

# 10. Vorlesung: Endogene Rhythmik und Schlaf



„Wir sind“

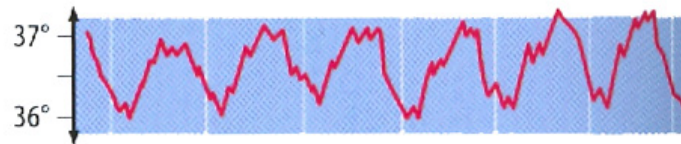


1967)

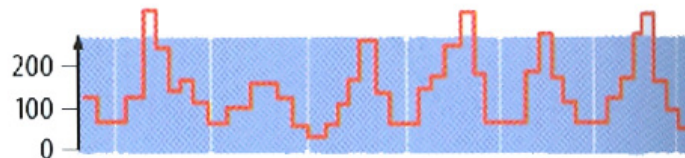
circa= ungefähr; dies = Tag



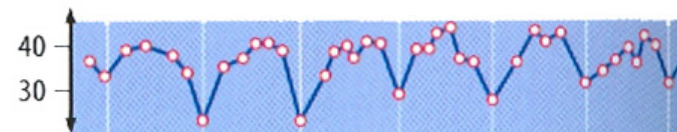
Schlaf-Wach Rhythmus



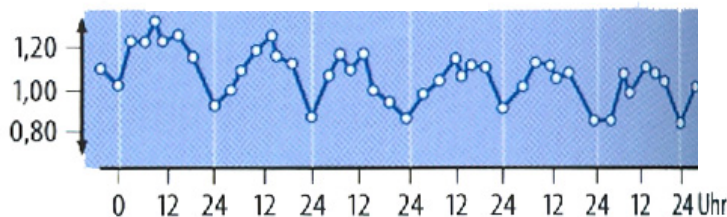
Körpertemperatur [°C]



Kaliumausscheidung [mg/h]

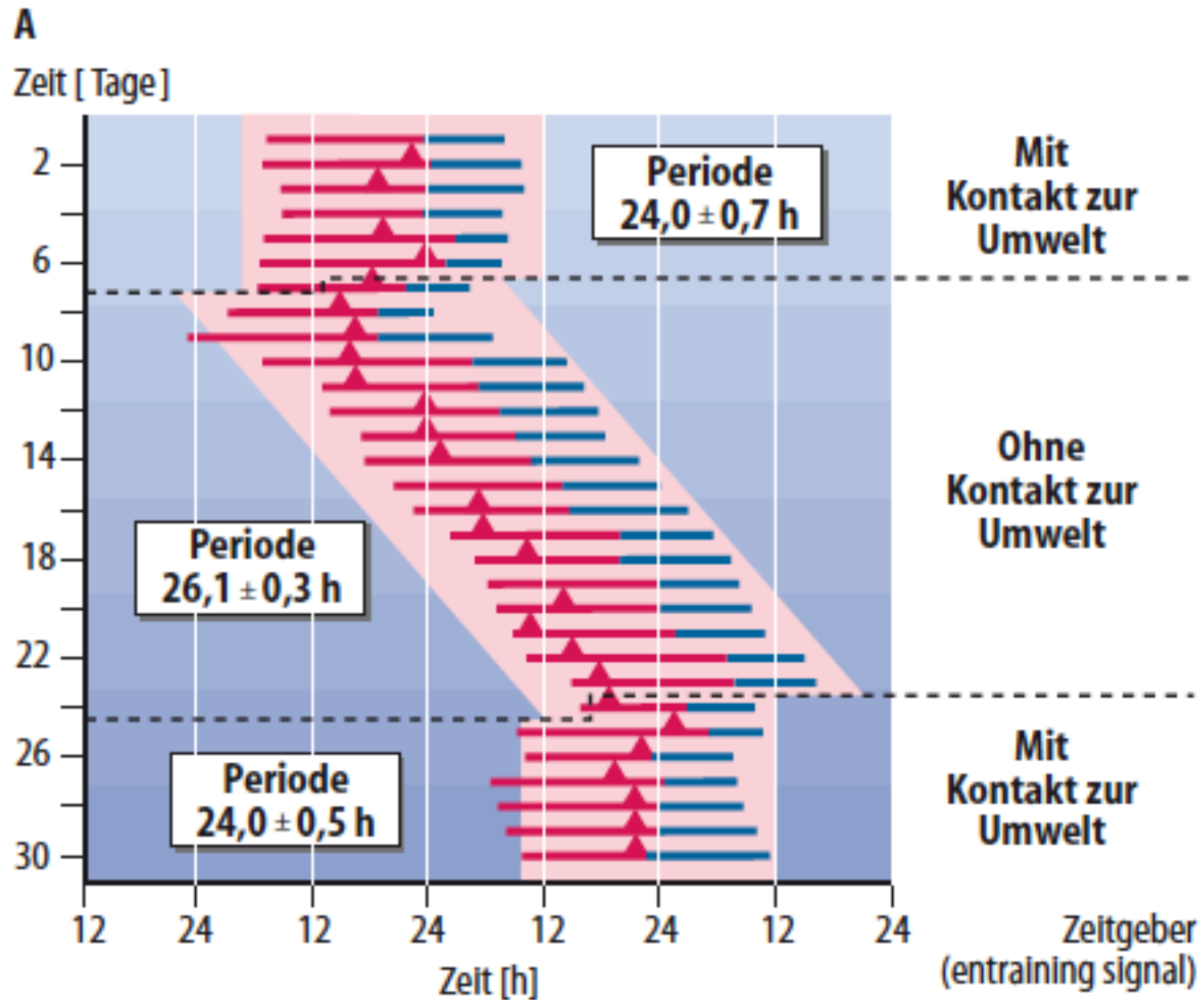


Rechengeschwindigkeit [Aufgaben/min]



Zeitschätzung [rel. Geschw.]



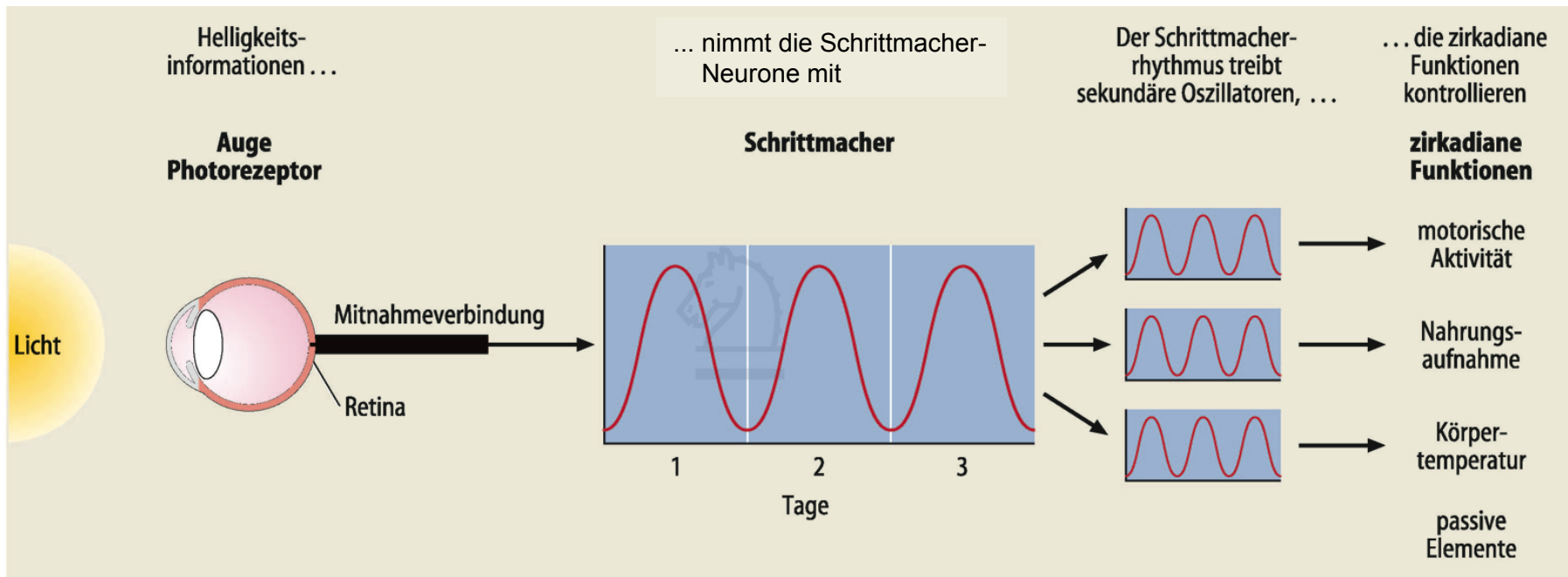


### Messfühler

Auge, Hypothalamus, Gehör

### Schrittmacher

Sek. Oszillatoren, Passive Elemente

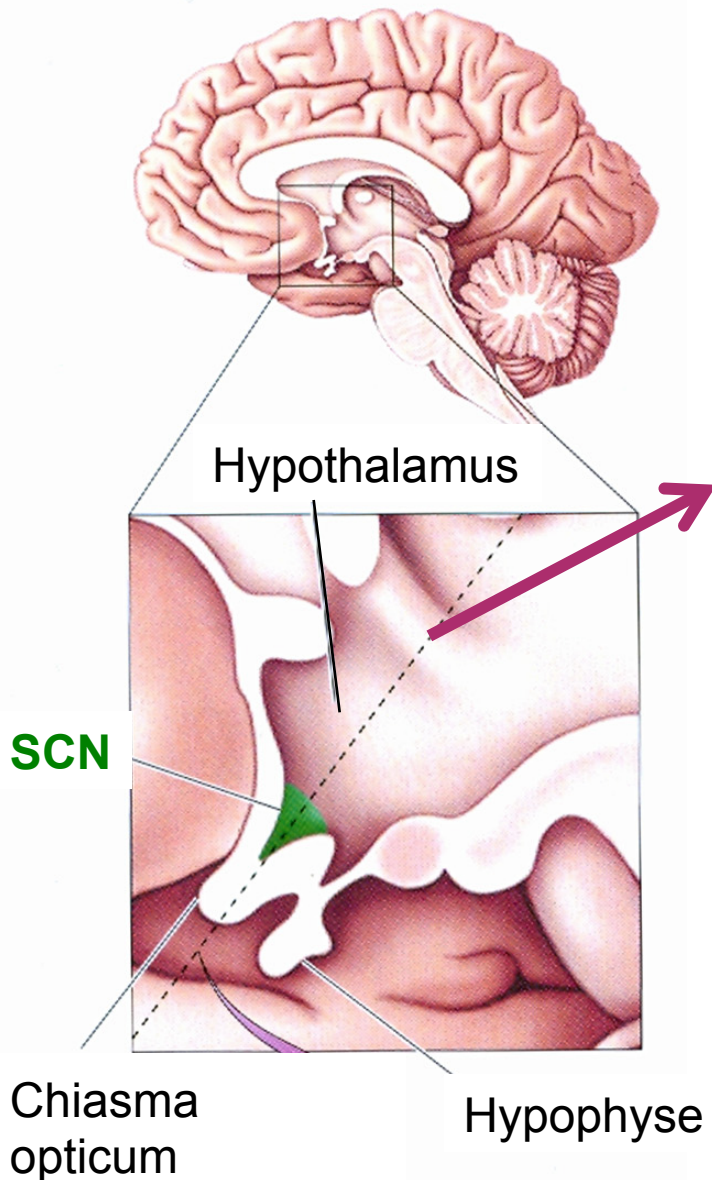


## Zeitgeber - Synchronisation - Mitnahme

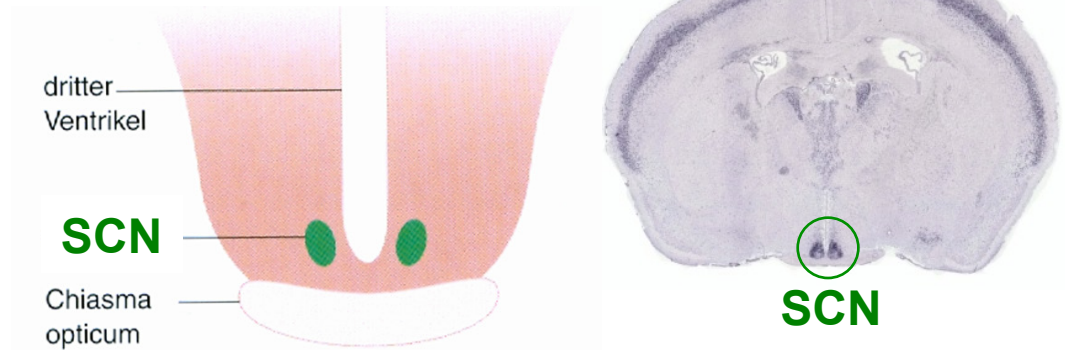


# Suprachiasmatischer Kern (SCN)

primärer Schrittmacher

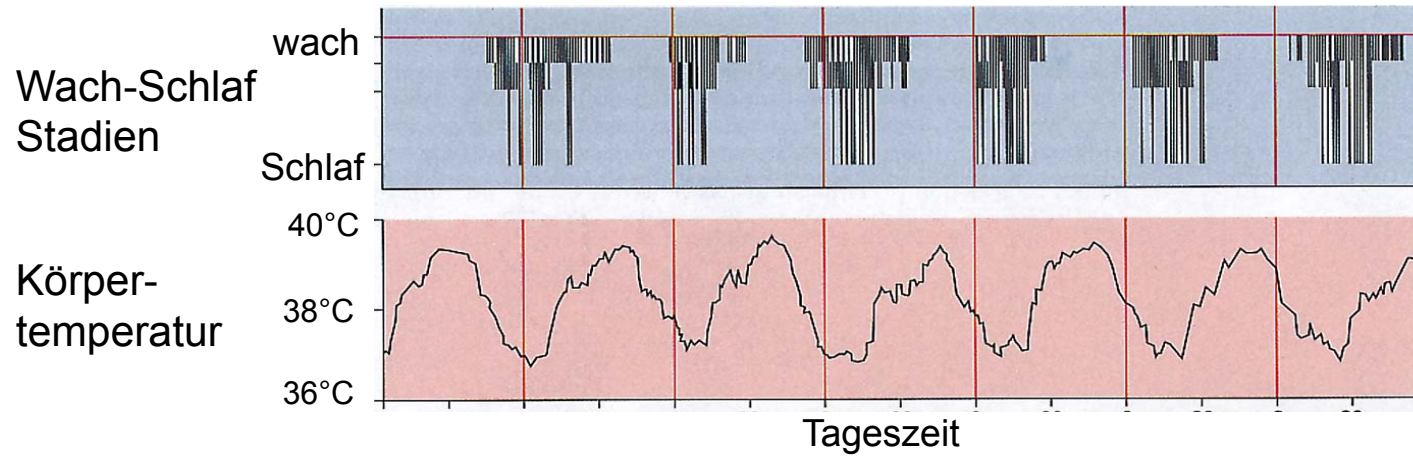


## Unsere biologische Uhr Suprachiasmatischer Kern

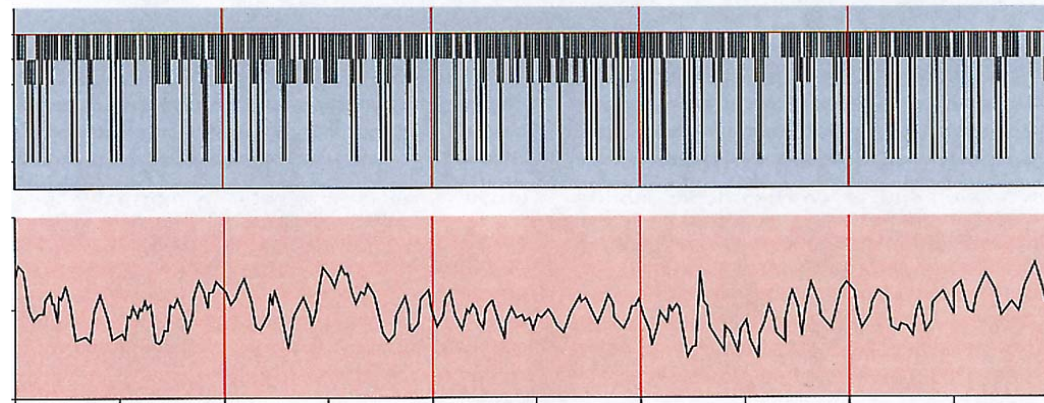


Das Kerngebiet des **SCN** besitzt nur etwa 16.000 Zellen und ist der primäre und wichtigste Rhythmusgeber im Säugetier.



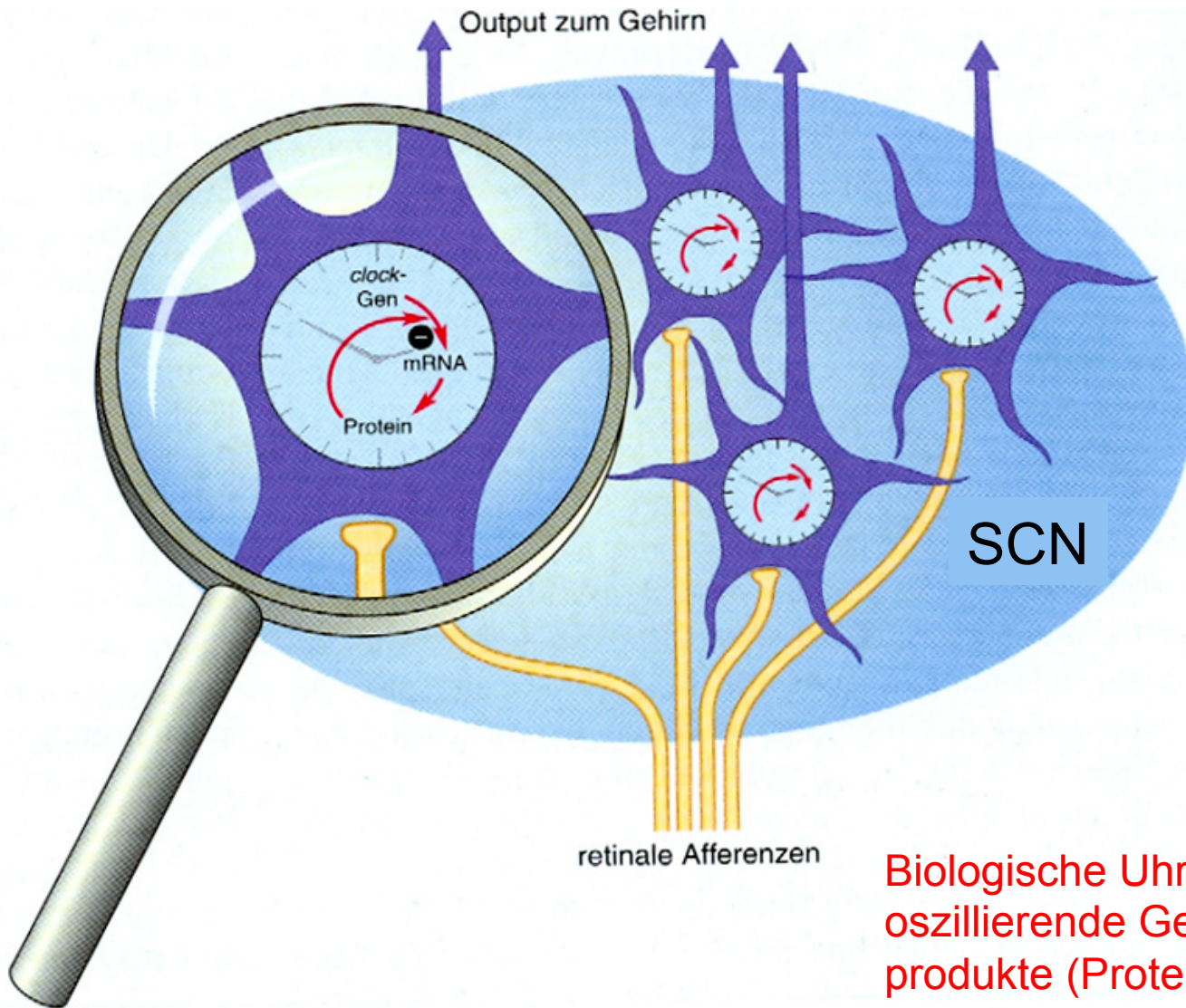


### Läsion des SCN



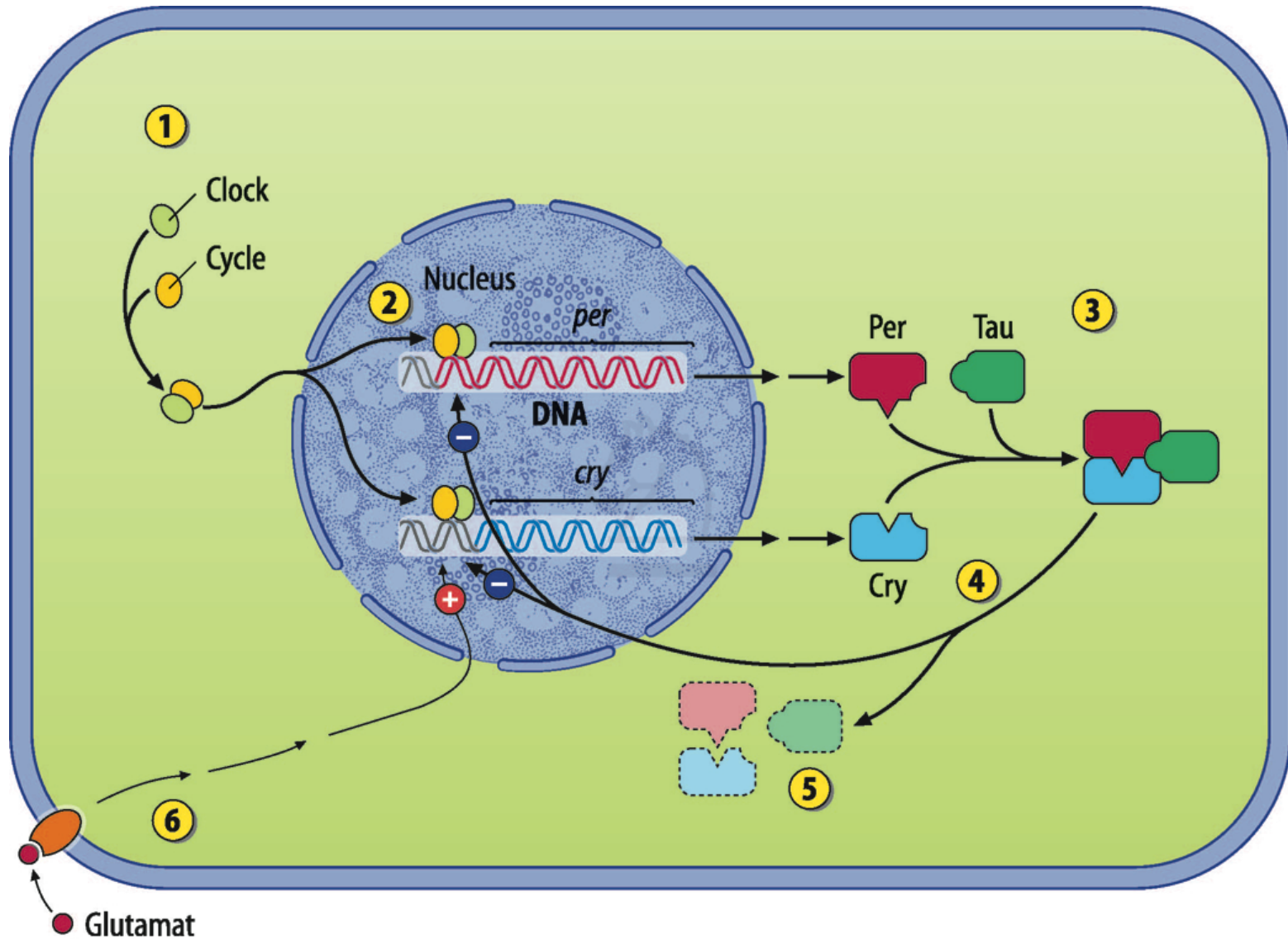
Nach SCN-Läsion ist die Circadianrhythmik aufgehoben!





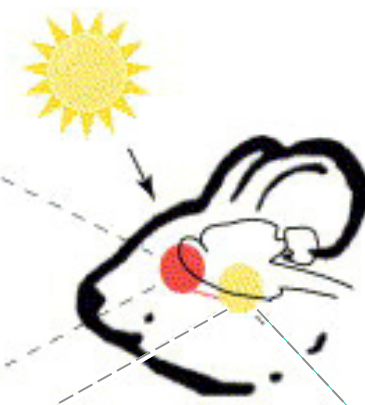
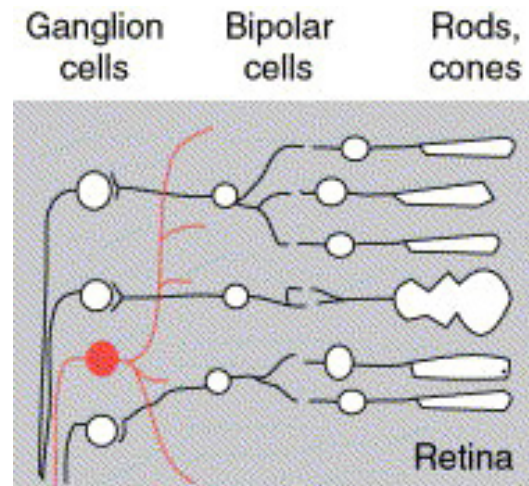
Biologische Uhren funktionieren durch oszillierende Genexpression: Gene produkte (Proteine) hemmen die Expression ihrer eigenen Transkripte (mRNA).



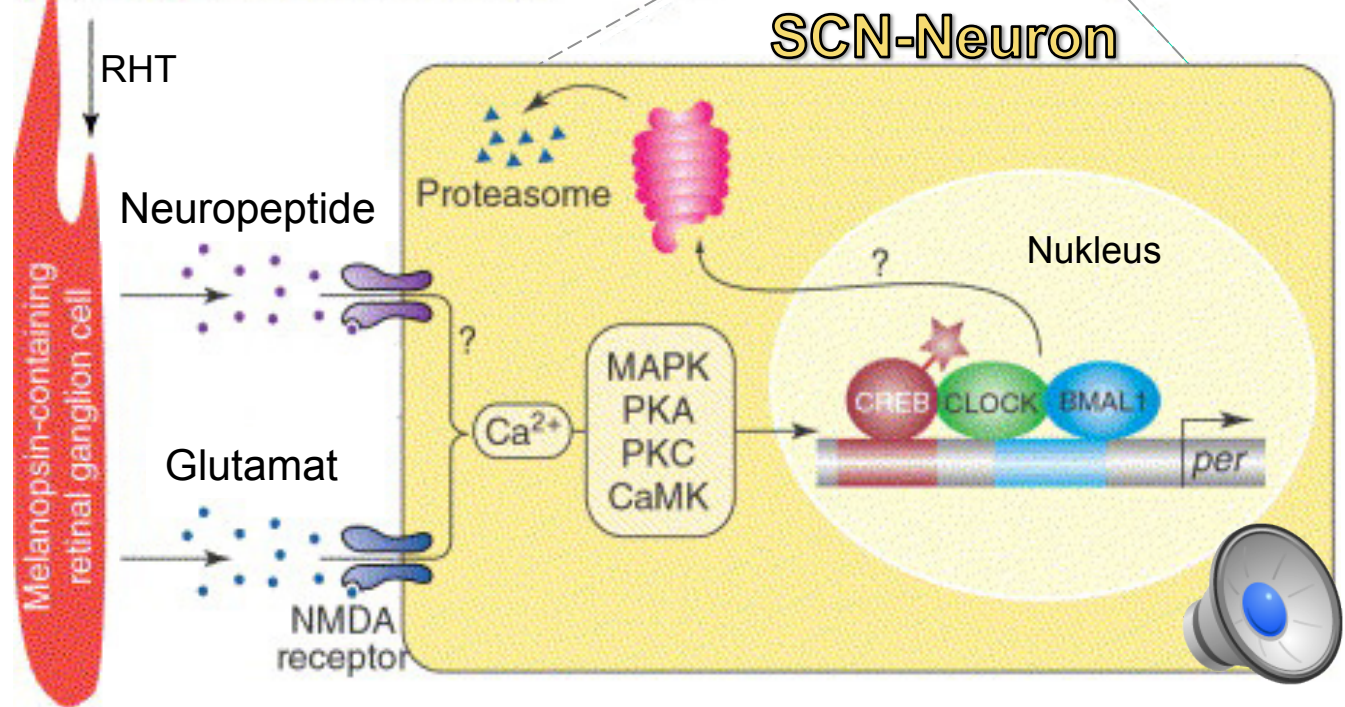


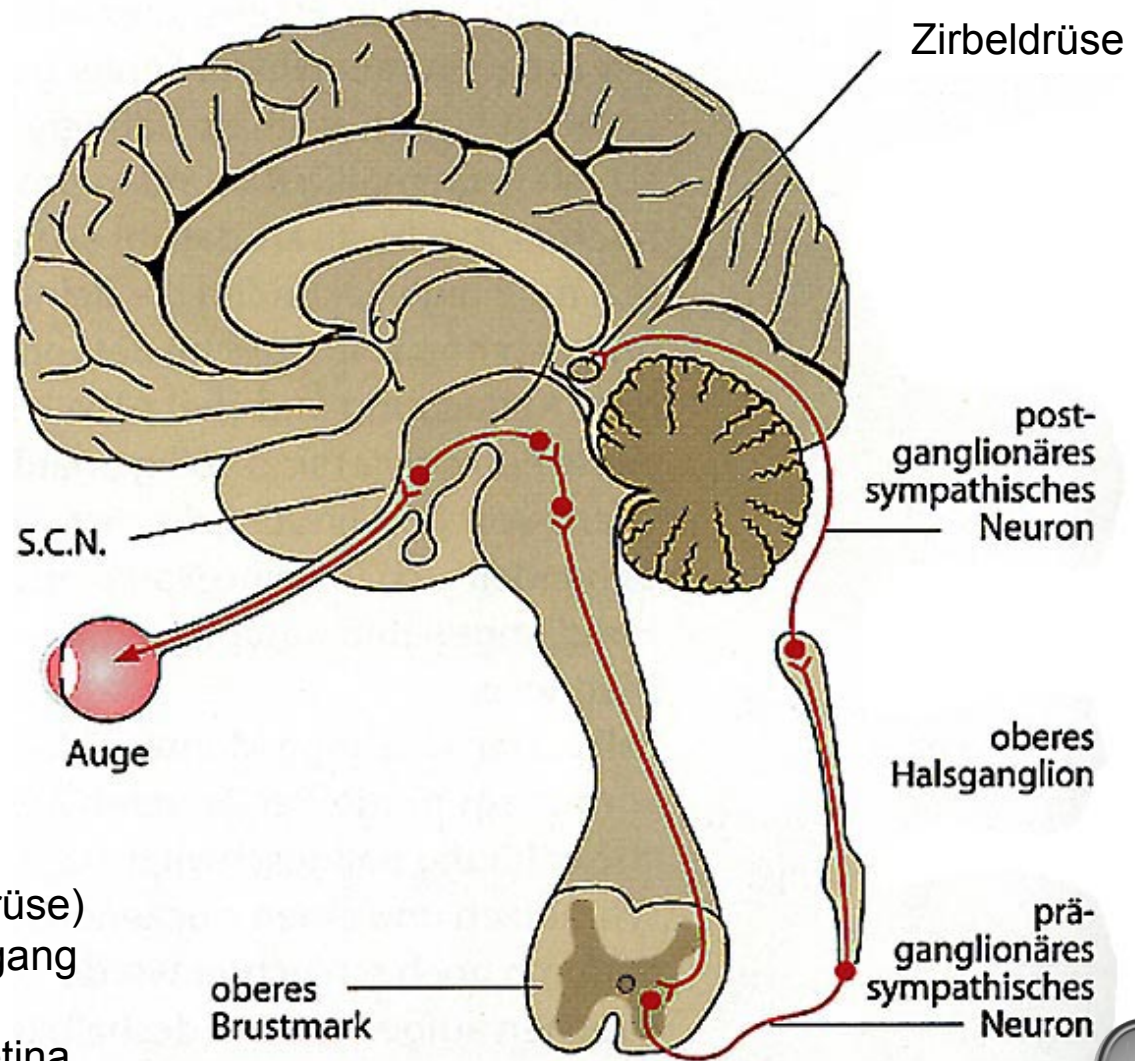


Retina



Ganglienzellen mit Melanopsin





### Melatoninausschüttung

aus dem Pinealorgan (Zirbeldrüse) wird gesteuert über einen Eingang aus des SCN, bekommt also indirekten Eingang aus der Retina. Die Melatoninausschüttung zeigt tages-periodische Schwankungen.



- Beeinträchtigung kognitiver und motorischer Leistungsfähigkeit
- Konzentrationsschwierigkeiten
- Halluzinationen
- Wahrnehmungsstörungen
- vegetative Störungen (2. Tag)
- überwältigende Müdigkeit (4. Tag)
- erniedrigte Schmerzschwelle
- Niedergeschlagenheit
- Gereiztheit
- fehlende  $\alpha$ -Wellen im EEG (7. Tag)

Elektroenzephalogramm EEG

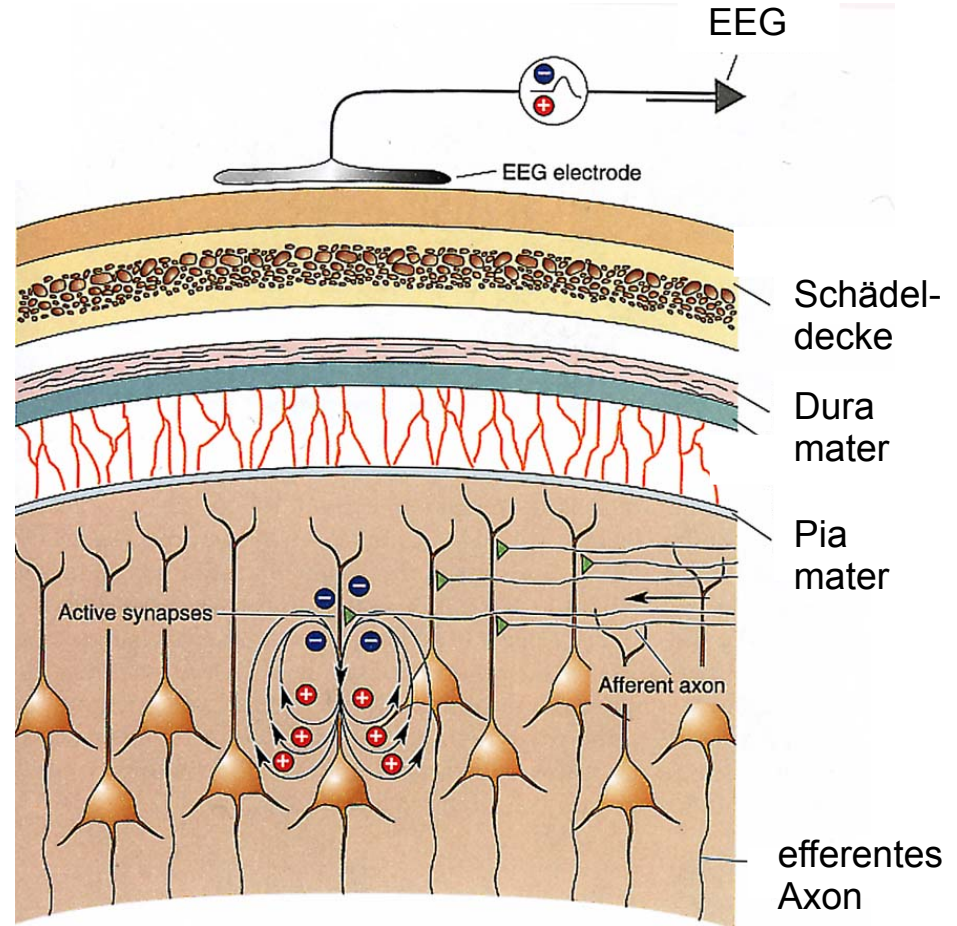
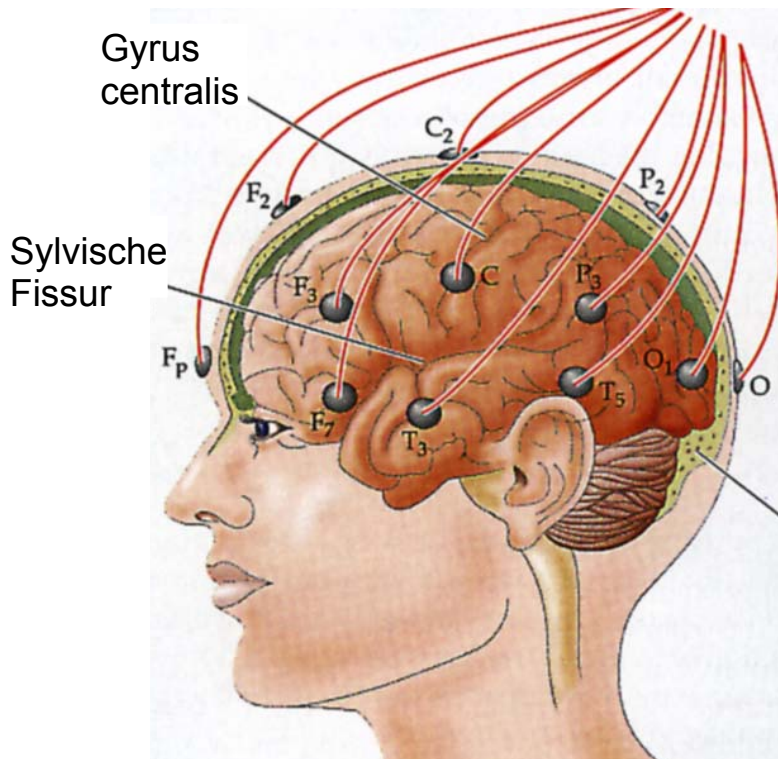


Bei Tieren: immunologische Störungen bei lang anhaltender Schlafdeprivation → multiples Organversagen (Herz, Lunge, Niere) → Tod



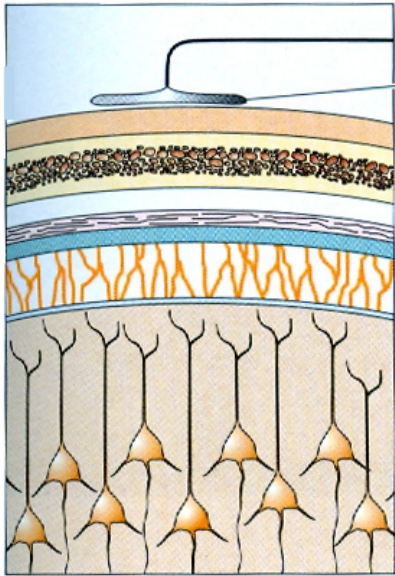
# Elektroenzephalogramm

Messung der Gehirnaktivität

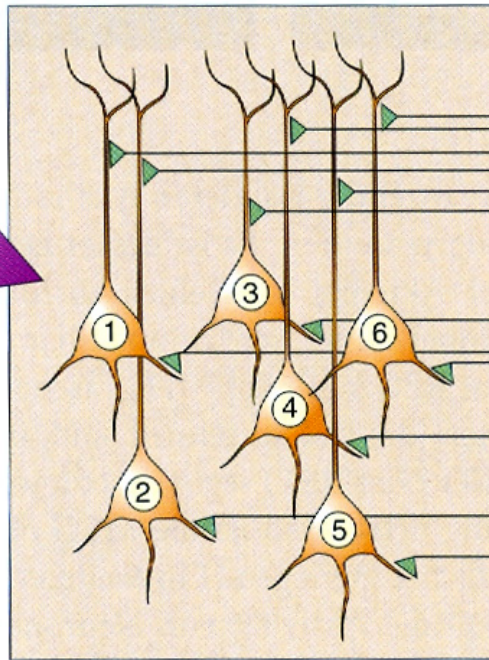


# Elektroenzephalogramm

Entstehung des EEG-Signals

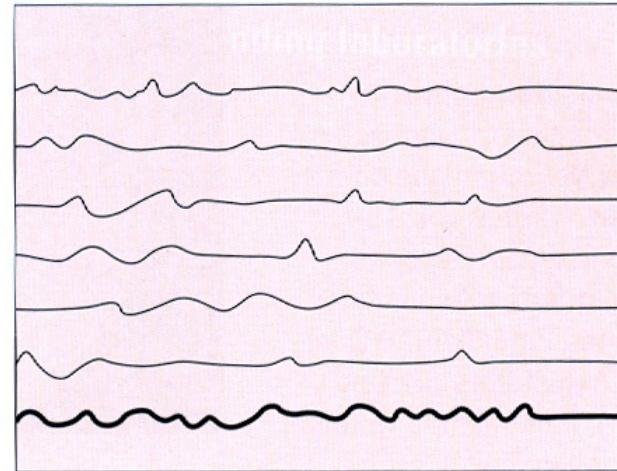


EEG-Elektrode

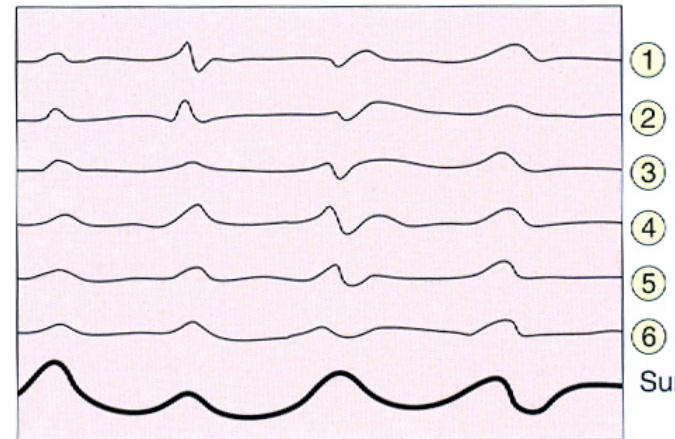


a

unregelmäßig



synchronisiert



c

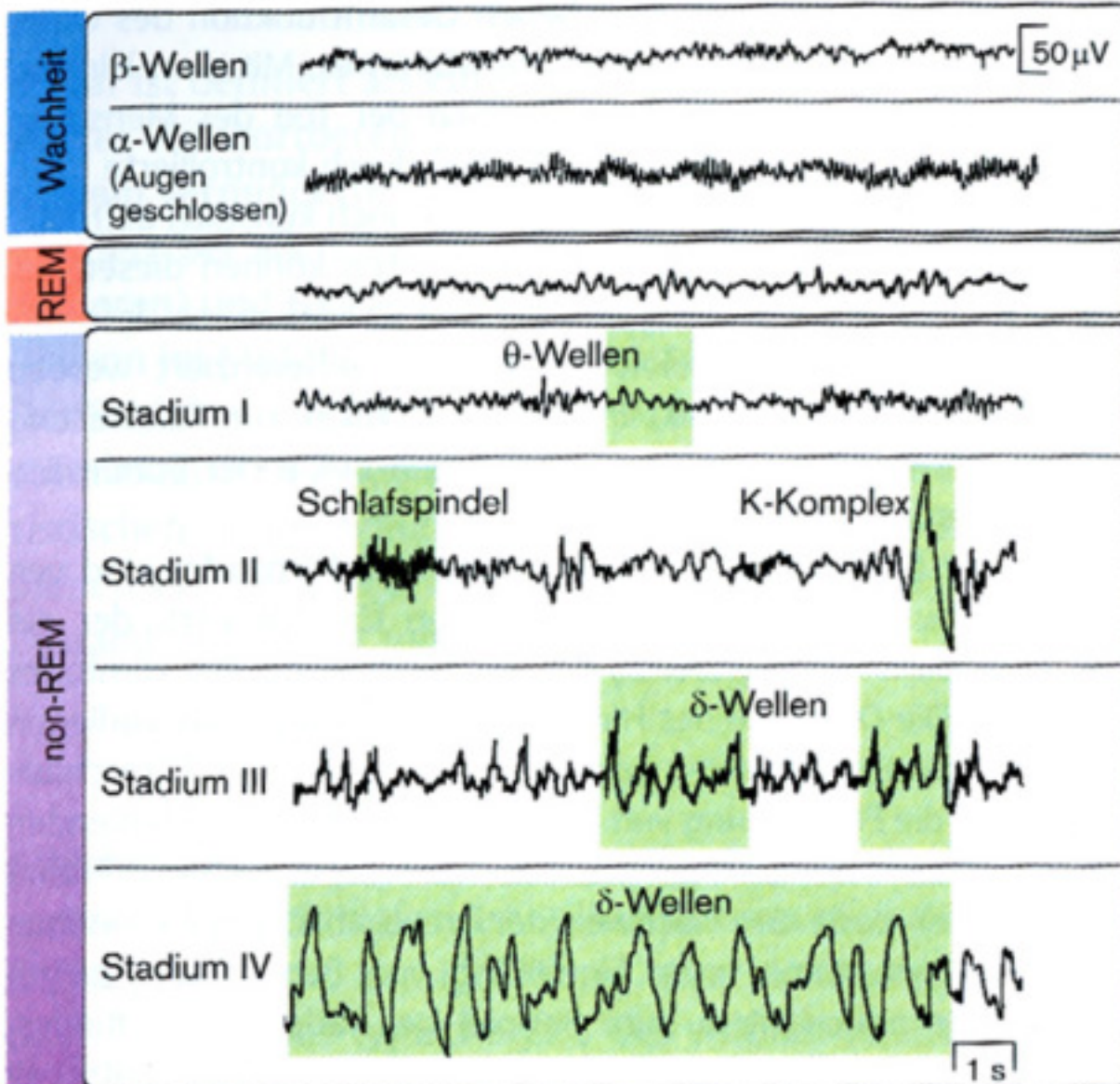


**EEG (Elektroenzephalogramm):** A. Loomis (1930) leitet erstmalig ein EEG bei schlafenden Menschen ab und die Einteilung des Schlafs in 5 verschiedene Phasen

**EEG + EOG (Elektrookulogramm):** E. Aserinsky und N. Kleitmann veröffentlichen 1953 eine Studie über den Zusammenhang von elektrischer Aktivität des Gehirns und damit einhergehenden Augenbewegungen (**REM**-Schlaf; **R**apid-**E**ye-**M**ovement)



### Elektroenzephalogramm



Beta-Wellen:  $> 13 \text{ Hz}$

Alpha-Wellen:  $8-12,5 \text{ Hz}$

Theta-Wellen:  $4-7 \text{ Hz}$ ;

Schlafspindeln  
K-Komplexe

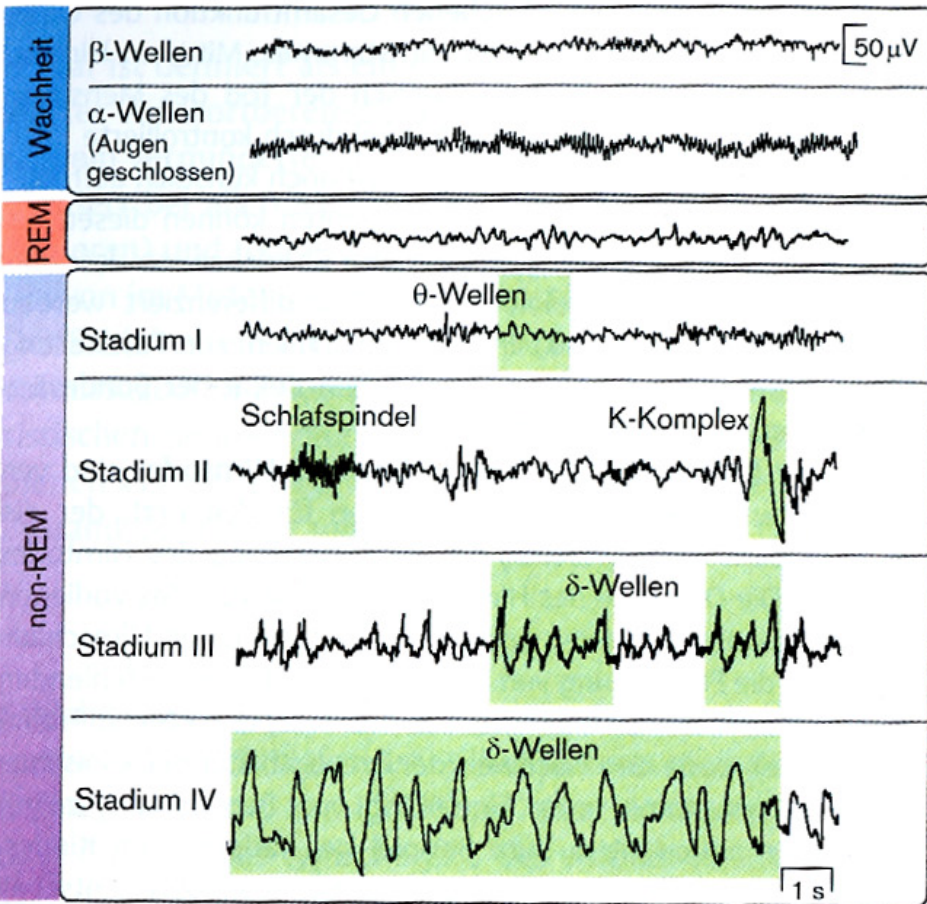
Delta-Wellen:  $0,5-3 \text{ Hz}$



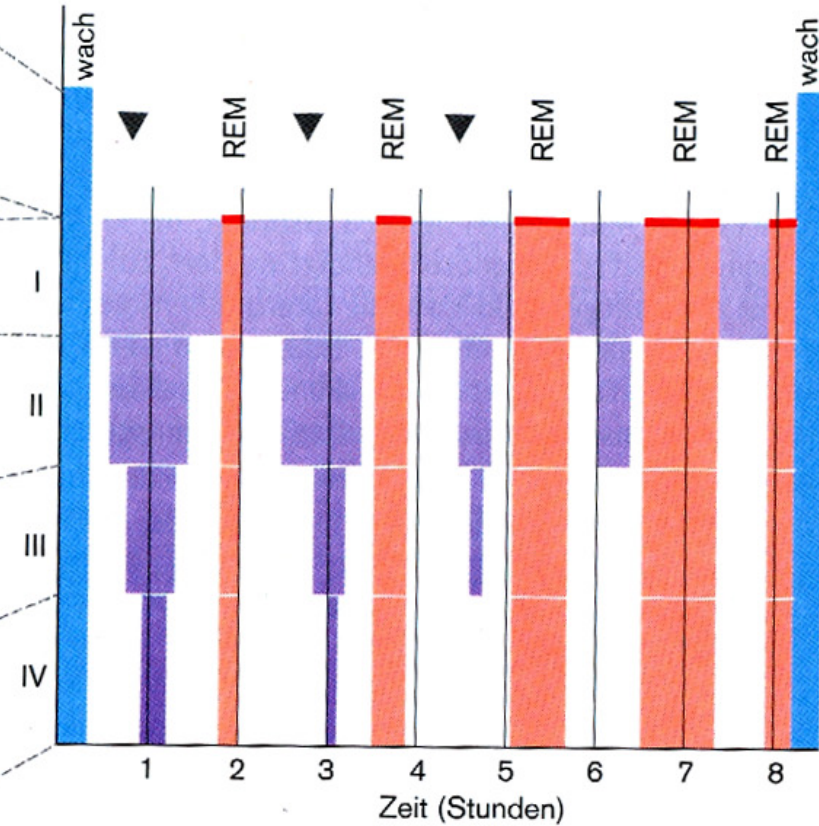
# Schlafstadien

## Non-REM und REM Phase

A Elektroenzephalogramm



B Schlafprofil

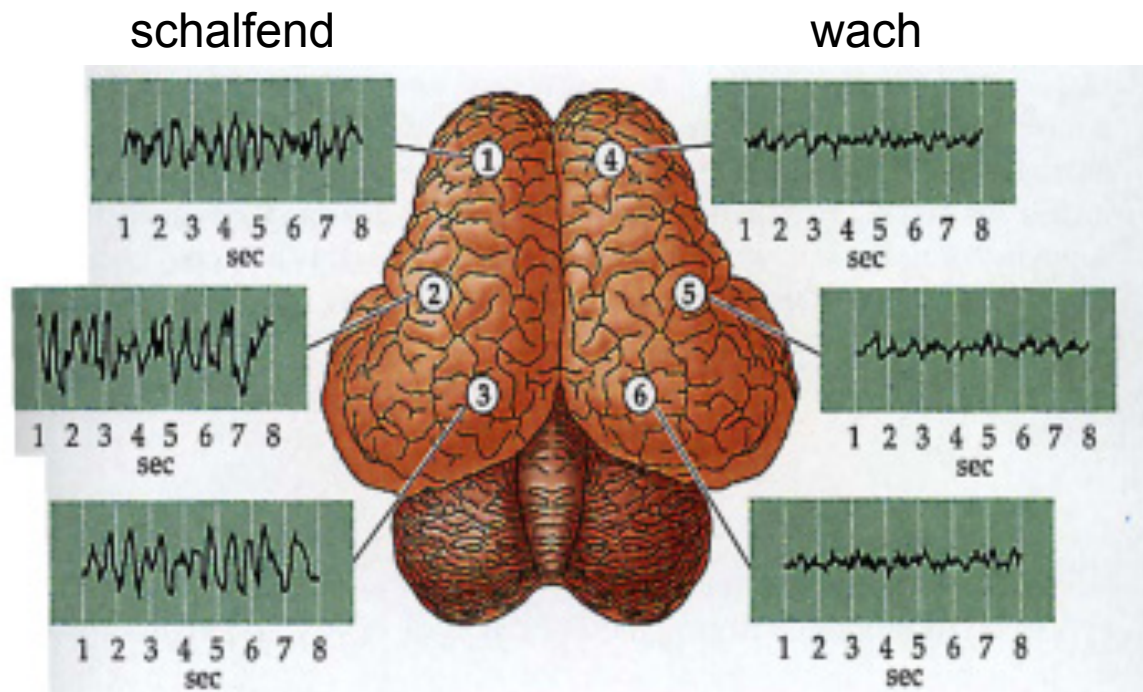




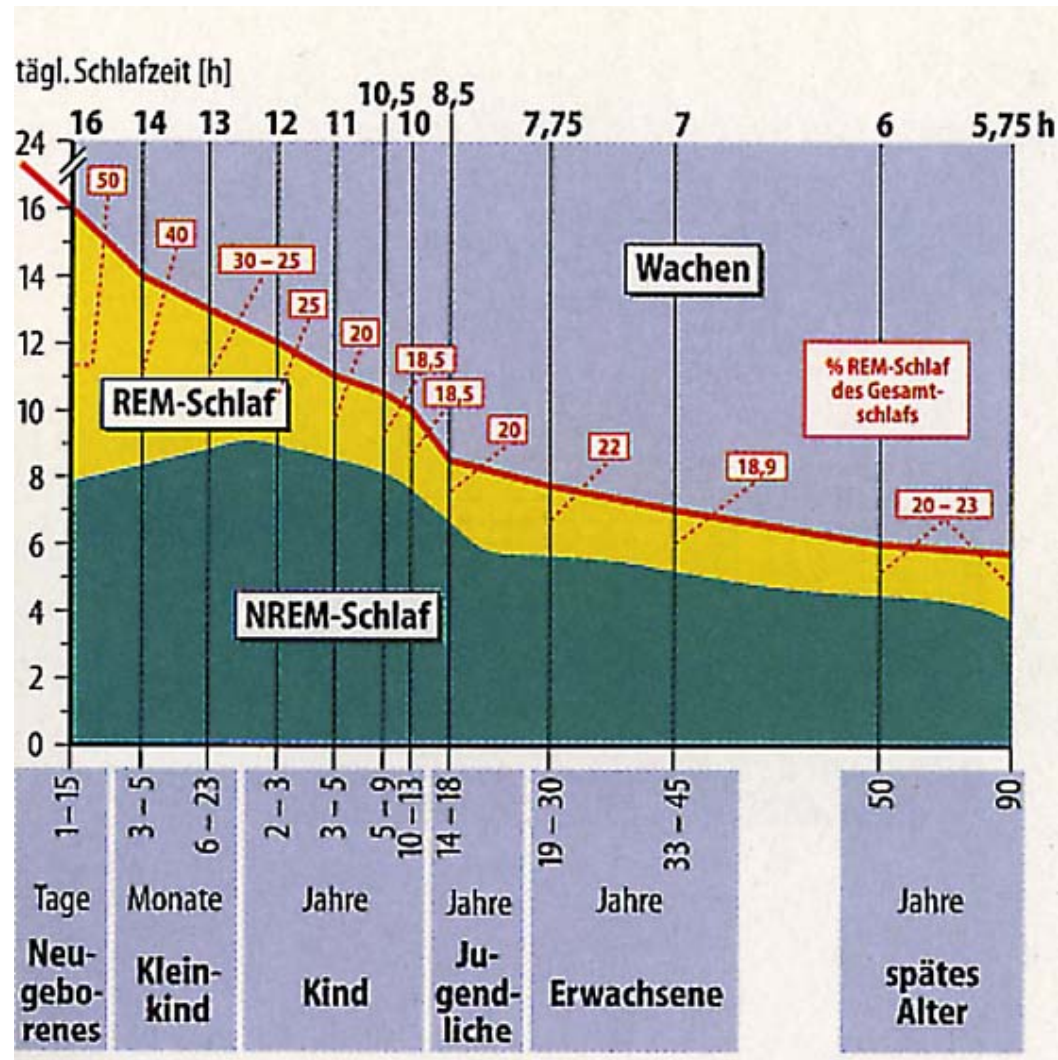
# Schlaf des Delfins



Delfine schlafen abwechselnd mit einer Gehirnhälfte



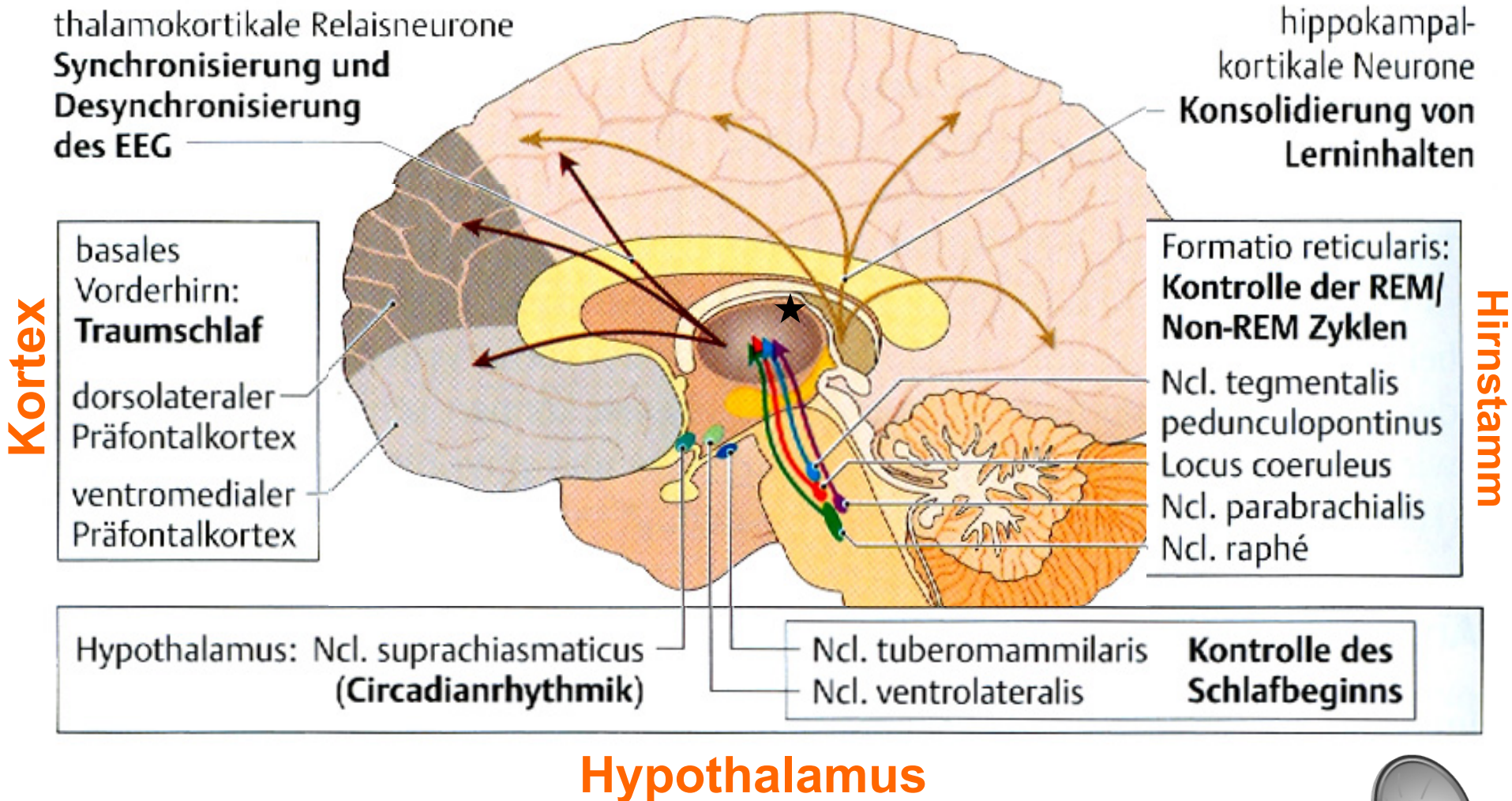
# Veränderung des Schlafprofils



Die Anteile der REM Phasen im Vergleich zu den NREM Phasen nehmen mit dem Alter ab.

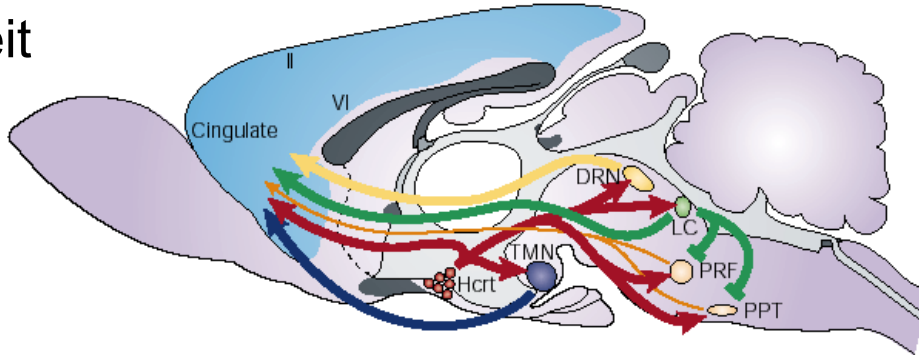


## ★ Thalamus



# Transmittersysteme Wach/Schlaf

Wachheit



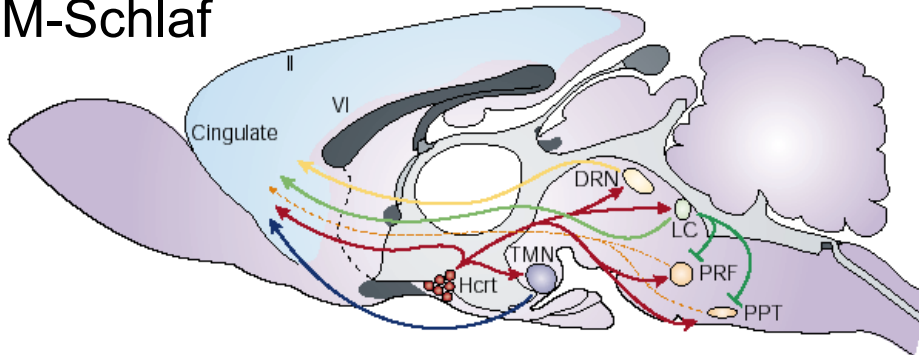
grün = aminerg

gelb = serotonerg

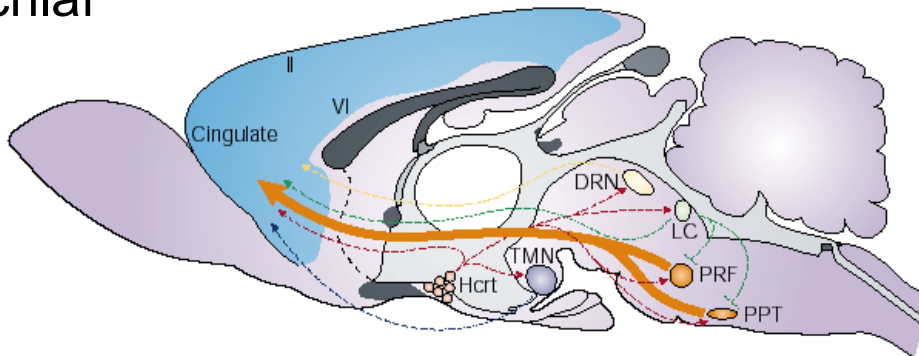
blau = histaminerg

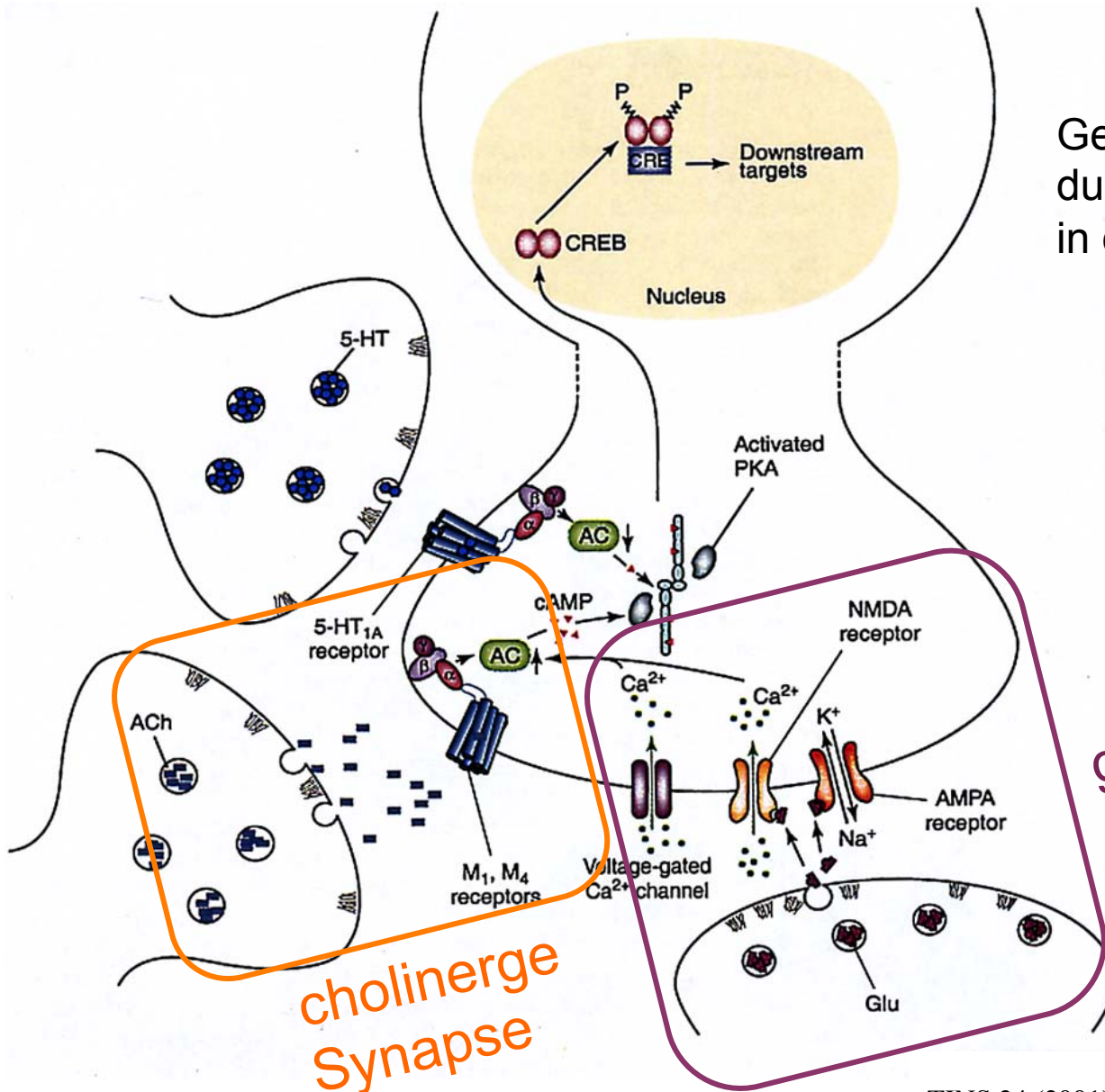
orange = cholinerg

Non-REM-Schlaf



REM-Schlaf





Gedächtniskonsolidierung durch Förderung von **LTP** in der **REM-Schlaf** Phase

glutamaterge Synapse



# Schlafstörungen (Insomnia)

---

## 1. Insomnia (Ein- und Durchschlafstörungen)

Pseudoinsomnia

Idiopathische Insomnia

„delayed sleep phase insomnia“

Drogen-Insomnia

Insomnia bei Hyperaktivität und affektiven Störungen

Schlafapnoe

## 2. Hypersomnia

Narkolepsie

Drogen-Hypersomnia

Hypersomnia bei Verhaltensstörungen

Pickwick-Syndrom

## 3. Schlafstadien-gebundene Störungen

Schlafwandeln (Somnambulismus)

Enuresis nocturna (nächtliches Einnässen)

Alpträume (Pavor nocturnus)

Bruxismus nocturnus (nächtliches Zähneknirschen)

Iactatio capitis nocturnus (nächtliches Kopfschlagen)

Somniloquie (Sprechen im Schlaf)

Ruhelose Beine (restless leg syndrome)

## 4. Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus

Zeitzoneüberschreitung („jet lag“)

Schicht- und Nachtarbeit



# Physiologische Rhythmen und Störungen

---

- Hormone: Melatonin, Gonadotropin, Wachstumshormon, Cortisol
- Körpertemperatur
- Nahrungsaufnahme: Nahrungsverfügbarkeit und gastrointestinale Signale steuern entsprechende Lernprozesse
- Schmerzempfindlichkeit
- Vigalenz (Aufmerksamkeit)
- Gedächtnisleistung
- Schlaf/Wach

„**Jet-lag**“ tritt auf bei Transkontinentalreisen, Anpassung an die Ortszeit innerhalb von drei Tagen möglich, Melatoningabe verkürzt die Umstellungsphase („entrainment“)

**Schichtarbeit:** sehr viel problematischer, weil sich auch nach Jahren die Oszillatoren für die Körpertemperatur oder andere vegetative Parameter nicht umstellen lassen. Daraus resultieren vegetative Beschwerden des Intestinaltraktes oder des Herz-Kreislaufsystems, Schwächen der Immunabwehr, Stimmungsschwankungen bis hin zu Depressionen sind bei Schichtarbeitern häufig zu beobachten.



Science

AAAS

# Sleep Drives Metabolite Clearance from the Adult Brain

Lulu Xie *et al.*

*Science* **342**, 373 (2013);

DOI: 10.1126/science.1241224

