

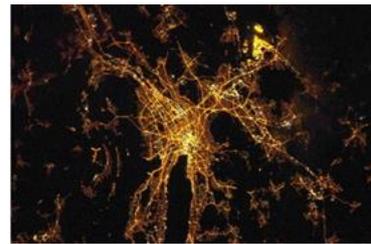
# Künstliche Beleuchtung und Biodiversität in der Schweiz

## Zusammenfassung

### **Hintergrund zu diesem Bericht**

Dieser Bericht bietet eine Übersicht über die Ergebnisse des Projektes – Künstliche Beleuchtung und Biodiversität in der Schweiz, finanziert durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU)(Danielle Hofmann) und durchgeführt von Dr. James Hale und Prof. Raphaël Arlettaz an der Universität Bern. Das Projekt begann am 1. Oktober 2015 und wurde Ende 2017 fertiggestellt. Sein Ziel war, solide Grundlagen für fundierte Lichtemissionsprüfungen in der Schweiz zu erstellen, um die aufstrebende Forschung über die ökologischen Auswirkungen der Lichtemissionen zu unterstützen. Das Forschungsprojekt hatte drei unterschiedliche Abschnitte, welche als die drei Hauptkapitel dieses Berichts vorgestellt werden.

1. Eine Reihe an räumlichen und zeitlichen Datensätzen der Beleuchtungsinfrastruktur und der Lichtemissionen in der Schweiz überprüfen, sicherstellen und erkunden.
2. Eine Literaturübersicht der national prioritären Arten, Lebensräume und ökologischen Gruppen erstellen, welche sensibel gegenüber künstlicher Beleuchtung reagieren.
3. Kartierung der ökologischen Auswirkungen, um Standorte zu identifizieren, wo heute und unter zukünftig möglichen Beleuchtungsszenarien Auswirkungen erwartet werden.



### **Hauptergebnisse dieser Studie:**

Aufgrund des Interesses an künstlicher Beleuchtung aus Perspektiven der Energie, den Emissionen, der Astronomie und der Ökologie, ist es wichtig zu verstehen wie die Qualität und Quantität der Lichtemissionen und der Beleuchtungsinfrastruktur innerhalb der Schweiz und im Laufe der Zeit variieren. Erfreulicherweise sind bereits viele nützliche Lichtdatentypen vorhanden, und die monatlichen VIIRS-Satellitendaten scheinen ein gutes Potenzial als Indikatoren, sowohl für Emissionen als auch für ökologische Auswirkungen zu haben. Saisonabhängige Winterhöchstwerte sind schweizweit zu beobachten. In Siedlungen der mittleren und hohen Lagen treten sie besonders deutlich, aber in Städten scheinbar kaum auf. VIIRS-Sommerdaten scheinen stabiler und können deshalb ein guter Indikator für wirkliche Veränderungen der Beleuchtungsinfrastruktur sein (z.B. grösserer Lichtstrom der Beleuchtung oder verbesserte Abschirmung). Jährliche Zusammenfassungen der VIIRS-Daten sind die beste zurzeit verfügbare Option, um die Entwicklung der vertikalen Emissionen im Laufe der Zeit nachzuverfolgen. Allerdings sollten die Tendenzen vorsichtig interpretiert werden – ein Anstieg der VIIRS-Emissionsindikatoren dürfte durch einen schneereichen Winter in diesem Jahr begründet sein (erhöhte Oberflächenreflexion). Leider geben die VIIRS-Daten keine Auskunft über die Lichtemissionsveränderungen innerhalb des Blauanteils des Spektrums, so kann der Einfluss der neuen LED-Beleuchtung unentdeckt bleiben. Bildaufnahmen der Internationalen Raumstation und Luftaufnahmen von Flugzeugen/Drohnen bieten gute Möglichkeiten, um die Zusammensetzung der gebräuchlichen Lampentypen abzuschätzen und die genauen Standorte hoher Lichtemissionen zu ermitteln. Jedoch ist die Bildkalibrierung herausfordernd und zurzeit sind wenige Bilder verfügbar. Eine Auswertung der vorliegenden Bilder zeigt, dass Lichtemissionen oft von grossen

Anteilen weniger Standorte in und neben Stadtgebieten (z.B. Sportstadien) dominiert werden. Lampeninventare sind das Hauptinstrument, mit welchem die bestehende Forschungsarbeit über ökologische Auswirkungen in der Praxis angewandt werden könnte. Diese Inventare sind die genaueste und praktischste Möglichkeit, um die Zunahme der öffentlichen LED-Strassenlampen mit der Zeit zu verfolgen.

Die ökologischen Auswirkungen der künstlichen Beleuchtung auf national prioritäre Arten sind schlecht erforscht, obwohl alle Gruppen gegenüber natürlichen Quellen und Rhythmen nächtlichen Lichts reagieren. Fledermäuse und Vögel waren die am häufigsten erforschten Gruppen. Es bleiben aber viele Lücken bestehen, inklusive der Auswirkungen auf die Migration und die Prädation, und die Ermittlung von Grenzwerten der Lichtintensität bei Fledermausquartieren. Forschungsarbeiten über andere national prioritäre Säugetierarten wurden keine gefunden, was überraschend ist, da Nachtaktivität in dieser Gruppe verbreitet ist – das ist eine grosse Forschungslücke. Aquatische Habitate sind überproportional exponiert und durch Auswirkungen besonders gefährdet. Viele national prioritäre Amphibien-, Fisch- und Wasserinsektenarten zeigen eine Sensibilität sowohl gegenüber künstlichen als auch natürlichen Lichtquellen in der Nacht. Im Allgemeinen sind die Ergebnisse der vorhandenen Studien für Fachleute schwierig anzuwenden, oft weil Lampeninventare schwer zugänglich sind.

Gemäss drei neuen auf VIIRS basierten Indikatoren der ökologischen Lichtverschmutzung sind urbane grüne Infrastruktur, Obstgärten, Rebberge, Oberflächengewässer und Amphibienlaichgebiete überproportional exponiert. Wegen ihrer Häufigkeit in der Schweiz sind landwirtschaftliche und bewaldete Landbedeckungen (flächenmässig) überproportional exponiert. Die Kantone Zürich, Waadt, Bern und Wallis haben die höchste Anzahl an Lichtindikatoren ausgesetzten Biotopen von nationaler Bedeutung. Nebst den Kantonen Aargau und Freiburg, sind dies die Kantone, wo in Zukunft das meiste Beleuchtungswachstum erwartet werden dürfte. Amphibienlaichgebiete sind durch die erhöhte Lichtverschmutzungsbelastung besonders gefährdet. 29% dieser Habitate sind in Gebieten angesiedelt, welche durch das Stadtwachstum angreifbar sind. Zahlreiche ökologische Schadensbegrenzungsmöglichkeiten wurden vorgeschlagen, aber wenige davon wurden überprüft.

## **Hauptempfehlungen:**

### ***Daten und Indikatoren***

- VIIRS-Daten sollten als Ersatz für die jährlichen Indikatoren der gesamten vertikalen Lichtemissionen der Landesbeobachtung Schweiz (LABES) verwendet werden. In Betracht gezogen werden sollte eine zweite Lichtmetrik, welche Daten vom August jeden Jahres als Indikator für stabile Lichtströme der Beleuchtung verwendet, um die Signalschwankung durch Änderungen in der Schneedecke, Festtagsbeleuchtung und Wintersportaktivitäten zu umgehen.
- Grössere Erfassung und Kalibrierung der ISS- und Luftnachtsaufnahmen sind nötig.
- Die Qualität, Konstanz und öffentliche Zugänglichkeit der Strassenbeleuchtungsinventare müssen verbessert und mit Inventaren anderer Aussenbeleuchtungstypen ergänzt werden.
- Von der ISS abgeleitete Daten und durch die Gemeinden selbst erhobenen Strassenbeleuchtungsbestandsaufnahmen sollten alle fünf bis zehn Jahre zur Verfügung gestellt werden, um Hinweise zu nationalen Veränderungen der Lampentypen zu geben.

### ***Biodiversität***

- Umfassende Schadensbegrenzungsbemühungen sollten auf die wenigen Standorte abzielen, die für einen grossen Anteil der schweizweiten Lichtemissionen verantwortlich sind, vor allem Freiluftsportzentren.
- In Anbetracht der bekannten Sensibilität vieler national prioritärer Arten auf Lichtreize, wird das Vorsorgeprinzip empfohlen, um dunkle Lebensräume zu erhalten.
- Einschränkungen und Beseitigung der Beleuchtung in der Nähe von Kernhabitaten der Fledermäuse sollten verschärft werden.

- Rasche Massnahmen sind auch auf politischer und praktischer Ebene notwendig, um die Belastung der Wasserlebensräume durch künstliche Beleuchtung zu verringern.
- Entwicklung nationaler Lampen- und Belichtungsdatenbanken für sensible, national prioritäre Lebensräume
- In Kantonen, in denen das Stadtwachstum höchstwahrscheinlich ist, ist ein vorausschauender Ansatz notwendig, um das Bewusstsein für Lichtverschmutzung mit Instrumenten zur Bestimmung der potentiellen ökologischen Auswirkungen zu gewährleisten.
- Jede zukünftige nationale Beleuchtungsstrategie muss sich mit schwierigen Fragen bezüglich Spannungen, Kompromissen, Prioritäten und unbeabsichtigten Folgen auseinandersetzen. Diese beinhalten wie die CO<sub>2</sub>-Einsparungen der LED-Lampen mit ihren ökologischen Auswirkungen in Einklang gebracht werden können. Es muss entschieden werden, ob der Schutz von bestehenden dunklen Lebensräumen wichtiger ist, als die Verdunkelung von zurzeit beleuchteten Lebensräumen.

### **Forschung**

- Die Erforschung der ökologischen Lichtverschmutzung sollte sich auf LED-Studien konzentrieren, die so konzipiert sind, dass die Resultate einfach von Fachleuten angewandt werden können, um die Auswirkungen auf national prioritäre Arten und Lebensräume zu verringern.
- Weitere Forschung über Beleuchtungsgrenzwerte in Wasserlebensräumen sowie zur Wirksamkeit der Schadensbegrenzung.
- Zusätzlich braucht es Forschung, die Wissenslücken über die Auswirkungen der Beleuchtung auf andere national prioritäre Arten und Lebensräume sowie höchst exponierte Landnutzungen schliessen.
- Forschung über die ökologischen Auswirkungen auf national prioritäre Säugetierarten wird dringend benötigt.
- Mehr Forschung über die Auswirkungen auf Vogelzug und -ausbreitung ist nötig.
- Untersuchungen sollten ihren Schwerpunkt auf Lampen ausweiten, um Auswirkungen des Himmelleuchtens ('skyglow') auf Arten zu berücksichtigen.
- Es besteht die Dringlichkeit, die Wirksamkeit ökologischer Schadensbegrenzungstechniken wie bernsteingelbe LED-Leuchten oder intelligente Beleuchtung zu verstehen, bevor sie gefördert werden.
- Strukturierte Befragungen von Experten in gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen werden nötig, um neue Quellen der Lichtverschmutzung (z.B. kommerzielle Drohnen) besser zu erkennen.
- Umfassende Auswirkungen der Beleuchtung auf ökologische Gemeinschaften, Prozesse und Ökosystemdienstleistungen liegen ausserhalb des Aufgabenbereichs dieses Berichts, verdienen aber ernsthafte Aufmerksamkeit.