

Wie misst man Lichtverschmutzung?

Ein Schweizer Forschungsprojekt hat zum Ziel, standardisierte Methoden zur Messung der Lichtverschmutzung zu entwickeln. Nur so können deren Auswirkungen bewertet werden.

Text: Constantinos A. Bouroussis, Florian Stuker, Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS,
Bilder: Constantinos A. Bouroussis

Lichtverschmutzung ist ein Oberbegriff, der häufig verwendet wird, um die negativen Auswirkungen von künstlichem Licht in der Nacht zu beschreiben. Der Begriff stammt aus der Astronomie und beschreibt die Zunahme der Hintergrundstrahlung am nächtlichen Himmel, die den Kontrast verringert und damit die Beobachtungsmöglichkeiten einschränkt. Die internationale Beleuchtungskommission (CIE) definiert in ihrem Lichtvokabular (International Lighting Vocabulary, ILV) [1] die Lichtverschmutzung als die «Summe aller nachteiligen Auswirkungen von künstlichem Licht». Somit umfasst sie alle Aspekte des künstlichen Lichts, die Probleme mit der Umgebung verursachen oder diese stören. Obwohl Photonen oder Licht an sich keine Schadstoffe sind, wird der Begriff «Lichtverschmutzung» von verschiedenen Interessengruppen häufig verwendet,

hauptsächlich um das Bewusstsein zu schärfen, Wirkung zu erzielen, für Aktivismus und um politischen Druck auszuüben.

Einige der häufigsten Auswirkungen der Lichtverschmutzung sind

- Himmelsaufhellung oder Lichtglocken über Städten (eng. skyglow), Anstieg der nächtlichen Himmelsstrahlung durch nach oben gerichtetes und reflektiertes Licht (Bild 1),
- Blendung durch starke und konzentrierte Lichtquellen vor einem relativ dunklen Hintergrund (Bild 2),
- Streulicht von Aussen- und Inneninstallationen, das auf Bereiche gerichtet ist, die beleuchtet werden sollen (Bild 3),
- störendes Licht, das von stark beleuchteten Flächen ausgeht (Bild 4).

Bild 1

Himmelsaufhellung oder
Lichtglocken über Städten
(engl. skyglow)



Bild 2 Blendung durch starke Lichtquellen vor einem dunklen Hintergrund

All diese Effekte und viele mehr haben auch einen richtungsabhängigen, spektralen und zeitlichen Charakter, der das Problem noch komplizierter macht. Die Ursachen dafür liegen hauptsächlich in den Fehlern, die in der Beleuchtungstechnik gemacht werden, wie z. B. in der Planung oder der Verwendung ungeeigneter Leuchten, der unnötigen Beleuchtung von Bereichen und Einrichtungen und dem begrenzten Einsatz von Beleuchtungssteuerung während der Nacht. Es gibt aber auch einige unvermeidbare Nebeneffekte wie das reflektierte Licht von absichtlich beleuchteten Bereichen.

Die Auswirkungen der Lichtverschmutzung sind in fast allen Bereichen des täglichen (oder besser gesagt nächtlichen) Lebens der Menschen zu beobachten, aber auch die Flora und Fauna sind davon betroffen. Angefangen beim bekanntesten und am besten beobachteten Problem der Himmelsaufhellung über Städten bis hin zur Störung des Schlafrhythmus aufgrund von aufdringlichem Licht in der Nacht wurde bereits eine Vielzahl von negativen Aspekten untersucht [2-4]. Einige der Auswirkungen beziehen sich auf kurzfristige Risiken und die Sicherheit wie die Blendung durch Lichtquellen beim Autofahren, andere auf wissenschaftliche Forschung wie die Astronomie und einige auf langfristige Auswirkungen wie den zirkadianen Rhythmus des Menschen. Die Auswirkungen der Lichtverschmutzung auf die Ökologie und Biodiversität sind ein Thema, das bereits seit vielen Jahren untersucht wird und einige alarmierende Ergebnisse zutage gefördert hat [5].

Der gemeinsame Nenner aller Studien zur Bewertung der Auswirkungen von Lichtverschmutzung ist die Fähigkeit, diese zu messen und richtig zu quantifizieren. Bislang gibt es weder gemeinsame Methoden noch Instrumente zur Messung der Lichtverschmutzung. Jede Fachgruppe verwendet ihre eigene Methode, entweder aufgrund ihres eigenen Fachwissens oder aufgrund ihrer begrenzten Kompetenz. Um diese Untersuchungen miteinander vergleichen und bewerten zu können, braucht es dringend eine Standardisierung. Was die Gesetzgebung zur Milderung der Auswirkungen betrifft, so gibt es derzeit keinen gemeinsamen Rechtsrahmen und keine international anerkannten Vorschriften. Allerdings sind in den letzten Jahren international mehrere lokale Gesetze oder Verordnungen erschienen, die darauf abzielen, die Aussenbeleuchtung im Hinblick auf die Verringerung der Lichtverschmutzung teilweise zu regeln [6]. In diesem Zusammenhang könnte eine Untersuchung und international koordinierte Bemühungen um eine Rechtsgrundlage zur Begrenzung der Lichtverschmutzung den Weg für die Umsetzung gesetzlicher messtechnischer Vorschriften oder Leitlinien zur Lichtverschmutzung ebnen.

Seit einiger Zeit bemühen sich mehrere technische Komitees und Forschungsgruppen auf nationaler und internationaler Ebene um eine Standardisierung der Lichtverschmutzungsmessung. Das METAS entwickelt in einem ersten Schritt eine Plattform für drohnen-basierte Messungen der Leuchtdichte und der Beleuchtungsstär-

ke mit dem Ziel, eine ganzheitliche Bewertung der Lichtverschmutzung im dreidimensionalen Raum zu ermöglichen. LNE in Frankreich arbeitet an der Bewertung der Aufwärtsbeleuchtung mit Hilfe von Flugzeugen, und RISE in Schweden experimentiert mit der Messtechnik zur Quantifizierung der Lichtverschmutzung.

Im September 2024 startet in der Schweiz ein vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) gefördertes Forschungsprojekt [7] zu den Auswirkungen von Licht auf Umwelt und Gesellschaft und zur Standardisierung von Messungen der Lichtverschmutzung. Das Projekt mit dem Titel «Sustainability potential of outdoor light technology: trade-off between social need and environmental impact, Spotlight» ist ein multidisziplinäres Forschungsprojekt, das darauf abzielt, die nächtliche Aussenbeleuchtung mit ihren ökologischen Auswirkungen in Verbindung zu bringen und die Auswirkungen ihrer Eindämmungsstrategien auf die Gesellschaft zu untersuchen. Am Projekt sind Forschende des METAS, der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), der Universität Zürich (UZH) und der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) beteiligt. Das wichtigste Ziel dieses Projekts ist es, ein Konzept zur Messung der Lichtverschmutzung zu erarbeiten und Instrumente zur Bewertung der Auswirkungen schaffen. Das METAS arbeitet daran, einen ganzheitlichen Ansatz zur Quantifizierung und Bewertung der Lichtverschmutzung durch künstliches Licht in der Nacht zu entwickeln, indem es verschiedene Methoden auf dem Boden und für die Luft zur Messung der sichtbaren Strahlung einsetzt. Weitere Forschungsprojekte rund um Ökologie und Lichtver-

schmutzung werden über das Horizon-Programm der EU, die Vereinigung der nationalen Metrologie-Institute in Europa (EURAMET) oder nationale Förderagenturen finanziert. Es wird erwartet, dass die Forschung und alle Bemühungen auf dem Gebiet der Lichtverschmutzung zu einem zusätzlichen Verständnis der Auswirkungen von Licht in der Nacht führen und als Schlüsselkomponenten bei der Quantifizierung, Regulierung und Umsetzung von Reduzierungsmassnahmen dienen werden. ■

Referenzen

- 1 Commission Internationale de l'Eclairage, ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd edition. CIE S017:2020, CIE: Wien, Österreich, 2020
- 2 Antonia M. Varela Perez, *The increasing effects of light pollution on professional and amateur astronomy*. *Science* 380, 1136-1140 (2023). DOI:10.1126/science.adg0269
- 3 Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W., & Hopkins, J. (2013). *The ecological impacts of night-time light pollution: A mechanistic appraisal*. *Biological Reviews*, 88(4), 912-927.
- 4 Brown T.M., Brainard G.C., Cajochen C., Czeisler C.A., Hanifin J.P., et al. (2022) *Recommendations for daytime, evening, and night-time indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults*. *PLOS Biology* 20(3): e3001571. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001571>
- 5 Jägerbrand A.K., Bouroussis C.A. *Ecological Impact of Artificial Light at Night: Effective Strategies and Measures to Deal with Protected Species and Habitats*. *Sustainability*. 2021; 13(11):5991. <https://doi.org/10.3390/su13115991>
- 6 Widmer, K., Beloconi, A., Marnane, I., Vounatsou, P., (2022). *Review and Assessment of Available Information on Light Pollution in Europe*. (Eionet Report – ETC HE 2022/8), ISBN 978-82-93970-08-8, ETC HE c/o NILU, Kjeller, Norwegen.
- 7 *Sustainability potential of outdoor light technology: trade-off between social need and environmental impact, Spotlight*. <https://www.wsl.ch/de/projekte/spotlight/>



Bild 3 Streulicht von Aussen- und Innenbeleuchtungen



Bild 4 Störendes Licht, ausgehend von stark beleuchteten Flächen