

# MELATONIN UND MEERESLEUCHTEN

Melatonin ist ein Hormon, das zur Zeit in aller Munde ist. Aber seine Funktion erstreckt sich nicht nur auf viele Bereiche des menschlichen Lebens. Auch bei den ganz Kleinen hat es seine Bedeutung: als Vermittler der Dunkelheit bei den einzelligen Dinoflagellaten wurde es durch eine Göttinger Forschergruppe bekannt. Und wenn es dunkel wird, werden diese Einzeller erst richtig lebendig ...

Kennen Sie *Gonyaulax polyedra*? Nein? Aber Jim Knopf ist Ihnen vermutlich geläufig. Im zweiten Band der Abenteuer des populären Nachwuchs-Lokomotivführers konnte man erfahren, was es mit dem Meeresleuchten auf sich hat. Es entsteht im Magnetberg. Jim und sein Freund Lukas schaffen es, einen Defekt in den Tiefen des Magnetberges zu beheben und damit die Beleuchtung für alle Bewohner der Tiefsee wiederherzustellen. Fortan steht den Festivitäten der Meerjungfrauen und anderen Meeresgeschöpfen nichts mehr im Wege.

Meerjungfrauen sind nach gesicherten biologischen Kenntnissen außerhalb von Romanen und Trickfilmen sehr selten. Anders verhält es sich mit dem Meeresleuchten – das existiert tatsächlich. Jeder Mensch kann es an der Nordsee, dem Mittelmeer oder fast jedem Meer der Welt beobachten. Nur die offizielle wissenschaftliche Erklärung stimmt nicht ganz mit Michael Endes Variante überein – obwohl sie nicht weniger erstaunlich ist. Verursacher des bläulichweißen Lichtes auf den Wellenkämmen sind winzige Lebewesen, Einzeller, die eine Größe von nicht mehr als einigen Mikrometern erreichen.

Dinoflagellaten lautet der wohlklingende Name dieser Familie, von der man nicht einmal genau sagen kann, ob sie nun dem Reich der Tiere oder der Pflanzen zuzuordnen ist. Etwa die Hälfte der Dinoflagellaten-Arten besitzt Chloroplasten, betreibt ihren Stoffwechsel also nach Art der Pflanzen durch Photosynthese. Diese Dinoflagellaten zählen zu den Algen. Die andere Hälfte ernährt sich auf tierische Weise von organischen Substanzen.

Viele Arten aus den Reihen der Dinoflagellaten-Familie besitzen die Gabe der Biolumineszenz. Werden die Organismen zu bestimmten Zeiten in Bewegung versetzt, beginnen sie zu leuchten. Biochemisch läßt sich dieser Vorgang mit der Abgabe von Protonen aus der Vakuole ins Cytoplasma erklären. Dort wird ein Enzymsystem in Gang gesetzt, daß letztendlich den Leuchtvorgang verursacht.



Foto: L. Zoologie

*Gonyaulax Polyedra* schält sich aus seiner Theka

In der Abteilung Zoophysiologie der Zoologie Göttingen leben die Organismen etwas beengter als in freier Wildbahn. In durchsichtigen Plastikbehältern sorgfältig in Regalen aufgereiht, stehen die Kulturen in ihren Nährlösungen in einem verdunkelten Raum.

Schwenkt man die Behälter sachte hin und her, entsteht auch hier ein phosphorisierendes Licht. Der Grund, warum die Flagellaten hier gehalten werden, ist allerdings nur indirekt mit ihrer Leuchtaktivität gekoppelt: Die Zoologin Dr. habil. Ivonne Balzer erforscht mit ihrer Arbeitsgruppe an diesen Organismen, auf welche Weise zeitabhängige Prozesse bei Einzellern gesteuert werden. Und das diese Kleinstlebewesen über eine innere Uhr verfügen, steht außer Frage.

Einige Arten sind in ihrem Verhalten pünktlicher als mancher menschliche Zeitgenosse. *Ceratium*-Arten beginnen mit der Kernteilung meist um Mitternacht. Die Zellteilung beginnt um 2 Uhr früh. Viele Arten, die zum Leuchten befähigt sind, besitzen diese Fähigkeit re-

gelmäßig nur nachts. *Gonyaulax polyedra*, das Untersuchungsobjekt von Ivonne Balzer, macht sich zuverlässig jeden Herbst bereit für den Winterschlaf. Der Einzeller beginnt intensiv zu leuchten, mit einer gegenüber der normalen Aktivität zehnfach erhöhten Strahlungsintensität.

Dieses Strahlen dient vermutlich dazu, überschüssige Energie abzubauen und den intrazellulären pH-Wert abzusenken, erklärt die gebürtige Kolumbianerin. Viele Tiere bereiten sich mit einer pH-Wert-Erniedrigung auf die Winterruhe vor. Dann löst sich *Gonyaulax* aus der Theka, die den Organismus plattenförmig umfaßt, und umgibt sich stattdessen mit einer schützenden Zystenhülle. Anschließend sinkt die Zelle auf den Meeresboden, um dort im Sediment zu überwintern.

Woran erkennt der Einzeller, daß es Zeit zur Winterruhe ist? Im Versuch wurden die Lebensbedingungen künstlich nachgestellt. Verringert man die Lichtdauer bei einer Temperatur von 15°C auf einen

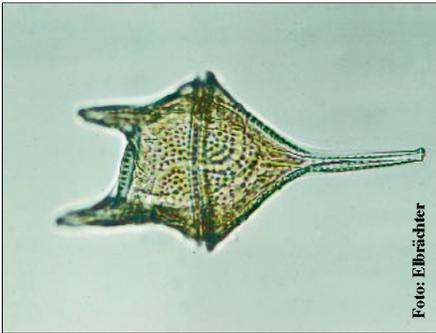


Foto: E.Bräucher

**Ceratium Pentasomen besitzt einen streng geregelten Tagesablauf**

kritischen Wert von 10 Stunden, beginnt Gonyaulax mit der Verkapselung. Bei Beleuchtungslängen von mehr als täglich 10 Stunden passiert nichts dergleichen. Die Zellen bekleiden sich weiter mit ihrem Panzer und zeigen kein Interesse daran, in das Ruhestadium zu wechseln. Der Flagellat orientiert sich also offensichtlich an der Tageslänge.

Damit beantwortet sich die Frage, woran die Zelle die Zeit zur Winterruhe erkennt, aber nur an der Oberfläche. Höhere Tiere können Tageslängen problemlos über ihre Lichtsinnesorgane – die Augen – wahrnehmen. Der in den Augen lokalisierte Sehfärbstoff Rhodopsin wird bei Lichteinstrahlung gespalten und führt letztendlich dazu, das über das Nervensystem ein Signal weitergeleitet wird. Im Zentralnervensystem – bei höheren Tieren das Gehirn – können die Informationen über das Licht dann entschlüsselt und verwertet werden.

Dinoflagellaten besitzen keine Nerven. Dinoflagellaten besitzen im Regelfall auch keine Augen. Die Ausnahmen von dieser Regel heißen Warnowiaceen. Wie es bei den ungewöhnlichen Dinoflagellaten fast nicht anders zu erwarten ist, begnügte sich diese Gruppe nicht mit der Entwicklung eines einfachen Pigmentfleckes, wie er von vielen anderen Einzellern bekannt ist.

Die Warnowiaceen besitzen ein Linsenauge mit erwiesenermaßen getrennten Rezeptoren für Rot- und Blaulicht. Darüberhinaus können sie mit diesem sogenannten „Ocelloid“ auch noch fokussieren. Gonyaulax und die meisten seiner Verwandten besitzen diese segensreiche Erfindung nicht. Dennoch sind sie offensichtlich in der Lage, Tageslängen bis auf eine halbe Stunde genau zu registrieren.

1991 entdeckte die Göttinger Arbeitsgruppe von Prof. Rüdiger Hardeland, zu der Ivonne Balzer damals gehörte, welche Substanz in diesem Prozeß die vermutlich entscheidende Rolle spielt: Melatonin, bisher als Vermittler innerer Rhythmen von Tieren an anderen Ende der Entwicklungsskala – den Säugern – bekannt. Der Gehalt dieser lichtempfindlichen Substanz schwankt mit dem Tagesablauf, entdeckte die Forscherin. Nachts

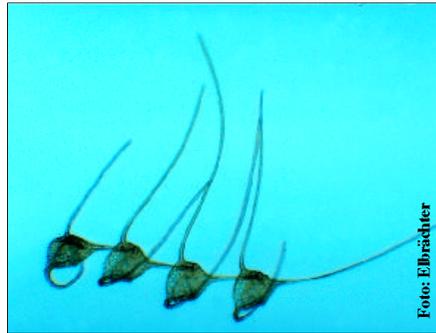


Foto: E.Bräucher

**Ceratium Hexocanthum bildet lange Ketten**

sind die Melatoninwerte in der Zelle am höchsten. Und: gibt man den Zellen eine Stunde vor der Verdunkelung eine hohe Dosis Melatonin, beginnen mit dem Eintritt ins Schlafstadium, auch wenn die Beleuchtungslänge erheblich mehr als 10 Stunden betrug.

Die Tatsache, daß Einzeller Melatonin enthalten, war in der Wissenschaft bis dato unbekannt. Das die Göttinger Arbeitsgruppe Melatonin nun ausgerechnet in einer Organismengruppe nachweisen konnte, die Arten enthält, die zu den Algen gezählt werden, war revolutionär. Algen sind die niedrigste Organisationsstufe des Pflanzenreiches. Pflanzen besitzen ebenfalls tagesperiodisches, also zeitorientiertes Verhalten.

Wie diese Steuerungsmechanismen im Pflanzenbereich funktionieren, konnte zuvor niemand bestimmen. Viele Forscher suchten vergeblich nach der Vermittlersubstanz des Lichtes, die man unbekannterweise „Florigen“ nannte. Als nun bekannt wurde, daß bestimmte Algenarten ihre Tagesperiodik über Melatonin steuern, suchte man in höheren Pflanzen konkret nach dieser Substanz – und wurde fündig.

Seit 1995 gehen die Erfolgsmeldungen durch die Welt. Rosaceen, Liliaceen, Brassicaceen; in diesen und vielen anderen Pflanzenfamilien wurde seither Melatonin entdeckt. Melatonin ist eine extrem lichtempfindliche Substanz, die im Dunkeln isoliert werden muß. So läßt sich erklären, warum sie bislang in den

Laboren der Welt buchstäblich vor den Augen der Forscher zerfallen war.

Dieses Beispiel zeigt, daß die Forschung an Kleinstorganismen eine wertvolle Schlüsselstellung im physiologischen Forschungsbereich einnehmen kann. Einzeller weisen Parallelen in erstaunlichem Maße zu den Organismen der anderen Entwicklungsstufen auf. Nicht nur Melatonin, auch andere Substanzen, die selbst bei Säugern noch eine Rolle spielen, sind bei ihnen vorhanden. Adrenalin, Insulin, Rhodopsin, auch Serotoninrezeptoren wurden bei bestimmten Arten entdeckt.

Natürlich bleiben noch viele Fragen unbeantwortet. So zum Beispiel auch die interessante Frage, was die Flagellaten nun mit ihrer Leuchtaktivität bezwecken. Eine interessante Theorie besagt, das die Flagellaten damit in der Lage sind, ihren Erz- und Freßfeinden, den Copepoden (einer kleinen Krebsart) entgegenzuwirken. In Gegenden, in denen Dinoflagellaten die Copepoden anleuchten, werden diese von ihren eigenen Freßfeinden signifikant häufiger gesehen und gefressen.

Wer weiß, vielleicht hat aber doch Michael Ende recht, und die Dinoflagellaten sorgen mit ihrer Biolumineszenz für die Festbeleuchtung des Meeres.

Silke Beckedorf



Foto: Beckedorf

Dr. Ivonne Balzer



Sicherheits-Kompakt-Rente  
 Immobilien · Immobilienfonds  
 Schiffsbeteiligungen · Krankenversicherungen

Nußanger 46 · 37079 Göttingen  
 Telefon 05 51 / 63 34 65 · Telefax 05 51 / 63 32 65