



LEITFADEN

zur Vermeidung von Lichtemissionen –
Möglichkeiten im städtischen Bereich



Mir geht
ein Licht
aus!

Einleitendes

Lichtverschmutzung ist vielerorts ein Thema: Bei Veranstaltungen, in Gesprächsrunden, in der Forschung und auch in politischen Gremien. Lichtverschmutzung bezeichnet zum einen die Aufhellung des Nachthimmels durch von Menschen erschaffene, installierte und betriebene Lichtquellen, deren Licht in die unteren Luftschichten der Atmosphäre gestreut wird. In und um Städten bilden sich dadurch oft so genannte Lichtkuppeln oder -glocken, die eine Beobachtung des nächtlichen Sternenhimmels fast unmöglich machen. Zum anderen kann auch direktes Licht Lichtverschmutzung bedeuten, wenn Menschen, Tiere und Pflanzen angestrahlt werden.

In der jüngeren Entwicklungsgeschichte des Menschen wird seine Lebensweise zunehmend durch künstliche Lichtquellen geprägt. Erst dienten Gestirne, später das Feuer als Lichtquelle bspw. als Fackel, Kerze, Öllampe und Gaslaterne. Im Gegensatz zum elektrischen Licht sind diese Lichtquellen sehr spärlich.

Die Erfindung der Glühlampe in den 1880er Jahren veränderte das soziale Leben der Menschen gravierend. Der natürliche Tagesrhythmus veränderte sich essentiell: Die Nacht konnte nun auch für die Arbeit bspw. in Industrieanlagen genutzt werden und auch die Freizeitaktivitäten schoben sich immer weiter in den Abend und die Dunkelheit hinein. Die elektrische Beleuchtung wurde flächendeckend eingesetzt und wurde zum Symbol für Wohlstand und Fortschritt.

Vor allem in den Städten ballt sich künstliches Außenlicht: Es stammt zum Beispiel von Straßenbeleuchtung und Fahrzeugen, von Gewerbeanlagen und Werbeanzeigen, von Flughäfen und Bahnhöfen, angeleuchteten Gebäuden oder Sportveranstaltungen und Festen, aber auch von Fenstern in Büro- und Wohnhäusern.

Das Ausmaß der nicht erwünschten und belastenden Auswirkungen durch den Einsatz von künstlichem Licht in der Nacht nimmt rasant zu, in Deutschland und Europa jährlich um etwa sechs Prozent (Lichtverschmutzungs-Karte & Entwicklung Deutschland Europa 1992/2010 (paten-der-nacht.de)) (HÖLKER, F. et al. (2010)).

Künstliche Beleuchtung in dieser Dimension verändert die Lebensbedingungen der meisten Lebewesen, mitunter sogar ganzer Ökosysteme. Auch auf den Menschen wirken sich Dauerbeleuchtung und permanente Nachtaktivität negativ aus.

Die dauerhafte Erhellung beeinträchtigt zunehmend die Gesundheit, das Wohlbefinden, die Lebens- und Wohnqualität und ist ein Grund für den Verlust der Artenvielfalt. Die Nacht wird redensartlich zum Tag gemacht. Das direkte Naturerlebnis eines sternenreichen Nachthimmels ist nur noch an sehr wenigen ausgewählten Orten in Deutschland möglich.



Nicht das künstliche Licht ist das Problem, sondern der bisher nicht gesetzlich geregelte Umgang.

Es gibt wirksame Regelungen gegen das Einbringen gefährlicher Stoffe in die Umwelt, gegen Luftverschmutzung und Staubbelastung sowie gegen Lärm und CO₂-Emissionen aus denen sich konkrete Schutzmaßnahmen ableiten. Auch die Lichtverschmutzung ist als Umweltbelastung einzustufen, da sie negative Auswirkungen auf Mensch und Tier hat. Rund 30 Prozent der Wirbeltiere und 60 Prozent der Wirbellosen sind dämmerungs- und nachtaktiv und brauchen zwingend die Dunkelheit (HÖLKER, F. et al 2010). Denn nur sie kann bei diesen Lebewesen bestimmte Aktivitäten auslösen. Durch künstliches Licht in der Nacht werden diese Artengruppen erheblich negativ beeinträchtigt. Bedingt daraus, braucht es Regelungen zur Eindämmung der nächtlichen Beleuchtung.



Negative Auswirkungen von Licht

Auf die **menschliche Gesundheit** wirkt sich zu viel künstliches Licht negativ aus. Der Mensch ist tagaktiv, Licht ist der stärkste Taktgeber für unseren Tagesrhythmus. Unser Stoffwechsel hat sich in der Menschwerdung an den Wechsel von Tag und Nacht angepasst. Über ausgewählte Sinneszellen in der Netzhaut erhält unser Gehirn Informationen zur Helligkeit. Nimmt diese ab, produziert der Körper das Hormon Melatonin. Dieser Stoff hilft unserem Körper zur Ruhe zu kommen: Herz und Lunge arbeiten langsamer, Müdigkeit tritt auf und das Immunsystem wird aktiviert. Kommt unser evolutionärer Rhythmus durcheinander, kann das zu seelischen und körperlichen Erkrankungen führen.

So wichtig wie die Dunkelheit, ist auch das natürliche Licht für den Menschen. Der ultraviolette Anteil des Sonnenlichts regt die Bildung des körpereigenen Vitamins D an. Ist der Mensch zu wenig dem Sonnenlicht ausgesetzt, kann auch das zu psychischen Krankheiten führen. Also ist das richtige Maß von Licht und Dunkelheit ein wesentlicher Gesundheitsfaktor.



LEITFADEN

zur Vermeidung von Lichtemissionen –
Möglichkeiten im städtischen Bereich

Die **Artenvielfalt** auf der Erde sinkt seit Jahren. Eine Möglichkeit die Biodiversität zu erhalten, ist die Regelung der nächtlichen Beleuchtung. Wie der Mensch sind auch alle Tiere und Pflanzen an das Leben auf unserer Erde und dem zirkadianen Rhythmus angepasst. Wichtige Körperprozesse folgen automatisch diesem Takt. Die Anpassung hat unterschiedliche Lebensweisen hervorgebracht. Man unterscheidet zwischen tag-, nacht- und dämmerungsaktiven Lebewesen. Dämmerungs- und nachtaktive Tiere nutzen die Dunkelheit für ihre Nahrungssuche und andere Aktivitäten und sind auf nachtaktive Nahrungsquellen angewiesen.

Zu viel Licht führt bspw. zu einer dramatischen Reduzierung von nachtaktiven Insekten, da diese vom Licht angelockt werden und so lange um die Lichtquelle schwirren, bis sie vor Erschöpfung oder durch Verglühen sterben.

Auch Zugvögel können durch künstliches Licht von ihren eigentlichen Zugrouten abgelenkt werden. Sie orientieren sich bei ihrer Reise unter anderem an natürlichen Lichtquellen wie dem nächtlichen Sternenhimmel. Künstliche Lichtquellen können nicht nur zum Hindernis auf der Strecke werden, sie können auch dazu führen, dass die Vögel ganz die Orientierung verlieren. Sie verstärken außerdem die Gefahr, dass Vögel mit Hindernissen kollidieren. Auch wandernde Fischarten wie Aal und Lachs reagieren ähnlich auf künstliches Licht, zum Beispiel an beleuchteten Brücken oder Ufern. Sowohl Zugvögeln als auch Fischen gehen dabei Kraft und Zeit zum Erreichen des Zielortes verloren. Die Aktivitätsphasen der im urbanen Raum vorkommenden Vogelarten verlängern sich durch nachts hell erleuchtete Plätze, die Ruhephasen werden kürzer.



Beleuchtete Kirchen und Denkmale haben mitunter negative Auswirkungen auf Fledermausbestände, die dämmerungs- und nachtaktiv sind und sich mithilfe von Echoortung orientieren. Dachböden werden von einigen Fledermausarten gern als Sommerquartiere genutzt. Licht kann hier eine Barriere sein, die starke Beleuchtung hindert die Fledermäuse am Ein- und Ausfliegen der Quartiere. Sie können nicht auf Nahrungssuche fliegen und verhungern. Sie benötigen dunkle Korridore in der Stadt, um sich zwischen verschiedenen Quartieren und Jagdgebieten fortbewegen zu können.



Zu viel Licht wirkt ebenfalls negativ auf **Pflanzen**. Untersuchungen im städtischen Bereich belegen, dass Bäume im direkten Umfeld von Straßenlaternen später im Jahr ihr Laub abwerfen. Der künstlich verlängerte Vegetationszyklus wirkt sich nachteilig auf die Vitalität von Straßenbäumen aus. Darüber hinaus verschiebt sich die Blütezeit durch die Straßenbeleuchtung, mitunter schon in den November hinein. Diese erheblichen Auswirkungen können zum Erfrieren der Blüten führen. Die Bestäuber sind zu dieser Jahreszeit nicht aktiv und so kommt es zu einer geringeren Fruchtausbildung.

Untersuchungen an **wasserführenden Ökosystemen** und ihren Bewohnern zeigen, dass die negativen Auswirkungen von Licht nicht zu unterschätzen sind. Wasserkörper streuen das Licht. Besonders in der direkten Nähe zu Schutzgebieten muss dieses Wissen in die Erarbeitung von Beleuchtungskonzepten einfließen.

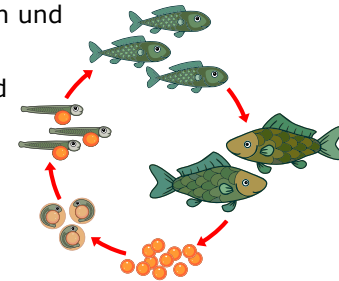
Die Geschichte der Menschheit wurde durch die Beobachtung des Sternenhimmels entscheidend geprägt und dadurch bedeutende **kulturelle Entwicklungsschritte** ermöglicht. Beispielsweise wurden durch die Beobachtung der Gestirne Kalendersysteme entwickelt, die eine effektivere Landwirtschaft ermöglichten. Heute gibt es leider immer weniger Orte in Europa, in denen es nachts dunkel genug wird und wo wir einen sternenreichen Nachthimmel beobachten könnten. Auch in ländlichen Bereichen nimmt der Grad der Aufhellung des Nachthimmels stetig zu.

zu.

Negative Auswirkungen von Licht am Beispiel von Fischen

Wandernde Fischarten:

Einige Fischarten wandern zur Fortpflanzung in ihre Laichgewässer zurück. Bspw. der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*), der sich im September und Oktober über die Flüsse auf den Weg macht. Die Wanderung erfolgt überwiegend nachts. Schon eine geringe künstliche Beleuchtung kann die Wanderung stören und sogar zur Unterbrechung führen. Beleuchtete Brücken und Straßenlaternen stellen eine unüberwindbare Barriere dar, durch die die Wanderung zeit- und energieintensiver wird. Sowohl Zeit und Energie können dann bei der Fortpflanzung fehlen. In Berlin ist der Aal bestandsgefährdet, d. h. dass er Gegenstand von langfristigen Schutz- oder Besatzprogrammen ist. Ohne diese würde der Aal in Berlin als stark gefährdet gelten.



Fische der Binnengewässer:

Künstliches Licht hat bei Fischen tatsächlich auch negative Auswirkungen auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Die so genannte sexuelle Reifung ist lichtgesteuert. Die sinkende Tageslichtdauer im Herbst, gibt den Anstoß für die Einleitung der Fortpflanzungszeit. Wird die Lichtdauer durch künstliche Beleuchtung verlängert, fehlt der Impuls für die Reproduktion. Künstliches Licht in der Nacht kann somit zu einer eingeschränkten Vermehrung bei Fischen führen.



Gesetzlicher Rahmen Lichtverschmutzung

Beleuchtungen des öffentlichen Raumes sind gesetzlich nicht ausdrücklich geregelt. Aus dem Naturschutzrecht, Immissionsschutzgesetz, Bauplanungs- und Verkehrssicherungsrecht können sich rechtliche Bedingungen oder Anforderungen an Außenbeleuchtungen ergeben. Im Naturschutzrecht gilt zumeist eine Vermeidungspflicht. Im Immissionsschutzgesetz ist geregelt, dass schädliche Umwelteinwirkungen ausgehend von Lichtanlagen zu vermeiden bzw. zu minimieren sind. Nach Gesichtspunkten der Straßenverkehrssicherungspflicht besteht die Pflicht zur Beleuchtung von Gefahrenpunkten, eine flächendeckende Straßenbeleuchtungspflicht gibt es in Deutschland nicht.

Seit Juni 2021 ist die Eindämmung der Lichtverschmutzung im § 41a und § 54 **Bundesnaturschutzgesetz** geregelt.

§ 41a Schutz von Tieren und Pflanzen vor nachteiligen Auswirkungen von Beleuchtungen

(1) Neu zu errichtende Beleuchtungen an Straßen und Wegen, Außenbeleuchtungen baulicher Anlagen und Grundstücke sowie beleuchtete oder lichtemittierende Werbeanlagen sind technisch und konstruktiv so anzubringen, mit Leuchtmitteln zu versehen und so zu betreiben, dass Tiere und Pflanzen wild lebender Arten vor nachteiligen Auswirkungen durch Lichtimmissionen geschützt sind, die nach Maßgabe einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 4d Nummer 1 und 2 zu vermeiden sind. Satz 1 gilt auch für die wesentliche Änderung der dort genannten Beleuchtungen von

Straßen und Wegen, baulichen Anlagen und Grundstücken sowie Werbeanlagen. Bestehende Beleuchtungen an öffentlichen Straßen und Wegen sind nach Maßgabe einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 4d Nummer 3 um- oder nachzurüsten.

§ 54 Ermächtigung zum Erlass von Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften

(4d) Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit hat durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates zum Schutz von Tieren und Pflanzen wildlebender Arten vor nachteiligen Auswirkungen von Lichtimmissionen

1. Grenzwerte für Lichtemissionen, die von Beleuchtungen im Sinne von § 41a Absatz 1 Satz 1 und 2 nicht überschritten werden dürfen, festzulegen,
2. die durch Beleuchtungen im Sinne von § 41a Absatz 1 Satz 1 und 2 zu erfüllenden technischen Anforderungen sowie konstruktiven Anforderungen und Schutzmaßnahmen näher zu bestimmen,
3. nähere Vorgaben zur Art und Weise der Erfüllung der Um- und Nachrüstungspflicht für Beleuchtungen an öffentlichen Straßen und Wegen nach § 41a Absatz 1 Satz 3 zu erlassen und den Zeitpunkt zu bestimmen, ab dem diese Pflicht zu erfüllen ist,
4. zur Konkretisierung der Anzeigepflicht nach § 41a Absatz 3 Satz 1 insbesondere zu bestimmen,
 - a. welche Beleuchtungen der Anzeigepflicht unterliegen,
 - b. welche Informationen in der Anzeige gegenüber der zuständigen Behörde anzugeben sind.



Einzelne Bundesländer

haben aufgrund der negativen Auswirkungen von Lichtverschmutzung das Bundesnaturschutzgesetz in Landesrecht und weitergehende Regelungen umgesetzt:

In **Baden-Württemberg** wurden gesetzliche Regeln erlassen, die es nicht mehr erlauben, Fassaden öffentlicher Gebäude die gesamte Nacht anzustrahlen. Im Zeitraum vom 01.04. bis 30.09. ist die Fassadenbeleuchtung komplett untersagt. In den Wintermonaten gilt für den Zeitraum von 22 bis 6 Uhr ein Verbot, soweit die Beleuchtung nicht aus Gründen der öffentlichen Sicherheit notwendig ist.

Beleuchtungen im direkten Umfeld von Schutzgebieten sind nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig, neu errichtete Beleuchtungsanlagen ab Januar 2021 müssen mit insektenfreundlichen Leuchtmitteln ausgestattet werden. Bestehende Beleuchtungsanlagen sind bis 2030 umzurüsten.

In **Bayern** ist ein ähnliches Gesetz bereits im August 2019 in Kraft getreten. Hier ist das Anstrahlen von Fassaden in den Sommermonaten im Zeitraum von 23 bis 6 Uhr verboten.

Einige Kommunen steuern mithilfe von **Bebauungsplänen** die Nutzung von künstlichem Außenlicht. Auf diese Art können Flächen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für bestimmte Teile des Gemeindegebietes festgesetzt werden. Oder sie

können rechtlich abgesicherte Regelungen bezüglich Außenlicht im Rahmen von Ortsgestaltungssatzungen festlegen. Handlungsleitfäden können konkrete Empfehlungen und Grenzwerte liefern, sind aber rechtlich nicht bindend.

Auch **Bürger:innen** haben die Möglichkeit, sich gegen zu hohe bzw. zu intensive Lichteinträge von Straßenlaternen oder Werbebeleuchtungen zu wehren, die abends und nachts in deren Wohnraum strahlen. Eine Chance besteht immer dann, wenn die in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI-Richtlinie) festgesetzten Richtwerte für Lichtimmissionen, durch die verursachende Lichtanlage überschritten werden.

Auch in einigen Schutzgebieten ist Licht zu einem wichtigen Thema geworden. Im Havelland, in der Eifel und in der Rhön wurden sogenannte Sterneparks eingerichtet. Außerdem auf der Winkelmoosalm, im Spiekeroog und in Pellworm. Dort ist es Teil des Naturschutzkonzeptes, die Lichtverschmutzung im Schutzgebiet so gering wie möglich zu halten. Davon profitieren auch Natur- und sternenbegeisterte Menschen:
Denn in diesen Gebieten lässt sich die Faszination der natürlichen Dunkelheit und des Sternenhimmels eindrucksvoll erleben.





Mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Lichtverschmutzung in städtischen Räumen

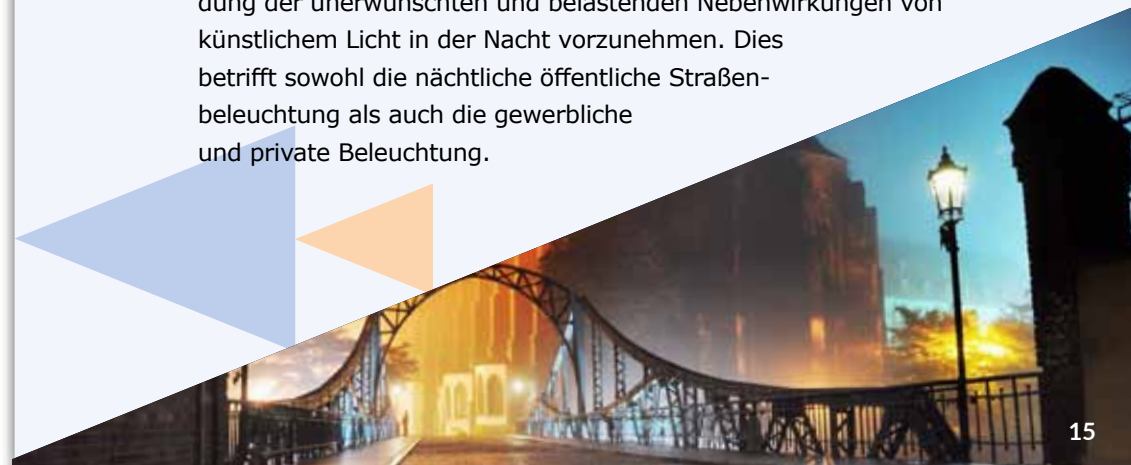
Die Lichtverschmutzung zu verringern, bedeutet nicht unbedingt auf Helligkeit zu verzichten, wenngleich dies in bestimmten Fällen auch sinnvoll sein kann. Vielmehr geht es darum, ihren Nutzen aus verschiedenen Perspektiven zu bewerten und die Beleuchtung anzupassen. Sowohl Planung als auch technische Veränderungen können helfen.

Da konkrete Regelungen für Außenbeleuchtungen meist fehlen, werden derzeit die bestehenden Industrienormen zur Beleuchtung oft wie Rechtsvorschriften behandelt. Das führt dazu, dass die Mindestanforderungen oft überschritten werden. Damit möchten Gemeinden Schadensersatzansprüche ausschließen und dem Vorwurf vorbeugen, dass die Straßenbeleuchtung nicht dem Stand der Technik genügt. Im Ergebnis ist der Außenraum meist wesentlich stärker beleuchtet als notwendig. Doch es kann gelingen, die ökologischen Beeinträchtigungen durch künstliche Beleuchtung zu minimieren und dabei zugleich gesellschaftlichen Anforderungen wie Sicherheit und Ästhetik gerecht zu werden. **Nicht das künstliche Licht als solches ist das Problem, sondern der bisher nicht gesetzlich geregelte Umgang.**

Die Erhellung der Nachtlandschaften durch künstliche Beleuchtung nimmt global im Jahr um ungefähr zwei bis sechs Prozent zu – mit Auswirkungen auf Mensch und Natur. Wie es gelingen kann die Lichtverschmutzung zu minimieren, wird auf den folgenden Seiten zusammengefasst.

Manche Verbesserungen sind ohne Nutzungseinschränkungen zu erreichen. So gelten Lichtabstrahlungen nach oben zum Himmel als Hauptgrund für Lichtverschmutzung. Denn durch Streueffekte in der Atmosphäre wird ein Teil des Lichts wieder zurück auf die Erde gelenkt. Anpassungen zielen darauf, unnötige Abstrahlungen nach oben und Streulicht in die Breite zu vermeiden. Öffentliche Gebäude werden oft ungenau und zu stark angestrahlt, meist können die Leuchten zielgenauer ausgerichtet werden. Lampen an Gebäuden sollten zum Beispiel möglichst nach unten strahlen und nach oben abgeschirmt sein. Zudem sollten die Leuchtkörper nicht unnötig weit oben hängen.

Insbesondere geht es darum, verbindliche Regelungen zur Vermeidung der unerwünschten und belastenden Nebenwirkungen von künstlichem Licht in der Nacht vorzunehmen. Dies betrifft sowohl die nächtliche öffentliche Straßenbeleuchtung als auch die gewerbliche und private Beleuchtung.





Kriterien zur Vermeidung von Lichtverschmutzung:

- öffentliche bedarfsgerechte Beleuchtung, ggfs. Bedarfsanalyse erstellen
- **nur so viel Licht wie erforderlich einsetzen**
- Licht in verkehrsarmen Zeiten reduzieren, bspw. durch Bewegungsmelder oder dem Abschalten jeder zweiten Straßenlaterne
- effiziente Leuchten verwenden, bspw. Umstellung auf LED-Außenbeleuchtung
- kein Licht nach oben oder in die Horizontale richten, Blendung vermeiden
- Leuchtkörper mit möglichst geringem oder ganz ohne blauen Lichtanteil verwenden
- Fassadenbeleuchtung und Leuchtwerbung minimieren, optimieren und zeitlich begrenzen

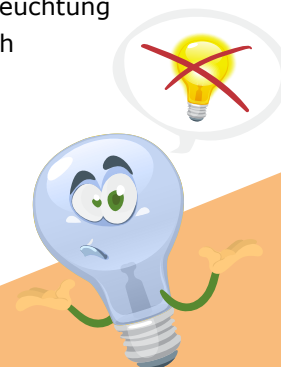
Auf diesem Weg kann die Hälfte des Stroms eingespart werden, der derzeit jährlich für die Straßenbeleuchtung in Deutschland verwendet wird. Das ist immerhin so viel Strom, wie eine Million Haushalte jährlich verbrauchen!

Lichtverschmutzung in gewerblichen und privaten Außenanlagen

Lichtanlagen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen, sind von den Betreiberpflichten, die Einschränkungen vorgeben, ausgenommen. In den Kommunen sollten Leitfäden entwickelt werden, die auch hier Vorgaben machen, bspw. einen Grenzwert für die maximale Beleuchtungsstärke festlegen.

Die Information der **Bürger:innen** über die besondere und wichtige Bedeutung der nächtlichen Beleuchtungsreduzierung ist ein wichtiger Schritt zur Akzeptanzsteigerung. Bisher konnte die Vermutung, dass bei einer verminderten nächtlichen Beleuchtung in Städten die Kriminalität steigt, nicht nachgewiesen werden. Trotzdem muss diesem Thema in der Aufklärungsarbeit Zeit und Raum gegeben werden.

Grundsätzlich sollte auf die großflächige Beleuchtung von Objekten und Fassaden verzichtet werden. Ist eine Beleuchtung absolut notwendig, muss diese von oben nach unten erfolgen, um eine weite Streuung des Lichts zu verhindern. Auch die Abstrahlungen aus privaten und gewerblichen Innenräumen sind weitgehend zu vermeiden.



Wie kann eine insektenfreundliche Straßenbeleuchtung aussehen?

- an Verkehrsnutzungszeiten angepasste Beleuchtungsstärke, bspw. mit Nachtabenkung
- Verwendung voll abgeschirmter Leuchten, verhindern Abstrahlung oberhalb der Lampe und in die Horizontale
- kaltweißes Licht mit einem hohen blauen Anteil sollte nachts vermieden werden, da dieses die meisten negativen Auswirkungen auf Mensch und Tier hat
- UV-Lichtanteile können vom Menschen nicht wahrgenommen werden, aber von einigen Insekten-, Vogel- und/oder Fledermausarten – Ausfilterung dieser Anteile
- die Lichtfarbe muss immer im Zusammenhang mit der Beleuchtungsstärke und der Abstrahlung betrachtet werden, Farbtemperatur von maximal 2.400 bis 3.000 Kelvin



Die Minimierung der künstlichen Beleuchtung in der Nacht hat viele Vorteile.

Weniger Insekten werden angelockt und die dämmerungs- und nachtaktiven Tiere werden weniger gestört, wenn der blaue Lichtanteil reduziert wird. Ein weiterer Vorteil ist die Energieeinsparung und damit der Beitrag zum Klimaschutz sowie für die menschliche Gesundheit.

Eine geringere Blendung verbessert deutlich die visuelle Wahrnehmung. Durch die verringerte Lichtstreuung werden auch Himmelskörper wieder erlebbar.

Quellen und weiterführende Literatur:

Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen (bfn.de)

https://leibniz-irs.de/fileadmin/user_upload/pure_files/408485/BundL_nder_final.pdf

https://leibniz-irs.de/fileadmin/user_upload/pure_files/408484/Kommunen_final.pdf

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/unterrichtsvorschlaege/elektrisches-licht-in-der-natur-was-bedeutet-das/>

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/licht-und-lichtverschmutzung>

https://www.researchgate.net/publication/276419944_Lichtverschmutzung_und_die_Folgen_fur_Fische

Hölker, F. et al. (2010): The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light. *Ecol. Soc.*, 15(4), S. 13: „The problem is escalating worldwide as artificial lighting is rapidly increasing by around 6% per year (range: 0-20%;

escalating worldwide as artificial lighting is rapidly increasing by around 6% per year (range: 0-20%).

Hölker, F., C. Wolter, E. K. Perkin and K. Tockner (2010): Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology and Evolution* 25:681-682



Erst denken,
dann
einschalten!



Umweltbüro Lichtenberg
Naturschutz Berlin-Malchow

Naturschutz Berlin-Malchow

Dorfstraße 35, 13051 Berlin

☎ 030-92 79 98 30

✉ info@naturschutz-malchow.de



<https://www.naturschutz-malchow.de>
<http://www.umweltbuero-lichtenberg.de/>

1. Auflage Juni 2022