

UNTERRICHTS MATERIALIEN

Biologie Sek II



Die biologische Uhr – Nobelpreis für Chronobiologen
Einflüsse der inneren Uhr auf unser Verhalten

Die biologische Uhr – Nobelpreis für Chronobiologen

Methodisch-didaktische Hinweise

Die Existenz von Lebewesen vollzieht sich in einer ständigen Auseinandersetzung mit den Bedingungen ihrer Umgebung. Besteht eine bestimmte Beziehung über lange Zeiträume hinweg, wird sie als Angepasstheit sichtbar. Es kann daher nicht verwundern, wenn praktisch alle Organismen auch an eine seit Entstehung des Lebens konstante Bedingung angepasst sind, an den durch die Erdrotation erzeugten Wechsel von Tag und Nacht. Dabei vollziehen sie den Hell-Dunkel-Wechsel nicht nur passiv nach, sondern besitzen eine eigene, genetisch fixierte circadiane Rhythmik. Diese „innere Uhr“ ermöglicht es ihnen, sich durch ein periodisches Auf und Ab physiologischer Prozesse und Verhaltensweisen des Verhaltens aktiv und im Vorhinein auf die Anforderungen der Umwelt einzustellen. Ein Resultat hiervon ist, dass wir von Natur aus bei Tag aktiv sind und in der Nacht schlafen. Andere Arten haben gerade als nachtaktive Jäger eine besondere ökologische Nische. Kenntnisse der circadianen Biologie ermöglichen aber nicht nur ein besseres Verständnis der Lebensrhythmen, sie eröffnen auch neue Möglichkeiten der Chronomedizin.

Lange Zeit wurde nach den Grundlagen der inneren Periodik und ihrer Verknüpfung mit äußeren Zeitgebern gesucht. Die Arbeit von Jeffrey C. HALL, Michael ROSBASH und Michael W. YOUNG, die entscheidend zum Verständnis der inneren Uhr beigetragen hat und in den 1980er-Jahren einen neuen Aufbruch der Chronobiologie auslöste, wurde 2017 mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin gewürdigt. Diese Auszeichnung im Speziellen und die Chronobiologie im Allgemeinen bieten interessante Kontexte und Anknüpfungspunkte für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. Die nachfolgenden Materialien sollen hierzu einige Anregungen geben.

Das Material führt zunächst in die Thematik ein und verdeutlicht, dass es sich um eine Systemeigenschaft der Zelle handelt. Mithilfe von Informationen aus dem

Fachtext und der Tabelle analysieren Schülerinnen und Schüler eine grafische Darstellung und gewinnen damit einen Einblick in das Grundprinzip des periodischen Auf- und Abbaus von Proteinen. In einer zweiten Aufgabe wird der chronobiologische Kontext genutzt, um Fachkenntnisse zur Proteinbiosynthese anzuwenden. Dabei werden auch die Arbeiten der drei Nobelpreisträger kurz thematisiert.

Im **M2** geht es um die biologische Bedeutung der inneren Uhr. Den Ausgangspunkt bilden Überlegungen zu interspezifischen Wechselwirkungen. Je nach Lerngruppe und -situation kann dieser allgemeine Ansatz auch auf andere ökologische Konzepte wie Nahrungsbeziehungen, Stoffkreislauf, Energiefluss usw. ausgedehnt werden. Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht schließlich die aufeinander bezogene circadiane Rhythmik der beiden Partner in einem Parasit-Wirt-System. Die Analyse und Interpretation der grafischen Darstellungen bietet dabei Gelegenheit, Kompetenzen im Umgang mit derartigen Materialien weiterzuentwickeln. Die Bearbeitung schließt mit einer ultimativen Analyse circadian gesteuerter pflanzlicher Abwehrmechanismen gegenüber biotischen Stressoren.

Mit dem **M3** wird die circadiane Rhythmik beim Menschen thematisiert. Dabei stehen die Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung und Reflexion im Mittelpunkt. Die Lernenden werden zunächst einige Ergebnisse der Münchner Fragebogenstudie aus und durchdenken dabei an ausgewählten Aspekten den Zusammenhang zwischen Fragestellung, Anlage der Studie und Auswertungsmöglichkeiten. Durch die Bewertung verschiedener Alltagsphänomene werden Schülerinnen und Schüler auf das Spannungsfeld zwischen biologischen Grundlagen und kulturellen Einflussfaktoren unseres Tagesablaufs aufmerksam gemacht. Damit kann eine Sensibilisierung gegenüber einem seltener erwähnten, aber dennoch wesentlichen Aspekt gesunder Lebensweise erreicht werden. Eine letzte Aufgabe richtet den Blick auf mögliche medizinische Anwendungen chronobiologischer Erkenntnisse und schließt damit quasi den Bogen zur Entscheidung des Nobelkomitees.

M 1 Die innere Uhr

Nicht nur der Schlaf- und Wachzustand von Tieren und Menschen, auch viele physiologische Vorgänge und Zustände zeigen bei den meisten Organismen typische tagesperiodische Schwankungen ihrer Intensität. Man spricht von einer circadianen Rhythmik, ein Begriff, der aus den lateinischen Bezeichnungen „circa“ (= ungefähr) und „dies“ (= Tag) gebildet wurde. Derartige Phänomene wurden bereits in der Antike beschrieben und beschäftigten immer wieder Naturforscher. So war im 18. Jh. dem französischen Geophysiker Jean Jacques d'ORTOUS de MARIAN aufgefallen, dass Mimosen bei Tag ihre Blätter ausbreiten, bei Nacht aber zusammenfallen. Um dieses Phänomen zu untersuchen, stellte er 1729 Mimosenpflanzen in einen Schrank und beobachtete, dass sie diesen Rhythmus auch im Dauerdunkel beibehielten.

Eine tragfähige Erklärung derartiger Tagesrhythmen fand sich erst mehr als zweihundert Jahre später. Im 20. Jh. entwickelten Biologen die Modellvorstellung einer unabhängig von äußeren Reizen arbeitenden „inneren Uhr“ und begannen mit deren Erforschung. Wichtigster Modellorganismus der so entstehenden Chronobiologie war einmal mehr *Drosophila melanogaster*. Die Taufliegen zeigen normalerweise eine ausgeprägte circadiane Rhythmik beim Schlüpfen aus der Puppenhülle in zwei Phasen von Aktivität und Ruhe oder in der Sensibilität ihrer Antennen. Durch Mutation wurden Stämme mit abweichenden Perioden erzeugt, die dann genetisch untersucht werden konnten.

Heute weiß man, dass der interne Tagesrhythmus durch den Auf- und Abbau von bestimmten Proteinen mit einer Periode von etwa 24 Stunden erzeugt wird. Diese rhythmische Schwankung (Oszillation) findet in den Zellen einerseits autonom, von anderen Vorgängen statt. Andererseits wird die „innere Uhr“ aber durch Reize von außen „gestellt“ und beeinflusst ihrerseits eine Vielzahl von Prozessen auf zellulärer und Organismusebene. Für die Aufklärung dieses molekularen Mechanismus der circadianen Rhythmik wurden die Wissenschaftler Jeffrey C. HALL, Michael ROSBASH und Michael W. YANAGIDA 2017 mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin ausgezeichnet.

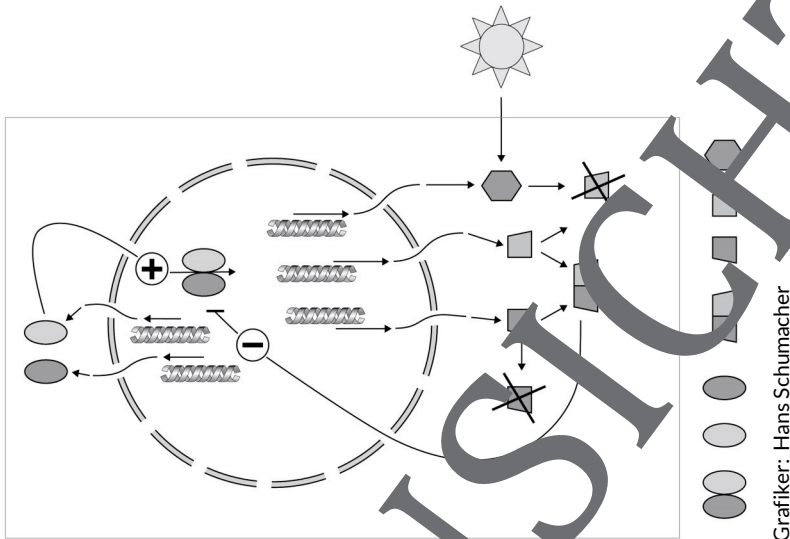


Abb. 1: Molekularer Mechanismus der inneren Uhr in einem Schrittmachenneuron des Insektengehirns (nach HELDMAIER/NEUWEILER 2004)

Aufgaben

- I Mitte der 1980er-Jahre gelang HALL, ROSBASH und YOUNG die Isolierung und Klonierung des ersten Uhren-Gens. In der Folgezeit wurden verschiedene Erklärungen zu dessen Wirkmechanismus vorgeschlagen und wieder verworfen, bis es schließlich wiederum den späteren Nobelpreisträgern gelang, ein tragfähiges Modell zu entwickeln.
- I.1 Benennen Sie mindestens drei der Angaben in Tabelle 1 die in Abbildung 1 gekennzeichneten Strukturen. Erläutern Sie ihr Zusammenwirken bei der Erzeugung eines 24-h-Rhythmus.
- I.2 Begründen Sie die Bezeichnung „Transcription-Translation-Feedback-Loop“ (TTFL) für diesen Mechanismus.
- II Leiten Sie eine Möglichkeit der Synchronisation von innerer Uhr und äußeren Bedingungen ab.

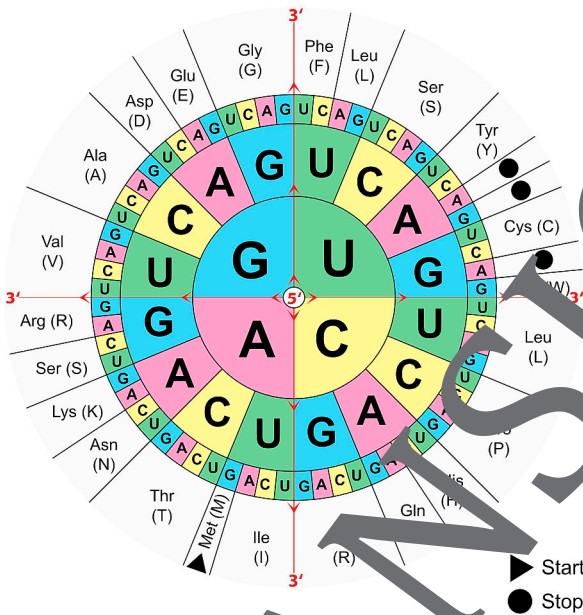


Abb. 2: Code-Sonne (Wikimedia Commons, gemeinfrei gestellt)

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

