



Abbildung 1: Wie alle Oszillatoren reagiert auch die innere Uhr zu jedem Zeitpunkt unterschiedlich auf ›Stör‹-Reize, die im Falle der inneren Uhr ›Zeitgeber‹ genannt werden. Dies lässt sich am Beispiel einer Schaukel veranschaulichen. Je nachdem, wann man die Schaukel schubst (A), wird ihre Schwingung vor- oder nachgestellt. Diese differenzierten Antworten der inneren Uhr auf Zeitgeber-Signale (meist Licht) lassen sich durch eine ›Phasen-Respons-Charakteristik‹ (PRC, Abbildung B) beschreiben.<sup>6</sup> Analog zum ›Schubs‹ einer Schaukel können also Lichtveränderungen (zum Beispiel Sonnenauf- und -untergang) die innere Uhr verstellen. Auch die Stärke des Störsignals führt bei allen Oszillatoren zu verschiedenen Reaktionen. Hellere Lichtsignale verstellen die innere Uhr mehr (dicke Linie) als schwächere (dünne Linie).

6. Vgl. Till Roenneberg/Serge Daan/Martha Merrow: »The art of entrainment«, in: Journal of Biological Rhythms 18 (2003), S. 183-194.

Stunden. Diese unterschiedlichen Uhrgeschwindigkeiten führen zu verschiedenen ›Chronotypen‹, deren verschiedene Schlafzeiten in der Bevölkerung in Form einer Glockenkurve verteilt sind (Abb. 2A). Die individuelle Charakteristik der jeweiligen inneren Uhr lässt nach den oben beschriebenen Prinzipien manche Menschen sehr früh schlafen und aufwachen (›Lerchen‹), manche sehr spät (›Eulen‹) und viele im Bereich dazwischen.

Der Zeitpunkt, zu dem ein Mensch schläft, ist unabhängig von seinem Schlafbedürfnis. Unter den Frühschläfern gibt es ebenso viele Kurz- oder Langschläfer wie unter den Spätschläfern. Ebenso wie für die individuelle Schlafzeit existiert für das individuelle Schlafbedürfnis eine, wahrscheinlich auch genetisch bedingte, charakteristische Verteilung in der Bevölkerung (Abb. 2B).

Die genaue Lage der individuellen inneren Uhr innerhalb des 24-Stunden-Tages hängt aber auch von der Intensität des Lichts ab, dem wir ausgesetzt sind, da das Ausmaß an Vor- oder Nachstellen der inneren Uhr, wie oben beschrieben, von der so genannten ›Zeitgeberstärke‹ abhängt. Dies hat beispielsweise Konsequenzen für Landwirte und Büroangestellte, die im Laufe des Tages sehr unterschiedliche Mengen von Licht erhalten. Die Beleuchtungsstärke in Innenräumen erreicht selten mehr als 400 Lux (eine Maßeinheit für die Lichtintensität), während selbst bei bedecktem Himmel draußen bereits etwa 10.000 Lux und bei strahlendem Sonnenschein über 100.000 Lux erreicht werden.

Theoretisch hängt die Lage der inneren Uhr, also der Chronotyp, auch von der Länge des Tages ab. Gibt man Versuchspersonen in zeitlicher Isolation einen 23-Stunden-Tag vor, so werden Frühtypen zu Spättypen. Ebenso werden Spättypen zu Frühtypen, wenn man sie unter einem experimentellen 25-Stunden-Tag leben lässt. Dies liegt ganz einfach daran, dass – je nach vorgegebener Tageslänge – die Uhr mehr oder weniger stark vor- oder nachgestellt werden muss, um mit dem jeweiligen Tag synchron zu laufen. Da sowohl die individuelle, innere Tageslänge als auch die PRC gleich bleiben, muss die innere Uhr eine andere Phasenlage gegenüber dem Lichtsignal einnehmen. Obwohl wir auf der Erde immer an einen 24-Stunden-Tag synchronisiert werden, können wir dennoch für kurze Zeit erleben, wie sich unser Chronotyp ändert. Fliegen Spättypen nach Westen über mehrere Zeitzonen hinweg (zum Beispiel von Berlin nach Washington), so wachen sie für ein paar Tage früh auf, bis sich die innere Uhr an die neue Zeitzone angepasst hat (sie braucht etwa jeweils einen Tag für jede Stunde Zeitverschiebung). Dementsprechend können Frühtypen für einige Tage länger in den