
Biolumineszenz

Die Lichter der Natur - Warum Glühwürmchen und Tiefseebewohner leuchten

Sahra Amschl

Ein Phänomen, welches die Dunkelheit erhellt

In den dunklen Tiefen der Ozeane, in dichten Wäldern und sogar bei Pilzen, die am Waldboden wachsen, gibt es sie: **Biolumineszenz**, das natürliche Leuchten von Lebewesen, welches Menschen seit Jahrhunderten fasziniert. Dieses Phänomen ermöglicht es unterschiedlichsten Organismen, ohne externe Lichtquelle, Licht zu erzeugen. Heute weiß man, dass dies durch chemische Reaktionen im Körper der Organismen möglich wird. Die Fähigkeit, Licht zu produzieren, hat sich im Laufe der Evolution entwickelt und zeigt sich heute in sehr vielfältigen Formen. Zum Beispiel dient sie der Kommunikation oder schützt vor Fressfeinden (Nijhuis, 2024).

Wie funktioniert Biolumineszenz?

Biolumineszenz, das Leuchten von Lebewesen, entsteht durch eine chemische Reaktion innerhalb der Organismen. Das Licht selbst wird in speziellen Zellen erzeugt, die als **Photocyten** bezeichnet werden. In diesen Zellen befindet sich ein Stoff namens **Luciferin**, der mit **Sauerstoff** reagiert. Durch diese Reaktion wird Licht erzeugt, wobei auch **Kohlenstoffdioxid** freigesetzt wird. Diese Reaktion ist so effizient, dass fast die gesamte Energie in Licht umgewandelt wird, es entsteht dabei also kaum Wärme, wie man es zum Beispiel von Lampen zu Hause kennt. Manchmal reagiert das Luciferin nicht nur mit *Sauerstoff*, sondern auch mit einem speziellen Enzym namens **Luciferase**. Dabei wird das Luciferin dann chemisch so verändert, dass Energie frei wird, und diese sorgt dann dafür, dass Teile des Lebewesens leuchten (Dettner, 2003, S.606 ff.).

Im Tierreich ist die Biolumineszenz vor allem im Meer verbreitet. Häufig leuchten die Meereslebewesen selbst, dies bezeichnet man dann als **primäre Biolumineszenz**. Manche der Tiere, wie bestimmte Fische und Tintenfische, leuchten nicht von selbst, sondern haben spezielle Bakterien in ihrem Körper, die leuchten. Diese Form der Biolumineszenz ist als **sekundäre Biolumineszenz** bekannt. Auch bei Insekten kann ein Leuchten durch Bakterien entstehen, zum Beispiel bei einer Schmetterlingsraupenart. Diese ist sogar in der Lage, andere Insekten mit den biolumineszenten Bakterien zu infizieren, wodurch diese selbst zu leuchten beginnen (Dettner, 2003, S.601).

Wozu leuchten Lebewesen?

Lebewesen leuchten aus unterschiedlichen biologischen Gründen, die je nach Art und Umfeld variieren und unterschiedliche Strategien verfolgen können. Bei Pilzen zum Beispiel könnte das Leuchten dazu dienen, pilzfressende Insekten anzulocken, welche dann in weiterer Folge **Sporen** verbreiten und so die Fortpflanzung des Pilzes fortführen. Zusätzlich besteht auch die Möglichkeit, dass Fressfeinde, welche Licht meiden, abgewehrt werden oder dass diese das Leuchten als eine Art Warnsignal für Giftigkeit interpretieren (Dettner, 2003, S.601).

Auch in der Dunkelheit der Tiefsee, wo kein natürliches Licht mehr vorkommt, nutzen Organismen die Vorteile der Biolumineszenz, um Licht zu erzeugen. Dieses „**kalte Licht**“ äußert sich meist in den Farben Grün bis Blau. Es wird auch als Strategie genutzt, um Nahrung zu finden oder Partner anzulocken. Es ist also auch eine wichtige Überlebensstrategie in der totalen Finsternis der Tiefsee (Müller & Hoffmann-Wieck, 2020, S. 42 f.).

Bekannte Beispiele aus der Natur

Dinoflagellaten

Dinoflagellaten sind mikroskopisch kleine Organismen, die in großer Anzahl im Meer vorkommen. Sie verursachen das Phänomen des Meeresleuchtens (*Abbildung 1*). Ihr Leuchten entsteht durch Lichtblitze, welche bei Bewegung des Wassers ausgelöst werden. Diese Lichtblitze dauern nur wenige Millisekunden. Auch hier wird das Leuchten durch das Enzym **Luciferase** verursacht, indem es zusammen mit dem Molekül **Luciferin** eine chemische Reaktion eingeht. Man hat auch herausgefunden, dass das Leuchtvermögen der Dinoflagellaten einem Tagesrhythmus nachgeht, der das Leuchten in der Nacht verstärkt (Hoffmann, 1981, S.100).



Abbildung 1: Meeresleuchten durch Biolumineszenz (Quelle: Bruce Anderson (University of Stellenbosch), 2007, lizenziert unter CC BY-SA 2.0 über Wikipedia Commons)

Glühwürmchen

Glühwürmchen leuchten aufgrund eines biochemischen Prozesses, der durch Nervensignale ausgelöst wird. Diese Signale bewirken, dass Sauerstoff in die Zellen gelangt. Sobald der Sauerstoff in die speziellen Leuchtzellen, die **Photocyten**, eintritt, wird eine chemische Reaktion in Gang gesetzt, wodurch Licht erzeugt wird. Glühwürmchen können diesen Prozess gezielt an- und ausschalten. So entsteht ihr typisches Blinken, welches der Mensch beobachten kann. (Abbildung 2) (Dettner, 2003, S. 607 f.).



Abbildung 2: Leuchtendes Glühwürmchen (Quelle: art farmer from evansville indiana, usa, 2006, lizenziert unter CC BY-SA 2.0 über Wikimedia Commons)

Leuchtfische

Ein weiteres Beispiel für Biolumineszenz sind Anglerfische. Diese Fische tragen eine Kolonie von Leuchtbakterien an ihrem ersten Flossenstrahl, der einer Angel ähnelt. Das Leuchten dieser „Angel“ sorgt dafür, dass kleinere Meeresbewohner angelockt werden, die der Anglerfisch als Beute frisst. Des Weiteren nutzen sie das Licht, um in der Dunkelheit der Tiefsee zu überleben und auch um sich vor Raubtieren zu schützen (Hoffmann, 1981, S.102 – 105).

Es gibt auch spezielle Fische aus der Familie der Anomalopidae, die ein Leuchtorgan unter dem Auge tragen. Darin befinden sich Bakterien, die Licht erzeugen. Zusätzlich haben sie eine Art Reflektor, welcher das Licht in verschiedene Richtungen lenken kann. Manche Fische der Familie sind ebenso in der Lage, das Licht durch Anspannen der Muskeln an- und auszuschalten. Somit können sie das Licht gezielt steuern. Die biologische Funktion besteht darin, die Umgebung zu erhellen, Partner zu finden, die Kommunikation zu unterstützen und Schutz vor Feinden zu bieten (Hoffmann, 1981, S.102 f.).

Leuchtende Pilze

Auch manche Pilze haben die Fähigkeit zu leuchten. Dieses Phänomen wird in völliger Dunkelheit sichtbar. Mittlerweile sind weltweit mehr als 70 solcher Pilzarten bekannt. Auch diese Pilze leuchten, weil Luciferin mit Sauerstoff reagiert. Es kommt zur **Oxidation**, wobei Licht freigesetzt wird. Das Licht hat eine eher grünliche Farbe und kann in verschiedenen Teilen des Pilzes auftreten, wie z.B im **Mycel**, im **Fruchtkörper** oder auch in den **Sporen** (Abbildung 3). Warum die Pilze leuchten, ist noch nicht ganz geklärt, man geht aber davon aus, dass die Biolumineszenz dazu dient, Insekten anzulocken, die die Sporen der Pilze verbreiten oder zur Bekämpfung von schädlichen Stoffen im Pilz. Es gibt auch eine besondere Art, namens Hallimasch, diese bringt mit ihren leuchtenden **Hyphen** sogar Holz zum Strahlen (Zobodat, 2017).



Abbildung 3: Biolumineszenz an Pilzen
(Quelle: The Brook, 2024, lizenziert unter CC BY-SA 4.0 über Wikipedia Commons)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Biolumineszenz ein spannendes biologisches Phänomen ist, bei dem selbst kleinste Organismen durch chemische Reaktionen Licht erzeugen können. Diese Fähigkeit haben die unterschiedlichsten Organismen, wie Käfer, Tiefseefische oder auch Pilze im Laufe der Evolution entwickelt, um unterschiedliche Zwecke zu erfüllen - etwa zur Kommunikation, Tarnung oder zum Anlocken von Beute. Biolumineszenz ist ein Beweis dafür, wie anpassungsfähig und kreativ die Natur in verschiedenen Bereichen ist und bietet spannende Einblicke in die Vielfalt des Lebens.

Glossar

Tabelle 1: Glossar für besondere Begriffe

Photocyten	Leuchtzellen
Luciferin	Leuchtstoff vieler Tiere und Pflanzen
Luciferase	Enzym, welches in Leuchtorganen von Organismen vorkommt.
Sporen	Meist dickwandige, der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dienende Zelle
Oxidation	Reaktion, Verbindung eines chemischen Elements oder einer chemischen Verbindung mit Sauerstoff
Mycel	Gesamtheit der Pilzfäden eines Pilzes (Duden)
Fruchtkörper	Sowohl unterirdisch als auch oberirdisch wachsender Teil des Pilzes
Hyphen	Fädige Vegetationsorgane (Zellfäden). Die Gesamtheit der Hyphen bilden ein Mycel.

Definitionen wurden teilweise aus dem „Duden“ bzw. „Spektrum Biologie“ übernommen.

Literaturverzeichnis

Dettner, K. (2003). *Biolumineszenz*. Dettner K. & Peters W., *Lehrbuch der Entomologie* (2. Auflage, S. 601-611). Elsevier Spektrum Verlag. https://www.researchgate.net/publication/305810727_Biolumineszenz, zuletzt geprüft am 31.12.2024.

Hoffmann, K., H., (1981). Leuchtende Tiere: Chemie und biologische Bedeutung. *Biologie in unserer Zeit* 11(4), 97-106. Verlag Chemie GmbH. https://www.academia.edu/10015369/Leuchtende_Tiere_Chemie_und_biologische_Bedeutung. Zuletzt geprüft am 03.01.2025.

Müller, T., & Hoffmann-Wieck, G. (2020). *Tiefsee – Vielfalt in der Dunkelheit*. Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. https://www.senckenberg.de/wp-content/uploads/2020/04/SB_83_Tiefsee_Leseprobe.pdf. Zuletzt geprüft am 01.01.2025.

Nijhuis, M. (2024). *Biolumineszenz: Das Geheimnis des Meeresleuchtens*. Spektrum der Wissenschaft. <https://www.spektrum.de/news/biolumineszenz-das-geheimnis-des-meeresleuchtens/2130414>, zuletzt geprüft am 19.12.2024

OpenAI. (2025). ChatGPT (Januar 2025 Version) [*Generiertes KI-Modell zur Unterstützung bei der Recherche und Erstellung des Literaturverzeichnisses*]. OpenAI. <https://chat.openai.com>

Zobodat. (2017). Biolumineszenz – Das nächtliche Leuchten der Pilze. *Natur und Land*, 103(2), 26-27. https://www.zobodat.at/pdf/nat-land_2017_2_0026-0027.pdf, zuletzt geprüft am 03.01.2025.

Abbildungsverzeichnis

Anderson, B. (2007). *Blue Tide- Noctiluca* [Abbildung]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_Tide- Noctiluca.jpeg, zuletzt geprüft am 03.01.2025.

Art farmer from evansville indiana. (2006). *Photinus pyralis Firefly glowing* [Abbildung]. Wikipedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photinus_pyralis_Firefly_glowing.jpg, zuletzt geprüft am 03.01.2025

The Brook. (2024). *Bioluminescence of Omphalotus olearius from Lausanne, Switzerland* [Abbildung]. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioluminescence_of_Omphalotus_olearius_from_Lausanne ,_Switzerland.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bioluminescence_of_Omphalotus_olearius_from_Lausanne,_Switzerland.png), zuletzt geprüft am 03.01.2025