

**Was versteht man unter Lichtverschmutzung?**

**Welche Auswirkungen hat diese auf Lebewesen?**

**Welche Lichtquellen befinden sich im Umfeld von SchülerInnen?**

*Vor etwas mehr als 100 Jahren gingen die Menschen sprichwörtlich mit den Hühnern zu Bett und standen mit diesen auch wieder auf. Die Nacht wurde noch als solche erlebt und man richtete seine Aktivitäten nach diesem Rhythmus. Heutzutage gibt es bei uns ein permanentes Überangebot an Licht. Welche Konsequenzen hat das?*

Ein kurzer Einblick in die lichttechnischen Grundlagen sowie eine Übersicht über die Auswirkungen der Lichtverschmutzung sollen dazu anregen, das eigene Umfeld näher unter die Lupe zu nehmen.



Abb. 1: Europa bei Nacht; NASA

## Ort

Klassenraum

## Schulstufe

5.-8. Schulstufe

## Gruppengröße

Klassengröße

## Zeitdauer

2 Schulstunden

## Lernziele

- Den Begriff „Lichtverschmutzung“ erklären können
- Verstehen, wie künstliches Licht auf Mensch, Tier und Pflanze wirkt
- Begriffe der Lichtphysik kennen und über unterschiedliche Leuchtmittel Bescheid wissen
- Die Notwendigkeit erkennen, im persönlichen Umfeld Licht einzusparen

## Sachinformation

Heutzutage können wir durch den Gebrauch von elektrischem Licht die Nacht zum Tag machen. Was für einige Bereiche wie zB Arbeitsstätten oder Verkehrsbeleuchtung sinnvoll und notwendig ist, kann bei falscher oder zu intensiver Beleuchtung aber mehr Schaden als Nutzen bringen. Der Begriff Lichtverschmutzung bedeutet nicht etwa, dass das Licht selbst verschmutzt ist, sondern dass aufgrund eines Überflusses an künstlich erzeugtem Licht die natürliche Dunkelheit zum Großteil nicht mehr existieren kann. Dies hat zahlreiche Folgen für Mensch, Tier und Umwelt.

Denken wir an die Energieverschwendung durch beleuchtete Bauwerke und Gärten, an die Weihnachtsbeleuchtung oder an Tiere und Pflanzen, die durch den Einsatz von Kunstlicht in ihrem natürlichen Zyklus bzw. in ihren Aktivitäten massiv gestört und auch getötet werden. Ebenso leidet die Gesundheit des Menschen an dem Überangebot an Licht. Wir verbringen tagsüber zu viel Zeit in Räumen und setzen uns nachts zu viel Licht aus. Unser zirkadianer Rhythmus, unsere „innere Uhr“, wird beeinflusst, was erwiesenermaßen zu vielen Krankheiten und Unfällen (Schichtarbeitende!) führen kann. Licht vermittelt uns ein subjektives Gefühl von Sicherheit, jedoch zeigen Studien, dass durch den Einsatz von mehr Licht die Kriminalitätsrate nicht sinkt.

### Wissenswertes über Licht

Licht ist unumstritten eine wichtige Lebensgrundlage für vieles. Die meisten Pflanzen und Lebewesen sind davon abhängig. Auch wir Menschen hätten ohne Licht wohl keine Überlebenschance.



Abb. 2: Graz bei Nacht; U. Kozina

Doch was ist Licht eigentlich?

Licht ist elektromagnetische Strahlung. Hat diese Strahlung eine Wellenlänge im Bereich zwischen 380 und 780 nm (Nanometer), ist sie für das menschliche Auge als Licht sichtbar. Ultraviolettes und infrarotes Licht sind für das menschliche Auge unsichtbar.

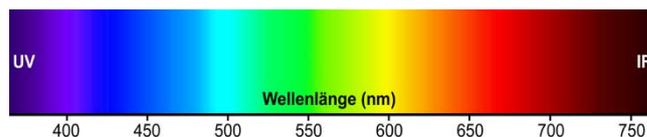


Abb. 3: Wellenspektrum des sichtbaren Lichts; UBZ

Die für uns sichtbare elektromagnetische Strahlung nehmen wir als weißes Licht wahr. Weiß ist aber nicht gleich weiß. Unterschiedliche Leuchtmittel produzieren unterschiedliches Licht mit unterschiedlicher Wellenlänge. Dadurch wirkt Licht in Abhängigkeit seines Spektrums immer anders auf uns. Tageslicht zeigt ein sehr kontinuierliches Spektrum. Die Farbverhältnisse sind sehr ausgeglichen. Ähnlich dem Tageslicht verlaufen auch die Spektren der Glüh- und der Halogenleuchten.

### Farbe und Licht - die Farbtemperatur

Je nach Zusammensetzung der Spektralfarben ergibt sich für jedes Leuchtmittel eine bestimmte

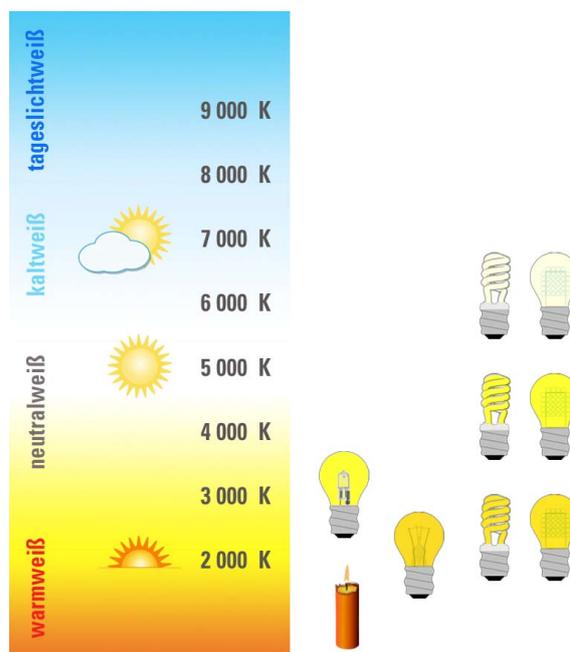


Abb. 4: Farbtemperatur von Leuchtmitteln; UBZ

Lichtfarbe. Diese Lichtfarbe wird häufig auch als Farbtemperatur bezeichnet. Die Farbtemperatur hat stets Einfluss auf unser Wohlbefinden. Sie wird in Kelvin (K) gemessen. Man unterscheidet zwischen warmweißem (bis 3 300 Kelvin: warmes, rötliches Licht), neutralweißem (3 300-5 300 Kelvin: neutrales, weißes Licht) und kaltweißem (ab 5 300 Kelvin: kaltes, bläuliches Licht) Licht. Je höher die Farbtemperatur, umso größer ist der Blauanteil des Lichts.

### Warmweißes Licht

... so bezeichnet man langwelliges Licht, das dem Licht bei Sonnenaufgang entspricht. Es beinhaltet mehr gelbe und rote Lichtanteile und hat einen sehr geringen Blauanteil. In allen Wohnbereichen, in denen Gemütlichkeit großgeschrieben wird, sollte warmweißes Licht verwendet werden. Dieses wirkt entspannend und beruhigend.

### Neutralweißes Licht

... ist eine sterile Beleuchtung, die sich gut für Küche oder Bad eignet.

### Kaltweißes Licht (tageslichtweiß)

... ist ein kurzwelliges, helles Licht, das dem Tageslicht während der Mittagszeit entspricht. Es weist einen sehr hohen Blauanteil auf. Diese Art Licht wird für Bereiche verwendet, die optimal ausgeleuchtet werden sollen. Dies sind zB der Arbeitsplatz am Schreibtisch oder der Koch- und Arbeitsbereich in der Küche. Es fördert die Konzentration und wirkt positiv auf das Wohlbefinden.

### Wie wirken Farben auf uns?

Die menschliche Farbwahrnehmung ist ein komplizierter, individueller physiologischer und psychologischer Prozess. Unterschiedliche Farben lösen in Menschen gewisse Reaktionen aus und werden deshalb in vielen Lebensbereichen gezielt eingesetzt. Jede Farbe kann zum Beispiel einem Raum eine andere Wirkung verleihen. Gelb bringt sprichwörtlich die Sonne ins Zimmer bzw. ins Gemüt und wirkt anregend und belebend und lässt kleine Räume optisch größer erscheinen. Es fördert die Konzentration und den Lerneifer und wirkt sich positiv auf das Gedächtnis aus. Rot ist eine dynamische



Abb. 5: Die Farbe Grün erinnert an die Natur; UBZ

und aggressive Farbe, die physisch (Stoffwechsel, Durchblutung) und psychisch anregt. Blau wirkt kühl, aber beruhigend und entspannend auf uns. Streicht man kleine Räume hellblau an, so erscheinen sie größer. Ebenso hat Grün eine entspannende Wirkung auf uns. Ein grüner Raum wirkt erholsam und vitalisierend, ähnlich einem Spaziergang in der freien Natur.

### Farben manipulieren uns

Im Handel werden Farben und Beleuchtung gezielt eingesetzt, um erwünschte Erwartungen zu wecken und um das Kaufverhalten zu beeinflussen. Oft lassen sich Menschen beim Kauf eines Produktes von der Farbe leiten. Man bildet mit bestimmten Farben gewisse Zusammenhänge. Rote Preiszettel werden mit billiger Ware (Abverkauf) assoziiert. Lebensmittel werden mit Farblampen angestrahlt, wie zB Fleisch mit rotem oder Salat mit grünem Licht, um Frische auszustrahlen. Stark gesättigte bis fluoreszierende Farben verleiten uns zu Spontankäufen, grün und blau suggerieren Frische (zB Fischtheke) und gelb und rot treiben uns aus Fast-food-Restaurants, um möglichst schnell möglichst viele Menschen abfertigen zu können.



Abb. 6: rotes Preisschild suggeriert billig; E. Lenhard

Allerdings sollte man bei den getroffenen Aussagen beachten, dass die Wirkung der Farben vom Typ der Person und deren Motivation abhängt.

## Lichttechnische Größen

### Lichtstrom

Der Lichtstrom wird in Lumen (lm) angegeben. Er beschreibt die gesamte Lichtmenge einer Lampe, die abgestrahlt wird.

Je höher der lm-Wert, desto mehr Licht strahlt die Lampe ab. Es wird jedoch nicht berücksichtigt, in welche Richtung das Licht abgestrahlt wird. Daher ist es immer wichtig, bei einem Vergleich bezüglich der Helligkeit, Lampen gleicher Bauart zu verwenden. Nur dann ist sichergestellt, dass mehr Lumen auch gleichzeitig mehr Helligkeit bedeutet.

Bei herkömmlichen Glühlampen hat man zur Bestimmung der Helligkeit die Watt-Angabe herangezogen. Je nach gewünschter Lichtintensität der Glühlampe wurde eine 25 Watt, 40 Watt, 60 Watt oder gar 100 Watt-Birne gekauft. Bei modernen Leuchtmitteln hat die Watt-Zahl bezüglich der Helligkeit keine Aussagekraft mehr.

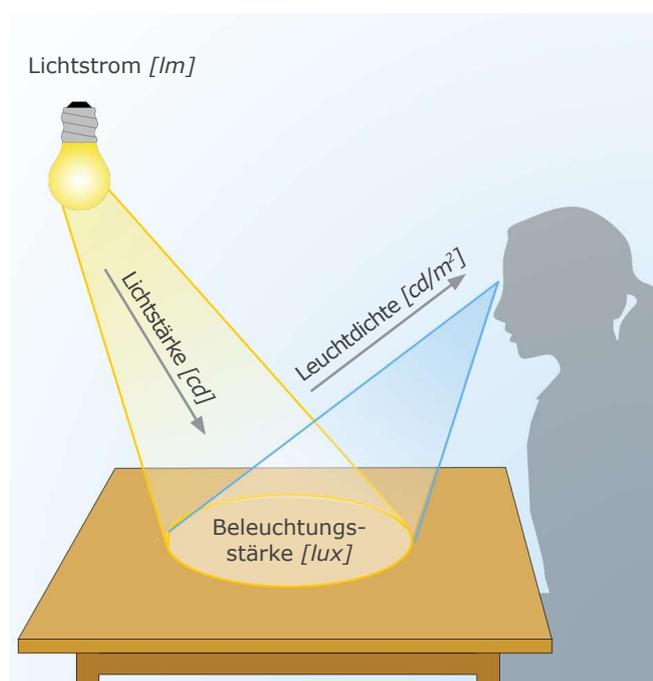


Abb. 7: lichttechnische Größen; UBZ

### Lichtstärke

Um die Helligkeit verschiedener Lichtquellen vergleichen zu können, wurde die Lichtstärke als physikalische Größe eingeführt. Erscheint eine Lichtquelle aus gleicher Entfernung heller als eine andere, so besitzt sie eine größere Lichtstärke. Die Lichtstärke wird in Candela (cd) angegeben. Sie ist die Menge des Lichtstromes (lm), die von einer Lichtquelle je nach Bauart (!) in einem bestimmten Winkel abgestrahlt wird.

### Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke wird in Lux angegeben. Sie ist der Anteil des Lichts, der auf eine bestimmte Fläche trifft. Das bedeutet, sie ist nicht nur von der Art der Lampe abhängig, sondern auch von der Art der angestrahlten Fläche und dem Abstand zwischen Lampe und angestrahlter Fläche.

Die richtige Beleuchtungsstärke spielt eine wichtige Rolle. Darum gibt es für bestimmte Bereiche Mindest-Kenngrößen, die eingehalten werden sollten. Eine passende Beleuchtung am Arbeitsplatz verhindert zB Kopfschmerzen, Augenbeschwerden, Nervosität und Ermüdungserscheinungen. Die Beleuchtungsstärke einer Schreibtischbeleuchtung sollte 500 bis 750 Lux betragen, die eines Klassenzimmers 500 Lux.

### Leuchtdichte

Die Helligkeit der leuchtenden Fläche einer Lampe und die Helligkeit einer angeleuchteten, das Licht reflektierenden Fläche werden durch die Leuchtdichte definiert ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

### Lichtausbeute

Die Lichtausbeute beschreibt das Verhältnis zwischen Lichtstrom (lm) und der elektrischen Leistung (Watt). Je mehr Lumen/Watt, desto energieeffizienter ist die Lampe.

## Welche Lampen gibt es?

Lampen stehen uns in den unterschiedlichsten Arten und Formen zu Verfügung. Das immer umfangreicher werdende Angebot am Markt macht eine einfache und rasche Kaufentscheidung kaum mehr möglich. Für unterschiedliche Wohn- und Arbeits-

bereiche sind unterschiedliche Arten der Beleuchtung nötig. Auch bei der Außenbeleuchtung gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Mit etwas Hintergrundwissen zu den einzelnen Leuchtmitteln wird es leichter fallen, die richtige Auswahl zu treffen.

Für den häuslichen/privaten Bereich eignen sich in erster Linie 3 Arten von Lampen: Halogenlampen, Leuchtstofflampen und LEDs.

### Halogenlampe

Sie entspricht vom Aufbau her einer Glühbirne, unterscheidet sich aber im Inneren des Glasköpers. Es wird zusätzlich ein Glaskolben verwendet, der mit einem Halogengas (Brom, Jod) gefüllt ist. Dadurch ergibt sich eine doppelt so lange Lebensdauer der Lampe (2 000-5 000 h) und der Wirkungsgrad steigt um etwa 10 %. Es wird also auch hier ein Großteil der eingesetzten Energie in Wärme umgewandelt. Aufgrund der sehr guten Farbwiedergabe und der angenehmen Lichtfarbe wird dieser Lampentyp sehr häufig für Bereiche verwendet, an denen eine punktuelle Beleuchtung nötig ist (Schreibtischlampen, Leselampen, Arbeitsplatte in der Küche).

### Leuchtstofflampe

In ihrer klassischen Form ist die Leuchtstofflampe eher als Leuchtstoffröhre bekannt. Es gibt sie aber auch als Kompakt-Leuchtstofflampe, auch Energiesparlampe genannt. Diese Art Lampe spart schon lange überall dort Energie ein, wo das Licht auf Dauer

gebraucht wird (zB in Bürogebäuden, Geschäften, Hotelanlagen ...). Sie verbraucht im Vergleich zur herkömmlichen Glühbirne bis zu 80 % weniger Energie. Beim Einschalten braucht sie eine Aufwärmphase, bis sie ihre volle Helligkeit erreicht.

Je nach verwendetem Gas und Leuchtstoff hat man beim Kauf die Wahl zwischen warmem und kaltem Licht. Dies ist immer auf der Verpackung angegeben.

Aufgrund der wertvollen Rohstoffe (Kupfer, Aluminium, Zinn) und dem Quecksilber-Anteil werden Leuchtstofflampen über die Elektro-Altgeräte-Sammlung entsorgt.

### LED

LED ist die Abkürzung für lichtemittierende Diode. Sie gilt als eines der effizientesten Leuchtmittel und erfreut sich immer größerer Beliebtheit. LEDs produzieren monochromatisches Licht. Das bedeutet, Licht in einem bestimmten Farbton (kaltweiß, neutralweiß und warmweiß).

Die energieeffiziente LED erfüllt heute bereits die verschiedensten Beleuchtungsansprüche. Sei dies nun im oder rund ums Haus, als Fahrradbeleuchtung, als Straßenbeleuchtung, bei Verkehrsanlagen usw.

Die LED wird aufgrund der komplexen Elektronik über die Elektro-Altgeräte-Sammlung entsorgt.



Abb. 8: verschiedene Leuchtmittel; UBZ

## Was zu viel Licht bewirkt

### beim Menschen ...

Die Aktivitäten des Menschen folgen einem endogen und autonom festgelegten Tag-Nacht-Rhythmus (= zirkadianer Rhythmus), unserer „inneren Uhr“. Dieser Rhythmus hat sich im Laufe der Evolution entwickelt, um physiologische und biochemische Prozesse auf den Licht-Dunkelwechsel abzustimmen, wobei Licht der wichtigste Zeitgeber ist. Die Produktion des Schlafhormons Melatonin bzw. des Glückshormons Serotonin (bzw. die Umwandlung von Serotonin in Melatonin) wird durch das Licht, das der Mensch vor allem über das Auge und auch etwas über die Haut aufnimmt, gesteuert. Helles Licht, das auf die Netzhaut des Auges trifft, löst ein Signal aus, das die Ausschüttung von Melatonin hemmt. Gegen Abend nehmen sämtliche Leistungsfunktionen ab und zeigen zwischen 15 Uhr und 16 Uhr ein „Tief“. Dunkelheit ist unbedingt notwendig, damit das Schlafhormon produziert werden kann. Vieles spricht dafür, dass Melatonin ein starker Antioxidant ist und das Krebsrisiko für bestimmte Krebsarten senkt. Schlafstörungen führen zu Störungen des Immunsystems, der Verdauung, des Zuckerstoffwechsels, der Stressverarbeitung, der emotionalen Stabilität und der geistigen Leistungsfähigkeit (Reaktionszeiten, Aufmerksamkeit). Außerdem altern wir schneller, wenn wir zu wenig Melatonin bilden, d. h. zu wenig schlafen.

Wird es Abend bzw. Nacht, so sollte man daran denken, Licht sparsam und nur gezielt einzusetzen. Ist man in dieser Zeit hellem Licht ausgesetzt, so kann dies den Rhythmus empfindlich stören. SchichtarbeiterInnen sind diesbezüglich einer besonders

großen Belastung ausgesetzt. Schlaf am Tag ist aufgrund des Lichtes und der Lärmbelastigung weniger erholsam als der Schlaf während der Nachtstunden. Müdigkeit wirkt sich negativ auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit, Motorik und Stimmung aus, was vielfach zu Unfällen führen kann. Besonders Kunstlicht mit starkem Blauanteil (wird in LED-Lampen und folglich in Bildschirmen verwendet), beeinflusst den Zirkadian-Rhythmus am stärksten, da es die Produktion von Melatonin hemmt. Darum sollte man am Abend längere Tätigkeiten unter Licht mit hohem Blauanteil bzw. vor einem Computer mit LED-Bildschirm vermeiden.

Grelles Licht, das in der Dunkelheit auf das Auge trifft, beeinträchtigt für einige Momente das Sehen und desorientiert. Dies ist besonders im Straßenverkehr gefährlich, da sich das Auge nicht so schnell auf die Lichtblitze einstellen kann. Grell erleuchtete Werbetafeln und Effektbeleuchtungen von Gebäuden lenken zusätzlich vom Straßengeschehen ab.

### ... bei Gewässerökosystemen

Licht wirkt auf einige Fischarten anziehend (Lichtfischerei), andere meiden es. Die meisten Jungfische halten sich ebenso wie das Zooplankton im Dunkeln auf. Zooplankton (Cooke et al., 2008; Moore et al., 2000) wird jedoch magisch von Licht angezogen. Jungfische bzw. kleinere Fische folgen der veränderten Wanderung ihrer Nahrung und werden selbst zur leichten Beute für Raubfische. Der Räuberdruck auf die Fried- und Jungfische wächst und kann zur Verschiebung des Artenspektrums führen (Ochoa et al., 2013).



Abb. 9: Computerarbeit in der Nacht; pixabay



Abb. 10: Licht am Teich; E. Lenhard

Auch die Wanderung vieler Fischarten (zB Nasen, Huchen, Barben) verläuft in den Nachtstunden. Unter dem Einfluss von künstlichem Licht kommt es zu Unterbrechungen, die Wanderung wird energieaufwendiger und gefährdet den Fortpflanzungserfolg.

Veränderungen des Tag-Nacht-Rhythmus durch Kunstlicht beeinflussen vor allem physiologische Prozesse, die hormonell gesteuert werden, wie zB das Wachstum oder die Entwicklung (Metamorphose) der Tiere. Die abnehmende Tageslänge ist ein wichtiger Impuls für die Einleitung der Fortpflanzung. Fehlt diese durch andauerndes künstliches Licht, so unterdrückt dies die Bildung der Sexualhormone und in Folge die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Diese „eingesparte“ Energie verwenden die Fische zum Wachstum und zur Gewichtszunahme, woraus auch eine ausgedehntere Fresszeit resultiert. Was in Aquakulturen ausdrücklich erwünscht ist, kann in der Natur zu einem Aussterben von Arten führen (Brünning, Hölker, 2013).

Künstliches Licht beeinflusst die Lebewesen der Gewässerökosysteme vor allem dann, wenn es sich um geradlinige, beleuchtete Gewässer handelt, da hier die Lebewesen dem Licht schwerer ausweichen können als zB in einem See oder Teich (Perkin et al., 2011).

### ... bei Amphibien

Amphibien sind meist nachtaktiv und reagieren empfindlich auf den Hell-Dunkel-Wechsel. An hell beleuchteten Teichen werden Amphibien am Abend erst viel später aktiv und rufen auch nur be-

schränkt, was negative Auswirkungen auf die Nahrungsaufnahme und das Fortpflanzungsverhalten hat. Erdkröten etwa werden von künstlichem Licht angezogen, da sie dort vermehrt Insekten erbeuten können, werden allerdings auch selbst Beute für andere Räuber. Man hat ebenso beobachtet, dass erleuchtete Straßen langsamer überquert werden, was zu hohen Verlusten führen kann.

### ... bei Vögeln

Vögel sind Augentiere und werden stark vom Licht beeinflusst. Zugvögel fliegen nachts und orientieren sich genetisch bedingt an den Sternen. Normalerweise fliegen sie hoch genug und lassen sich von Kunstlicht nicht irritieren. Unter widrigen Flugbedingungen verringern sie ihre Flughöhe und versuchen, im Licht einen sicheren Landeplatz zu finden. Folglich ziehen hell erleuchtete Gebäude (mit Dauerlicht) die Tiere an, was aber ihren Tod bedeutet oder sie fliegen orientierungslos in einer Lichtwolke herum, bis sie erschöpft landen müssen. Oft werden sie von ihrem Weg abgelenkt und fliegen unnötige Umwege, was die Zugzeit verlängert und sinnlos Energie verbraucht. Die Energiereserven sind jedoch recht genau auf die vorgesehene nächste Etappe des Vogelzugs ausgerichtet. Sind diese aufgebraucht, so muss der Vogel notlanden.

Aus zahlreichen Forschungsergebnissen geht auch hervor, dass tausende Vögel während des Vogelzugs an einem einzigen beleuchteten Gebäude durch Kollision sterben (zB Haupt, 2009).

Neben dem Wechsel von Tag und Nacht spielt auch der Wechsel der Tageslänge im Jahreslauf eine



Abb. 11: Erdkröte; E. Lenhard

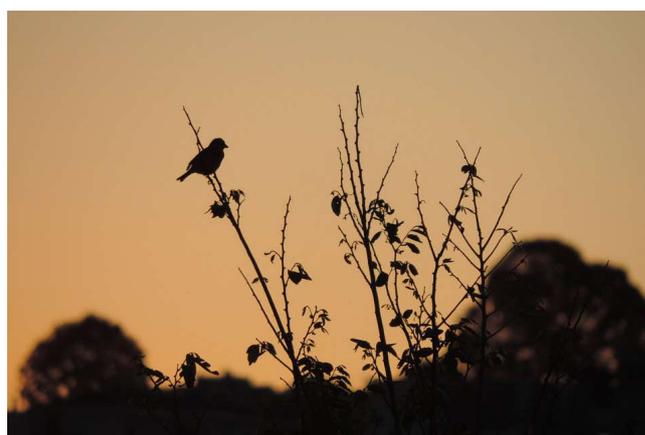


Abb. 12: Vögel in der Dämmerung; pixabay

wichtige Rolle. In beleuchteten Siedlungsgebieten dehnen die Vögel ihre Aktivitätszeiten in den Abend hinein aus, allerdings ist die Nahrungssuche durch Schattenwurf erheblich erschwert bzw. stehen gewisse Beutetiere gar nicht zur Verfügung. Auch die Balz und die Eiablage in beleuchteten Stadtgebieten beginnen früher im Jahr, wobei aber für die Jungvögel noch nicht genug Nahrung zur Verfügung steht.

### ... bei Insekten

Die meisten Menschen kennen das Bild: eine hell erleuchtete Lampe und darum eine Vielzahl an Insekten. Das Tageslicht (Fotoperiode) steuert bei Insekten den Schlüpf-Rhythmus und ist Auslösefaktor für die Winterstarre. Nachtaktive Insekten orientieren sich an den UV-Strahlen der Abendsonne und an der Position des Mondes. Zu ihnen gehören zB Nachtfalter (85 % der Schmetterlinge sind nachtaktiv!), Köcherfliegen, Eintagsfliegen, Fliegen, Mücken oder Käfer. Sie werden vom künstlichen Licht mit einer Wellenlänge von 280 bis 750 Nanometern mit hohen UV-Anteilen (wie Quecksilberdampf-Hochdrucklampen), vor allem in der Nähe von Gewässern, nahezu magisch angezogen und so aus ihrem Lebensraum herausgelockt. Anstatt Futter zu suchen oder sich zu paaren verfliegen sie wertvolle Energiereserven, landen in der Nähe und verharren dort oder kommen in/an den Lampen zu Tode (Huema et al., 2010; Soneira, 2013).

Wie die Wiener Wissenschaftler Höttinger und Graf (Höttinger, Graf, 2003) in einer Studie zeigen, werden in den Sommermonaten etwa 150 In-

sekten pro Straßenlampe und Nacht getötet. Eine zwei Meter hohe blauweiße Leuchtschrift aus drei Buchstaben zog im Stadtgebiet von Graz innerhalb eines Jahres 350 000 Insekten an. Ebenso wurden 50 000 Nachtfalter allein an einem Abend von einer bestrahlten Fabrikshalle in Graz angelockt (Gepp 1977, 1981).

Unter den Opfern befinden sich auch viele seltene Arten, was vor allem für kleinere bzw. spezialisierte Insektenpopulationen zum Aussterben führen kann. Da Insekten Blütenbestäuber und eine wichtige Nahrungsquelle für viele andere Tiere sind, können die Folgen schwerwiegend sein - die gesamte Nahrungskette ist dadurch in Gefahr. So würde zB Mauerseglern, Schwalben oder Fledermäusen, die Insekten im Flug erbeuten, ein Teil des Nahrungsangebots fehlen!

Außerdem stellen hell beleuchtete Straßen eine unüberwindbare Barriere dar, die die Landschaft für Insekten empfindlich zerschneidet.

Künstliches Licht stört auch Insekten, die selbst Licht in speziellen Lichtorganen produzieren wie zB die Glühwürmchen. Diese setzen Lichtsignale ein, um untereinander zu kommunizieren sowie um Geschlechtspartner anzulocken.

### ... bei Säugetieren

Die Aktivität von zB Fledermäusen wird durch den Einbruch der Dunkelheit ausgelöst. Werden ihre Tagesschlafverstecke erhellt, fliegen die Tiere verspätet aus ihren Schlafquartieren und haben dadurch weniger Zeit zur Nahrungsaufnahme bzw.



Abb. 13: Köcherfliege; E. Lenhard



Abb. 14: Braunes Langohr; Wikipedia

einen geringeren Fortpflanzungserfolg. Beleuchtete Flugkorridore und Jagdreviere entlang von Hecken oder Bächen werden umflogen, was oft den Weg unnötig verlängert. Sensiblere Arten (Langohren, Hufeisennasen oder Wasserfledermäuse) verlassen aufgrund der Lichtverschmutzung ihre angestammten Reviere. Zwergfledermäuse hingegen bejagen die vom Licht angelockten Insekten.

Nachtaktive Säugetiere (zB Dachse, Rehe, Füchse) meiden im Allgemeinen beleuchtete Plätze, was den Aktionsradius dieser Tiere einschränkt. Dies wirkt sich negativ auf Fortpflanzung und Nahrungsaufnahme aus. Viele Wildkorridore werden aus diesen Gründen nicht mehr gefunden oder benutzt, es kommt zur Zerschneidung von Lebensräumen.

### ... bei Pflanzen

Pflanzen nehmen Licht über Fotorezeptoren wahr und steuern dadurch wichtige Prozesse wie die Samenkeimung, den Laubaustrieb, das Stängelwachstum, die Blattausdehnung. Neben dem Jahreszeitenrhythmus folgen Pflanzen auch einem Tag-Nachtrhythmus (zB Atmungsaktivität, zellulärer Stofftransport).

Dieser Fotoperiodismus ist durch künstliches Licht steuerbar. Bei Dauerlicht stellen viele Pflanzen ihre Fotosyntheseleistung ein. Die Blütenbildung kann je nach Art angeregt aber auch verhindert werden. Treibt nun, ausgelöst durch zu viel künstliches Licht, die Pflanze ihre Blätter oder Blüten zu früh aus, sind diese frostgefährdet. Ebenso kann durch die unnatürlich kurzen Nächte der Blattaufwurf und der Beginn der Winterruhe ver-

zögert werden, was sehr oft bei Bäumen neben Straßenlaternen zu beobachten ist. Diese treiben sogar im Herbst noch frische Blätter aus, was auf Dauer den Baum schwächt.

### ... am Nachthimmel

Aktuell sind 90 % der mit freiem Auge sichtbaren Sterne aufgrund der Lichtverschmutzung nicht mehr zu erkennen. Durch falsch gewählte Leuchtmittel wird sehr viel Licht in Richtung Himmel gelenkt, welches in der Lufthülle gestreut wird und so zur Aufhellung des Himmels beiträgt. Dadurch steigt die Himmels-Hintergrundhelligkeit an, die Grenzhelligkeit nimmt zu und damit wird die Zahl der sichtbaren Sterne immer kleiner. Es ist schwer vorstellbar, dass zukünftige Generationen die Schönheit des natürlichen Sternenhimmels und die Himmelsphänomene wie die Milchstraße nur mehr in Gebieten fernab der Zivilisation erleben können. Die Nacht als solche kann nicht mehr erlebt werden.

### Was zu wenig Licht bewirkt

Ein Überfluss an künstlichen Lichtquellen hat zahlreiche Folgen für die gesamte Umwelt. Hier gilt meist: weniger ist mehr. Im Gegensatz dazu kann man vom natürlichen Licht, unserem Tageslicht, nie genug bekommen. Hier gilt: je mehr desto besser.

Bekommt man von natürlichem Licht zu wenig ab, führt das zu Problemen. Für Menschen, die sich tagsüber meistens drinnen aufhalten, ist es besonders wichtig, morgens und abends Licht zu tanken,



Abb. 15: Baum im Licht einer Laterne; E. Lenhard



Abb. 16: Aufenthalt im Freien; O. Winder

um den zirkadianen Rhythmus zu eichen. Auch ein bewölkter Himmel strahlt noch mit einigen Tausend Lux. Menschen, die am Schreibtisch arbeiten, sind jedoch oft nur 100 bis 200 Lux ausgesetzt, was einer chronobiologischen Finsternis entspricht.

Warum ist nun das natürliche Tageslicht so wichtig für uns? Der Grund liegt im Zusammenhang zwischen dem für uns sehr wichtigen Vitamin D und der Sonne. Verantwortlich für die Vitamin-D-Bildung in der Haut ist der UV-B-Anteil im Sonnenlicht (März bis Oktober), wobei die Vorstufe des Vitamin D, das sogenannte Vitamin D<sub>3</sub> vom Körper selbst hergestellt wird. Vitamin D hilft dabei, Kalzium aus der Nahrung aufzunehmen, um starke Knochen und Zähne zu bekommen. Vitamin D beeinflusst ebenso das Hormonsystem, die Fruchtbarkeit, den Blutdruck und Stoffwechsel sowie die Leistungsbereitschaft und die Psyche. Aus einer Unterversorgung resultieren Symptome wie Müdigkeit, Muskel- und Knochenschmerzen und vermehrte Infekte. Außerdem schwächt ein Vitamin D-Mangel das Immunsystem, so dass Krankheitsreger leichtes Spiel haben.

Ärzte empfehlen, im Sommer täglich für mindestens 20 Minuten pro Tag mit Hilfe der Sonne die Vitamin D-Bildung anzukurbeln und die Speicher zu füllen. Im Winter greift unser Körper aufgrund des fehlenden Lichtes auf körpereigene Speicher und eingenommene Nahrung zurück. Künstliches Licht kann den Vitamin D-Mangel nicht ausgleichen!

### Licht sparen ... was jeder tun kann

Wie beim Stromsparen hat man auch beim Lichtsparen die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden. Jede/r

kann seine Umgebung genau betrachten und seinen Beitrag dazu leisten. Hier einige Tipps zum richtigen Umgang.

Generell gilt für die Außenbeleuchtung: weniger ist meist mehr (wert!). Licht im Außenbereich sollte in erster Linie einen Zweck erfüllen: „Sicherheit im Dunkeln“. Es sollte Stufen und sonstige Hindernissen sowie den Weg zum Haus zeigen. Auch eine Hausnummer oder die Klingel, sofern nicht anders beleuchtet, werden mit Hilfe einer Außenleuchte leichter angefund. Gut geeignet sind Außenleuchten mit richtig eingestellten Bewegungsmeldern. Die Lampen sollten so ausgewählt und installiert werden, dass sie nicht blenden. Es dürfen nur Leuchten verwendet werden, die für den Außenbereich geeignet sind. Die verwendeten Lampen sollten einen möglichst geringen Blauanteil haben, warmweißes Licht abgeben und weniger als 3 000 K Farbtemperatur haben. Zum Schutz der Lebewesen sind Lampen mit Emissionen im Bereich unterhalb von 480 nm und oberhalb von 640 nm zu vermeiden!

Will man bestimmte Bereiche beleuchten, sollten dafür Leuchten verwendet werden, die nur die zu beleuchtende Stelle erhellen. Am besten eignen sich dafür Full-Cut-Off-Leuchten. Bei dieser Art Leuchte gibt es durch den begrenzten Abstrahlwinkel eine optimale Lichtverteilung. Kugelleuchten sind auf jeden Fall zu vermeiden, da sie ungerichtete Licht abstrahlen, dadurch mehr Insekten anlocken, Energie verschwenden und so keine sinnvolle Beleuchtung darstellen.

Aus ökonomischer und ökologischer Sicht sollte eine rein dekorative Außenbeleuchtung wie zB in der Weihnachtszeit gänzlich vermieden werden. Will man nicht darauf verzichten, sollte zumindest beim Kauf der verschiedenen Produkte auf deren



Abb. 17: Arten der Außenbeleuchtung: Kugelleuchte, abgeschirmte Leuchten (Standard-Straßenleuchten), Full-Cut-Off-Leuchten

Leistung geachtet werden. Ebenso macht es Sinn, die Beleuchtung mit einer Zeitschaltuhr zu versehen oder sie nur in der ersten Nachthälfte zu aktivieren, um somit die Lichtverschmutzung und die Stromkosten etwas geringer zu halten.

#### Quellen:

- Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.) (2013): Leitfaden: Besseres Licht. Alternativen zum Lichtsmog.
- Brünning A., Hölker F. (2013): Lichtverschmutzung und die Folgen für Fische. [http://www.verlustdernacht.de/tl\\_files/VDN/Literature/Held et al-2013-BfN Skript-Schutz der Nacht-S69-S72-Fische.pdf](http://www.verlustdernacht.de/tl_files/VDN/Literature/Held%20et%20al-2013-BfN_Skript-Schutz%20der%20Nacht-S69-S72-Fische.pdf)
- Cooke S. L., Williamson C. E., Leech D. M., Boeing W. J., Torres L. (2008): Effects of temperature and ultraviolet radiation on diel vertical migration of freshwater crustacean zooplankton. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*
- Gepp J. (1977): Technologische und strukturbedingte Dezimierungsfaktoren der Stadttierwelt - ein Überblick. In *Stadtökologie: Tagungsbericht der 3. Fachtagung des Ludwig-Boltzmann-Instituts für Umweltwissenschaften und Naturschutz in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Naturschutzbund*, S. 69-127, Graz
- Gepp J. (1981): Programmrahmen für einen umfassenden Lepidopterenschutz. Eine Synopsis der Beiträge, Diskussionen und Anregungen des II. Europäischen Kongresses für Lepidopterologie in Karlsruhe 1980 zum Thema „Europas Schmetterlinge sind bedroht“
- Haupt H. (2009): Der Letzte macht das Licht an! Zu den Auswirkungen leuchtender Hochhäuser auf den nächtlichen Vogelzug am Beispiel des „Post Towers“ in Bonn. ([http://nw-ornithologen.de/downloads/artikel/charadrius45\\_1\\_1\\_19\\_haupt.pdf](http://nw-ornithologen.de/downloads/artikel/charadrius45_1_1_19_haupt.pdf))
- Höttinger H., Graf W. (2003): Zur Anlockwirkung öffentlicher Beleuchtungseinrichtungen auf nachtaktive Insekten. Studie im Auftrag der MA 22, Wien. <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/lichtquelle.pdf>
- Huemer P., Kühtreiber H., Tarmann G. (2010): Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten. Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol. [http://www.hellenot.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/WeiterInfos/10\\_AnlockwirkungInsektenFeldstudie\\_TLM-FundLUA.pdf](http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/WeiterInfos/10_AnlockwirkungInsektenFeldstudie_TLM-FundLUA.pdf)
- Klein M. (2004): Lichtverschmutzung - eine neue Umweltproblematik. Diplomarbeit, Fachhochschule Ludwigsburg, Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen. <http://www.home.uni-osnabrueck.de/ahaanel/darksky/dalichtver.pdf>
- Moore M. V. et al. (2000): Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. [http://academics.wellesley.edu/Biology/Faculty/Mmoore/Content/Moore\\_2000.pdf](http://academics.wellesley.edu/Biology/Faculty/Mmoore/Content/Moore_2000.pdf)
- Moore C. M. et al. (2006): Phytoplankton photoacclimation and photoadaptation in response to environmental gradients in a shelf sea.
- Ochoa J., Maske H., Sheinbaum J., Candela J. (2013): Diel and lunar cycles of vertical migration extending to below 1000 m in the ocean and the vertical connectivity of depth-tiered populations. [https://www.researchgate.net/publication/265727369\\_Diel\\_and\\_lunar\\_cycles\\_of\\_vertical\\_migration](https://www.researchgate.net/publication/265727369_Diel_and_lunar_cycles_of_vertical_migration)
- Perkin E. K. et al. (2011): The influence of artificial light on stream and riparian ecosystems: questions, challenges, and perspectives. *Ecosphere* 2 (11), S. 1-16
- Posch T. et al. (Hrsg.) (2013): Das Ende der Nacht. Lichtsmog: Gefahren - Perspektiven - Lösungen. 2. Auflage. Wiley-VCH Verlag
- Soneira M. (2013): Anlockwirkung unterschiedlicher Beleuchtungsmittel auf Insekten (Insecta) unter besonderer Berücksichtigung der Köcherfliegen (Trichoptera). Diplomarbeit, Universität Wien. [http://othes.univie.ac.at/29538/1/2013-07-17\\_0361460.pdf](http://othes.univie.ac.at/29538/1/2013-07-17_0361460.pdf)
- Tiroler Umweltschutz (Hrsg.) (2012): Die Helle Not. Wenn Licht zum Problem wird. 4. Aufl. ([www.hellenot.org](http://www.hellenot.org))

## Didaktische Umsetzung

Vorbereitend werden die Memory-Karten auf dickem Karton zweimal ausgedruckt und laminiert.

Mit dem Memory-Spiel steigen die SchülerInnen ins Thema „Lichtverschmutzung“ ein und erfahren dabei Grundlegendes über die Physik des Lichtes, welche Lampen es gibt, was zu viel künstliches Licht bei Menschen, Tieren und Pflanzen bewirkt und bekommen einige Impulse, wie man Licht und somit Energie einsparen kann. Als Hausaufgabe bietet sich der Arbeitsauftrag an, Lichtverschmutzung in Form einer Lampe im Lebensumfeld der SchülerInnen zu suchen und deren Auswirkung auf die Umwelt zu dokumentieren. Die Ergebnisse werden der Klasse präsentiert und gemeinsam diskutiert. Dieser Arbeitsauftrag kann nicht im Winter ausgeführt werden.

Inhalte	Methoden
<b>Einführung ins Thema</b> <span style="float: right;"><b>15 Minuten</b></span>	
<p><i>Mit Bildern ein erstes Kennenlernen des Themen „Licht“ und „Lichtverschmutzung“.</i></p> 	<p><u>Material</u> Beilage „Memory: Licht und Lichtverschmutzung“</p> <p>Das Memory wird am besten im Sitzkreis gespielt, damit alle SchülerInnen während des Spiels und im Zuge der Besprechung ein freies Sichtfeld haben.</p> <p>Die Karten werden in der Mitte des Kreises aufgelegt und das Memory nach den bekannten Spielregeln gespielt. Wer findet die meisten Kartenpaare?</p>
<b>Grundlagen zur Lichtverschmutzung</b> <span style="float: right;"><b>30 Minuten</b></span>	
<p><i>Mit den Memory-Karten werden die Grundlagen zum Thema „Lichtverschmutzung“ erarbeitet.</i></p>	<p><u>Material</u> Beilage „Memory: Licht und Lichtverschmutzung“ Beilage „Themenblätter: Licht und Lichtverschmutzung“</p> <p>Die Memory-Karten werden nach Unterthemen geordnet auf den Themenblättern entsprechend der Bildnummerierung platziert.</p> <p>Die SchülerInnen lesen nun reihum den dazugehörigen Text laut vor. Aufkommende Fragen werden besprochen.</p>
<b>Arbeitsauftrag für Zuhause</b> <span style="float: right;"><b>Zeit nach Bedarf</b></span>	
<p><i>Dokumentation von Lichtverschmutzung vor der eigenen Haustüre.</i></p>	<p><u>Material</u> Fotoapparat bzw. Handy, Drucker</p> <p>Die SchülerInnen erhalten den Arbeitsauftrag, sich im Außenbereich (Haus, Siedlung) eine Lichtquelle auszusuchen. Diese soll am Tag und bei Dunkelheit fotografiert (mit ihrer Umgebung, keine Nahaufnahmen) werden.</p>



Die Fotos werden auf ein Blatt Papier ausgedruckt und folgende Überlegungen dazu aufgeschrieben:

- Was wird beleuchtet (Straße, Gehweg, Fassade etc.)?
- Überlege, ob dies sinnvoll/nicht sinnvoll ist und begründe es.
- Blendet dieses Licht Menschen? Stört es ihre Nachtruhe?
- Werden von der Leuchte Tiere wie zB Insekten oder Fledermäuse angelockt, irritiert (langes Umschwirren) oder sogar getötet (wenn möglich, Lampengehäuse auf tote Insekten untersuchen)?
- Profitieren Tiere von dem Licht (zB insektenfressende Tiere)?

### Reflexion

Zeit nach Bedarf

*Die Kinder berichten.*

Material  
ausgedruckte Lichtquellen

Die Ergebnisse des Arbeitsauftrages werden in der Klasse präsentiert und diskutiert. Es wird überlegt, ob es Möglichkeiten gibt, selbst Licht zu sparen.

## Beilagen

- ▶ Memory: Licht und Lichtverschmutzung
- ▶ Themenblätter: Licht und Lichtverschmutzung

## Weiterführende Themen

- ▶ Das menschliche Auge
- ▶ Lichtverschmutzung und Tiere
- ▶ Lichtverschmutzung und der Mensch
- ▶ Der Sehvorgang
- ▶ Lichtverschmutzung und Pflanzen
- ▶ Elektrisches Licht in unserem Alltag

## Weiterführende Informationen

### Links

- <http://www.hellenot.org>
- <http://homepage.univie.ac.at/thomas.posch/endedernacht/Infomaterial/IDA187.html>
- <http://www.lichtverschmutzung.de>
- <http://www.verlustdernacht.de>

### Literatur

- Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.) (2013): Leitfaden: Besseres Licht. Alternativen zum Lichtsmog.
- Posch T. et al. (Hrsg.) 2013: Das Ende der Nacht. Lichtsmog: Gefahren - Perspektiven - Lösungen. 2. Auflage. Wiley-VCH Verlag.
- Tiroler Umweltschutz (Hrsg.) 2012: Die Helle Not. Wenn Licht zum Problem wird. 4. Aufl. (auch unter [www.hellenot.org](http://www.hellenot.org) downloadbar)

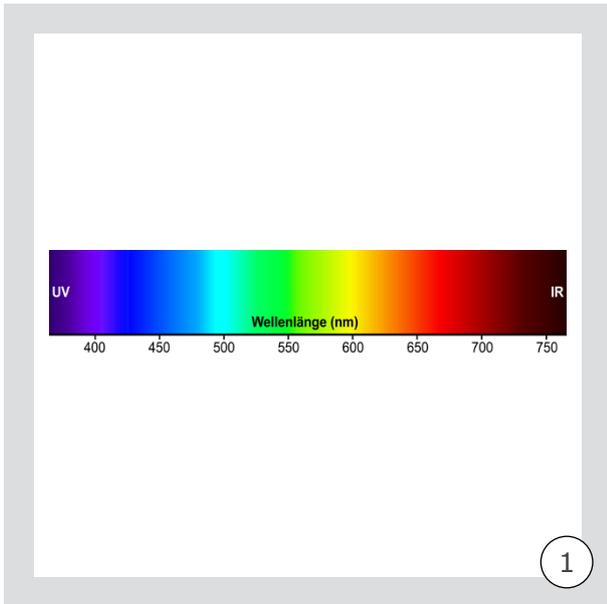
### YouTube-Videos

- „Die Helle Not“, <http://youtu.be/GxCXxEV0tTA> (13:40 min)
- „LED-Straßenleuchten sollen Klima und Tiere schützen“, 3Sat Nano, <http://youtu.be/1LKTEIjgfn8> (5:31 min)
- „Zu viel Licht schädlich für Mensch und Tier“, <http://youtu.be/go-RBCmlj9s> (2:30 min)

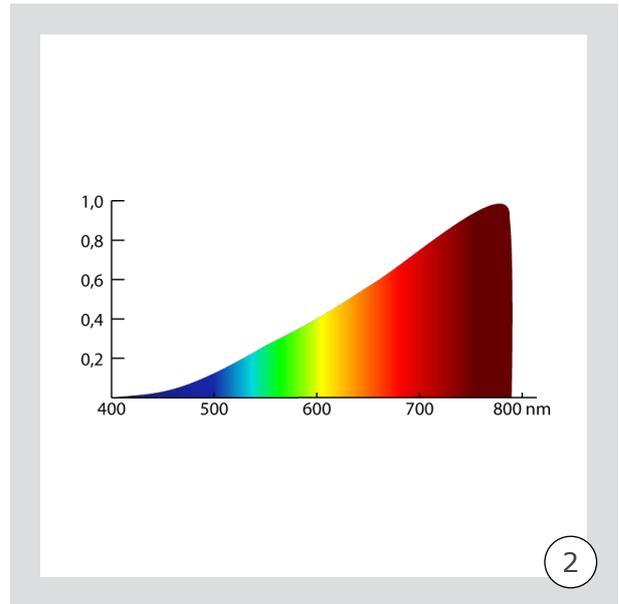


### Noch Fragen zum Thema?

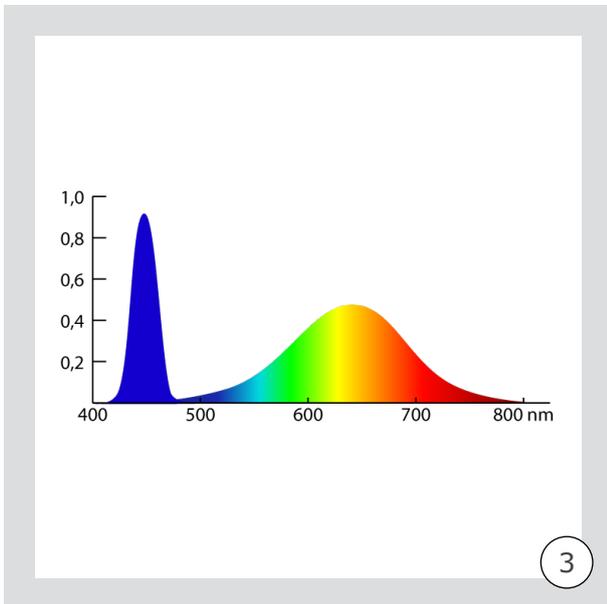
Mag.ª Dr.ª Eva Lenhard  
Bereich Natur/Lebensräume  
Telefon: 0043-(0)316-835404/4  
E-Mail: [eva.lenhard@ubz-stmk.at](mailto:eva.lenhard@ubz-stmk.at)



1



2



3



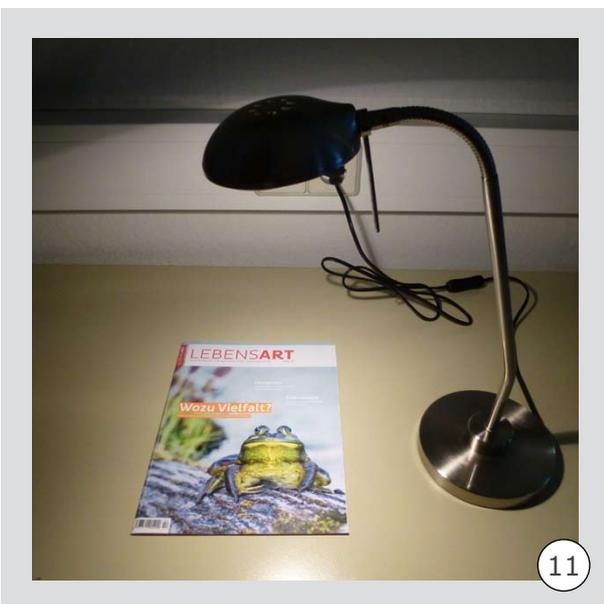
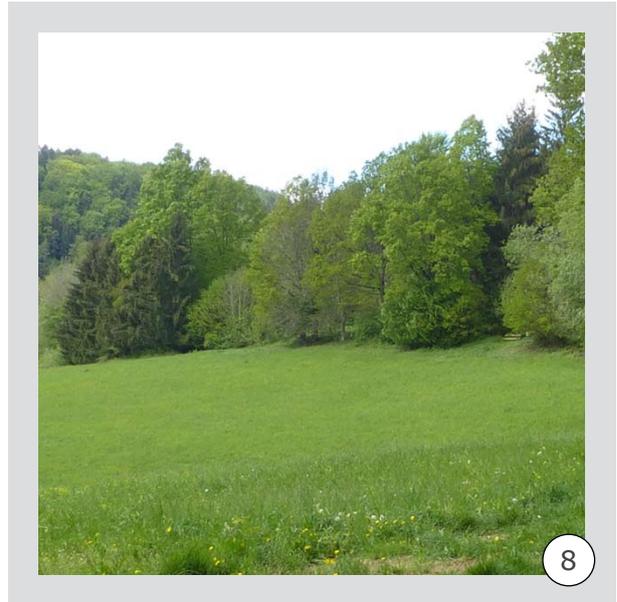
4

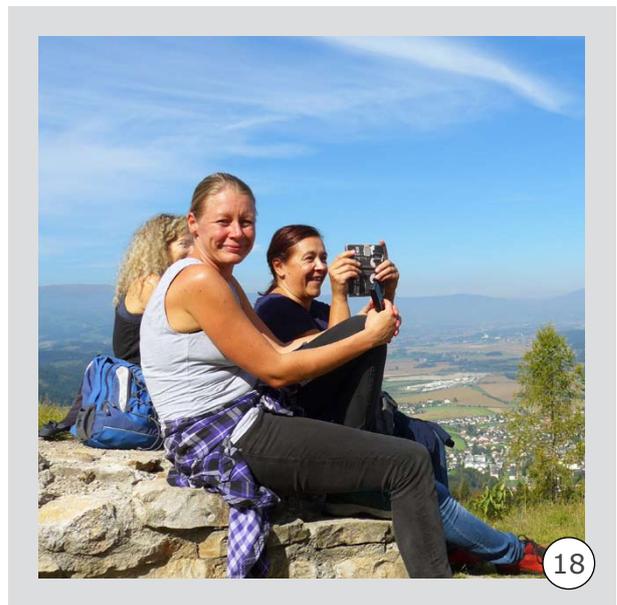
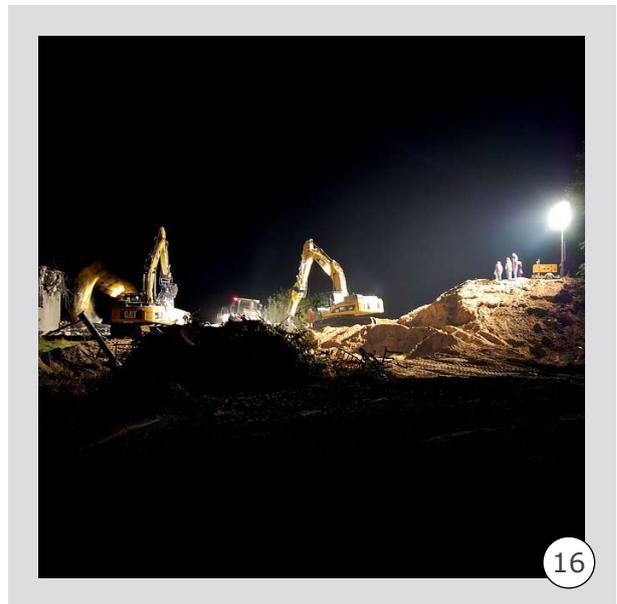


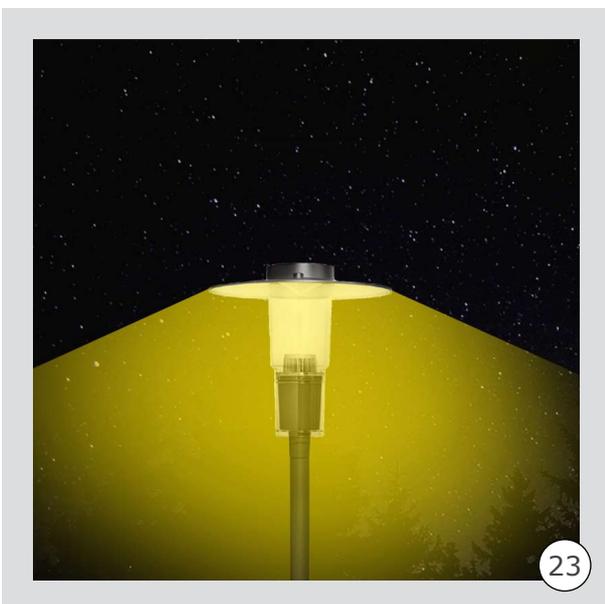
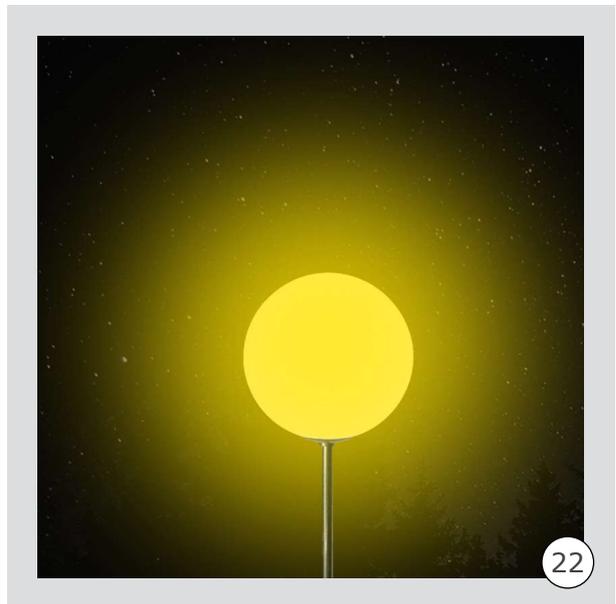
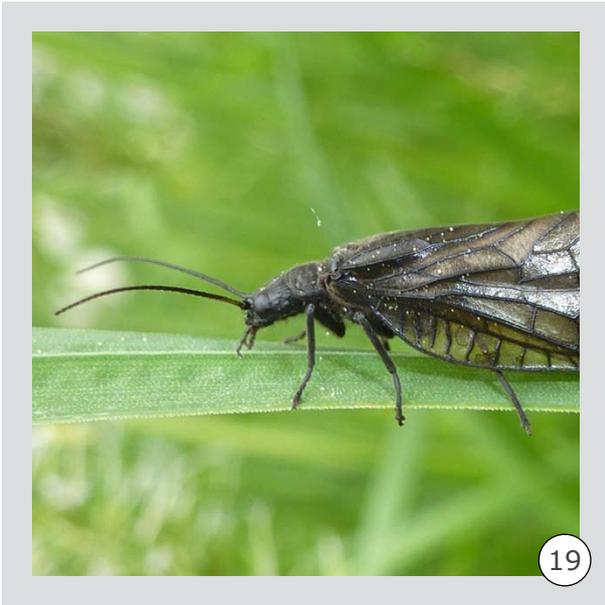
5

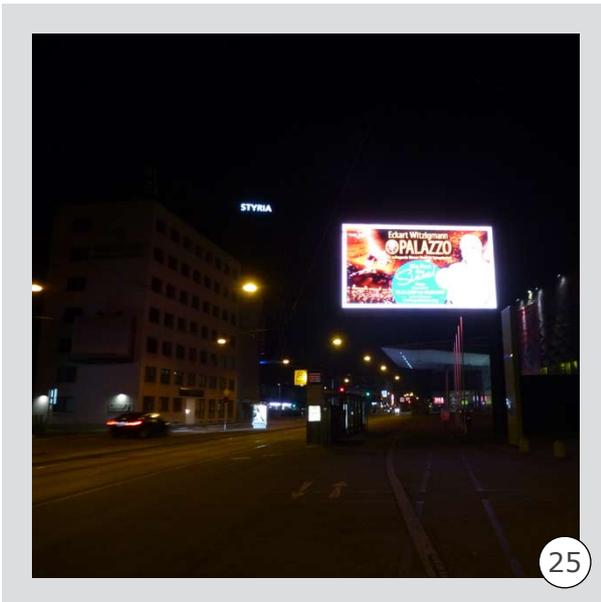


6









25



26



27

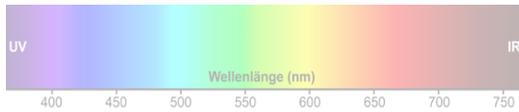
### Spielregeln für das Memory©

**Vorbereitung:** Spielkarten auf dickem, einfarbigem Papier zweimal ausdrucken, laminieren und ausschneiden.

Ziel des Spieles ist, die richtigen Kartenpaare zu finden.

Alle Karten werden mit der Bildseite nach unten auf dem Boden angeordnet. Leichter ist das Spiel, wenn alle Karten geordnet nebeneinander liegen. Der/die erste SpielerIn deckt zwei beliebige Karten auf. Werden zwei zusammengehörige Karten aufgedeckt, so darf der/die SpielerIn das Paar behalten und noch einmal zwei Karten aufdecken. Gehören die Karten nicht zusammen, so werden sie wieder umgedreht und der/die nächste SpielerIn ist an der Reihe. Um sich die Karten merken zu können, müssen die Karten immer wieder auf den ursprünglichen Platz gelegt werden. Wenn das letzte Paar aufgedeckt wurde, ist das Spiel beendet. SiegerIn ist, wer zum Schluss am meisten Kartenpaare besitzt.

# 1. Spektren des Lichts



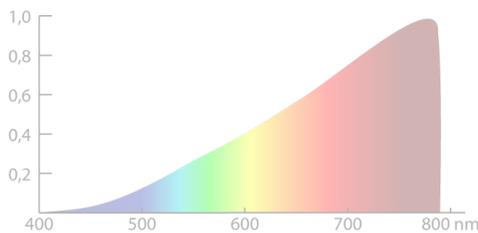
1

## Spektrum des sichtbaren Lichts

Licht ist elektromagnetische Strahlung.

Hat diese Strahlung eine Wellenlänge im Bereich zwischen 380 und 780 nm (Nanometer), ist sie für das menschliche Auge als Licht sichtbar.

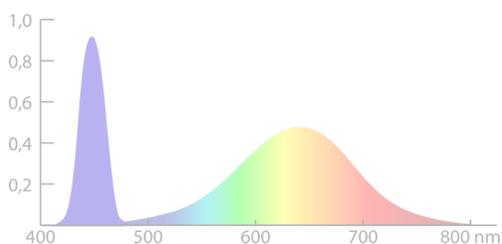
Ultraviolettes und infrarotes Licht ist für das menschliche Auge unsichtbar.



2

## Halogenspektrum

Das Spektrum der Halogenlampe enthält einen großen Rotanteil, der Blaubereich ist nur sehr schwach vertreten. Das Licht der Halogenleuchte zeigt, wie auch das Tageslicht, ein kontinuierliches Spektrum.



3

## LED-Spektrum

Bei einer LED zeigt sich ein höherer Blauanteil, der Rotanteil hingegen ist kaum vorhanden. Ultraviolettes und blaues Licht (im hohen kurzwelligen Bereich) zieht viele Insekten an. Außerdem wird unsere „innere Uhr“ durch einen hohen Blaulichtanteil empfindlich gestört.

## 2. Licht und Farbe



warmweiß  
< 3 300 K

4

### **Warmweißes Licht**

Als warmes Licht bezeichnet man langwelliges Licht. Es beinhaltet mehr gelbe und rote Lichtanteile und hat einen sehr geringen Blauanteil. Ähnlich wie bei einem Sonnenauf- und -untergang.

In allen Wohnbereichen, in denen Gemütlichkeit großgeschrieben wird, sollte warmweißes Licht verwendet werden. Dieses wirkt entspannend und beruhigend.



neutralweiß  
3 300-5 300 K

5

### **Neutralweißes Licht**

Neutralweißes Licht bezeichnet man als kurzwelliges Licht. Es weist einen höheren Blauanteil auf.

Diese Art Licht wird für Bereiche verwendet, die gut ausgeleuchtet werden sollen wie zB die Küche oder das Bad.



kaltweiß  
> 5 300 K

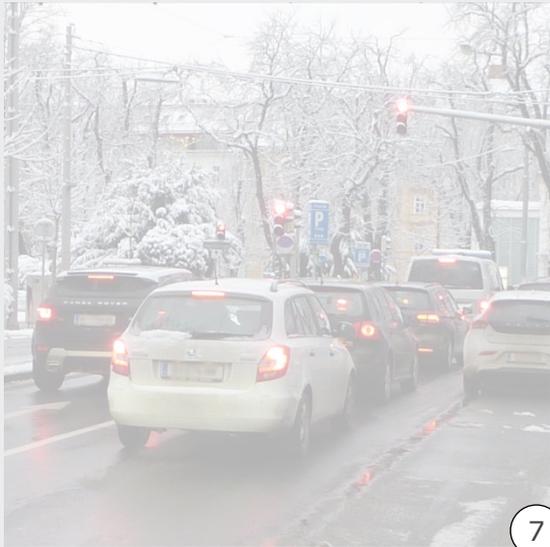
6

### **Kaltweißes Licht**

Kaltweißes Licht ist ein kurzwelliges Licht und weist einen sehr hohen Blauanteil auf.

Es entspricht dem Tageslicht während der Mittagszeit. Kaltweißes Licht fördert die Konzentration, wirkt positiv auf das Wohlbefinden und ist optimal für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen.

### 3. Wirkung von Farben



7

#### Rote Farbe

Rot ist eine dynamische und aggressive Farbe, die Stoffwechselfvorgänge wie zB die Durchblutung, unsere Energie oder auch unser Durchhaltevermögen anregt.

Im Straßenverkehr (Ampel, Bremslichter, Alarmknöpfe) signalisiert die Farbe Rot Gefahr. Die Signalwirkung der Farbe Rot wird im Tierreich erfolgreich zur Arterkennung, bei der Balz oder als Warnfarbe eingesetzt.



8

#### Grüne Farbe

Grün hat eine entspannende Wirkung auf uns. Ein grüner Raum wirkt erholsam und vitalisierend, ähnlich einem Spaziergang in der freien Natur. Die Farbe Grün verbindet wir Menschen mit dem Frühling, mit Wiesen, Feldern und Wäldern.

Im Straßenverkehr signalisiert Grün freie Fahrt.



9

#### Werbung

Im Handel werden Farben und Beleuchtung gezielt eingesetzt, um das Kaufverhalten zu beeinflussen. Oft lassen sich Menschen beim Kauf eines Produktes von der Farbe leiten.

Man bildet mit bestimmten Farben gewisse Zusammenhänge. So werden zB rote Preiszettel mit billiger Ware (Abverkauf) assoziiert. Lebensmittel werden mit Farblampen angestrahlt, wie zB Fleisch mit rotem oder Salat mit grünem Licht, um Frische auszustrahlen.

## 4. Lichtphysik

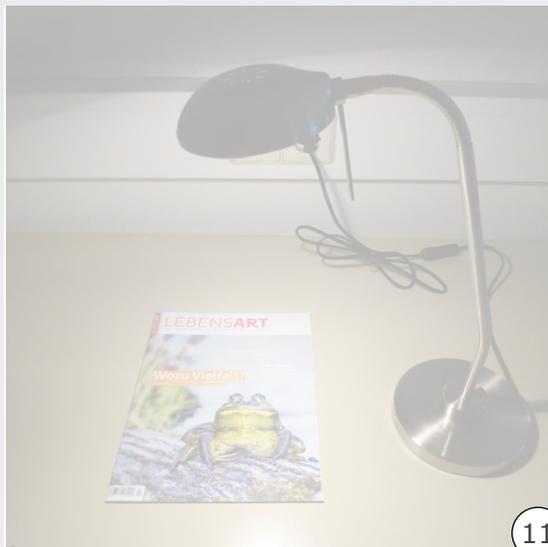
Lichtstrom [lm]



10

### Lichtstrom (Lumen)

Der Lichtstrom beschreibt die gesamte Lichtmenge, die von einer Lampe abgestrahlt wird. Je höher der Lumen-Wert, desto mehr Licht strahlt die Lampe ab. Beim Vergleich verschiedener Lampen bzgl. Helligkeit müssen immer Lampen mit gleicher Bauart verglichen werden, denn nur dann bedeutet mehr Lumen auch mehr Helligkeit.



11

### Beleuchtungsstärke (Lux)

Die Beleuchtungsstärke beschreibt den Lichtstrom, der auf eine bestimmte Fläche trifft. Sie ist abhängig von der Art der Lampe, der Art der angestrahlten Fläche und dem Abstand zwischen der Lampe und der angestrahlten Fläche.

Um immer eine passende Beleuchtung zu gewährleisten, gibt es für bestimmte Bereiche Mindestwerte, die eingehalten werden müssen (zB Schreibtischbeleuchtung 500-700 Lux; Klassenzimmer 500 Lux).



12

### Lichtausbeute (Lumen/Watt)

Die Lichtausbeute sagt aus, wie energieeffizient eine Lampe ist, indem das Verhältnis zwischen Lichtstrom (Lumen) und der elektrischen Leistung der Lampe (Watt) beschrieben wird.

Je mehr lm/W, desto energieeffizienter ist die Lampe.

## 5. Welche Lampen gibt es

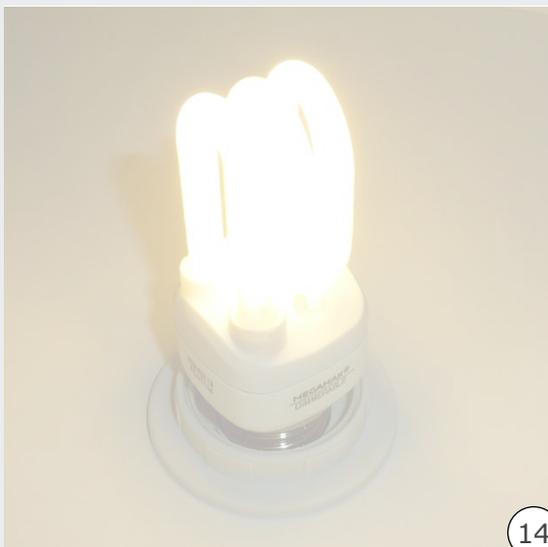


13

### LED

LED ist die Abkürzung für „Licht Emittierende Diode“. Die LED-Lampe gilt als sehr energieeffizientes Leuchtmittel, ist in der Anschaffung aber teurer als zB eine Halogenlampe.

LEDs werden aufgrund der komplexen Elektronik über die Elektroaltgeräte-Sammlung entsorgt.



14

### Leuchtstofflampe

Die Leuchtstofflampe wird vor allem dort verwendet, wo Licht dauerhaft benötigt wird, wie zB in Bürogebäuden, Geschäften, Schulen usw. Beim Einschalten braucht sie eine Aufwärmphase bis sie ihre volle Helligkeit erreicht.

Aufgrund der wertvollen Rohstoffe (Kupfer, Aluminium, Zinn) und dem Quecksilber-Anteil werden Leuchtstofflampen über die Elektro-Altgeräte-Sammlung entsorgt.



15

### Halogenlampe

Halogenlampen werden häufig im privaten Bereich dort verwendet, wo eine punktuelle Beleuchtung gewünscht wird (zB Schreibtisch- oder Leselampen). Sie haben eine sehr gute Farbwiedergabe und eine sehr angenehme Lichtfarbe. Der Großteil der eingesetzten Energie wird jedoch in Wärme umgewandelt.

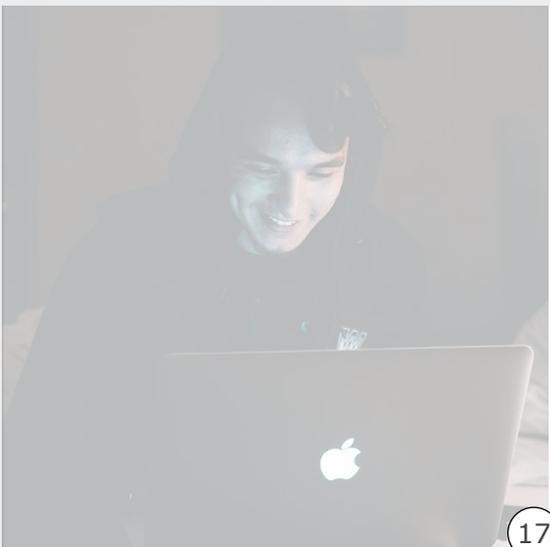
## 6. Was Licht beim Menschen bewirkt



16

### Nachtarbeit

Die Aktivitäten des Menschen folgen einem endogen und autonom festgelegten Tag-Nacht-Rhythmus, unserer „inneren Uhr“. Dabei ist Licht der wichtigste Zeitgeber. Die Produktion des Schlafhormons Melatonin bzw. des Glückshormons Serotonin wird durch das Licht, das der Mensch vor allem über das Auge und auch etwas über die Haut aufnimmt, gesteuert. Gegen Abend nehmen sämtliche Leistungsfunktionen ab, wodurch die Arbeit in der Nacht besonders belastend ist.

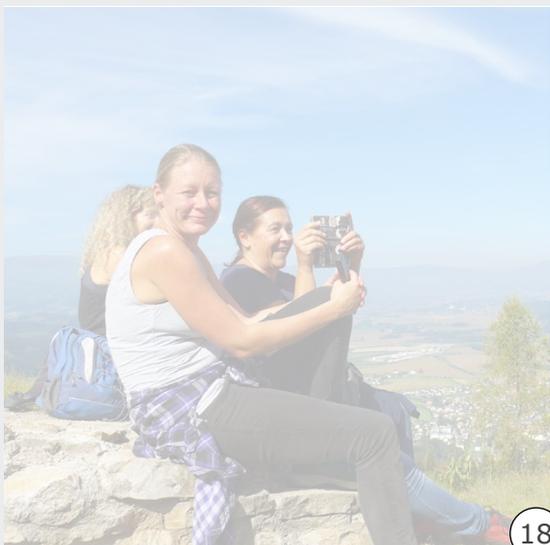


17

### Licht mit hohem Blauanteil

Besonders Kunstlicht mit hohem Blaulichtanteil in Bildschirmen (Computer, Fernseher, Handy) stört unsere „innere Uhr“, wenn wir damit am Abend arbeiten, da es die Produktion vom Schlafhormon Melatonin hemmt.

Schlafstörungen können zu Störungen des Immunsystems, des Stoffwechsels oder der Stressverarbeitung führen. Außerdem nimmt die Leistungsfähigkeit ab.



18

### Sonnenlicht

Sonnenlicht hilft uns, das für uns wichtige Vitamin D aufzubauen.

Vitamin D hilft dabei, Kalzium aus der Nahrung aufzunehmen, um starke Knochen und Zähne zu bekommen. Es beeinflusst ebenso die Gedächtnisleistung, das Hormonsystem, die Fruchtbarkeit, den Blutdruck und Stoffwechsel sowie die Psyche.

Daher sollte jeder Mensch möglichst viel Zeit im Freien bei natürlichem Tageslicht verbringen!

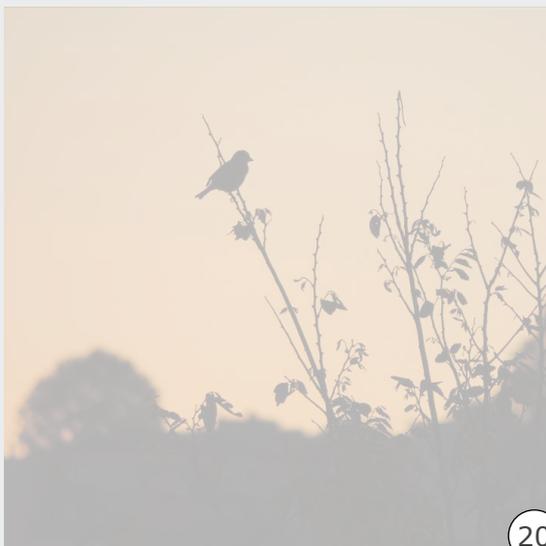
## 7. Was Licht bei Tieren und Pflanzen bewirkt



19

### Insekten

Insekten werden vom künstlichen Licht - insbesondere von Lampen mit hohem Blau-lichtanteil - angezogen und so aus ihrem Lebensraum herausgelockt. Anstatt Futter zu suchen oder sich zu paaren verfliegen sie wertvolle Energiereserven, landen in der Nähe und verharren dort oder kommen in/an den Lampen zu Tode. Damit ist aber auch die Nahrungskette für zB Vögel oder Fledermäuse in Gefahr.

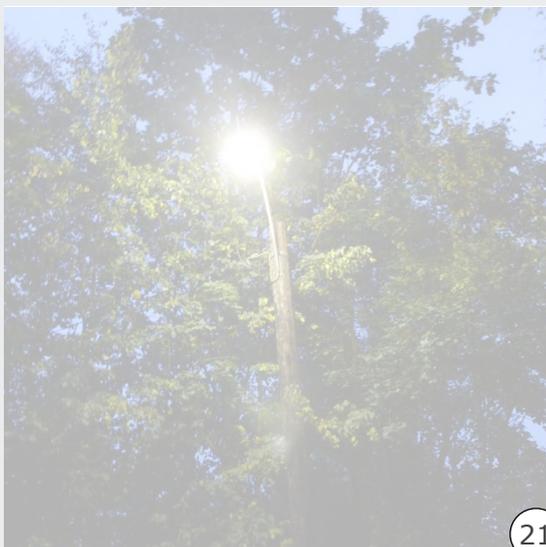


20

### Vögel

Vögel sind Augentiere und werden stark vom Licht beeinflusst. Zugvögel fliegen nachts und orientieren sich genetisch bedingt an den Sternen und werden deshalb von Lichtquellen von ihrer Flugroute abgelenkt, was häufig zum Tod führt.

In beleuchteten Siedlungsgebieten dehnen die Vögel ihre Aktivitätszeiten in den Abend hinein aus bzw. beginnen früher mit ihrer Brut, wobei es aber in beiden Fällen zu Nahrungsengpässen kommt.

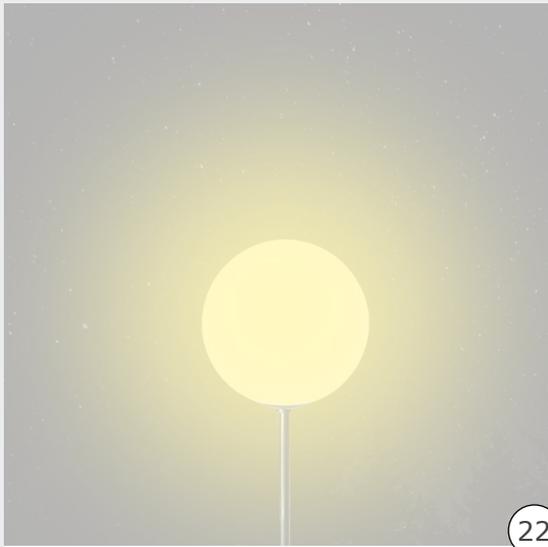


21

### Pflanzen

Auch Pflanzen folgen neben dem Jahreszeitenrhythmus einem Tag-Nachtrhythmus. Sie nehmen Licht über Fotorezeptoren wahr und steuern dadurch wichtige Prozesse wie die Samenkeimung, den Laubaustrieb, das Stängelwachstum oder die Blattausdehnung. Dies kann man sich im Pflanzenanbau zu Nutze machen, schwächt aber zB den Baum, wenn die Winterruhe (u. a. Blattabwurf) hinausgezögert wird, obwohl es bereits frostig wird.

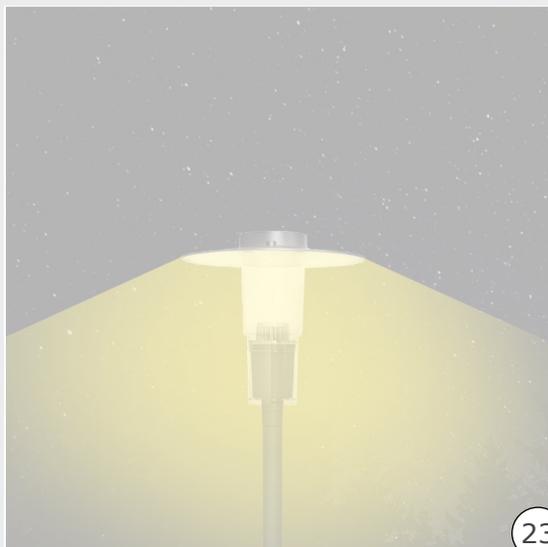
## 8. Leuchttypen bei Außenbeleuchtungen



22

### **Kugelleuchten**

Kugelleuchten sind auf jeden Fall zu vermeiden, da sie ungerichtetes Licht abstrahlen, dadurch mehr Insekten anlocken, Energie verschwenden und so keine sinnvolle Beleuchtung darstellen.



23

### **Abgeschirmte Leuchten**

Diese Lampe ist zwar nach oben abgeschirmt, strahlt aber noch Licht seitlich in die Umgebung ab. Auch diese Lampe trägt zur Lichtverschmutzung bei.



24

### **Full-Cut-Off-Leuchten**

Bei dieser Art Leuchte gibt es durch das nach unten stark gebündelte Licht eine optimale Lichtverteilung und damit einen deutlich geringeren Anlockradius für nachtaktive Tiere. Full-Cut-Off-Leuchten belasten die Umwelt am wenigsten.

## 9. Licht sparen



25

### Lichtwerbung

Grelles Licht, das in der Dunkelheit auf das Auge trifft, beeinträchtigt für einige Momente das Sehen und desorientiert.

Dies ist besonders im Straßenverkehr gefährlich, da sich das Auge nicht so schnell auf die Lichtblitze einstellen kann.

Grell erleuchtete Werbetafeln und Effektbeleuchtungen von Gebäuden lenken zusätzlich vom Straßengeschehen ab.



26

### Weihnachtsbeleuchtung

Aus ökonomischer und ökologischer Sicht sollte auf eine rein dekorative Außenbeleuchtung gänzlich verzichtet werden.

Will man nicht darauf verzichten, sollte zumindest beim Kauf der verschiedenen Produkte auf deren Leistung geachtet werden. Ebenso macht es Sinn, die Beleuchtung mit einer Zeitschaltuhr zu versehen, um die Lichtverschmutzung und die Stromkosten etwas geringer zu halten.



27

### Licht aus!

Wie beim Stromsparen hat man auch beim Lichtsparen die Möglichkeit, selbst aktiv zu werden.

Licht im Außenbereich sollte in erster Linie einen Zweck erfüllen: „Sicherheit im Dunkeln“.

Im Hausinneren sollte die letzte Person beim Verlassen eines Raumes das Licht abdrehen. Wie sieht es mit deiner Schreibtischleuchte aus?