für den Ersatz von Hochdruck-Natriumdampflampen. Weisslicht-LED mit 2500-2700K sind bereits auf dem Markt und haben eine bes- sere Farbwiedergabe (Ra≥80) als kalte LED.

Ausführliches Quellenverzeichnis



Energie und Kosten sparen

Wie effizient ist LED Beleuchtung?

1 <<http://fastvoice.net/2013/01/28/wie-effizient-ist-led-beleuchtung/>>

Suffizienz übertrifft Effizienz

2 <<http://www.darksky.ch/dss/de/2017/03/suffizienz-uebertrifft-effizienz-led-richtig-waehlen/>>



Gesundheit und Sicherheit fördern

Kaltes, blaues Licht stört mehr

3 <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/licht_beleuchtung.html>

4 <<https://www.aargauerzeitung.ch/leben/gesundheits/led-lampen-bringen-unsere-innere-uhr-durcheinander-so-erhalten-wir-unseren-schlaf-zurueck-132004182>>

5 <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/2017/08/EHP935.alt_.pdf>

6 <<https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/fnl/din-spec/wdc-beuth:din21:237732095/toc-2334694/download>>

7 <https://www.washingtonpost.com/national/health-science/some-cities-are-taking-another-look-at-led-lighting-after-ama-warning/2016/09/21/98779568-7c3d-11e6-bd86-b7bbd53d2b5d_story.html?utm_term=.ef9e453a024e&wpisrc=nl_az_most>

8 <http://tucson.com/tucson-considers-streetlight-switch-to-leds/article_03e30a80-fce2-5e3b-a52f-584d99ef5eb0.html>

9 <<https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2115.pdf>>

Autobahn dunkel – weniger Unfälle

10 <https://www.francetvinfo.fr/france/a-partir-de-mercredi-l-eclairage-va-etre-progressivement-eteint-sur-130-kilometres-de-voies-rapides-en-ile-de-france_236201.html>



Nachaktive Wildtiere bewahren

Störung der Fauna (alle Arten)

11 <http://www.mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2015/12/n6_comprendre_fr_bd2.pdf> eingeflossen in

12 <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106647/pr-final_25.08.2017_sci4_pol.pdf>

13 <http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/10_AnlockwirkungInsektenFeldstudie_TLMFundLUA.pdf>

«Bitte Licht löschen» in:

14 <http://pro-igel.ch/fileadmin/Dateien/Bulletin/Igel-Bulletin_52-17.pdf>

Fledermauslampe/Fledermausschutz

15 <<https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/kanton-aargau/kein-scherz-in-scherz-gibts-nun-eine-strassen-lampe-fuer-fledermause-129010893>>

16 <http://fledermausschutz.ch/pdf/Merkblatt_Licht_Fledermausschutz.pdf>



Natürliche Nachlandschaften schützen

LED 4000K = 2.5 Mal mehr Aufhellung

17 <<http://advances.sciencemag.org/content/advances/2/6/e1600377.full.pdf>>

Zunahme 2012-2016 +2.2% pro Jahr

18 <<http://advances.sciencemag.org/content/advances/3/11/e1701528.full.pdf>>

Reduktion der Himmelsaufhellung

19 <<https://www.beuth.de/de/norm/cie-150/282079747>>

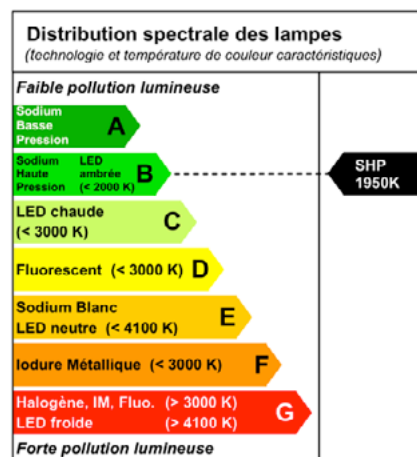
Die Farbtemperatur des Vollmondes

20 <http://www.darksky.ch/dss/wp-content/uploads/2017/08/ORION_401_14-18.pdf>

Sie lesen dieses Dokument auf Papier?

Die Eingabe der Referenznummer als darksky.ch/3000K/?ref=Ziffer führt Sie direkt zur entsprechenden Quelle.

Lichtetikette ANCPEN



Die Lichtetikette von ANCPEN (Dark-Sky Frankreich) beschreibt die Schädlichkeit der Lichtquelle durch verursachte ökologische Lichtverschmutzung (betroffene Fauna) und wird aus Tabelle 6 hergeleitet:

11 <http://www.mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2015/12/n6_comprendre_fr_bd2.pdf>

In Klasse A befinden sich nur Niederdruck-Natriumdampfleuchten, die aber in der Schweiz kaum eingesetzt wurden.

In Klasse B landen die bei uns noch häufigen Hochdruck-Natriumdampflampen und die monochromen Amber-LED

In Klasse C befinden sich warme LED (der geforderte Minimalstandard unter 3000 Kelvin)

In Klasse E befinden sich neutralweisse LED. In Klasse G landen unter anderem die kaltweissen LED, welche vielerorts bereits nach 2009 installiert worden sind.

Impressum

Redaktion: Roland Bodenmann, Stefano Klett und Lukas Schuler
Layout und Fotos: Lukas Schuler
Rahmenfoto: Alessandro Della Bella

Das Extra-Blatt «Warum unter 3000 Kelvin?» ist auch auf darksky.ch als interaktives PDF erhältlich, oder gegen Entgelt gedruckt bestellbar bei:

Dark-Sky Switzerland
Postfach
8135 Langnau am Albis
Telefon 044 796 17 70
office@darksky.ch
www.darksky.ch