



Jürgen Zully, Barbara Knab

# Unsere Innere Uhr

**Natürliche Rhythmen nutzen  
und der Non-Stop-Belastung entgehen**



Mabuse-Verlag

---

Erste Hilfen Band 1

**Jürgen Zulley**, Prof. Dr. Dr., ist Diplom-Psychologe, Professor für Biologische Psychologie und seit über 30 Jahren in der Schlafforschung und Chronobiologie tätig ([www.schlaf-medizin.de](http://www.schlaf-medizin.de)).

**Barbara Knab**, Dr. phil., ist Psychologische Psychotherapeutin und als Wissenschaftsjournalistin Autorin mehrerer psychologischer Sachbücher ([www.barbara-knab.de](http://www.barbara-knab.de)).

Jürgen Zully, Barbara Knab

---

## **Unsere Innere Uhr**

Natürliche Rhythmen nutzen  
und der Non-Stop-Belastung entgehen

Mabuse-Verlag  
Frankfurt am Main



## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2009 Mabuse-Verlag GmbH  
Kasseler Str. 1a  
60486 Frankfurt am Main  
Tel.: 069 – 70 79 96-13  
Fax: 069 – 70 41 52  
[verlag@mabuse-verlag.de](mailto:verlag@mabuse-verlag.de)  
[www.mabuse-verlag.de](http://www.mabuse-verlag.de)

Umschlaggestaltung: Karin Dienst, Frankfurt am Main  
Umschlagmotiv: © vision photos/Vladimir Rolov

Druck: freiburger graphische betriebe, Freiburg i. Br.  
ISBN: 978-3-940529-32-9  
Printed in Germany  
Alle Rechte vorbehalten

# Inhalt

Einleitung . . . . .	11
----------------------	----

## **Kapitel 1**

Chronobiologie – das Leben in der Zeit . . . . .	13
Alte Ideen zur Chronobiologie im Abendland . . . . .	14
Klinische Rhythmusforschung . . . . .	15
Der Blutdruck . . . . .	18
Schmerzempfindung . . . . .	19
Chronopharmakologie . . . . .	21
Chronobiologie – die Grundlagenwissenschaft . . . . .	21
Die elementarsten Rhythmen . . . . .	22
Jahresrhythmen . . . . .	24

## **Kapitel 2**

Erde und Sonne, Zeit und Mensch . . . . .	26
Die Tage der Menschen . . . . .	26
Astronomische Tageszeit und Zeitmessung . . . . .	28
Tag und Nacht – zirkadiane Rhythmen bei unseren Vorfahren . . . . .	30
Jahreszeiten und Jahreszeitstunden . . . . .	32
Die Globalisierung der Zeit: von Zeitzonen bis Internet . . . . .	35

### **Kapitel 3**

Unsere Verwandten – Rhythmisches bei Tieren . . . . .	38
Jahreszeiten als Herausforderung – Überwintern . . . . .	38
Übers Jahr gesehen – selbst Kinderstuben sind festgelegt . . . . .	40
Der Schlaf – Prototyp der zirkadianen Rhythmik . . . . .	40
Dösen . . . . .	42
Welche Tiere schlafen? . . . . .	43
Unterschiedliche Schlafdauern bei Säugetieren – warum? . . . . .	45
Delphine und Enten – Schlaf mit einer Gehirnhälfte . . . . .	47
Tageszeiten – wann Warmblüter schlafen . . . . .	48

### **Kapitel 4**

Von Null bis Hundertzwanzig – Rhythmusänderungen im Laufe des Menschenlebens . . . . .	50
Fötale Rhythmen . . . . .	50
Säuglinge und Kleinkinder . . . . .	52
Kinder und Jugendliche . . . . .	54
Erwachsene mittleren Alters . . . . .	56
Ältere Menschen . . . . .	57

### **Kapitel 5**

Der natürlichen Rhythmik auf der Spur – die Andechser Versuche . . . . .	60
Der Andechser Bunker . . . . .	61
Am Anfang war die Neugier. Aus einem Bericht über Erfahrungen in der Zeitlosigkeit . . . . .	62
Wem keine Stunde schlägt. Ein Tag in zeitlicher Isolation . . . . .	66

## **Kapitel 6**

Menschen in zeitloser Umgebung – wenn Rhythmen frei laufen . . . . .	72
Anders als der Erdentag . . . . .	73
Ungleichzeitigkeiten – Körpertemperatur und Schlaf-Wach-Rhythmus . . . . .	75
Zeitisolierung in der Gruppe . . . . .	78
Ultradiane Rhythmen – Tagschlaf bei „Freilauf“-Versuchen . . . . .	80
Chronochoas – Langeweile und Tagschlaf . . . . .	82

## **Kapitel 7**

Zeitgeber – wie die unterschiedlichen Rhythmen zusammenkommen . . . . .	85
Gewöhnliches Licht . . . . .	86
Die soziale Situation . . . . .	89
Regelmäßige andere Signale . . . . .	91
Gesucht: wirklich helles Licht . . . . .	92
Plötzliche Zeitverschiebungen . . . . .	94
Zeitgeber im Alltag . . . . .	95

## **Kapitel 8**

Was den Takt schlägt – Innere Uhren . . . . .	98
Gene und die Tagesperiodik . . . . .	98
Ein winziges Stück Hirn koordiniert die Inneren Uhren . . . . .	99
Eine untergeordnete Steuerungsinstanz – die Zirbeldrüse . . . . .	102
Das Zirbeldrüsen-Hormon Melatonin . . . . .	103
Melatonin – chronobiologisch wirksam, aber kein Wundermittel . . . . .	106
Ist die Innere Uhr wirklich eine Uhr? . . . . .	108

## **Kapitel 9**

Schlafen und Wachen als zirkadianer Rhythmus . . . . .	111
Die Erfindung des Schlaf-EEGs . . . . .	111
Die Aktivität des Großhirns – das Elektroenzephalogramm . . . . .	113
Schlafstadien – die rhythmische Hirnaktivität im Schlaf . . . . .	115
Schlafzyklen – die ultradiane Rhythmik der Nacht . . . . .	117
Der Schlaf im Alter . . . . .	118
Die Schlafdauer – Menschen sind unterschiedlich . . . . .	119
Wie lange dauert der gesunde Schlaf? . . . . .	122
Die Chronobiologie des Schlafs – wann ist der optimale Zeitpunkt? . . . . .	124
Morgen- und Abendtypen . . . . .	127

## **Kapitel 10**

Siesta – die Chronobiologie rehabilitiert den Mittagsschlaf . . . . .	129
Der Mittagsschlaf in anderen Kulturen . . . . .	129
Der Mittagsschlaf im christlichen Abendland . . . . .	131
Die Wissenschaft vom Mittagsschlaf . . . . .	133
Einige Daten und Fakten . . . . .	137
Die Segnungen des Nickerchens . . . . .	139
Eine neue Siesta-Kultur? . . . . .	140
Stehen Sie zu Ihrem Mittagsschlaf! . . . . .	142



## **Kapitel 11**

Schlafentzug – warum schlafen wir eigentlich? . . . . .	143
Zwischen Marter und Erleuchtung . . . . .	144
Freiwilliger Schlafentzug für die Wissenschaft . . . . .	145
Müdigkeit und Schläfrigkeit . . . . .	147
Körperliche Folgen . . . . .	149
Psychische Folgen . . . . .	151
Wozu also der Schlaf? . . . . .	153

## **Kapitel 12**

Es werde Licht – Sonne, Lampen und Gesundheit . . . . .	156
Die heilige Sonne . . . . .	157
Winterdepression . . . . .	158
Das heilende Sonnenlicht . . . . .	160
Die physikalische Natur des Lichts . . . . .	161
Lichttherapie – eine alte Idee wird perfektioniert . . . . .	163
Das Licht in der Kniekehle . . . . .	166

## **Kapitel 13**

Wenn Rhythmen gestört werden – Schichtarbeit, Jet-Lag und Sommerzeit . . . . .	168
Nachtarbeit in der Geschichte . . . . .	168
Schichtarbeit heute . . . . .	169
Schichtarbeit und Gesundheit . . . . .	170
Schichtarbeit im Einzelfall – ja oder nein? . . . . .	173
Auf Schicht – was kann man selbst tun? . . . . .	174
Die jüngste Rhythmus-Störung: der Jet-Lag . . . . .	175
Mittel gegen Jet-Lag . . . . .	177
Die Sommerzeit als Mini-Jet-Lag . . . . .	179
Chronobiologische Schlafstörungen . . . . .	180

## **Kapitel 14**

Unfälle – die Kosten der Müdigkeit in der  
Non-Stop-Gesellschaft . . . . . 182

Einschlafen am Steuer . . . . . 183

Was es kostet, dass wir die Rhythmen ignorieren . . . . 186

Die Stockholmer Erklärung . . . . . 190

## **Kapitel 15**

Schlafend in die Katastrophe? – Nein danke! . . . . . 193

Arbeitszeit-Regelungen . . . . . 193

Aufgaben der Wissenschaft . . . . . 196

Chronobiologie und Zeiteinteilung . . . . . 197

Freizeit, Pausen und Beschleunigung . . . . . 198

Uhrenzeit – Ereigniszeit – biologische Zeit . . . . . 201

Weiterführende Literatur . . . . . 204

Glossar . . . . . 206

Anmerkungen . . . . . 213

Dank . . . . . 217

Personenregister . . . . . 218

Sachregister . . . . . 220

# Einleitung

Es dauerte gut fünfundzwanzig Jahre. Nacheinander lebten vierhundsiebenundvierzig Versuchspersonen in einem Bergbunker neben dem Kloster Andechs bei München, freiwillig und oft mehrere Wochen. Sie lebten ohne Tageslicht, trafen keinen Menschen, redeten mit keinem, führten kein angenehmes Gespräch und keinen Streit. Viele beschäftigten sich ausschließlich allein, schliefen und wachten, wann ihnen danach war, und durchmaßten dabei nichts als ihre eigenen Tage. Sie erlebten ein Experiment für sich selbst, und das lieferte der jungen Wissenschaft Chronobiologie Daten über Daten. Die waren spektakulär.

Seitdem wissen wir, dass der Mensch eine Innere Uhr hat; wir wissen auch, dass diese Uhr sehr eigenwillig und gleichzeitig erstaunlich flexibel ist. Von Natur aus im 25-Stunden-Rhythmus, passt sie sich aber problemlos dem um eine Stunde kürzeren Rhythmus der Erdumdrehung an.

Wir wissen außerdem, dass die Innere Uhr nie unbeteiligt bleibt, wenn wir unser Leben umorganisieren. Ändern sich äußere Rhythmen, so irritiert das die Innere Uhr für kurze Zeit; langfristig passt sie sich an, sobald die äußeren Bedingungen wieder stabil sind. Wenn wir uns jedoch von Tag und Nacht nicht beeindrucken lassen, wenn wir Arbeit, Spaß oder beides mal so, mal anders organisieren und immer rund um den 24-Stunden-Tag agieren – non-stop –, dann reagiert die Innere Uhr. Diese Reaktionen sind vielfältig. Keine davon macht Spaß, viele machen krank.

Ob Nachtschichten oder Zeitzoneinflüge, durchgemachte Samstagnächte oder der Beginn der Sommerzeit: alles belastet die Innere Uhr, und das hat nicht selten Folgen. Große tech-

nische Katastrophen wie gesunkene Tanker oder Defekte in Atomkraftwerken, mittlere Störungen in Industrieanlagen mit nachfolgenden Produktionsausfällen, im Vergleich dazu „kleine“ Unfälle auf der Autobahn, die aber tödlich ausgehen: all das geschieht viel häufiger nachts als tags; dann, wenn unsere Innere Uhr auf Schlaf steht. Auch wenn wir uns heldenhaft über sie hinwegzusetzen meinen – sie zwingt uns zum Gehorchen und wir schlafen ein, am Steuer, am Monitor und auf der Kommandobrücke. Selbstverständlich auch am Schreibtisch.

Niemand will in die Steinzeit zurück. Doch je „großzügiger“ wir unsere biologische Ausstattung ignorieren, umso höher steigt der Preis dafür. Aber wir können ihn kleiner halten: mit Vernunft – biologischer Vernunft. Sie kann der ökonomischen durchaus widersprechen. Doch was ist uns mehr wert?

Dieses Buch versammelt vieles, was die Chronobiologen bis heute herausgefunden haben, und es macht Vorschläge, wie wir chronobiologisches Wissen in unserem Alltag nutzen können. Der Erstautor Jürgen Zulley gehörte viele Jahre zum Forscherteam von Andechs; so konnten wir zusätzlich aus der Werkstatt der Wissenschaft darüber berichten, auf welchen oft verschlungenen Wegen die Andechser Chronobiologen zu ihren Ergebnissen kamen.

Bisher waren diese ausschließlich in streng wissenschaftlicher Form verfügbar. Doch Texte für das Fachpublikum erreichen nicht die Öffentlichkeit und ein allgemeines Publikum; an die aber wendet sich dieses Buch bewusst und direkt. In den USA arbeiten bei solchen Büchern häufig Wissenschaftler und Fachjournalisten zusammen, hierzulande ist das noch immer eher ungewöhnlich. Wir halten das für schade, nicht nur, weil wir beide beim Schreiben dieses Buches viel gelernt haben. Wir hoffen vor allem, dass sich unsere Zusammenarbeit für die Leser gelohnt hat.

# Kapitel 1

## Chronobiologie – das Leben in der Zeit

„Die einfachste Mannigfaltigkeit der Zeitfolge ist allemal die rhythmische und wir dürfen nur die Augen auf das große Licht der Gestirne gen Himmel wenden, um der einfachsten rhythmischen Fortschreitungen und Bewegungen gewahr zu werden. Der Rhythmus dieser Welt, der Gestirne, dieser Makrokosmos, bestimmt aber wieder den großen Rhythmus der Erscheinungen des Erdenlebens. Tag und Nacht, Wechsel der Jahreszeiten, Ebbe und Flut des Meeres und die tägliche Ebbe und Flut, welche uns der Barometer in dem uns umgebenden Luftmeere anzeigt, werden in ihrer gesetzmäßig wechselnden Folge, in ihrem Rhythmus vom Wechsel jener Himmelsbewegungen bedingt, und bedingen hinwiederum die Entwicklung und das Leben der Erdenbewohner.“

Ganz so einfach ist es zwar nicht, wie es im Jahre 1831 Carl Gustav Carus vermerkte, der als Arzt, Philosoph und Maler in der Nachfolge Caspar David Friedrichs bekannt ist. Aber dennoch konnte und kann sich das Leben auf der Erde nur im Licht und in der Wärme der Sonne entwickeln. Sieht man einmal von der noch nicht einmal zwanzig Jahre alten Gentechnik ab, fand diese Entwicklung mehr als vier Millionen Jahre lang ausschließlich innerhalb der natürlichen Umwelt statt, mit der sich jedes Lebewesen ständig austauscht. Zu den elementarsten Merkmalen dieser Umwelt gehörten die rhythmische Zeit und ganz allgemein rhythmische Vorgänge.

## Alte Ideen zur Chronobiologie im Abendland

*Zeit* heißt auf griechisch *Chronos*, und die *Chronobiologie* erforscht, wie die Zeit und das Leben auf der Erde zusammenhängen. Sie beobachtet, wie biologische Prozesse im zeitlichen Rhythmus verlaufen, ob beim Einzeller, bei der Taube oder beim Menschen. Sie untersucht, wie die Zeit auf der Erde biologische Funktionen unmittelbar beeinflusst und wie sich der Mensch als biologisches Wesen an die Zeit auf der Erde anpasste oder ob er sie in seinen eigenen Bauplan aufgenommen hat. Sie fragt, ob wir der Zeit auf der Erde ausgeliefert und unterworfen sind oder ob wir zeitlich auch so etwas wie teil-autonom sind: sie fragt, ob wir „Innere Uhren“ haben, sich unser Organismus also zeitlich selbst steuert, oder ob unsere biologische Zeit vollständig von äußeren Informationen über die Zeit auf der Erde abhängt.

Vieles im menschlichen Leben geht mit der Tageszeit einher, und am augenfälligsten tun das Schlafen und Wachen. Schon im Jahre 1811 allerdings beschränkt sich der Neurophysiologe Karl-Friedrich Burdach in seinem Buch „Diätetik für Gesunde“ keineswegs auf Schlafen und Wachen, wenn er körperliche Funktionen mit der Tageszeit in Verbindung bringt. So beschreibt er den „langsamen und kräftigen Gang von *Puls und Atmung*“ in den Morgenstunden, in denen „Urteilkraft und Vernunft das Übergewicht haben über andere Vermögen“, und eine „beinahe fieberhafte Schnelligkeit des Pulses des Abends, der den geselligen Freuden und den heiteren Spielen der Phantasie gewidmet“ sei. Darüber hinaus beobachtete Burdach den *Gemütszustand* des Menschen im Laufe eines Tages: „Der Mensch ist verschieden nach der Tageszeit ... und so gut wie Linné<sup>1</sup> als Pflanzenbeobachter nach dem Zustande der Pflanzen die Tageszeit bestimmt angab und so eine Pflanzenuhr sich schuf: ebenso kann man eine Menschenuhr sich bilden und vorhersehen, wie ein Individuum, welches man genau kennt, von einem gewissen Gegenstand des Morgens oder des Abends affiziert werden wird.“

Burdach war überzeugt, die Tageszeit verursache diese

Phänomene, vor allem aber, die Nacht verursache den Schlaf – und viele seiner medizinischen Zeitgenossen dachten genauso. Daran hinderte sie auch nicht das Wissen, dass Menschen nördlich des Polarkreises in aller Regel genau wie wir einmal „täglich“ schlafen, selbst wenn es in den Zeiten von Mitternachtssonne und Polarnacht durchgehend hell oder dunkel ist (siehe dazu Kapitel 2). Allerdings variieren Menschen, die zwischen Pol und Polarkreis leben, ihre Schlafdauer über das Jahr tatsächlich mehr als die, die Richtung Äquator leben.

Gleichzeitig gab es auch noch die viel ältere Idee, der Mensch verfüge über eine Art „Innerer Uhr“, die ihm mitteile, wann welche Tätigkeit fällig ist. Der Göttinger Physiker und Schriftsteller Georg Christoph Lichtenberg formulierte 1793 eine solche Idee: „Die sogenannten Leute nach der Uhr werden gewöhnlich alt“, sagt er und schließt daraus auf die Existenz einer Inneren Uhr: „Das Handeln nach der Uhr aber setzt *innere uhrmäßige Anlagen voraus*.“ Kurz danach schrieb der Tübinger Mediziner Johann Heinrich Ferdinand Autenrieth im *Handbuch der empirischen, menschlichen Physiologie* 1801: „Im ganzen Körper erscheint also, auch im Zustande der Gesundheit, einige wenngleich nur bey verminderter Lebenskraft stärkere, *von dem Kreislauf unabhängige belebte Oszillation*.“ (Hervorhebungen d. Verf.).

## Klinische Rhythmusforschung

Mit diesen Gegenthesen zu Burdach postulierten die europäischen Naturwissenschaftler schon früh „Innere Uhren“, und um die Wende zum neunzehnten Jahrhundert datieren auch die Wurzeln der empirischen Rhythmusforschung. So beschrieb Claude Bernhard 1800 in seiner Dissertation an der Pariser Sorbonne, wie systematisches Oszillieren verschiedener Funktionen das Gleichgewicht im Organismus aufrechterhält. Der Stockholmer Johanson konnte zeigen, dass Chinin unterschiedlich wirkt, je nachdem, um welche Tageszeit es eingenommen wurde. Auch Herrmann von Helmholtz wies