

*Neues aus der Welt der Wissenschaft*[[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Technologie](#) . [Wissen und Bildung](#) . [Gesellschaft](#)]

Biorhythmus: Die "Uhr in der inneren Uhr"

Rund 24 Stunden dauert der Rhythmus unserer inneren Uhr. US-Forscher nahmen diese nun genauer unter die Lupe und machten eine überraschende Entdeckung: Sie fanden eine "Uhr in der Uhr", die einem Sechsstundentakt folgt.

Der Takt wird von zwei Proteinen namens PERIOD und TIMELESS vorgegeben, berichtet ein Team um Michael W. Young von der Rockefeller University. Die weiteren Ursachen des zeitlichen Musters sind noch unbekannt.

Die Studie "PER-TIM Interactions in Living Drosophila Cells: An Interval Timer for the Circadian Clock," von P. Meyer et al. erschien in "Science" (doi: 10.1126/science.1118126).

Rhythmus - von innen

Die innere Uhr hat einen Rhythmus, bei dem tatsächlich jeder mit muss: Nicht nur die Schlaf- und Wach-Phasen orientieren sich an diesem universellen Takt, sondern im Prinzip alle wichtigen Körperfunktionen. Etwa der Stoffwechsel, die Zellteilung und die Hormonproduktion. "Circadian" - abgeleitet von den Worten "circa" und "dies" - nennen Biologen jene 24-stündigen Schwingungen im Körper, die selbst in Organen oder Geweben erhalten bleiben, wenn man sie operativ entfernt.

Was nahe legt, dass zumindest einigen Körperzellen ein natürlicher Takt innewohnt, der von der Außenwelt unabhängig ist. Umweltreize, etwa Licht, spielen dabei zwar auch eine Rolle, aber sie dienen lediglich der Feinabstimmung.

→ [Innere Uhr - Wikipedia](#)

Der mysteriöse "Faktor X"

In den 1960er Jahren sah man das noch anders. Damals wurde ein Modell vorgeschlagen, demzufolge circadiane Rhythmen ausschließlich durch die Wahrnehmung periodischer Änderungen entstehen, die von der Erdrotation abhängig sind. Das Erdmagnetfeld wurde beispielsweise als Kandidat für diese - unbekannte - Einflussgröße gehandelt, die man sinnigerweise "Faktor X" nannte.

Die darob entbrannte "Innen-Außen-Debatte" fand schließlich im Jahr 1984 ihr Ende, als man einen Pilz der Gattung Neurospora auf einen Weltraumflug schickte und

in Dunkelheit aufbewahrte.

Das Ergebnis des Experiments war eindeutig: Obwohl der Pilz dem Einflussbereich des hypothetischen Faktors X entzogen war, schlugen die Lebensfunktionen weiterhin im circadianen Takt. Womit das Match endgültig zugunsten der endogenen Modelle entschieden wurde (Science 225, [232](#)).

Rückkopplungsschleifen, wohin man blickt

Was die biochemische Basis der inneren Uhr angeht, einigte man sich sehr früh darauf, dass sich die beteiligten Moleküle in Form von Rückkopplungsschleifen, so genannten *feedback loops*, anordnen müssten. Denn nur so war erklärbar, dass Zellen ihre Rhythmik stetig anpassen und über lange Zeit aufrechterhalten.

Das stellte sich als zutreffend heraus - mittlerweile kennt man auch die Schüsselspieler in diesem molekularen Reigen: Es handelt sich um zwei Proteine, die PERIOD (PER) und TIMELESS (TIM) genannt werden. Sie finden sich zwar nur in der Fruchtfliege, die Verhältnisse sind aber bei Säugetieren äußerst ähnlich.

PER und TIM im Doppelpack

Bisher ging man davon aus, dass PER und TIM vom Zellkern in das Zellplasma entlassen werden, sich dort verbinden und dann im Doppelpack zurück in den Kern wandern, wo sie - über Zwischenstationen - ihre eigene Herstellung regulieren. Das dauert 24 Stunden.

Entscheidend dabei war die Annahme, dass sich die beiden Proteine erst nach mehreren Stunden im Zellplasma zusammenfinden und dabei keinerlei zeitliche Ordnung erkennen lassen. Diese Annahme muss offenbar revidiert werden, wie nun eine Studie von Forschern der Rockefeller University zeigt.

Experiment mit leuchtenden Proteinen

Das Team um Michael W. Young markierte PER und TIM mit einem fluoreszierenden Farbstoff und verfolgte deren Weg in lebenden Zellen.

Das Besondere an ihrer Technik: Das Fluoreszenzsignal war abhängig von der Distanz der beiden Proteine, womit auch nachgewiesen wurde, wann genau sich PER und TIM im Zellplasma treffen.

Offenbar früher als gedacht. Bereits nach 30 Minuten bildeten die Proteine ein Doppelmolekül und hielten diese Verbindung für genau sechs Stunden bei. Dann, urplötzlich, trennten sich die beiden wieder und begaben sich einzeln in den Kern, um ihre Aufgabe zu vollenden.

"Sechsstündiger Countdown"

"Nach sechs Stunden wird ein Schalter umgelegt, der den Proteinkomplex förmlich explodieren lässt", kommentiert Young das überraschende Ergebnis: "Offenbar gibt es in dem ganzen System einen aus PER und TIM bestehenden Zeitgeber, der einen sechsstündigen Countdown zählt. Eine Uhr in der Uhr."

Damit wurde das Problem der circadianen Rhythmen

gewissermaßen vom Großen zum Kleinen verschoben:
Noch weiß man allerdings nicht, wie die "Uhr in der Uhr"
tickt und ob sie von anderen Proteinen gesteuert wird.

"Der von uns entdeckte Timer mit seiner beeindruckenden
Präzision wirft eine Frage auf: Gibt es mehr davon?", sagt
Young im Gespräch mit science.ORF.at: "Ich wäre nicht
überrascht, wenn es weitere kleine Zeitmaschinen gäbe,
die in das System der inneren Uhr eingebettet sind."

Robert Czepele, science.ORF.at, 13.1.06

→ [Michael W. Young Lab, Rockefeller University](#)

Mehr zu diesem Thema bei science.ORF.at:

→ [Innere Uhr von Rentieren tickt anders \(22.12.05\)](#)

→ [Die molekularen Rädchen der inneren Uhr \(21.6.05\)](#)

→ [Schlafverhalten verändert sich mit Alter systematisch \(30.12.04\)](#)

→ [Auch in Krebsgeweben tickt die Uhr noch richtig \(18.11.03\)](#)

→ [Innere Uhren: Fehlendes Gen führt zu tödlicher Diät \(5.11.02\)](#)

[[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Leben](#) . [Medizin und Gesundheit](#)]

IHR KOMMENTAR ZU
DIESEM THEMA 

[dino49](#) | 13.01, 19:45

VIELLEICHT SOLLTET IHR AUCH EINMAL
AUFBLICKEN!

Schon einmal von GEZEITEN gehört?
Da beträgt der 6h Unterschied sogar 14Meter und man
muß die Ozeane nicht einmal aus den Organen entfernen!

Seid ihr SO kurzsichtig um zu erkennen, dass die
Uhrenmark M-O-N-D heißt?

Eine Uhr in der Uhr; man echt wenn Ignoranz blühen
würde, wäre die Welt ein Garten....



[sunwalker2006](#) | 14.01, 01:54

Das ist kein Mond, das ist eine Raumstation!

[aasgeier](#) | 14.01, 12:49

Luna-Tick oder lunatic?
wer die von dino49 unterschlagene Viertelstunde in
Küstennähe ignoriert, der bleibt leicht mal an einem
Riff hängen.

6 Stunden (bzw. 12 von Flut zu Flut) wären es,
wenn sich die Erde unter einem stillstehenden Mond
drehen würde.

[regow](#) | 13.01, 18:31

Jetzt muss nur noch
aufgeklärt werden wie die zwei Proteine gemeinsam die
Zeit runterzählen. 

[thedrone](#) | 13.01, 16:22

Biorythmus?

Was ist das, kann man das Essen?

Ich habe KEINEN Biorythmus, ich esse und trinke zufällig IRGENDWANN, unabhängig von tages Zeit oder wann cih aufgestanden bin, ich gehe schlafen wann auch immer und manchmal schalf ich ungef.12 Stunden ein anderes mal ungef 10 Stund.....Biorythmus vielleicht, aber meiner tickt dann wohl SEHR ausm takt... 

[ohnegödkamusi](#) | 13.01, 12:39

waren es nicht 23 Stunden?

Vor Jahren führte man eine Studie durch, wo ProbandInnen eine längere Dauer in einer Höhle ohne jegliche Zeitangabe verbrachten, um ihrem eigenen, inneren Zeitrhythmus zu folgen. Ergebnis: 23 Stunden dauerte der körpereigene Rhythmus, auf die 24 Stunden würde er aufgrund des Tag-Nacht-Wechsels laufend justiert, hieß es. Und jetzt? 

[sowas11](#) | 13.01, 13:16

Jeden Tag eine neue Lüge der Wissenachaft.

.

[keineangst](#) | 13.01, 14:05

also meines wissens nach ist es ein 25 stunden-takt. deswegen verschiebt sich bei von der außenwelt abgeschotteten prboandInnen die schlaf-/wachzeit täglich um eine stunde nach hinten.

eine erfahrung übrigens, die ich auch persönlich immer wieder mache.

[sutur](#) | 13.01, 20:35

ich glaube auch, dass es mehr als 24h sind. aber nicht um viel- 5min oder so...

[cyana](#) | 13.01, 11:34

Klassischer Fall von KK

... Kreationisten-Kurzschluss. Das Wesen eines feedback basierten Systems ist ja gerade, passende Komponenten zu akkumulieren und unpassende zu ignorieren, ohne jedwegliche Intensionalität. 

[sensortimecom](#) | 13.01, 09:19

Hei, wie witzig...

"Ich wäre nicht überrascht, wenn es weitere kleine Zeitmaschinen gäbe, die in das System der inneren Uhr eingebettet sind."

Jede biologische Struktur ist voll mit Timern und "Timing" - basierend auf "elapse-time-processing". Das beginnt beim kleinsten Bio-Molekül und geht über den "neuronalen Code" bis zur bewussten Zeitempfung (die ein "Epiphänomen" aus unzähligen quantifizierten elapse-times darstellt).

siehe: www.sensortime.com/time-de.html

Synapsen haben die Eigenschaft, Berechnungen zu unterstützen, die auf hoch strukturierten zeitlichen Codes basieren, siehe:

http://www.sensortime.com/Wulfram_Gerstner.html

Unzählige neue Erkenntnisse bestätigen diese Erkenntnisse seit 5 Jahren.
Man muss nur "googeln";-)

E. B. 

[benaja](#) | 13.01, 10:43

Eine viel interessantere Frage

Zu Youngs Zitat: "Der von uns entdeckte Timer mit seiner beeindruckenden Präzision wirft eine Frage auf: Gibt es mehr davon?"

Eine viel interessantere Frage wäre doch, WIE die ENTSTEHUNG solcher Mechanismen gemäß der herrschenden Ursprungslehre des philosophischen Naturalismus erklärt werden würde. Offenbar ein "heißer Brei", denn es ist nur allzu offensichtlich, dass es sich - wie alles andere in der Biosphäre auch - um ultraintelligente, vernetzte Systeme handelt, die spontan und ohne Information überhaupt nicht entstehen können, auch nicht in Trilliarden von Jahren. Weil man an der Fiktion einer monophyletischen Entstehung der komplexen Materie mittels langer Zeiträume und planlosem Zufall unter allen Umständen festhalten will - eine vorwissenschaftliche Entscheidung! -, ist eine derartige Fragestellung natürlich tabu, die zwangsläufig zu dem Eingeständnis führen würde, dass die universelle Deszendenztheorie grundlegend gescheitert ist.

[aasgeier](#) | 13.01, 12:19

@benaja: "...adaptive Controller neuronaler Prothesen und humanoider Roboter"...

...habe ich als Laie beim von Erich empfohlenen "googeln" gefunden.

Nach meinem Verständnis also "Nutzanwendung" (frage mich jetzt niemand nach dem Nutzen humanoider Roboter). Elfenbeintürme bezahlt heutzutage kaum wer.

@erich: Bernstein-Zentrum Berlin fragt "Wie ist es möglich, dass wir auf Sinnesreize mit höchster Präzision reagieren können, obwohl neuronale Prozesse in unserem Gehirn auf allen Ebenen - Synapsen, Neurone, lokale Netzwerke, und sogar ganze neuronale Systeme - eine starke Varianz der Antworten auf identische Reize zeigen? "

http://www.sensortime.com/Wulfram_Gerstner.html

Zitat "...the synapses can "count" the number of presynaptic APs (action potentials) in immediately preceding bursts."

Frage, denn sonst google ich mir einen Wolf: sind die "Datenpakete" quasi so codiert (wie im Internet), dass sie "beliebig" laufen und ankommen könnten und doch von der "Zentrale" ein- und demselben Ereignis zugeordnet werden können?

[regow](#) | 13.01, 12:44

Ja, Gott hats gemacht

@benaja, bist du jetzt zufrieden und gibst a Ruh?

Die ORF.at-Foren sind allgemein zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie

sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussionsatmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge sowie Beiträge, die dem Ansehen des Mediums schaden, zu löschen und nötigenfalls User aus der Debatte auszuschließen.

Sie als Verfasser haften für sämtliche von Ihnen veröffentlichte Beiträge selbst und können dafür auch gerichtlich zur Verantwortung gezogen werden. Beachten Sie daher bitte, dass auch die freie Meinungsäußerung im Internet den Schranken des geltenden Rechts, insbesondere des Strafgesetzbuches (Üble Nachrede, Ehrenbeleidigung etc.) und des Verbotsgesetzes, unterliegt. Die Redaktion behält sich vor, strafrechtlich relevante Tatbestände gegebenenfalls den zuständigen Behörden zur Kenntnis zu bringen.

Die Registrierungsbedingungen sind zu akzeptieren und einzuhalten, ebenso Chatiquette und Netiquette!

 [Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)

ORF