



VADEMECUM FÜR DIE BERÜCKSICHTIGUNG DER BIODIVERSITÄT IN PROJEKTEN DER ÖFFENTLICHEN BELEUCHTUNG

Technisches Dokument für die kommunalen Behörden

Vademecum für die Berücksichtigung der Biodiversität in Projekten der öffentlichen Beleuchtung.

Beteiligte der Ausarbeitung des Dokuments:

- ÖDW LNU (Thierry Kervyn, Julien Daise, Olivier Vanstipelen, Nicolas Delhayé, François Laviolette)
- ÖDW RWEE(Frédéric Douillet, Gwennaél Bataille, Marie-Eve Dorn)
- ÖDW MI (Denis Cornet, Samir Wariach)
- Verband der Städte und Gemeinden der Wallonie (Marianne Duquesne)
- ORES (Stéphane Joris, Dominique Wantiez) (Carto: Nicolas Nemeth)
- RESA (Nicky Pirard, Olivier Morant) (Carto GIS: Bernard Dinon)
- AIEG (Soufiane Kadari)
- AIESH (Guillaume Dubray)
- REW (Mohammed Ouachalih)

Übersetzung:

ÖDW LNU & SFX Translated sprl

Koordinierung und abschließende Vereinheitlichung:

ÖDW LNU (DEMNA & ACREA)

Layout:

Biotope Environnement (Leslie Wilmet)

Verantwortlicher Herausgeber:

Bénédicte HEINDRICHs

Generaldirektorin des Öffentlichen Dienstes der Wallonie - Landwirtschaft, Naturschätze und Umwelt (ÖDW LNU)

Empfohlene Zitierweise:

Kervyn T., Daise J., Wariach S., Cornet D., Duquesne M., Morant O., Wantiez D. & Joris S. (2025). Vademecum für die Berücksichtigung der Biodiversität in Projekten der öffentlichen Beleuchtung. SPW LNU – DEMNA. 29 f.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	1
KONTEXT – ÖFFENTLICHE BELEUCHTUNG	2
2.1. Öffentliche Beleuchtung - Kurze Vorgeschichte	2
2.2. Aktueller Kontext	2
2.3. Typologie der Beleuchtungen und Akteure	3
Die kommunale Beleuchtung	3
Die regionale Beleuchtung	5
2.4. Rechtsvorschriften zur öffentlichen Beleuchtung	6
2.5. Rechtsvorschriften zur Biodiversität	7
2.6. Beleuchtung: Gespaltene Vorstellungen	7
2.7. Neuer Ansatz für die kommunale Beleuchtung	8
BELEUCHTUNG UND BIODIVERSITÄT	9
3.1. Lichtverschmutzung: Definition	9
3.2. Auswirkungen auf Flora und Fauna	9
Die Auswirkungen auf Anthropoden	9
Die Auswirkungen auf die Bestäubung und Pflanzen	10
Die Auswirkungen auf Amphibien und Fische	10
Die Auswirkungen auf Vögel	10
Die Auswirkungen auf wilde Säugetiere	11
3.3. Auswirkungen auf den Menschen	12
BESTANDSAUFNAHME	14
4.1. Ziel der Analyse	14
4.2. Methodik	14
4.3. Nutzung der Ergebnisse	15
KÜNFTIGE ORIENTIERUNGEN	17
5.1. Auf regionaler Ebene	19
5.2. Auf kommunaler Ebene	20
MASSNAHMEN AUF KOMMUNALER EBENE	21
6.1. Maßnahme 1: Entfernung überflüssiger Lichtpunkte	21
6.2. Maßnahme 2: Nächtliche Ausschaltung der Leuchtintensität	22
6.3. Maßnahme 3: Einsatz von Lampen mit geringerer Farbtemperatur	23
6.4. Maßnahme 4: Entfernung der Ausstrahlung des Lichts nach oben	24
6.5. Maßnahme 5: Andere Anpassungen der Polizeivereinbarung zur Beschränkung anderer Formen von Beleuchtung	25
SCHLUSSFOLGERUNG UND PERSPEKTIVEN	26
BIBLIOGRAFIE	27

EINLEITUNG

Seit einigen Jahren wirft das Thema der nächtlichen Beleuchtung eine steigende Anzahl an Fragen vonseiten der Bevölkerung und der öffentlichen Behörden auf. Ziel dieses Dokuments ist es,

nützliche Aspekte so objektiv wie möglich anzubringen, um die Übereinstimmung zwischen dem allgemeinen Interesse und den besonderen Interessen zu diesem Thema zu vereinfachen.



KONTEXT – ÖFFENTLICHE BELEUCHTUNG

2.1. Öffentliche Beleuchtung - Kurze Vorgeschichte

Seit Anbeginn der Zeiten versucht der Mensch, die Dunkelheit zu durchbrechen, vor allem für seine Sicherheit und/oder sein Sicherheitsgefühl.

Die dank Gaslaternen ab dem 19. Jahrhundert entstandenen Netze der öffentlichen Beleuchtung haben sich immer weiter von den Städten in die Vororte und schließlich die ländlichen Gebiete ausgebreitet, dank der elektrischen Beleuchtung. Bis in die 1970er Jahre wurde die elektrische Beleuchtung zahlreicher Gemeinden erst zu Beginn der Nacht eingeschaltet. Da sie häufig als

äußeres Zeichen des Fortschritts wahrgenommen wurde, hat sich die öffentliche Beleuchtung geografisch und zeitlich immer weiter ausgebreitet.

Die Hauptaufgabe der öffentlichen Beleuchtung stand in Verbindung mit der Sicherung und Markierung zur Gewährleistung der Sichtbarkeit von Gefahren wie Hindernissen, Bauarbeiten, ... Heute ist sie ebenfalls ein Mittel der Zurschaustellung großer Flächen und/oder bemerkenswerter Sehenswürdigkeiten.

2.2. Aktueller Kontext

Die öffentliche Beleuchtung ist ein so fester Bestandteil unserer Umwelt, dass sie natürlich, konstant und unveränderlich scheint. Belgien ist bereits seit Langem für seine öffentliche Beleuchtung bekannt, die vom Weltall aus sehr viel besser zu sehen ist als die anderer Länder. Da Belgien im Vergleich zum Rest Europas eine hohe Bevölkerungsdichte aufweist, ist die Ausprägung der nächtlichen Beleuchtung dort ebenfalls beträchtlich. Sie stammt aus einer Zeit, in der Energie ziemlich reichlich vorhanden und dank Vorzugstarifen ziemlich preiswert für die öffentlichen Betreiber war.

Gebietsweise ist die Beleuchtung quasi proportional zur Bevölkerungsdichte. In Belgien zählt man jedoch 17 Lichtquellen pro 100 Einwohner, im Gegensatz zu den durchschnittlichen 12 in Europa. Die starke Entwicklung des Autoverkehrs und der

Freizeitaktivitäten hat auch die Entwicklung eines Beleuchtungsnetzes erforderlich gemacht, ebenso wie die geradlinige Urbanisierung ländlichen Raums.

Des Weiteren ist die Lichtglocke omnipräsent, infolge von nächtlichen Beleuchtungen, die die Lichtstrahlen weiträumig verbreiten, vor allem seitlich



Lichtglocken © Ores

und teilweise sogar in Richtung Himmel (Globuslampen).

Folge dieses Phänomens: Es gibt mittlerweile deutlich weniger Bereiche in der Wallonie, die von Lichtverschmutzung verschont geblieben sind. Die Orte, an denen die Wahrnehmung des Sternenhimmels am bemerkenswertesten ist,

sind hauptsächlich das Hohe Venn, der Wald von Saint-Hubert-Nassogne, der

Ardenner Teil des Tals der Semois und der Wald von Anlier. Nördlich des Bereichs Sambre und Maas bieten nur einige breite landwirtschaftliche Ebenen eine geringere Lichtverschmutzung als woanders.

Es handelt sich insbesondere um die Ebene von Boneffe in Eghezée, die Ebene von Offus in Ramillies, die Ebene im Norden von Burdinne, die Umgebung des Flugplatzes von Chièvres oder die Ebenen von Estinnes.

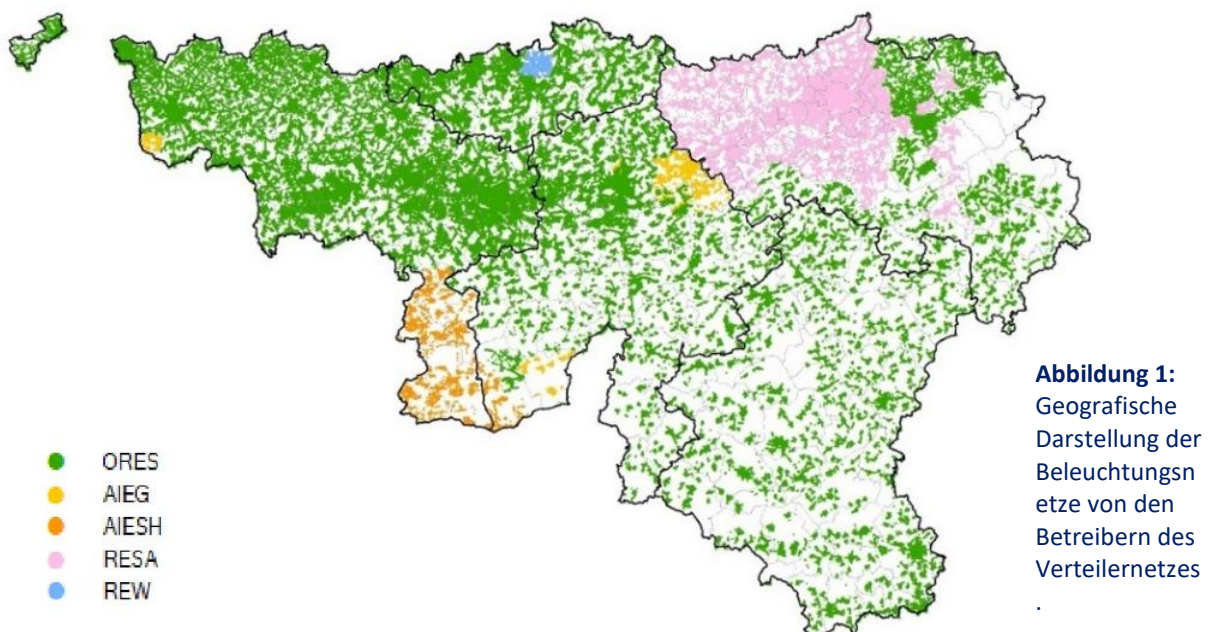
2.3. Typologie der Beleuchtungen und Akteure

Aktuell werden jede Nacht mehr als 727 000 Lichtpunkte von den öffentlichen Behörden in der Wallonie eingeschaltet.

Die kommunale Beleuchtung

Die Betreiber des Verteilernetzes (ORES, RESA, AIESH, AIEG, REW) spielen eine grundlegende Rolle im Betrieb der öffentlichen Beleuchtung und positionieren sich als echte Partner im Dienst der Städte und Gemeinden der Wallonie.

Die 262 wallonischen Gemeinden teilen sich die Inhaberschaft von 630 000 Lichtpunkten. Die Verwaltung dieser Beleuchtungen wird von jeder Gemeinde einem der fünf Betreiber des Verteilernetzes für die Wallonie anvertraut (Abb. 1)



Die Zahl der Lichtpunkte hört nicht auf zu steigen, insbesondere nach der Gewährung der Urbanisierungserlaubnis, so ist sie beispielsweise in den von ORES betriebenen Gemeinden zwischen 2013 und 2019 um 3% gestiegen.

Diese kommunalen Beleuchtungen umranden die kommunalen Verkehrswege sowie bestimmte Abschnitte regionaler Straßen, in denen die Beleuchtung zuvor von bestimmten kommunalen Behörden als sinnvoll eingestuft wurde. Diesen Fall ausgenommen wird die Beleuchtung regionaler Straßen von der Wallonie übernommen (siehe nächster Abschnitt).

Zum Großteil bestehen die kommunalen Beleuchtungen aus einem Gestell, das auf Freileitungsmasten des Niederspannungsstromnetzes befestigt ist. Im Stadtzentrum ist ein erhöhter Anteil von Laternen vorgesehen.

Die Mehrheit der kommunalen Beleuchtung nutzt fortan eine

Nennleistung von etwa 30 bis 50W (LED) oder konkret des Bereichs von 18 bis 30W unter Berücksichtigung des voreingestellten Dimmers von 50% der Leuchtintensität zwischen 22h und 6h.

Die durchschnittliche Nennleistung alter Lichtpunkte entspricht etwa 111W, also etwa 90 bis 140W für Halogen-/Metall dampflampen (MHHP), 70 bis 150W für Natriumdampf-Hochdrucklampen (NaHP), 36 bis 55W für Natriumdampf-Niedrigdampflampen (NaLP).

Zusätzlich zur Straßenbeleuchtung stellen die Betreiber der kommunalen Beleuchtung ihre Fähigkeiten den Gemeindebehörden auch für die Beleuchtung von architektonischem Erbe (Festungsanlagen, Hochburgen, Kultstätten, Rathaus, ...) oder Naturerbe (Felswände, Bäume, ...) zur Verfügung. Etwa zwei Prozent des Gemeindeparks (zur Erinnerung: 630 000 Lichtquellen) werden quer durch die Wallonie von dieser Beleuchtung abgedeckt.



▲ Laterne © Ores



▲ Autobahnbeleuchtung © Luxa.be



▲ Gestell © Ores

Die regionale Beleuchtung

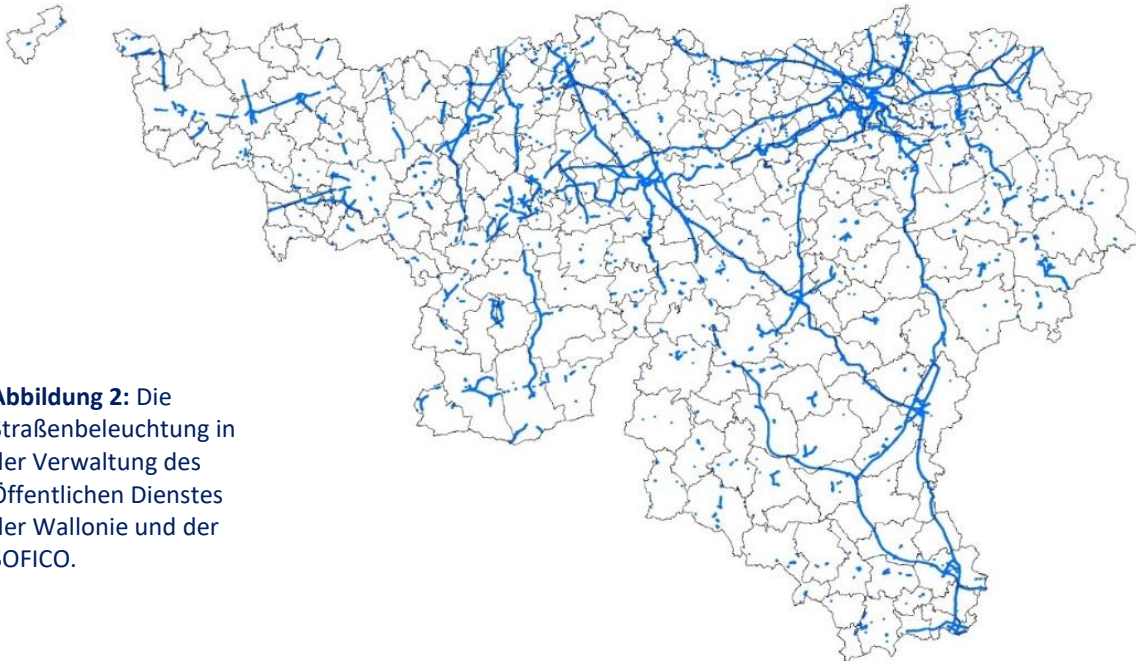


Abbildung 2: Die Straßenbeleuchtung in der Verwaltung des Öffentlichen Dienstes der Wallonie und der SOFICO.

Die Beleuchtung des Bereichs der wallonischen Region erhält fast ausschließlich die regionalen öffentlichen Straßen. Die Verwaltung dieser Beleuchtung im strukturierenden regionalen Netz - das 150 000 Lichtpunkte betrifft - wurde 2019 im Rahmen eines Auftrags der öffentlichen Hand mit einer Dauer von 20 Jahren (Plan Lumières 4.0) einem privaten Betreiber anvertraut. Im nicht-strukturierenden regionalen Netz bleibt die Verwaltung der Beleuchtung im Rahmen von traditionellen Aufträgen der öffentlichen Hand in der Verantwortung des Öffentlichen Dienstes der Wallonie und nutzt die gleiche Beleuchtungsreihe. Diese Beleuchtung steht entlang der Autobahnen und bestimmter Abschnitte anderer regionaler öffentlicher Straßen.

Da sie häufig über deutlich höhere Lampen verfügen, nutzen die regionalen Beleuchtungen eine Nennleistung des Bereichs 60W (LED) bis 150W (insbesondere NaLP & NaHP) pro Lichtpunkt, wobei diese meistens auf 12 Meter hohen Pfosten installiert sind.

2.4. Rechtsvorschriften zur öffentlichen Beleuchtung

Die Straßenverkehrsordnung bestimmt, dass die Geschwindigkeit des Nutzers immer an die Umstände angepasst sein muss, insbesondere an den Zustand der Straße, den Verkehr und die Sichtbarkeit.

Im belgischen Recht wird die Verantwortung der Gemeinden angesichts einer Gefahr für die öffentliche Sicherheit im Bereich der öffentlichen Beleuchtung nur geltend gemacht und festgestellt, wenn es sich um sehr außergewöhnliche Fälle handelt, und da es sich meistens um Situationen wie temporäre Bauarbeiten handelt, bei denen es nicht möglich ist, abends die Gefahren mit einer einfachen Beschilderung aufzuheben. Auf Zivilebene sind dies die Bürgermeister und Schöffen, die aufgerufen werden könnten, um diese Situationen zu rechtfertigen, mit denen die Nutzer unglücklicherweise konfrontiert worden wären.

Sobald ein Lichtpunkt an einer Straße installiert wird, treten die Normen der öffentlichen Beleuchtung NBN L 18-004 und EN 13201 in Kraft. Sie legt die zu erfüllenden Anforderungen hinsichtlich des Niveaus der Beleuchtung, der Einheitlichkeit und der Leuchtdichte fest, insbesondere je nach Art der Straßen, dem Verkehrsaufkommen oder dem Vorhandensein von Fußgängerübergängen.

Außerdem bietet das Zivilgesetzbuch eine rechtliche Grundlage für die Störung der Nutzung einer Immobilie, was das Ergebnis einer exzessiven öffentlichen Beleuchtung sein könnte. In den meisten Fällen kann durch den Dialog und die Mediation zwischen der betroffenen öffentlichen Behörde und dem Anwohner ein Gerichtsverfahren vermieden werden.

Zahlreiche internationale Initiativen plädieren dennoch für eine bessere Minderung der Lichtverschmutzung. Es handelt sich insbesondere um die Erklärung von La Palma vom 20. April 2007, die das Ergebnis einer gemeinsamen Entscheidung von Vertretern der UNESCO, der Internationalen Astronomischen Union (IAU), des Übereinkommens zur Erhaltung wandernder wild lebender Tierarten (UNEP, CMS), des Europarats, des Sekretariats des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, des Programms der UNESCO über den Menschen und die Biosphäre, der Europäischen Kommission und des Übereinkommens über Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung, auch Ramsar-Konvention genannt.

Mit dem gleichen Gedanken unterstreicht der Vorsatz 1776, angenommen am 12. November 2010 von der ständigen Kommission, im Namen der parlamentarischen Versammlung des Europarats handelnd, die Wichtigkeit störender Auswirkungen der Lichtverschmutzung auf die Umwelt im Allgemeinen, und auf die Biodiversität und die Gesundheit des Menschen im Besonderen. Schließlich erinnert die Erklärung der UNESCO im Jahr 1992 daran, dass „der Sternenhimmel integraler Bestandteil des zu erhaltenen Welterbes ist“.

Schließlich ist es wichtig zu betonen, dass es KEINE Verpflichtung zur Beleuchtung des öffentlichen Raums in der Wallonie oder in Belgien gibt.

2.5. Rechtsvorschriften zur Biodiversität

Allgemein ist die Richtlinie 92/43/EWG der Europäischen Union vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, allgemeiner Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie genannt, eine Maßnahme zur Förderung des Schutzes und der Verwaltung von Naturräumen von naturschutzfachlichem Interesse in ihren Mitgliedstaaten. Sie stützt sich dafür auf ein kohärentes Netz aus Naturschutzgebieten, dem Natura 2000-Netzwerk. Sie sieht vor, dass jeglicher

Plan oder Projekt, die einen Einfluss auf die wildlebenden Arten oder die natürlichen Lebensräume, die sie schützt, haben könnten, Gegenstand einer angemessenen Beurteilung der Auswirkungen sein muss. Die Pläne zur Erneuerung der öffentlichen Beleuchtung sind davon betroffen, im gleichen Rahmen wie jedes andere Projekt, das einen Einfluss auf das Natura 2000-Netzwerk und die berücksichtigten wildlebenden Arten hat.

▼ Bruchwasserläufer © Biotopes Environnement



2.6. Beleuchtung: Gespaltene Vorstellungen

Der Mensch nimmt seine Umwelt hauptsächlich durch das Sehen wahr. Die Beleuchtung gibt den Nutzern des Straßenverkehrs - Fahrer, Radfahrer oder Fußgänger - gewiss ein Gefühl der Sicherheit. Ob dieses Gefühl begründet ist oder nicht, ist eine große Debatte.

Die Gleichung „öffentliche Beleuchtung = Sicherheit“ ist in den Mentalitäten verankert, genauso wie sein Gegenstück „unbeleuchteter Raum = beängstigender Raum“. Sicherheit ist eine Sache, das Sicherheitsgefühl ist eine andere. Viele Studien haben das Thema angerissen und letztendlich gibt es genauso viele Beispiele

dafür wie dagegen. So bietet eine gut ausgeleuchtete Straße auf jeden Fall eine bessere Wahrnehmung der Strecke oder einer potenziellen Gefahr. Diese bessere Wahrnehmung der Verkehrswege generiert mehr Selbstbewusstsein für das Fahren mit höheren Geschwindigkeiten. Diese gesteigerte Geschwindigkeit mindert jedoch letztendlich das tatsächlich gewonnene Maß an Sicherheit, insbesondere durch einen längeren Bremsweg. Zusätzlich ist der stroboskopische Effekt einer schlecht dimensionierten Beleuchtung ebenfalls anfällig, beim Nutzer zu Müdigkeit zu führen.

Des Weiteren können, abgesehen von der Beleuchtung, noch zahlreiche weitere

Parameter Sicherheitselemente mitbringen. Die Beschilderung und/oder Bodenmarkierung der Straße kann den Nutzer beispielsweise genauso angemessen leiten wie eine künstliche Beleuchtung.

Diese Unterschiedlichkeiten erschüttern dennoch nicht bestimmte einleuchtenden Regelungen. Es erscheint eindeutig, dass eine moderate Beleuchtung in der Mitte der Dörfer und Städte vorzuziehen ist, insbesondere zu Beginn der Nacht. Im Gegensatz dazu ist die ununterbrochene nächtliche Beleuchtung von Straßen in nicht urbanisierten oder nicht urbanisierbaren Zonen eher fragwürdig, insbesondere entlang sekundärer öffentlicher Straßen.

2.7. Neuer Ansatz für die kommunale Beleuchtung

Seit mehreren Jahren berechnen die Betreiber der Beleuchtung die öffentliche Beleuchtung technisch auf Grundlage neuer Parameter:

- Techniken, die auf dem Berechnungsblatt basieren, um der Norm zur öffentlichen Beleuchtung NBN L 18-004 & EN 13201 zu entsprechen
- Verhaltenskodex guter Praktiken des belgischen Instituts für Beleuchtung
- Übereinstimmung zwischen der Größe des Projekts und dem angestrebten Ziel

- Berücksichtigung der globalen Nachhaltigkeit (Energie, CO²-Bilanz)
- Von den Behörden verfolgte Mobilitäts- und Beleuchtungspolitik
- Technologiebeobachtung
- Nutzung von LED-Beleuchtung mit wärmeren Farbtemperaturen
- Integration von Empfehlungen der Entfernung von Lichtpunkten, die den kommunalen Behörden unterliegen

BELEUCHTUNG UND BIODIVERSITÄT

Völlig neues Phänomen für die Ökosysteme in der ganzen Geschichte des Lebens auf der Erde: Die Nächte werden gebietsweise nicht mehr vom schwachen Licht des Mondes beleuchtet. Der Tag-Nacht-Wechsel, der den altüberlieferten zirkadianen Rhythmus der Lebewesen regelte, ist verändert.

Das Bewusstsein der Bürger über den schnellen Rückgang der Insektenpopulationen und in größerem Kontext der Biodiversität im Allgemeinen, sind neue Herausforderungen, die berücksichtigt werden sollten.

3.1. Lichtverschmutzung: Definition

Die Lichtverschmutzung ist die abnormale und störende nächtliche Präsenz der künstlichen Beleuchtung mit seinen Folgen für die Fauna, Flora, die Ökosysteme sowie die menschliche Gesundheit.

Die „astronomische“ Lichtverschmutzung, die den Blick auf den Himmel verdunkelt, unterscheidet sich von der „ökologischen“ Lichtverschmutzung, die das Verhalten von Arten im Ökosystem verändert.

3.2. Auswirkungen auf Flora und Fauna

Die Auswirkungen auf Anthropoden

Das Thema der Lichtverschmutzung im Allgemeinen und deren Einfluss auf insbesondere die Biodiversität generiert derzeit eine steigende Anzahl von wissenschaftlichen Studien und Veröffentlichungen. Darunter werden insbesondere Studien über Nachtfalter und andere nachtaktive Bestäuber berücksichtigt (Acharya & Fenton 1999, Ratcliffe *et al.* 2008, Barber & Kawahara 2013, Van Geffen *et al.* 2014, 2015ab, Minnaar *et al.* 2015, Wakefield *et al.* 2015, van Langevelde *et al.* 2017). Die Lichtverschmutzung ist unbestreitbar einer

der markantesten Faktoren für den schnellen und alarmierenden Rückgang von Insekten (Owens *et al.* 2020). Laut einer vorsichtigen Schätzung werden pro Straßenlaterne und pro Sommernacht einige dutzende Insekten getötet; das sind Millionen Insekten, die jede Sommernacht durch die künstliche Beleuchtung in der Wallonie getötet werden. Dieses Massensterben hat Folgen für das gesamte Nahrungsnetz, dass auf diese Arten und Pflanzen angewiesen ist, da zahlreiche nachtaktive Insekten Pflanzenfresser oder Bestäuber sind.

Die Auswirkungen auf die Bestäubung und Pflanzen

Die Auswirkungen der nächtlichen Beleuchtung sind gleichermaßen signifikant auf die Bestäubung, sowohl von Kulturenpflanzen als auch von Wildpflanzen (Knop *et al.* 2017). Durch die Verringerung der Befruchtung von Blütenpflanzen gehen die Nahrungsmittelressourcen auch für die tagaktiven Bestäuber zurück, was einen Teufelskreis mit negativem Einfluss auf die Ökosystemdienstleistung der Bestäubung in Gang setzt, von der dennoch ein wichtiger Teil der menschlichen Ernährung abhängt.

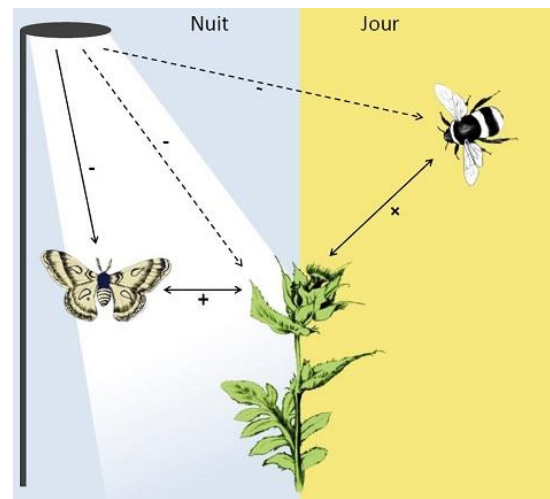


Abbildung 3:

Die nächtliche Beleuchtung wirkt sich auf die Populationen nächtlicher Bestäuber aus, was die Befruchtung von Blühpflanzen reduziert.

Die Auswirkungen auf Amphibien und Fische

Die nächtliche künstliche Beleuchtung hat einen großen Einfluss auf die physiologische Entwicklung von Amphibien: Salamander, Molche und Kröten erleben eine Beeinträchtigung ihrer Aktivitäten, wenn die nächtliche

Beleuchtung eingeschaltet wird (Baker & Richardson 2006, Wize 2007, Touzot *et al.* 2019). Die Fische unserer Flüsse sind durch die nächtliche Beleuchtung ebenfalls betroffen, insbesondere in ihrer Entwicklung (Büning *et al.* 2011).

Die Auswirkungen auf Vögel

Der Ziegenmelker

Dieser große insektenfressende Vogel ernährt sich speziell von Nachtfaltern (Evans *et al.* 2020).

Er findet sie dank seiner großen Augen, die ihm in der Dunkelheit einen stechenden Blick verschaffen.



▼ Ziegenmelker © Dûrzan Cîrano

Obwohl er früher in der gesamten Wallonie verbreitet war, gibt es ihn heute nur noch in Heidegebieten und auf Kahlschlägen. Wenn der allgemeine Rückgang der Nachtfalter seine Beuteverfügbarkeit reduziert hat, ist es auch wahrscheinlich, dass die durch das künstliche nächtliche Licht geschaffene Blendung ihm schadet.

Die nächtliche Migration

Zahlreiche Zugvögel werden durch die künstliche nächtliche Beleuchtung gestört, der sie im Verlauf ihrer Reise begegnen.

Zwei gut dokumentierte Folgen der Lichtverschmutzung auf die Vögel sind die erhöhte Mortalität durch Kollisionen mit Gebäuden und beleuchteten Fenstern (Cabrera-Cruz et al. 2018) und die Strandung von Meeresvögeln, die

Der Erhalt der Populationen dieses Zugvogels ist eines der Ziele des Natura 2000-Netzwerks. Die künstliche Beleuchtung wirkt den zugunsten dieser Art gemachten Bemühungen jedoch entgegen (Sierro & Erhardt 2019)

grundsätzlich von Lichtquellen zu Land gezogen werden (Rodriguez et al. 2017). Es sind auch subtilere Folgen der Lichtverschmutzung auf die Vögel bekannt, wie die Desorientierung (Wiltchko et al. 1993), die Veränderungen der Fortpflanzungsphysiologie (Dominoni 2015) oder die Störung des zirkadianen Rhythmus (de Jong, M. et al. 2016).

Die Auswirkungen auf wilde Säugetiere

Die Auswirkungen der Beleuchtung auf Fledermäuse ist ebenfalls ausführlich dokumentiert (Wray et al. 2006, Rydell 2006, Kuijper et al. 2008, Stone et al. 2009,

Stone 2011, Polak et al. 2011, Lacoëuilhe et al. 2014, Mathews et al. 2015, Rowse et al. 2016, Spoelstra et al. 2017, Pauwels et al. 2021).

Die Mopsfledermaus

Die Mopsfledermaus ist ein Waldsäugetier, dass vor allem Baumhöhlen besetzt. Aufgrund seines speziellen Ernährungsregimes, das aus der Jagd von Nachtfaltern besteht, hat diese Fledermausart einen drastischen Rückgang seiner Populationen in der Wallonie erfahren (Kervyn et al. 2009), wie auch im Rest von Westeuropa.



Der Erhalt der Populationen dieses geschützten Säugetiers ist eines der Ziele des Natura2000-Netzwerks. Der Wiederaufbau von Populationen dieser Art geschieht durch eine Verminderung der Lichtverschmutzung, insbesondere in der Nähe der Restbestände.

◀ Mopsfledermaus © Jean-Louis Gathoye

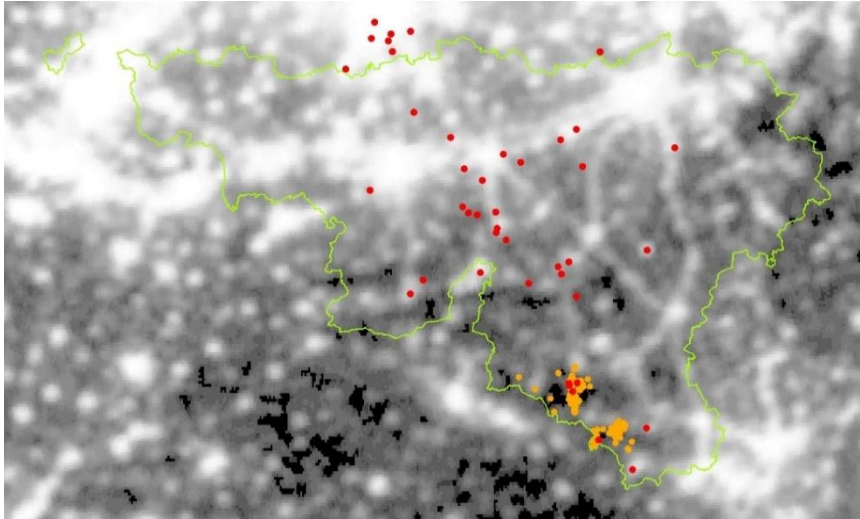


Abbildung 4: Verbreitung der Mopsfledermaus in der Wallonie in den Zeiträumen 1930-1950 (in rot) und 2000-2020 (in orange). Der Hintergrund, bestehend aus der nächtlichen Helligkeit in der Wallonie, erhalten vom NOAA-Satellit (im Jahr 2013), zeigt, dass diese Art nur noch in den Gebieten mit hoher Dunkelheit vorkommt, die im Süden der Wallonie erhalten sind.

Die kleine Hufeisennase

In einigen Jahrzehnten hat die kleine Hufeisennase in der Wallonie ihren Status von „sehr häufig“ zu „stark vom Aussterben bedroht“ geändert. Das Vorhandensein einer beholzten Landschaft ist wichtig für diese Art, die nur selten offene Gebiete durchquert, insbesondere wenn diese künstlich beleuchtet werden (Motte und Libois 2002, Stone et al. 2009).

Der Erhalt der Populationen der kleinen Hufeisennase ist ebenfalls eines der Ziele des Natura 2000-Netzwerks. Die Bemühungen zugunsten dieser Art erfordern unter anderem die Vermeidung von künstlicher Beleuchtung in deren lebenswichtigen Bereich.



► Kleine Hufeisennase © Jean-Louis Gathoye

3.3. Auswirkungen auf den Menschen

Die Entwicklung der nächtlichen Beleuchtung hat bemerkenswerte Vorteile für die Menschheit hervorgebracht. Sie hat die Arbeitswelt, die sozialen Verbindungen und das alltägliche Leben grundlegend verändert.

Aus physiologischer Sicht sind die durch die Beleuchtung erreichten Vorteile in einigen Aspekten begrenzt: Es folgen einige Beispiele: 1. Die Notwendigkeit, in vollständiger Dunkelheit zu schlafen, um einen tatsächlich erholsamen Schlaf zu haben, 2. Die Empfindlichkeit der

menschlichen Netzhaut gegenüber kaltem weißem LED-Licht (mit einem hohen Blauanteil), das hinsichtlich den photobiologischen Risiken EN62-471 von der Norm abweicht und 3. Die Blendung, die sich zusätzlich dazu, dass sie störend ist, als gefährlich erweisen kann.

Obwohl sie bereits weitläufig dokumentiert sind, müssen die Auswirkungen der künstlichen nächtlichen Beleuchtung auf die menschliche Gesundheit noch weiter vertieft werden. Eine steigende Anzahl an Studien weisen darauf hin, dass diese

Auswirkungen erheblich und sehr verbreitet sein können, vor allem aufgrund der veränderten Ausschüttung von Melatonin und Kortisol, wichtige Hormone für den Schlaf und die Regulierung des zirkadianen Rhythmus. Zu den beobachteten Folgen werden häufig die folgenden genannt: Störung des zirkadianen Rhythmus, Brustkrebs, Herz-Kreislaufstörungen, bestimmte Formen von Diabetes und Übergewicht (Lewy 1983; Zeitzer *et al.* 2000, Kloog *et al.* 2010 ; Wyse *et al.* 2011 ; Bauer *et al.* 2013).

BESTANDSAUFNAHME

4.1. Ziel der Analyse

Bisher haben sich nur wenige Maßnahmen zur Verringerung der Lichtverschmutzung in der Wallonie entfaltet. Bevor dieser Schritt weiter vertieft werden kann, hat sich

eine Bestandsaufnahme der Situation als erforderlich ergeben, durch eine explorative Analyse der verfügbaren Daten.

4.2. Methodik

Ein erstes Kataster der regionalen



(GRD) und des ÖDW Mobilität und Infrastrukturen. Auf Grundlage der Lokalisierung der Beleuchtungspunkte ermöglicht eine Analyse mithilfe eines geografischen Informationssystems (GIS) es, jedem Lichtpunkt

Abbildung 5:

Die öffentlichen Lichtpunkte um Gebiete von großem biologischem Interesse (gelbe Umrandung) von Moxhe. Die Lichtpunkte repräsentieren öffentliche Beleuchtungen, die sich weniger als 50 Meter von Gebäuden entfernt befinden (grüne Punkte) oder Beleuchtungen, die die Biodiversität stören (gelbe Punkte).

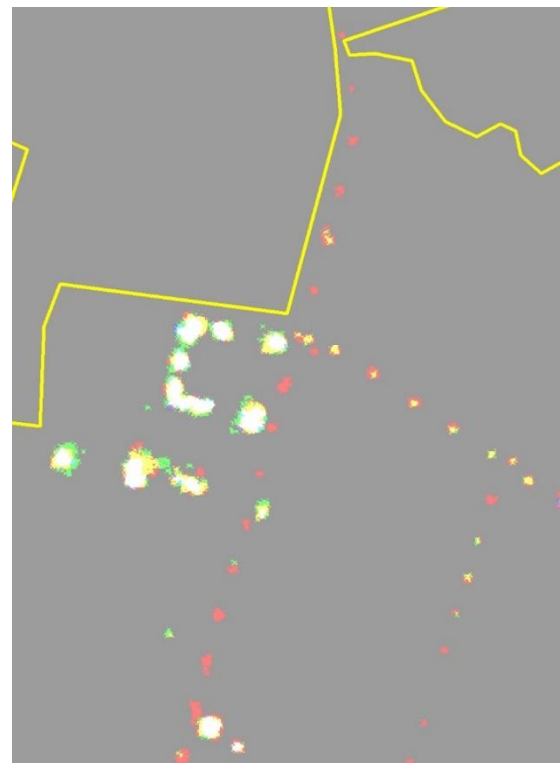


Abbildung 6:

An der gleichen Stelle zeigt die nächtliche Helligkeit, erfasst vom Satellit Jilin, die Leuchtintensität, die zum Himmel reflektiert wird, jeweils von einem privaten Unternehmen und der öffentlichen Beleuchtung.

intrinsische Umwelteigenschaften zuzuweisen:

- Nähe zu jeglichen Gebäuden
- Unmittelbare Nähe zu einem Natura 2000 Gebiet
- Unmittelbare Nähe zu Gebieten von großem biologischem Interesse (SGIB)
- Unmittelbare Nähe zu Oberflächengewässern
- Bodennutzung des Standortes des Lichtpunkts auf dem Sektorenplan.

Des Weiteren wurden die Kataster der öffentlichen Beleuchtung den ersten hochauflösenden nächtlichen

Satellitenbildern, die über einem Teil des wallonischen Gebiet, dem Naturpark von Vallée de la Burdinale und der Mehaigne (100km²), aufgenommen wurden, gegenübergestellt. Die nächtliche Helligkeit der bekannten öffentlichen Beleuchtung konnte so der tatsächlich von einem Satellitensensor aufgezeichneten nächtlichen Helligkeit gegenübergestellt werden. Der Unterschied hat die Bewertung des jeweiligen Beitrags der öffentlichen und privaten Beleuchtung ermöglicht. Bestimmte Industriegebiete (also privat) stellen große Quellen der Lichtverschmutzung dar (Abb. 5 & 6).

4.3. Nutzung der Ergebnisse

Von den 630 000 Lichtpunkten in den Städten und Gemeinden der Wallonie entlang der Straßen scheinen 38 624 (6%) abseits jeglicher Gebäude aufgestellt worden sein und verdienen die Hinterfragung ihrer Relevanz. Von diesen grenzen 2265 an ein Natura 2000-Gebiet

und 24 834 weitere befinden sich in einem nicht urbanisierbarem Gebiet auf dem Sektorenplan¹, wobei der Sold sich in einer urbanisierbaren, jedoch nicht urbanisierten Zone befindet (Überschwemmungsgebiet, Industriebrache, ...)



¹ Wasserfläche (E01), geplante Wasserfläche (E02), Agrarzone (R01), Waldzone (R02), Grünflächenzone (R03), Naturzone (R04), Parkzone (R05)

Abbildung 7:
Lichtpunkte, die entlang von sekundären Straßen in landwirtschaftlichen Gebieten platziert sind, haben einen besonders begrenzten Nutzen. Sie stellen eine große und vermeidbare Umweltbelastung dar.

Abbildung 8:
Verteilung potenziell überflüssiger
„ländlichen“ Lichtpunkte, d.h.
kommunale Lichtpunkte, die sich
mehr als 50 Meter von jeglichen
Gebäuden entfernt befinden.
(Daten: GRD & ÖDW LNU, 2021)

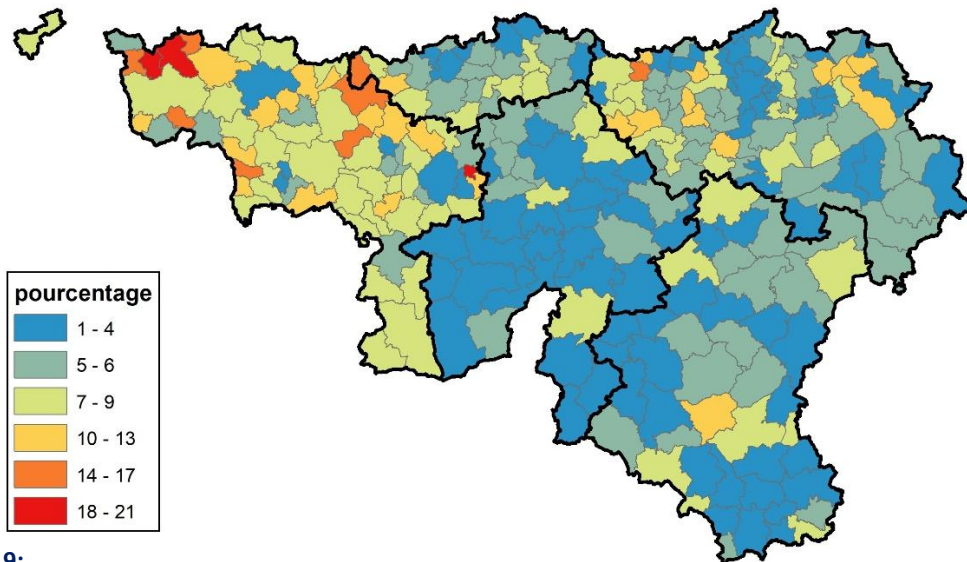
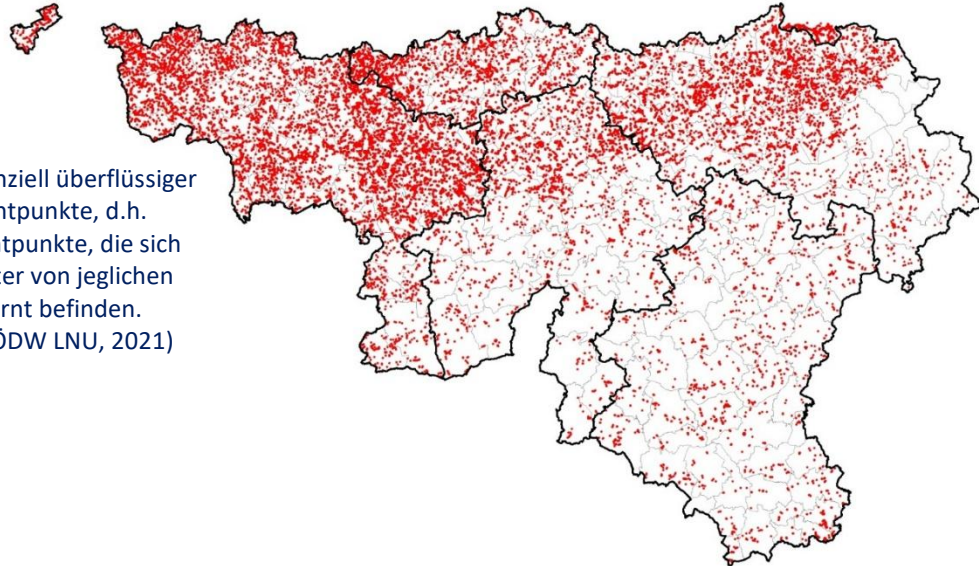


Abbildung 9:
Ein höherer Prozentsatz von „ländlichen“ Lichtpunkten lässt sich in
bestimmten Gemeinden beobachten, insbesondere in der Provinz
Hennegau. (ÖDW LNU, 2021)

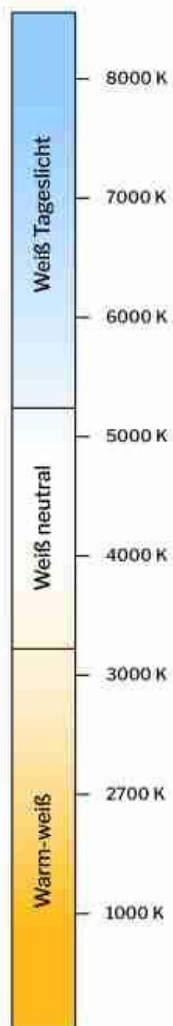
KÜNFTIGE ORIENTIERUNGEN

Mehrere wissenschaftliche Veröffentlichungen bestätigen die Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung der Auswirkungen der nächtlichen Beleuchtung öffentlicher Straßen (van Langevelde *et al.* 2011, Gaston *et al.* 2012, Longcore *et al.* 2015, Verovnik *et al.* 2015, Lewanzik & Voigt 2017, Spoelstra *et al.* 2017).

Allgemein ist folgendes zu bevorzugen:

- Nicht mehr als notwendig beleuchten;
- Nur die notwendigen Flächen (oder Räume) beleuchten und Lichtstreuung vermeiden;
- Ausrichtung des Lichtstrahls unter die Horizontale, strikt in Richtung Boden (Abb. 12);
- Ausstattung der Masten mit einer Beleuchtung, deren Farbtemperatur bei 3000 K oder darunter liegt (Abb. 10);
- Drastische Begrenzung der Emission von Ultraviolett (<400 nm), violett und blau (400-500nm), möglichst Vermeidung der Emission von grün (500-550) (Abb. 10);
- Nutzung von Laternen, die weder Schall noch Ultraschall abgeben;
- Reduktion des Zeitfensters der nächtlichen Beleuchtung auf ausschließlich Zeiträume, in denen die Verkehrsdichte dies rechtfertigt;
- Anpassung des Beleuchtungswerts je nach Straßenverkehr und Einhaltung der aktuellen Norm;
- Nutzung von streng insektendichten Laternen (IP65-Abdichtung).

FARBTEMPERATUREN



SICHTBARES SPEKTRUM VON LED-LAMPEN JE NACH IHRER FARBTEMPERATUR

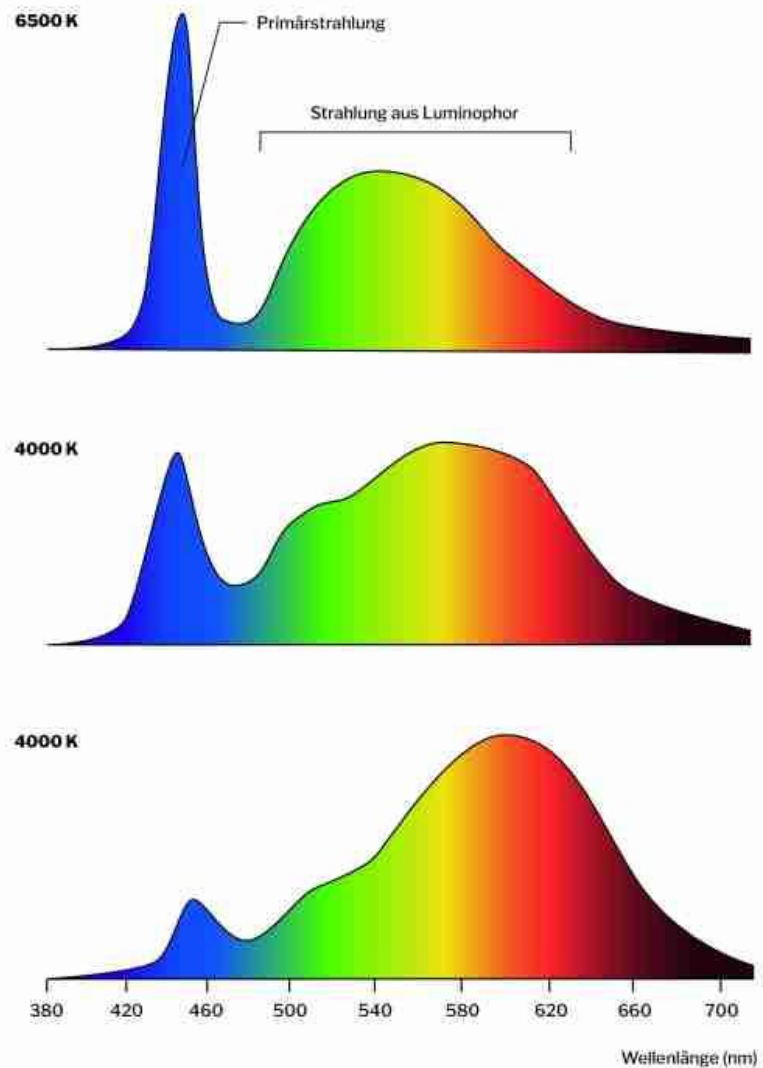


Abbildung 10:

Zusammensetzung des Lichtspektrums von drei LED-Glühlampen, je nach ihrer Farbtemperatur, ausgedrückt in Kelvin.

Je mehr Blau das Spektrum enthält, desto stärker assoziieren lebende Organismen es mit Tageslicht.

Es gilt zu betonen, dass diese Empfehlungen zum Großteil von den Betreibern des Verteilernetzes bereits vorgeschlagen oder integriert wurden, unter Einhaltung der kommunalen Politik zur Mobilität, Beleuchtung oder Neubelebung der Innenstädte.

In der Nähe von Natura 2000-Gebieten oder in der Nähe lichtempfindlicher Natura 2000-Artenpopulationen (Ziegenmelker, Mopsfledermaus, kleine Hufeisennase), ist außerdem folgendes sinnvoll:

- Einschränkung des Zeitfensters der nächtlichen Beleuchtung: Ausschaltung ab 22h, entweder das ganze Jahr über oder zumindest zwischen dem 1. April und dem 31. Oktober, ausgenommen Umstände mit lokaler Unfallgefahr (Regen, Nebel, Bauarbeiten, Zwischenfall).
- Ausstattung der Masten mit einer Beleuchtung, deren Farbtemperatur bei 2700 K oder darunter liegt
- Informieren der Verkehrsteilnehmer über die Beleuchtungsregelung.

5.1. Auf regionaler Ebene

Im Dezember 2016 hat die wallonische Regierung ihre Erhaltungsziele für das **Natura 2000**-Netzwerk festgelegt. Es ist vorgesehen, den Zustand der Fledermauspopulationen, die empfindlich gegenüber künstlicher nächtlicher Beleuchtung sind und deren Populationen im Verlauf der letzten Jahrzehnte stark zurückgegangen ist, zu verbessern. Als eines der Ziele ist auch der Wiederaufbau der Population des Ziegenmelkers, einem nachtaktiven insektenfressenden Vogel: Das Ziel des quantitativen Erhalts der Art im Natura 2000-Netzwerk ist es bis 2025, die Zahl der gezählten Einzeltiere um 80 Einheiten zu erhöhen, aktuell liegt diese zwischen 14 und 35 Einzeltieren.

Im Dezember 2018 hat die wallonische Regierung den wallonischen Umwelt-Gesundheit-Plan beschlossen, der die Umweltrisiken auf die menschliche Gesundheit untersuchen und begrenzen soll. Er enthält insbesondere die folgenden strategischen Ziele:

7a) Handeln zugunsten besser angepasster Beleuchtungen;

7b) Gewährleistung des guten Zustands des öffentlichen Raums zur Unterstützung seiner (Wieder-)Aneignung durch die Bürger.

Als Information: Eine Maßnahme zur Reduktion der Präsenz von kommerzieller Werbung im öffentlichen Raum ist ebenfalls vorgesehen. Des Weiteren werden die zuvor im öffentlichen Auftrag des **Plan Lumière 4.0** festgelegten Ziele zum Großteil weiterhin gelten. Das Ziel ist die Maximierung der Energieeinsparungen mit gleichzeitiger Einhaltung der erforderlichen Beleuchtungsstärken. Ein Dimmen der Beleuchtung ermöglicht die Verringerung des Beleuchtungswertes im Laufe der Nacht.

Zusätzlich zu den Energieeinsparungen berücksichtigen die Modernisierungsentscheidungen die Langlebigkeit und Nachhaltigkeit der Materialien und ihrer Wiederverwertung. Das Projekt berücksichtigt auch den Erhalt von Naturgebieten und der Biodiversität.

Zuletzt entwickelt sich die aktive Bewerbung des **Sternenhimmels als touristischer Vorteil** in der Wallonie, beispielsweise als ungewöhnliche Nächte, die vom Observatorium Zentral-Ardenne in Neufchâteau organisiert werden.

Eine steigende Anzahl von ländlichen Gemeinden setzt auf nachhaltigen Tourismus, indem sie eine städtische Zielgruppe ansprechen, die an den Nebel der nächtlichen Lichtverschmutzung gewöhnt sind. Der Zugang zu einem Sternenhimmel ist ein Trumpf in der Entwicklung des nachhaltigen Tourismus. Dies haben bereits zahlreiche französische Gemeinden verstanden, die Inhaber eines „sternenklare Gemeinde“-Labels sind,

welches ihren vernünftigen und kohärenten Betrieb von Beleuchtung auf ihrem Gebiet belohnt.

In den anderen Mitgliedstaaten, insbesondere in Frankreich, werden gesetzliche Bestimmungen erlassen, um die Lichtverschmutzung zu verringern. In Frankreich definiert ein Erlass von 2018 über die Prävention, Reduktion und Begrenzung von störendem Licht die Eckpunkte in den folgenden Themenbereichen: Sicherheit, Kulturerbe, gewerbliche Gebäude, Parkplätze, Veranstaltungsorte, Baustellen, Lichtkanonen, Wasserflächen, Naturschutzgebiete, etc.

5.2. Auf kommunaler Ebene

Die strategischen Ziele im kommunalen Rahmen stammen aus Entscheidungen der kommunalen Kollegien. Sie sind a priori im Einklang mit den regionalen strategischen Zielen, selbst wenn ihre operationellen Modalitäten je nach Gelegenheiten und örtlicher Sensibilität variieren.



Abbildung 11: Schild, das auf die Ausschaltung der öffentlichen Beleuchtung in der Wallonie hinweist

MASSNAHMEN AUF KOMMUNALER EBENE

6.1. Maßnahme 1: Entfernung überflüssiger Lichtpunkte

Die erste Maßnahme der Modernisierung der Straßenbeleuchtung einer Gemeinde - unverzichtbar und erforderlich für jede weitere - besteht in der Bewertung der Relevanz der Standorte und des möglichen Erhalts von bestehenden Lichtpunkten. Hier besteht ein echtes hohes und unmittelbares Verbesserungspotenzial für die Biodiversität!

Diesbezüglich ermöglicht die explorative Analyse, durchgeführt vom öffentlichen Dienst der Wallonie und den Betreibern des Verteilernetzes, das Anreißer dieser Frage mit den gleichen Kriterien für alle Gemeinden der Wallonie. Das Ergebnis dieser Analyse kann auf dem Geoportal eingesehen werden.² Die potenziell überflüssigen kommunalen Lichtpunkte werden dort nach drei Prioritäten präsentiert:

- die Lichtpunkte in Natura 2000-Gebieten oder weniger als 50 Meter von diesen entfernt (in rot);
- die anderen Lichtpunkte in nicht urbanisierbaren Zonen auf dem Sektorplan (in orange);
- die Lichtpunkte in urbanisierbaren, aber nicht urbanisierten Zonen auf dem Sektorplan (in gelb).

Diese drei Kategorien betreffen ausschließlich die Lichtpunkte, die sich mehr als 50 Meter von jedem im Kataster vermerkten Gebäude befinden (Abb. 7 & 8).

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient die Art der Aufwertung des Kulturerbes.

Nach Befragung der betroffenen beratenden Kommissionen (Polizeirat, CCATM, ...) kann jedes Gemeinderat diesen Punkt auf die Tagesordnung setzen und eine Entscheidung über die Ausschaltung von Lichtpunkten oder Anpassung der Beleuchtung treffen. Der Abbau der Beleuchtung in nicht urbanisierbaren Bereichen des Sektorenplans muss ins Auge gefasst werden, sofern keine präzise Einschränkung der Sicherheit besteht (Gefahrenbereich für die Nutzer der Straße), mit einer Priorität für die biologisch empfindlichsten Gebiete (Natura 2000, Naturschutzgebiete, SGIB³, SEP⁴, Wasserläufe und Wasserflächen, ...)

Eine mögliche Anpassung der Sicherung bestimmter Straßenabschnitte, durch eine bessere Bodenmarkierung oder eine bessere Beschilderung, kann auch zusammen in Betracht gezogen werden.

²

(<https://geoportail.wallonie.be/walonmap#SHARE=CAD630E9976A3D29E053D0AFA49DD278>)

³ Das Inventar von Gebieten von großem biologischen Interesse (SGIB) hat zum Ziel, die bemerkenswerten

terrestrischen oder aquatischen natürlichen oder halbnatürlichen Räume in der Wallonie zu erfassen.

⁴ Structure écologique principale - hauptsächliche ökologische Struktur

6.2. Maßnahme 2: Nächtliche Ausschaltung der Leuchtintensität

In einem zweiten Schritt ist jedes Kollegium eingeladen, sich zum nächtlichen Dimmen der Leuchtintensität der kommunalen Beleuchtung zu äußern. Aktuell wird das Dimmen (Dimmer) nur für LED-Beleuchtung genutzt. Diese ist je nach Verteilernetzbetreiber oder den zuvor getroffenen kommunalen Entscheidungen

variabel. Als Beispiel: Der Dimmer ist bei ORES und RESA standardmäßig zwischen 22h und 6h morgens (Straßen zwischen 20h und 6h) auf 50% festgelegt. Zudem führen bestimmte ländliche Gemeinden (Amel, Weismes, Büllingen) eine komplette Ausschaltung zwischen Mitternacht und 6 Uhr morgens durch.

Die öffentliche Beleuchtung in der Nacht komplett ausstellen? Ja, aber...

Mit dem riesigen Angebot an LED-Technologie hinterfragen einige die Rolle und Relevanz von öffentlicher Beleuchtung in der Nacht.

Intuitiv könnte man meinen, dass das Ausschalten der Beleuchtung mehrere Vorteile bietet, beispielsweise im Hinblick auf Einsparungen - sowohl von Energie als auch von Kosten, durch den Stopp des Verbrauchs - sowie über die Verringerung der Lichtbelästigung, die störend für die Flora und Fauna ist. Aber wie verhält es sich genau?

Keine nächtliche Aktivität? Nicht so sicher...

In der Nacht laufen wichtige menschliche Aktivitäten ab. Medizinisches Personal, Fuhrunternehmen sowie Taxis, ... Diese Berufsgruppen müssen sich weiterhin in absoluter Sicherheit fortbewegen können und es ist ebenfalls notwendig, die Sicherheit der Bürger während ihrer Freizeitaktivitäten, die unseren Alltag bereichern und zum allgemeinen Wohlergehen beitragen (Restaurants, Konzerte, lokale Feste, Sporttreffs, ...) zu gewährleisten. Die Ausschaltung der öffentlichen Beleuchtung darf nicht zu einer Gefahrenquelle werden, insbesondere in den Städten und städtischen Parks.

Was ist mit der Technik?

Die Ausschaltung einer oder mehrerer Zonen, ja sogar des gesamten Gemeindegebiets kann nicht als eine „einfache Ausschaltung“ durch einen Schalter verstanden werden; häufig erfordert diese Entscheidung eine technische Analyse und Investitionen auf Ebene der Stromkreise, der Zündungssteuerung oder der

Zusätzlich muss der Umwelteinfluss der neuen Technologien (Fernverwaltung und Erfassung) berücksichtigt werden: Die Produktion und Instandhaltung dieser Technologien haben einen hohen Energieverbrauch sowie einen hohen Verbrauch von seltenen und umweltverschmutzenden Metallen und Schwermetallen.

Was ist mit der Gesetzgebung?

Es gibt keine Gesetzgebung, die die Beleuchtung von Straßen vorschreibt. Wenn eine Beleuchtung platziert wird, wird empfohlen, dass ihre Funktion den technischen Normen Belgiens NBN L18 004 und Europas EN13201 entspricht. Die Ausschaltung der Beleuchtung wird künftig von diesen Normen vorgesehen.

Der Einsatz einer angemessenen Beschilderung wird empfohlen, um Nutzer von der Dauer der nächtlichen Ausschaltung zu informieren (Abb. 10).

Schöne Energieeinsparungen herausarbeiten?

Bestimmte Maßnahmen wurden bereits umgesetzt (oder sind kurz davor), wie die Reduktion des Beleuchtungswertes von 50% in der Nacht aufgrund einer geringeren Frequentierung der Achsen.

6.3. Maßnahme 3: Einsatz von Lampen mit geringerer Farbtemperatur

Die Weiterentwicklung der Beleuchtungstechniken ist schnell. Die Auswahl von LED-Lampen-Modellen mit warmen Farben (<3000 K) ist deutlich größer als zuvor. Ihr Stromverbrauch wird

proportional ebenfalls geringer. Von nun an ist zur Reduktion der Emission von Licht aus dem blauen Spektrum jedes kommunale Kollegium eingeladen, standardmäßig LED-Lampen auszuwählen, deren

Farbtemperatur die wärmstmögliche ist (<3000 K). Verbot von mehr als 4000K.

Diese Empfehlung gilt nicht für Konfliktzonen (Fußgängerüberweg, ...).

6.4. Maßnahme 4: Entfernung der Ausstrahlung des Lichts nach oben

Jedes kommunale Kollegium ist außerdem eingeladen, eine Anordnung - über die Polizeiverordnung - anzunehmen, die festlegt, dass kein Licht oberhalb der Horizontale abgegeben werden darf. Es können selbstverständlich Ausnahmen für Sicherheitsinstallationen vereinbart werden, für die es keine Alternative gibt. Diese Anordnung ermöglicht die Erhöhung des nützlichen Teils der Beleuchtung in der

Gemeinde, indem sie Gebrauch von Lampen macht, die strikt nach unten gerichtet sind (ULOR-Index = 0). Sie impliziert somit auch den Verzicht auf in den Boden eingelassene Beleuchtungen, oder jede andere Beleuchtung, die absichtlich nach oben gerichtet ist (Lichtkanonen).

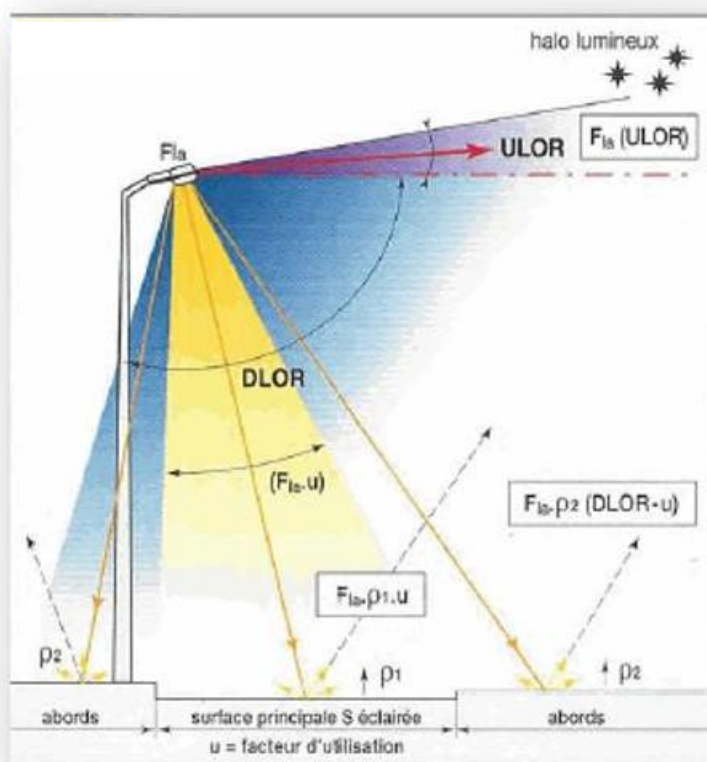


Abbildung 12:

Schematische

Darstellung des

ULOR-Index

Umgebung

die S beleuchtet

r

6.5. Maßnahme 5: Andere Anpassungen der Polizeivereinbarung zur Beschränkung anderer Formen von Beleuchtung

Es ist wichtig, dass die öffentlichen Behörden in der Abschwächung der Lichtverschmutzung mit gutem Beispiel voran gehen, um die Unterstützung von Privatpersonen und Unternehmen zu diesem Thema zu gewinnen.

Nach Durchführung der vorherigen Maßnahmen sind die kommunalen Gemeinden eingeladen, zusätzliche Bestimmungen über die Polizeiverordnung festzulegen, insofern diese die öffentliche Ruhe durch die erzeugten Unannehmlichkeiten betreffen. Zum Beispiel:

- Ausschalten von Werbeanzeigen und Beleuchtung von Ausstellungsvitrinen

nach 22h, oder darauf achten, dass ihr Beleuchtungswert unter dem der öffentlichen Beleuchtung liegt.

- Modulierung der Beleuchtung der Außenanlagen für Sport und Freizeit, beispielsweise durch Einstellung eines geringeren Beleuchtungswertes für den Trainingsbetrieb als für offizielle Wettbewerbe;
- Minderung der Beleuchtung um Wohngebäude, Unternehmen und Industriegebäude.

Diese Anordnungen können sich juristisch auch auf Artikel 58d des Gesetzes über die Erhaltung der Natur berufen, indem sie sich in diesem Fall auf die Notwendigkeit berufen, Tierarten nicht zu stören.

SCHLUSSFOLGERUNG UND PERSPEKTIVEN

Die öffentliche Beleuchtung breitet sich seit Jahrzehnten unaufhörlich immer weiter aus. Es mangelt ihr nicht an Vorteilen für die menschlichen Aktivitäten. Die technische Entwicklung der öffentlichen Beleuchtung ist ebenfalls bemerkenswert; sie ermöglicht substanzielle Energieeinsparungen zum Vorteil der Behörden.

Wenn die Auswirkungen im Energiebereich der Beleuchtung sinken, nehmen ihre Folgen auf andere Bestandteile unserer Umwelt hingegen nicht ab. Zahlreiche Teile der Biodiversität werden durch nächtliche Lichtemissionen gestört. Diese Auswirkungen, kumuliert im Verlauf der letzten Jahrzehnte, zeigen sich immer mehr. Der Rückgang von Insekten, insbesondere von Bestäubern, ist eines der besorgniserregendsten Anzeichen. Diese Störungen wirken sich auch auf alle Nahrungsketten aus.

Es ist unbedingt notwendig, den Wechsel zu neuen LED-Technologien zu nutzen, um die öffentliche Beleuchtung auf eine Art zu

modernisieren, die ihren Einfluss auf die Biodiversität mindert. Diese Modernisierung müsste es erlauben, die Beleuchtung wieder auf urbanisierte Zonen zu fokussieren und sie gleichzeitig vor allem in den ländlichen Räumen, die am wichtigsten sind für die Biodiversität, zu verringern.

Diese Gelegenheiten sind griffbereit und müssen nur ergriffen werden.

Letztendlich kann die Aufmerksamkeit gegenüber der Reduktion von störendem Licht sogar eine Aufwertung in einem kommunalen Gebiet sein. Ein besserer Blick auf den Sternenhimmel ist etwas, das viele Urlauber suchen, ein touristischer Vorteil.

Die Kommunikation über eine bessere Berücksichtigung der Biodiversität und der menschlichen Gesundheit ist ein weiterer Pluspunkt, der eine Investitionsrendite und in dem vorliegenden Fall sogar eine Einsparungsrendite darstellt!

BIBLIOGRAFIE

- Acharya, L., Fenton, M.B. (1999) Bat attacks and moth defensive behaviour around street lights. *Canadian Journal of Zoology*, 77, 27–33.
- Baker, B.J., Richardson, J.M.L. (2006) The effect of artificial light on male breeding-season behaviour in green frogs, *Rana clamitans melanota*. *Canadian Journal of Zoology*, 84(10), pp.1528-1532.
- Barber, J.R., Kawahara, A.Y. (2013) Hawkmoths produce anti-bat ultrasound. *Biology Letters*, 9, 20130161.
- Bauer, S.E., Wagner, S.E., Burch, J., Bayakly, R., Vena, J.E. 2013. A case-referent study: light at night and breast cancer risk in Georgia. *Int. J. Health Geog.* 12: 23.
- Bennie, J., Davies, T. W., Duffy, J. P., Inger, R., Gaston, K. J. (2014) Contrasting trends in light pollution across Europe based on satellite observed night time lights. *Nature, Scientific reports*, 4, 3789
- Brüning, A., Hölker, F., Wolter, C. (2011) Artificial light at night: implications for early life stages development in four temperate freshwater fish species. *Aquatic Sciences*, 73(1), 143-152.
- Cabrera-Cruz, S. A., Smolinsky, J. A., Buler, J. J. (2018) Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally migrating birds around the world. *Scientific reports*, 8(1), 1-8.
- de Jong, M., Jeninga, L., Ouyang, J. Q., van Oers, K., Spoelstra, K., Visser, M. E. (2016) Dose-dependent responses of avian daily rhythms to artificial light at night. *Physiol. Behav.* 155, 172–179
- Dominoni, D. M. (2015) The effects of light pollution on biological rhythms of birds: an integrated, mechanistic perspective. *J. Ornithol.* 156, S409–S418.
- Evens, R., Conway, G., Franklin, K., Henderson, I., Stockdale, J., Beenaerts, N., Smeets, K., Neyens, T., Ulenaers, E., Artois, T. (2020) DNA diet profiles with high-resolution animal tracking data reveal levels of prey selection relative to habitat choice in a crepuscular insectivorous bird. *Ecology and evolution*, 10(23), 13044-13056.
- Gaston, K. J., Davies, T. W., Bennie, J., Hopkins, J. (2012) REVIEW: Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1256-1266
- Kervyn, T., Lamotte, S., Nyssen, P., Verschuren, J. (2009) Major decline of bat abundance and diversity during the last 50 years in southern Belgium. *Belgian Journal of Zoology*, 139, 124-132.
- Kloog, I., Stevens, R.G., Haim, A., Portnov, B.A. (2010) Nighttime light levels co-distribute with breast cancer incidence worldwide. *Cancer Causes Control*, 21, 2059–2068.
- Knop, E., Zoller, L., Ryser, R., Gerpe, C., Hörler, M., Fontaine, C. (2017) Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature*, 548(7666), 206-209.
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J. F., Le Bocq, A., Kerbiriou, C. (2014) The influence of low intensities of light pollution on bat communities in a semi-natural context. *PLoS ONE*, 9(10) <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0103042>
- Lewanzik, D., Voigt, C. C. (2017) Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. *Journal of Applied Ecology*, 54(1) <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12758>
- Lewy, A.J. (1983) Effects of light on human melatonin production and the human circadian system. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psych.* 7, 551–556.
- Longcore, T., Aldern, H. L., Eggers, J. F., Flores, S., Franco, L., Hirshfield-Yamanishi, E., Petrinc, L.N., Yan, W.A., Barroso, A. M. (2015). Tuning the white light spectrum of light emitting diode lamps to reduce attraction of nocturnal arthropods. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1667), 20140125.
- Mathews, F., Roche, N., Aughney, T., Jones, N., Day, J., Baker, J., Langton, S. (2015) Barriers and benefits: implications of artificial night-lighting for the distribution of common bats in Britain and Ireland. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 370, issue 1667 pp. 20140124

- Merckx, T., Slade, E. M. (2014) Macro-moth families differ in their attraction to light: implications for light-trap monitoring programmes. *Insect conservation and diversity*, 7(5), 453-461.
- Minnaar, C., Boyles, J. G., Minnaar, I. A., Sole, C. L., Mckechnie, A. E. (2015) Stacking the odds: Light pollution may shift the balance in an ancient predator-prey arms race. *Journal of Applied Ecology*, 52(2) <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12381>
- Motte, G., Libois, R. (2002) Conservation of the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros* Bechstein, 1800) (Mammalia: Chiroptera) in Belgium. A case study of feeding habitat requirements. *Belgian Journal of Zoology*, 132(1), 49-54.
- Owens, A. C., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E. K., Seymoure, B. (2020) Light pollution is a driver of insect declines. *Biological Conservation*, 241, 108259.
- Parkins, K. L., Elbin, S. B. Barnes, E. (2015) Light, glass, and bird-building collisions in an urban park. *Northeast. Nat.* 22, 84–94.
- Pauwels, J., Kerbiriou, C., Yves, B. A. S., Valet, N., Isabelle, L. E. (2021) Adapting street lighting to limit light pollution's impacts on bats. *Global Ecology and Conservation*, e01648.
- Polak, T., Korine, C., Yair, S., Holderied, M.W. (2011) Differential effects of artificial lighting on flight and foraging behaviour of two sympatric bat species in a desert. *Journal of Zoology*, 285, 21–27.
- Ratcliffe, J.M., Soutar, A.R., Muma, K.E., Guignon, C., Fullard, J.H. (2008) Anti-bat flight activity in sound-producing versus silent moths. *Canadian Journal of Zoology*, 86, 582–587.
- Rodríguez, A., Holmes, N. D., Ryan, P. G., Wilson, K.-J., Faulquier, L., Murillo, Y., Raine, A. F., Penniman, J. F., Neves, V., Rodríguez, B., Negro, J. J., Chiaradia, A., Dann, P., Anderson, T., Metzger, B., Shirai, M., Deppe, L., Wheeler, J., Hodum, P., Gouveia, C., Vanda Carmo, Carreira, G.P., Delgado-Alburquerque, L., Guerra-Correa, C., Couzi, F.-X., Travers, M., Le Corre, M. (2017) Seabird mortality induced by land-based artificial lights. *Conservation Biology*, 31(5), 986–1001. <http://www.jstor.org/stable/44973632>
- Rydell, J. (2006) Bats and Their Insect Prey at Streetlights. In: *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Edited by: C. Rich, T. Longcore. pp. 43–60, Washington: Island Press.
- Siblet, J-P. (2008) Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Synthèse bibliographique. Rapport MNHN-SPN/MEEDDAT n°8.
- Sierro, A., Erhardt, A. (2019) Light pollution hampers recolonization of revitalised European Nightjar habitats in the Valais (Swiss Alps) *Journal of Ornithology*, 160(3), 749-761.
- Spoelstra, K., van Grunsven, R. H., Ramakers, J. J., Ferguson, K. B., Raap, T., Donners, M., Veenendaal, E.M., Visser, M. E. (2017) Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1855), 20170075.
- Spoelstra, K., van Grunsven, R. H., Donners, M., Gienapp, P., Huigens, M. E., Slaterus, R., ... Veenendaal, E. (2015) Experimental illumination of natural habitat—an experimental set-up to assess the direct and indirect ecological consequences of artificial light of different spectral composition. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 370(1667), 20140129.
- Stone, E. L., Jones, G., Harris, S. (2009) Street lighting disturbs commuting bats. *Current biology*, 19(13), 1123-1127.
- van Geffen, K. G., van Eck, E., de Boer, R. A., van Grunsven, R. H., Salis, L., Berendse, F., Veenendaal, E. M. (2015) Artificial light at night inhibits mating in a Geometrid moth. *Insect Conservation and Diversity*, 8(3), 282-287.
- Van Geffen, K.G., Groot, A.T., Van Grunsven, R.H., Donners, M., Berendse, F., Veenendaal, E.M. (2015a) Artificial night lighting disrupts sex pheromone in a noctuid moth. *Ecological Entomology*, 40, 401–408.
- Van Geffen, K. G., Van Grunsven, R. H. A., Van Ruijven, J., Berendse, F., Veenendaal, E. M. (2014) Artificial light at night causes diapause inhibition and sex-specific life history changes in a moth. *Ecology and Evolution*, 4(11), <http://doi.org/10.1002/ece3.1090>
- Van Grunsven, R. H., Donners, M., Boeke, K., Tichelaar, I., Van Geffen, K. G., Groenendijk, D., ... Veenendaal, E. M. (2014) Spectral composition of light sources and insect phototaxis, with an evaluation of existing spectral response models. *Journal of insect conservation*, 18(2), 225-231.

- Van Langevelde, F., Ettema, J.A., Donners, M., Wallis De Vries, M.F., Groenendijk, D. (2011) Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological Conservation*, 144, 2274–2281.
- Van Langevelde, F., Van Grunsven, R.H., Veenendaal, E.M., Fijen, T.P. (2017) Artificial night lighting inhibits feeding in moths. *Biology Letters*, 13, 20160874.
- Verovnik, R., Fišer, Ž., Zakšek, V. (2015) How to reduce the impact of artificial lighting on moths: A case study on cultural heritage sites in Slovenia. *Journal for Nature Conservation*, 28, 105–111.
- Wakefield, A., Stone, E. L., Jones, G., Harris, S. (2015) Light-emitting diode street lights reduce last-ditch evasive manoeuvres by moths to bat echolocation calls. *Royal Society open science*, 2(8), 150291.
- Wiltschko, W., Munro, U., Ford, H. Wiltschko, R. (1993) Red light disrupts magnetic orientation of migratory birds. *Nature* 364, 525–527
- Wise, S. (2007) Studying the ecological impacts of light pollution on wildlife: amphibians as models. *Starlight: A Common Heritage*; Cipriano, M., Jafar, J., Eds, pp.209-218.
- Wyse, C.A., Selman, C., Page, M.M., Coogan, A.N., Hazlerigg, D.G. (2011) Circadian desynchrony and metabolic dysfunction; did light pollution make us fat? *Medical Hyp.* 77: 1139–1144.
- Zeitler, J.M., Dijk, D.J., Kronauer, R., Brown, E., Czeisler, C. (2000) Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. *J. Physiol.*, 526, 695–702.