

Über die Autoren



Gregor Eichele studierte an der Universität Basel (Schweiz) Chemie und promovierte 1980. Bei einem Forschungsaufenthalt in San Francisco (USA) erlag er der Faszination der Embryonalentwicklung. Diesem Thema blieb er lange eng verbunden als Professor an Harvard und dann am texanischen Baylor College of Medicine in Houston. Ein glücklicher Zufall, die Entdeckung des Uhren-Gens *period*, zog Eichele in den Bann der circadianen Rhythmen, also dem Inhalt der „Suche nach der biologischen Zeit“. Nach beinahe 20 Jahren in den USA, wurde Eichele 2000 als Direktor in die Max-Planck-Gesellschaft berufen. Am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen arbeitet er seit 2006. Als Jugend-forscht-Preisträger gab Eichele während seines Studiums Vorträge zu biologischen Fragen beim Schweizer Radio. Heute engagiert er sich beim Göttinger Literaturherbst und spricht zu allgemein interessiertem Publikum und mit Journalisten über innere Uhren. Dabei diskutiert er auch die Vor- und Nachteile der saisonalen Zeitumstellung. Bei ARD-alpha erklärt er, welche Ströme und Stürme im Gehirn wüten. 2018 hielt er die Robert Mayer Lecture am Science Center der experimenta in Heilbronn.



Henrik Oster, geb. am 23.4.1973 in Trier, ist Direktor des Instituts für Neurobiologie an der Universität zu Lübeck. Er studierte Biochemie an der Leibniz-Universität Hannover und promovierte zum Thema „Innere Uhren“ bei Urs Albrecht an der Universität Fribourg, Schweiz. Nach Forschungsaufenthalten in Hannover und Oxford ging er als Emmy-Noether-Nachwuchsgruppenleiter ans Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen. 2011 erhielt er eine Lichtenberg-Professur der Volkswagenstiftung und wurde 2018 der erste Lichtenberg Endowed Chair Deutschlands. In seiner Forschung interessiert er sich insbesondere für die Rolle der circadianen Uhr in der Regulation von Energiestoffwechsel und Stressreaktion mit einem Fokus auf hormonelle Signalwege – in der Maus und beim Menschen.



1

Die Grundbegriffe der Zeitforschung in der Biologie

1.1 Mit Dr. Google gegen den Jetlag

Wenn man den Begriff „Jetlag“ googelt, dann erscheinen derzeit fast 20 Mio. Treffer! Darunter sind vor allem allerlei Tipps, wie man am besten dagegen ankämpft. Und es gibt auch viele Anekdoten zum Thema. Da schreibt z. B. jemand, dass er von Los Angeles aus nach Paris geflogen sei, um an einem wichtigen Arbeitstreffen teilzunehmen. Am Tag der Ankunft schaut sich der Mann die Stadt an, und im Hotelzimmer arbeitet er ein wenig. Er legt sich zeitig zu Bett, damit er ausgeruht am Geschäftstreffen um 9 Uhr früh teilnehmen konnte. Es klopft an der Tür, und das Zimmerpersonal teilt dem Gast mit, dass er das Auschecken verpasst habe; es sei ja schon 12:30 Uhr. Was für ein Schock! Wecker überhört, Aufwachenruf verpasst – und den Geschäftstermin verschlafen! Die ganze Reise war für die Katz.

Und noch eine Geschichte: Eine Dame macht aus Vergnügen zwischen dem 25. und 31. Dezember eine Rundreise von Buenos Aires über London, Tokyo und Chicago zurück nach Buenos Aires. Sie brüstet sich damit, dass sie während der Flüge Champagner getrunken und gut gegessen und höchstens einige kurze Nickerchen gehalten habe. Trotzdem sei sie bei der Ankunft in Buenos Aires topfit gewesen und habe die Neujahrsnacht durchgeführt.

Zwei Reisende, ganz unterschiedliche Erfahrungen! An der Flugdauer kann es nicht gelegen haben, denn Passagierin 2 ist insgesamt viel länger geflogen als Passagier 1. Beide sind wieder an ihren Ausgangspunkt zurückgekehrt – also gibt es auch da kein Unterschied. Vielleicht liegt es an der

Natur des Anlasses: dröger Termin in Paris versus fröhliches Feiern in Südamerika. Da steckt ein wenig Wahrheit dahinter, aber der entscheidende Unterschied zwischen den beiden Reisen liegt anderswo. Der erste Reisende sollte an einem Treffen um 9 Uhr früh teilnehmen. „Innerlich“ ist der Mann aber noch in Los Angeles, und dort ist es gerade einmal Mitternacht, also eine Zeit, zu der er normalerweise schläft. Bei der Weltumfliegerin aus Buenos Aires ist das anders. Sie tritt ihre Herausforderung, das Durchfeiern der Neujahrsnacht, in Buenos Aires, am Abflugort, an. Der ist aber zugleich auch das Ziel. Daher befindet sie sich „innerlich“ an Silvester weitgehend genau dort, wo sie abgereist war.

Die Vorstellung „innerlich“ in Los Angeles oder Buenos Aires verortet zu sein, ist allerdings wissenschaftlich unpräzise. Wir wollen damit ausdrücken, dass Körper und Geist sich auf die Lokalzeit einstellen, in der wir leben. Jemand aus Los Angeles hat eine andere Lokalzeit als ein Berliner. Wenn man entlang Breitengraden reist, dann nimmt man seine „innere“ Lokalzeit mit, und es dauert eben eine Weile, bis Körper und Geist die Lokalzeit am Zielort übernommen haben. Das Reprogrammieren während dieser Übergangsphase nennt sich dann Jetlag. Die Betrachtungsweise, dass man seine Lokalzeit in sich trägt, ist durch umfassende wissenschaftliche Literatur belegt. Die Forscher, die die dafür verantwortlichen biologischen Rhythmen untersuchen, heißen *Chronobiologen*. Ihr Metier ist die wissenschaftliche Beschreibung unterschiedlicher Rhythmen und das Entschlüsseln der zugrundeliegenden genetischen und molekularen Mechanismen.

Nehmen wir einmal die Zeit des Einschlafens und Aufwachens. Bei vielen Menschen sind beide ziemlich fix. Wer nicht unter Schlafstörungen leidet, erwacht jeden Tag ziemlich genau zur gleichen Zeit. Das trifft z. B. auch für unsere Haustiere zu.

Dieser Gleichtakt lässt sich auch bei vielen Substanzen im Urin und im Blut beobachten. Schauen wir uns in Abb. 1.1 die tageszeitlichen Schwankungen von Urinmetaboliten und der Rektaltemperatur an. Wie der Physiologe Jürgen Aschoff und seine Mitarbeiter herausfanden, sind diese Schwankungen sehr regelmäßig – und zwar über Tage und Wochen hinweg. Ein anders Beispiel für diese Regelmäßigkeit zeigt Abb. 1.2. Die Franzosen Selmaoui und Touitou (2003) bestimmten hier die tageszeitliche Änderung der Konzentration von zwei Hormonen im menschlichen Serum, Cortisol und Melatonin.

Die Konzentration von Melatonin, einem Schlafhormon, ist erwartungsgemäß hoch in der späten Nacht und die des Cortisols ist gegenläufig mit höheren Werten am Tag, weil es Stoffwechselfvorgänge aktiviert. So zeigen Dutzende von Substanzen und physiologischen Vorgängen wie

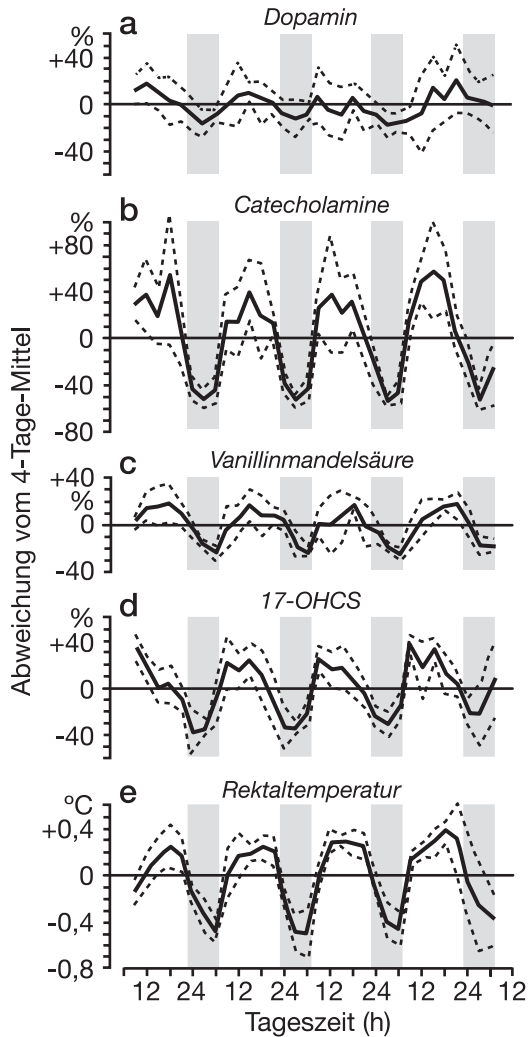


Abb. 1.1 Rhythmik der Ausscheidung verschiedener Substanzen im Urin. Schwarze Linie: Messwerte gemittelt über sechs Versuchspersonen; die Standardabweichungen zwischen den Werten der einzelnen Probanden sind punktiert gezeichnet. Die Werte wurden über vier Tage alle drei Stunden erfasst. **a–d** Profile von Dopamin, Catecholaminen, deren Abbauprodukt Vanillinmandelsäure und von 17-Hydroxycorticosteroiden (17-OHCS). **e** Die tageszeitliche Schwankung der Rektaltemperatur. Der Wechsel zwischen Tag (16 h, weiß) und Nacht (8 h, grau) ist angezeigt. (Aus Wisser et al. 1973, S. 244; mit freundlicher Genehmigung von © Springer Nature 1973. All Rights Reserved)