

Lichtverschmutzung und die Folgen für Fische

Anika Brüning und Franz Hölker

1. Einleitung

Die Folgen der Lichtverschmutzung für Flora und Fauna sind nicht nur auf die Lebensräume Land und Luft beschränkt. Künstliches Licht in der Nacht kann auch starke Auswirkungen auf den Lebensraum Wasser haben (Moore et al. 2006, Perkin et al. 2011). Denn die Uferbereiche vieler Seen, Flüsse und Kanäle und natürlich auch die Küsten der Meere und Ozeane sind durch viele künstliche Lichtquellen (beispielsweise Ufer- und Hafenbeleuchtung, beleuchtete Brücken, urbaner Lichtdom) geprägt.

Ein anschauliches Beispiel ist das durch Lichteinwirkung veränderte Verhalten von Wasserflöhen (*Daphnia sp.*). Unter natürlichen Bedingungen halten sich Wasserflöhe tagsüber in tieferen Wasserschichten auf. In der Nacht wandern sie Richtung Wasseroberfläche, um Algen zu fressen. Durch künstliches Licht in der Nacht wird diese tagesperiodische Vertikalwanderung verändert – sowohl in ihrer Amplitude als auch in der Quantität der wandernden Individuen (Moore et al. 2000). Wenn die Wasserflöhe durch nächtliche Lichteinwirkung dann nicht mehr in dem Maße an die Wasseroberfläche wandern, werden weniger Algen gefressen. In der Folge könnte die Algenbiomasse des Gewässers ansteigen, was sich wiederum auf die Wasserqualität auswirkt. Außerdem kann das Verhalten von Fischen beeinflusst werden, denen Wasserflöhe als Nahrung dienen.

Weitere mögliche Auswirkungen nächtlicher Beleuchtung sind Stress sowie weitreichende Veränderungen in der Chronobiologie, der zeitlichen Organisation von Physiologie und Verhalten eines Lebewesens (Moore et al. 2006, Perkin et al. 2011).

2. Auswirkungen auf das Verhalten

Licht wirkt auf viele Fischarten sehr anziehend. Unter anderem werden viele Beutetiere (z.B. aquatische Insekten) von Licht angelockt. Dies macht sich beispielsweise die Fischerei zunutze. Beim so genannten Lichtfischen werden in der Nacht Scheinwerfer auf die Wasseroberfläche gerichtet, um Fische anzulocken und zu fangen.

Viele *Fischlarven und Jungfische* sind dagegen eher lichtscheu. Ähnlich den Wasserflöhen machen sie tagesperiodische Vertikal- und Horizontalwanderungen. In der Nacht schwimmen sie beispielsweise in die oberen Gewässerschichten, um im Schutz der Dunkelheit zu fressen. Sie folgen damit vor allem der Wanderung ihrer Beute, dem Zooplankton. Am Tage begeben sie sich in tiefere Wasserschichten, um sich vor tagaktiven Fraßfeinden zu verbergen. Eine künstliche Beleuchtung des Gewässers bei Nacht könnte diese Vertikalwanderung unterdrücken. Dadurch würden sie zur leichten Beute für Räuber werden, die sich nachts in Bodennähe aufhalten. Weiterhin könnte sich die Aktivitätsphase von tagaktiven Jägern wie zum Beispiel Hechten oder großen Barschen durch hellere Lichtverhältnisse in der Nacht ausdehnen. In der Nacht wandernde Fische wären dadurch auch einem stärkeren Räuberdruck ausgesetzt.

Auch die *Laichwanderung* von Fischen kann durch künstliches Licht in der Nacht gestört werden. Der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*) beispielsweise wandert in den Monaten September und Oktober zum Laichen aus dem Landesinneren über die Flüsse in sein Schlupfgewässer, die Sargassosee, zurück. Die Wanderung in den Flüssen erfolgt fast ausschließlich in der Nacht. Bereits geringe Beleuchtungsstärken künstlichen Lichts können diese Wanderungen stören oder sogar zu ihrer Unterbrechung führen (Navara und Nelson 2007). Straßenlaternen oder beleuchtete Brücken können dadurch für den Aal und auch für andere Wander-

fische wie beispielsweise Lachse eine Barriere darstellen. Dadurch kann die Wanderung zeit- und energieaufwendiger werden, wodurch die natürliche Fortpflanzung gefährdet wird.

3. Auswirkungen auf Physiologie, Wachstum und Reproduktion

Bei Veränderungen des natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus durch künstliches Licht werden besonders die physiologischen Prozesse beeinflusst, die hormonell gesteuert sind. Das sind vor allem Vorgänge, die auf jahresperiodischen Rhythmen, wie beispielsweise Fortpflanzung, und tagesperiodischen Rhythmen, wie beispielsweise Nahrungsaufnahme, beruhen. Der innere Rhythmus von Fischen wird vom lichtempfindlichen Teil des Gehirns, dem so genannten Pinealorgan und dessen lichtabhängiger Abgabe des Hormons Melatonin gesteuert. Melatonin wird fast ausschließlich in der Nacht produziert. Durch die Änderungen des Melatoninspiegels im Tagesverlauf werden die Körperfunktionen synchronisiert und ermöglichen so eine effektive Regeneration während der Ruhephase.

Bereits geringe Beleuchtungsstärken sind ausreichend, um die Melatoninsynthese partiell zu hemmen. Ein *veränderter Melatoninspiegel* kann auch die Sekretion anderer Hormone wie beispielsweise der Schilddrüsenhormone beeinflussen. Diese sind vor allem wichtig für die Kontrolle von Entwicklung, Wachstum und Stoffwechselprozessen. Eine Schlüsselrolle spielen Schilddrüsenhormone beispielsweise bei der Metamorphose von Plattfischen, bei der sich der Körper scheibenförmig abplattet, und die Augen auf die Körperoberseite wandern. Die Beeinflussung des Melatoninhaushaltes durch Lichtverschmutzung und die damit einhergehende Änderung der Schilddrüsenfunktion kann daher *verheerende Auswirkungen auf Wachstum und Entwicklung von Fischen* haben.

Die *sexuelle Reifung* von Fischen, also die Entwicklung der Geschlechtsorgane, wird ebenfalls vom Licht getriggert. Hier ist es jedoch vornehmlich die saisonale Änderung der Tageslichtdauer, die diese Vorgänge steuert. Eine Modifizierung durch künstliches Licht kann demnach auch auf die Reproduktionsphysiologie einwirken. So ist zum Beispiel die abnehmende Tageslichtlänge im Herbst der Impuls für die Einleitung der Fortpflanzung. Wird diese abnehmende Tageslichtlänge in dieser so genannten photosensiblen Phase durch kontinuierliches Licht ersetzt, fehlt dieser Impuls (Abbildung 1).

In der *Aquakultur*, beispielsweise von Regenbogenforellen, wird dieser Umstand genutzt, um durch gerichtete Änderung der Tageslichtlänge auch außerhalb der Laichsaison Fischeier produzieren und Fische vermehren zu können. Genauso wird in der Aquakultur durch kontinuierliches Licht der Rhythmus von Schlüsselhormonen unterdrückt. Ein deutlich abgeschwächter Melatoninrhythmus kann zum Beispiel die Produktion der Sexualhormone Testosteron und Östrogen verhindern und in der Folge die Reifung der Geschlechtsorgane. Die dadurch „eingesparte“ Energie kann von den Fischen somit anderweitig investiert werden. Daher wird kontinuierliches Licht besonders in der Wachstumsphase von Jungfischen genutzt, um Wachstum und Gewichtszunahme zu fördern.

Die künstlich verlängerten Photoperioden dehnen außerdem die Zeit der möglichen Nahrungsaufnahme aus und begünstigen somit die Gewichtszunahme zusätzlich. Viele Untersuchungen belegen, dass auch Fischlarven unter verlängerten Photoperioden schneller wachsen als unter natürlicher Photoperiode. Für die Aquakultur ist dies natürlich ein günstiger Umstand, da auf diese Weise schnell für den Verkauf geeignete Fische produziert werden können. Für das aquatische Ökosystem jedoch könnten die Folgen künstlichen Lichts in der Nacht weitreichend sein, wenn sich bestimmte Arten nicht mehr oder nur eingeschränkt vermehren.

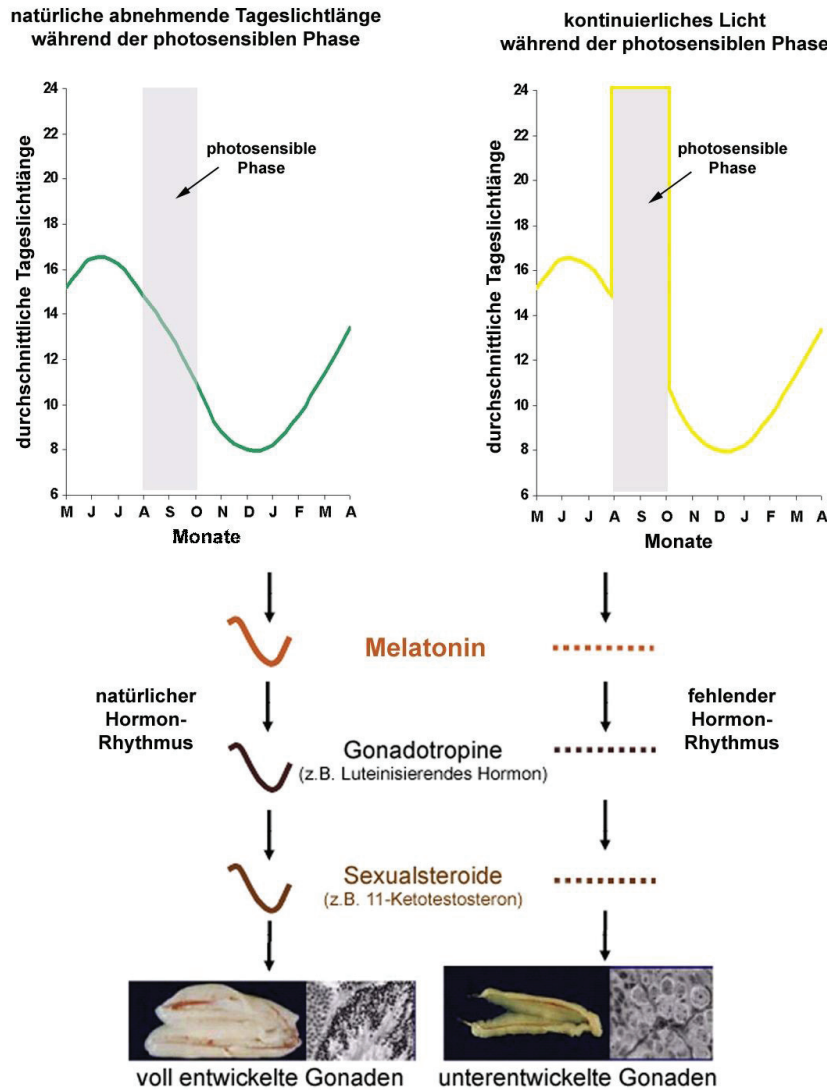


Abbildung 1: Mögliche Folgen kontinuierlicher Lichteinwirkung für die Entwicklung der Geschlechtsorgane von Fischen

Während bei der natürlich abnehmenden Tageslichtlänge im Herbst der Entwicklungsprozess der Geschlechtsorgane (Gonaden) normal verläuft, führt eine kontinuierliche Lichteinwirkung in dieser Zeit zu veränderten oder fehlenden Rhythmen.

Quelle: modifiziert nach Falcón et al. (2010)

Ebenso können bestimmte *Spektralbereiche des Lichts* bei Fischen – vor allem im Blaulichtbereich – gravierende Auswirkungen auf Fortpflanzung, Wachstum und den Umgang mit Stress haben (Boeuf und Le Bail 1999, Falcón et al. 2010). Noch sind die Informationen zum Einfluss der unterschiedlichen Spektralbereiche des Lichts auf die Chronobiologie der heimischen Fische spärlich.

Im Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Berlin wird derzeit eine Studie zu diesem Thema durchgeführt. Hier werden nicht nur verschiedene Lichtintensitäten in der Nacht, sondern die verschiedenen Farben des Lichts in ihrer Wirkung auf den Europäischen Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und die Plötze (*Rutilus rutilus*) untersucht (Abbildung 2).

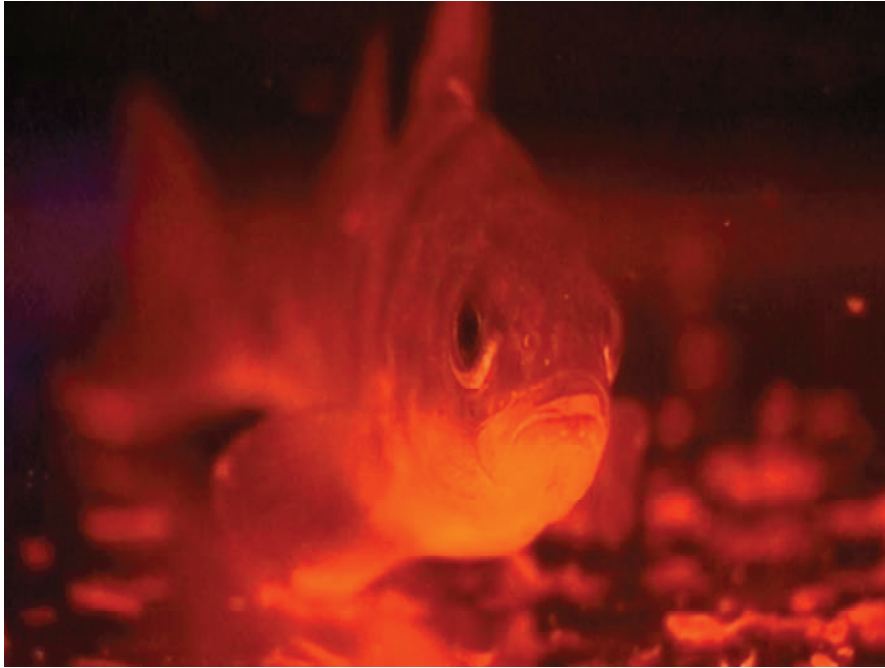


Abbildung 2: Untersuchung des Einflusses von Spektralfarben auf den Hormonhaushalt
Im Bild zu sehen ist der Europäische Flussbarsch im Versuchsaquarium mit rotem Licht.

Foto: Anika Brüning

4. Abschlussbetrachtung

Die meisten Fische reagieren auf Licht, orientieren sich am Licht oder mit Hilfe von Licht. Dementsprechend sind sie potenziell sensibel gegenüber Veränderungen des Lichtregimes, was langfristig sogar dazu führen könnte, dass aquatische Ökosysteme durch die Lichtverschmutzung aus dem Gleichgewicht gebracht werden: Denn selbst wenn nur einige Arten vom nächtlichen Licht in ihrer Fortpflanzung gestört werden, kann sich in der Folge das Artgefüge insgesamt erheblich verändern.

Jede Spezies – oft auch die unterschiedlichen innerartlichen Entwicklungsstadien – reagiert dabei unterschiedlich auf Licht. Dies liegt vermutlich einerseits an der jeweiligen Lebensweise, also ob die Fische nachtaktiv, dämmerungsaktiv oder tagaktiv sind. Andererseits spielen sicherlich auch die biologischen und physikalischen Besonderheiten des Lebensraums sowie die Charaktereigenschaften des Individuums eine Rolle.

Literatur

- Boeuf G, Le Bail P-Y (1999): Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture* 177: 129-152.
- Falcón J, Migaud H, Muñoz-Cueto JA, Carrillo M. (2010): Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *General and Comparative Endocrinology* 165: 469-482.
- Moore MV, Kohler SJ, Cheers MS (2006): Artificial light at night in freshwater habitats and its potential ecological effects. In: Rich C, Longcore T (eds.): *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press, Washington, Covelo, London: 365-384.
- Moore MV, Pierce SM, Walsh HM, Kvalvik SK, Lim JD (2000): Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. *Proceedings of the International Association of Theoretical and Applied Limnology* 27: 1-4.
- Navara KJ, Nelson RJ (2007): The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research* 43: 215-224.
- Perkin EK et al. (2011): The influence of artificial light on freshwater and riparian ecosystems: Questions, challenges, and perspectives. *Ecosphere* 2(11): 122. <http://dx.doi.org/10.1890/ES11-00241.1>