

10. Vorlesung: Endogene Rhythmik und Schlaf



„Wir sind

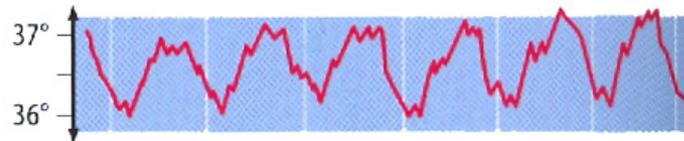


1967)

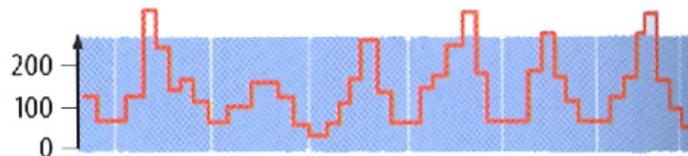
circa= ungefähr; dies = Tag



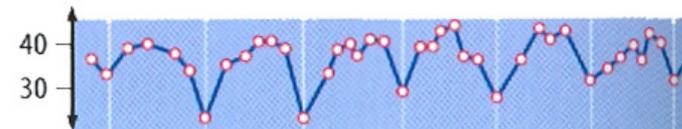
Schlaf-Wach Rhythmus



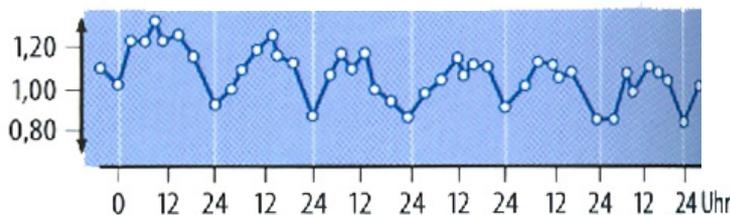
Körpertemperatur [°C]



Kaliumausscheidung [mg/h]

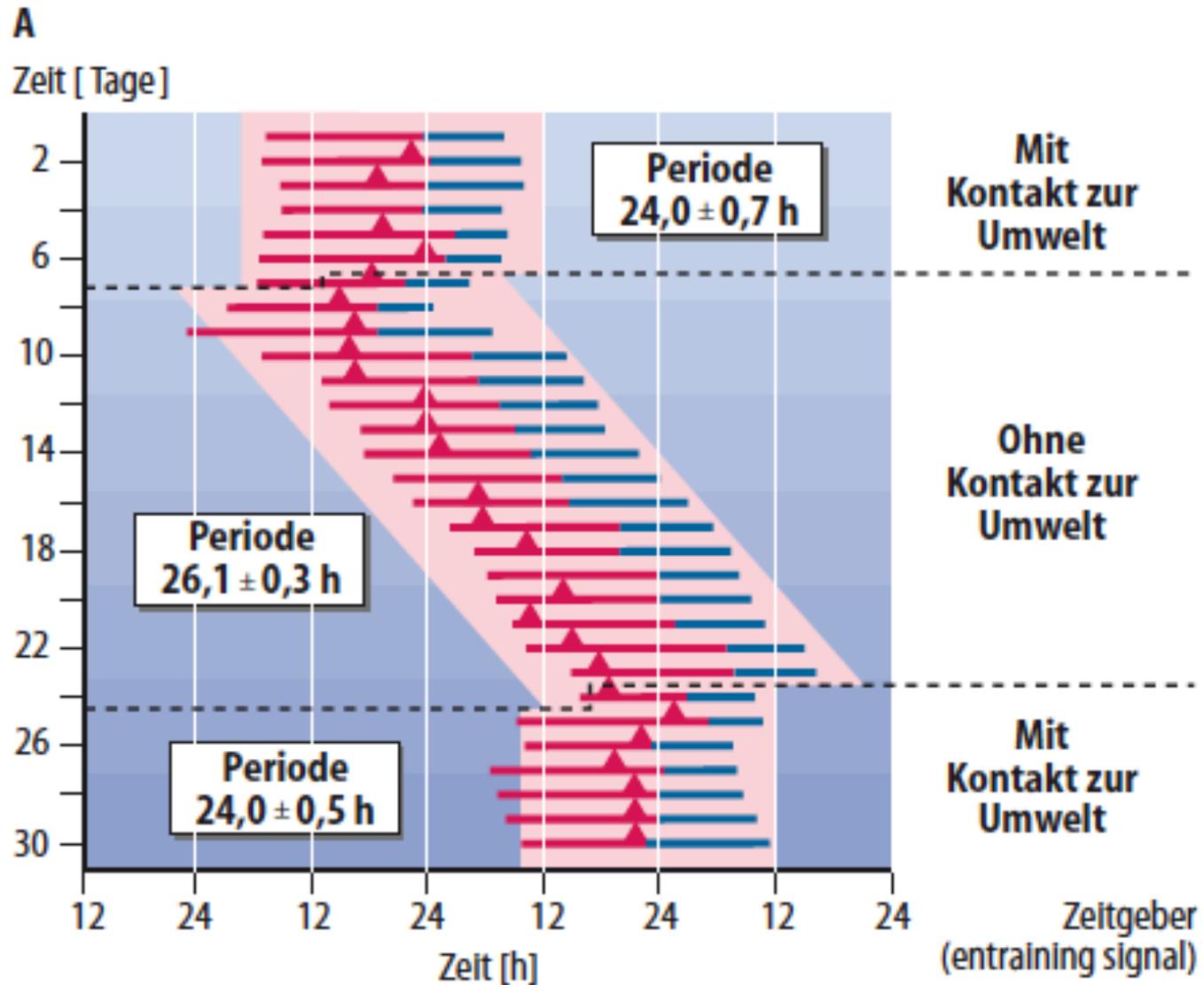


Rechengeschwindigkeit [Aufgaben/min]



Zeitschätzung [rel. Geschw.]



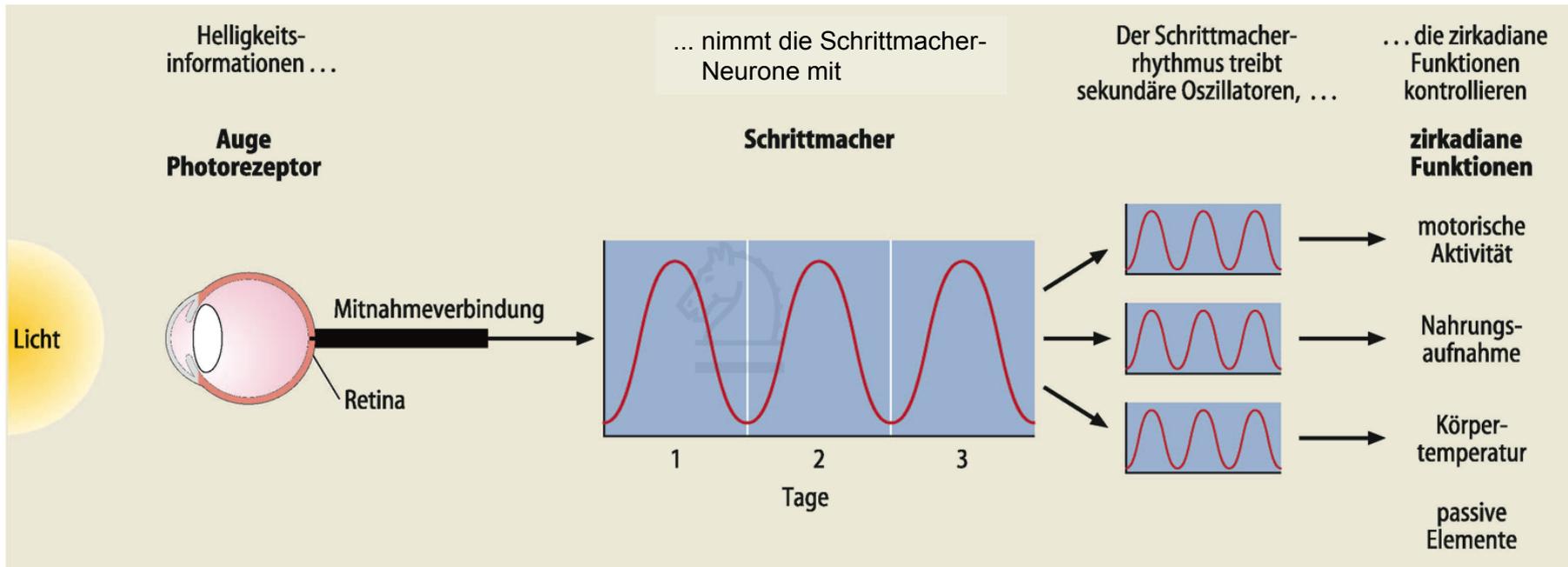


Messfühler

Auge, Hypothalamus, Gehör

Schrittmacher

Sek. Oszillatoren, Passive Elemente

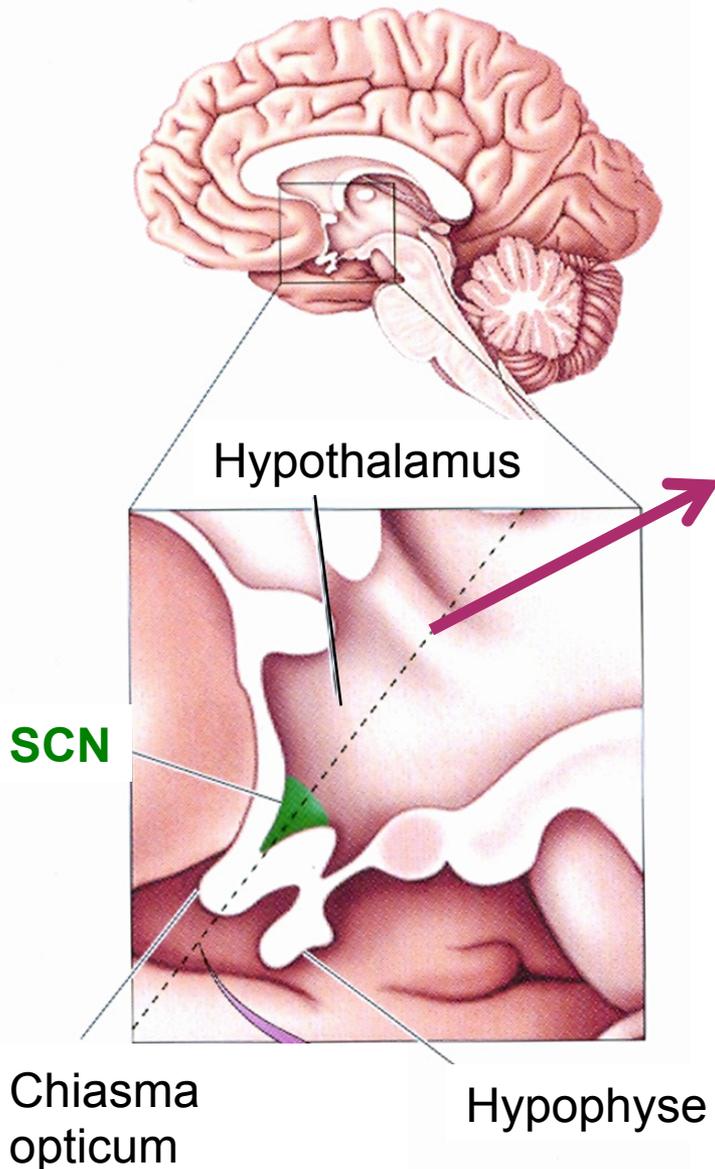


Zeitgeber - Synchronisation - Mitnahme

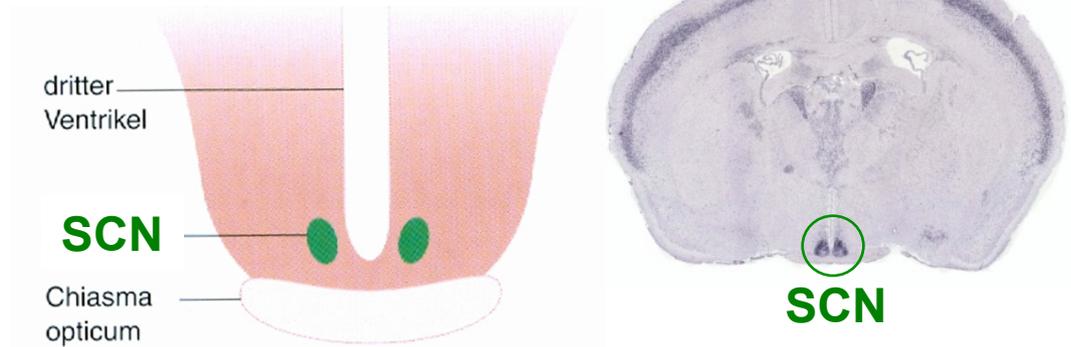


Suprachiasmatischer Kern (SCN)

primärer Schrittmacher

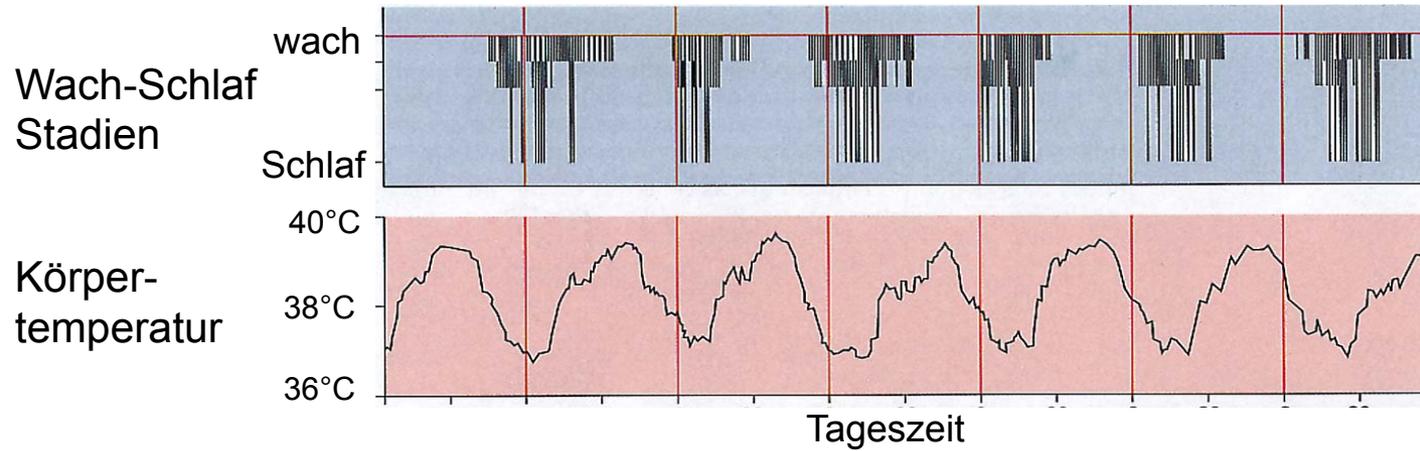


Unsere biologische Uhr Suprachiasmatischer Kern

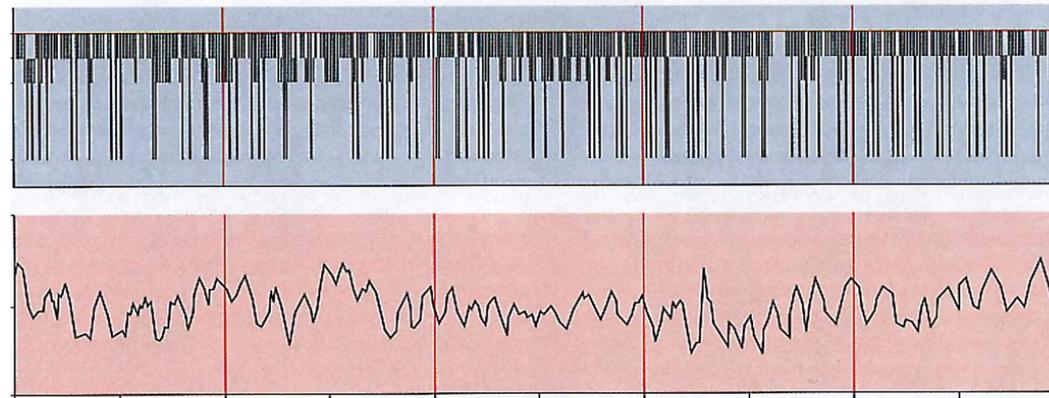


Das Kerngebiet des **SCN** besitzt nur etwa 16.000 Zellen und ist der primäre und wichtigste Rhythmusgeber im Säugetier.



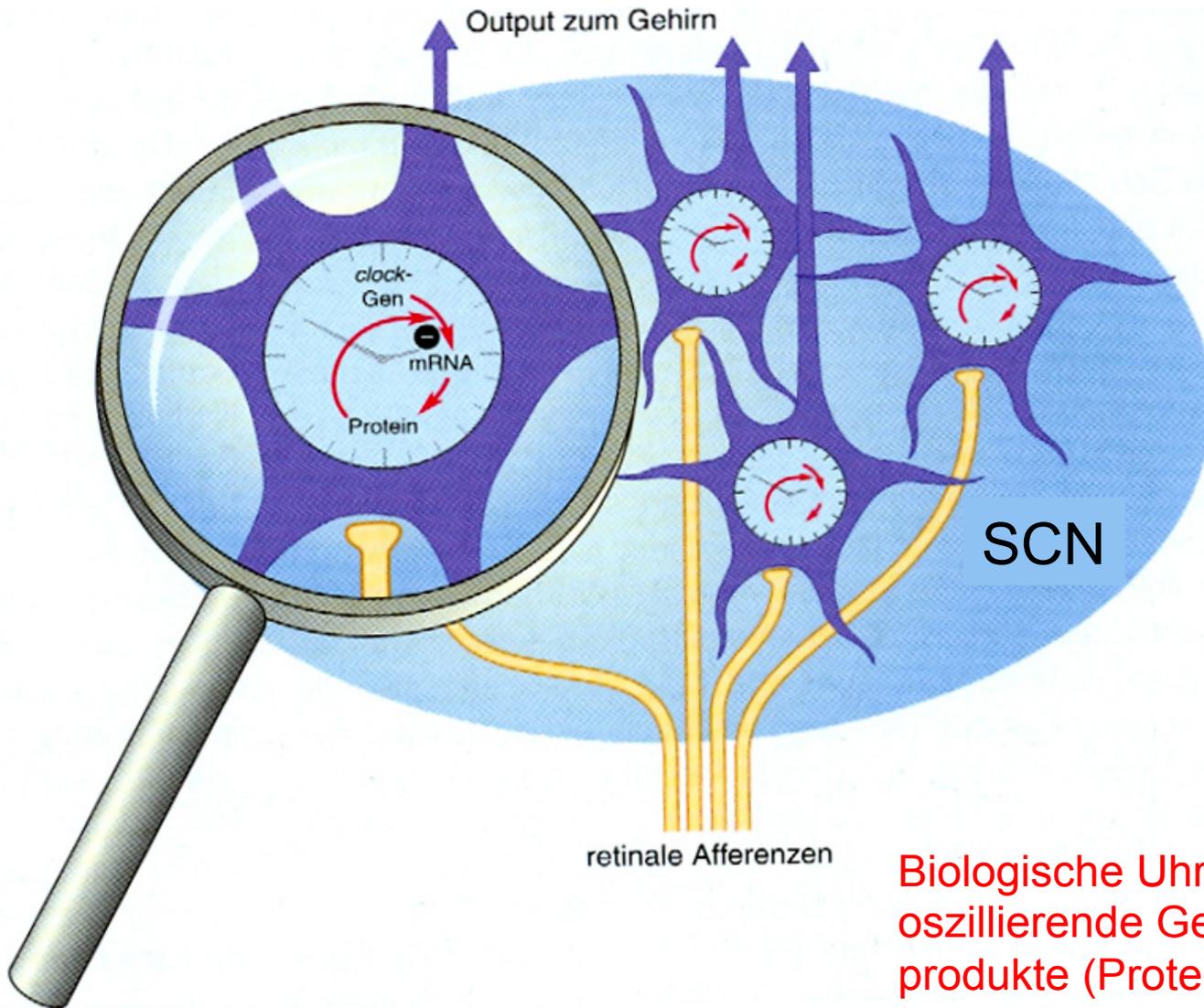


Läsion des SCN



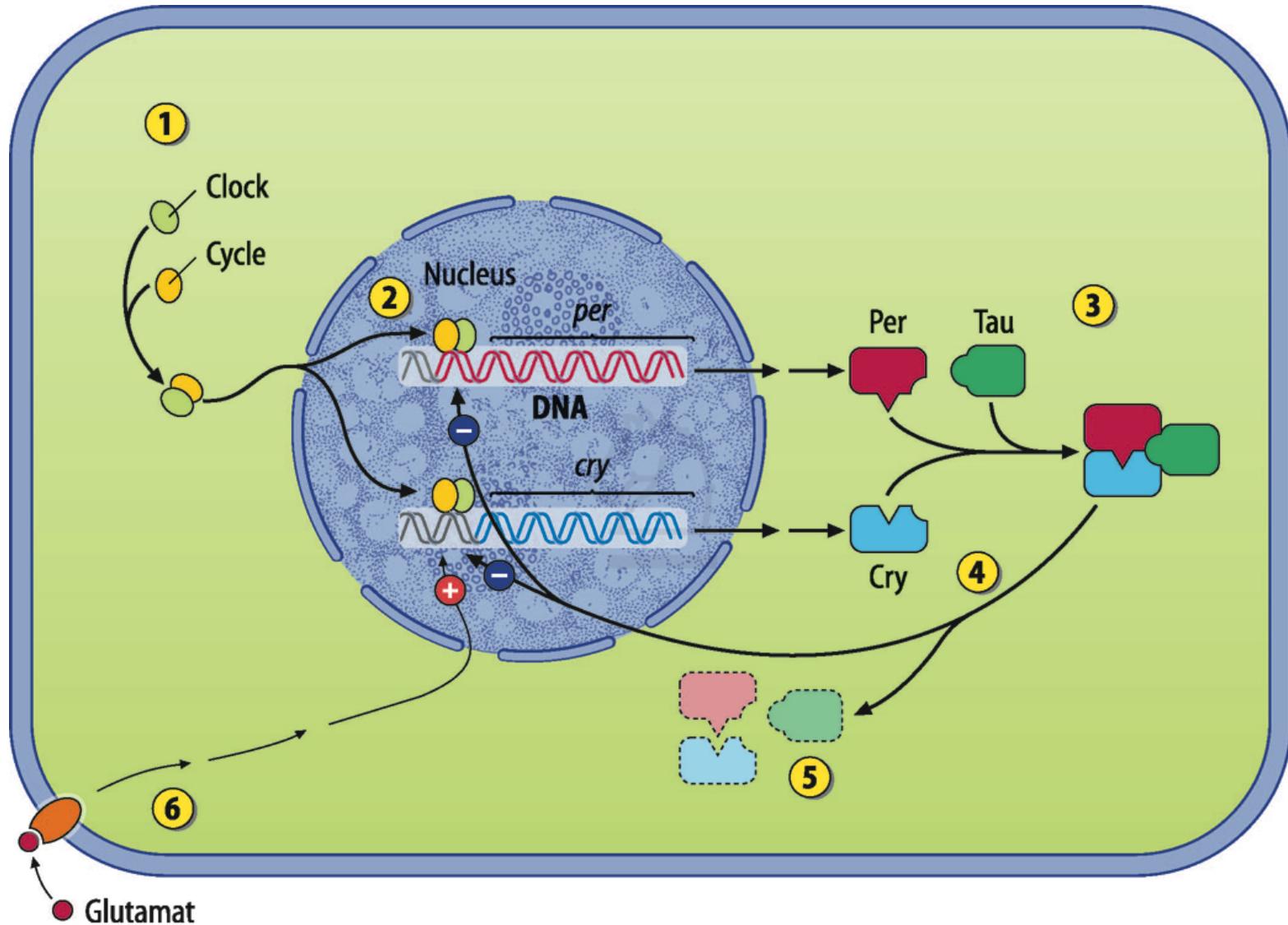
Nach SCN-Läsion ist die Circadianrhythmik aufgehoben!



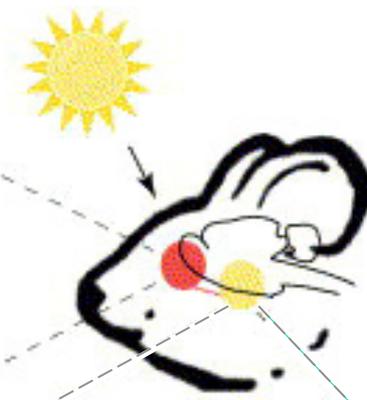
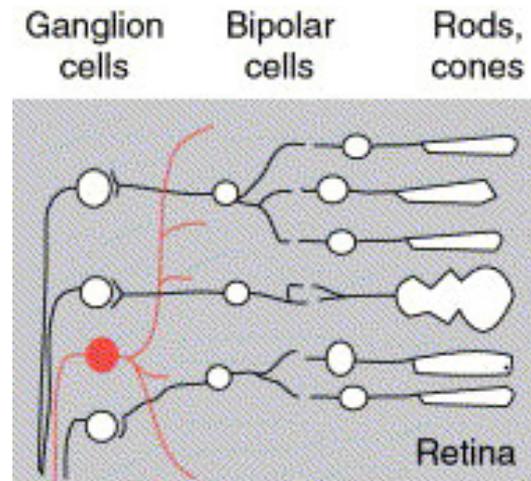


Biologische Uhren funktionieren durch oszillierende Genexpression: Genprodukte (Proteine) hemmen die Expression ihrer eigenen Transkripte (mRNA).

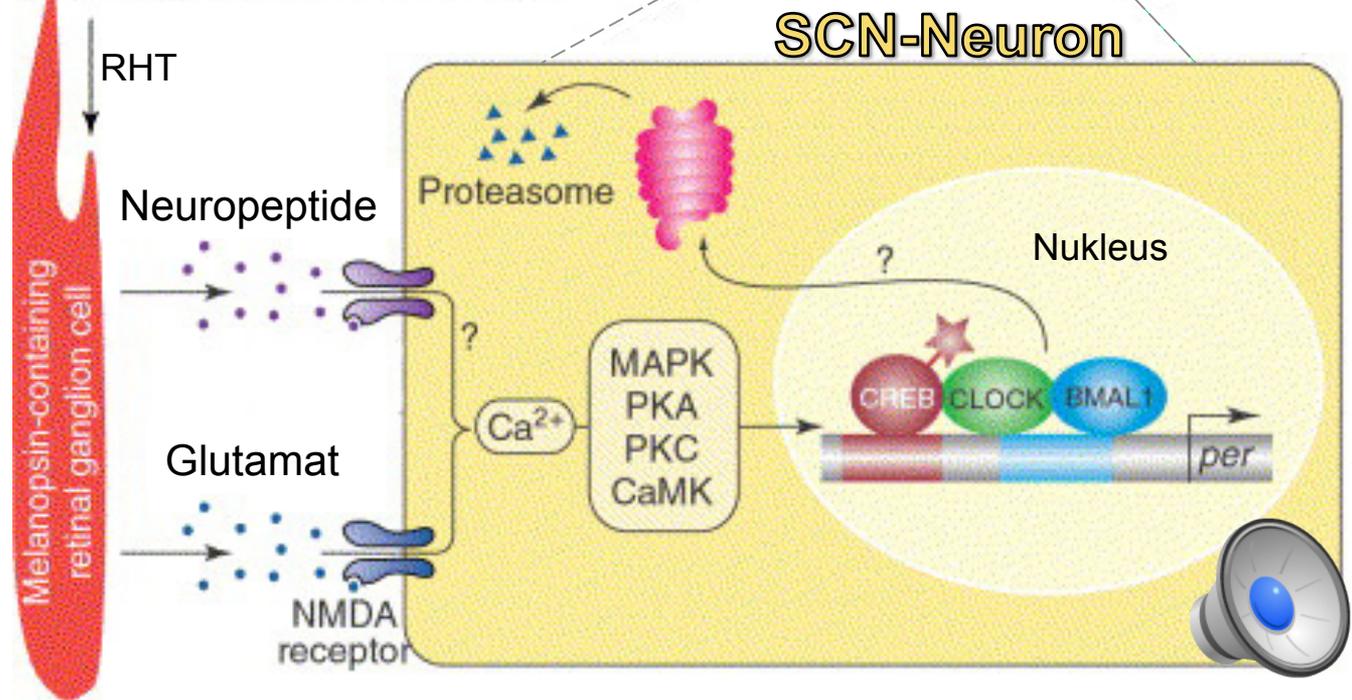


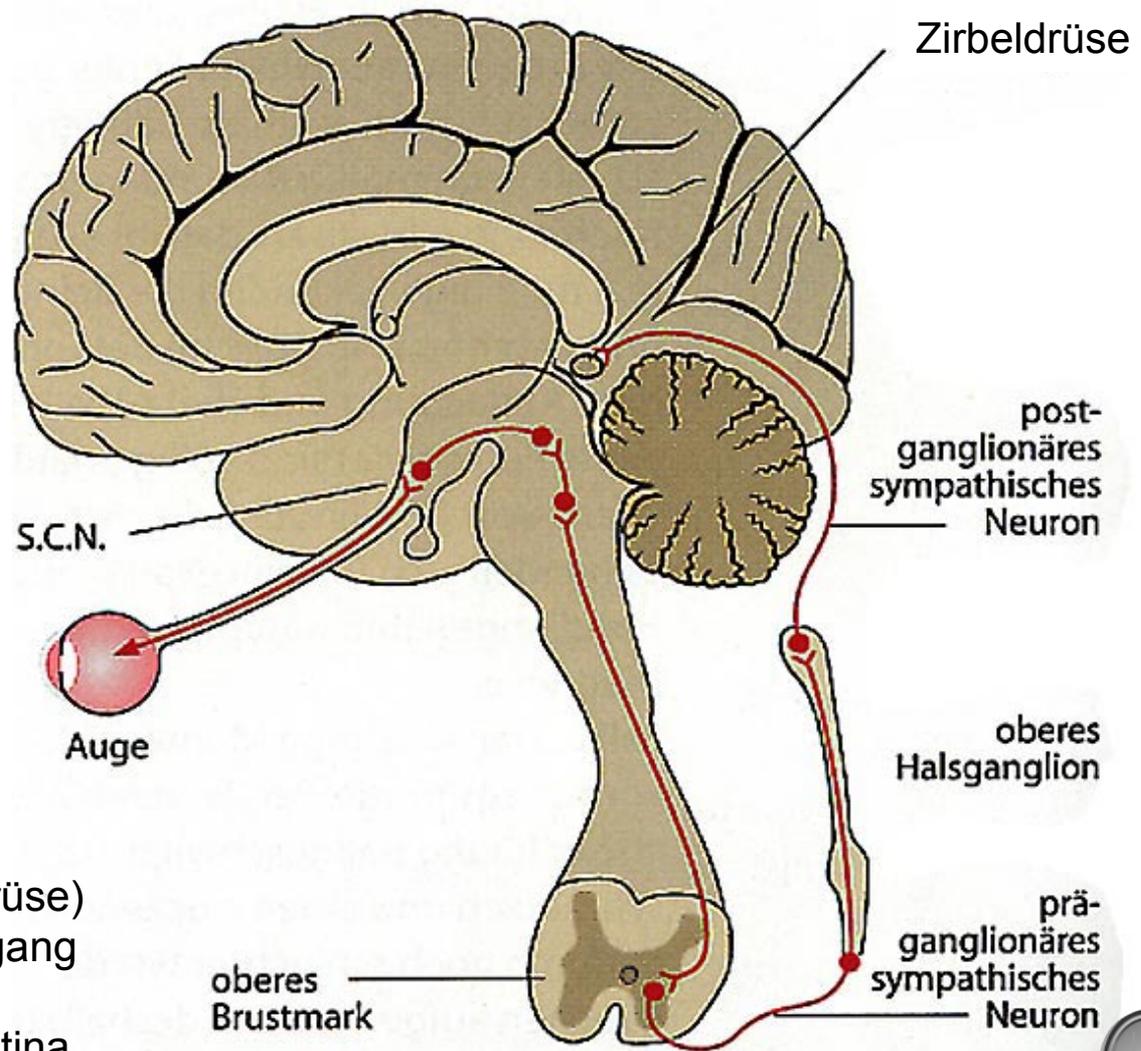


Retina



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 α -Wellen im EEG (7. Tag)

Elektroenzephalogramm EEG

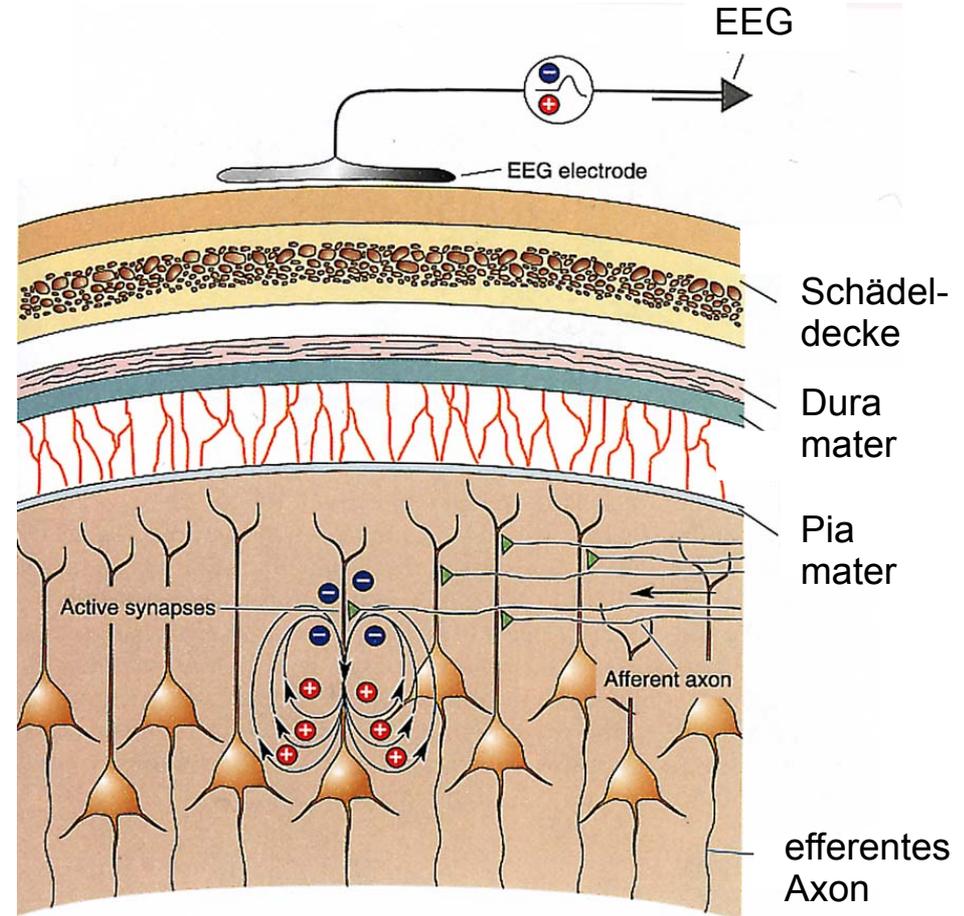
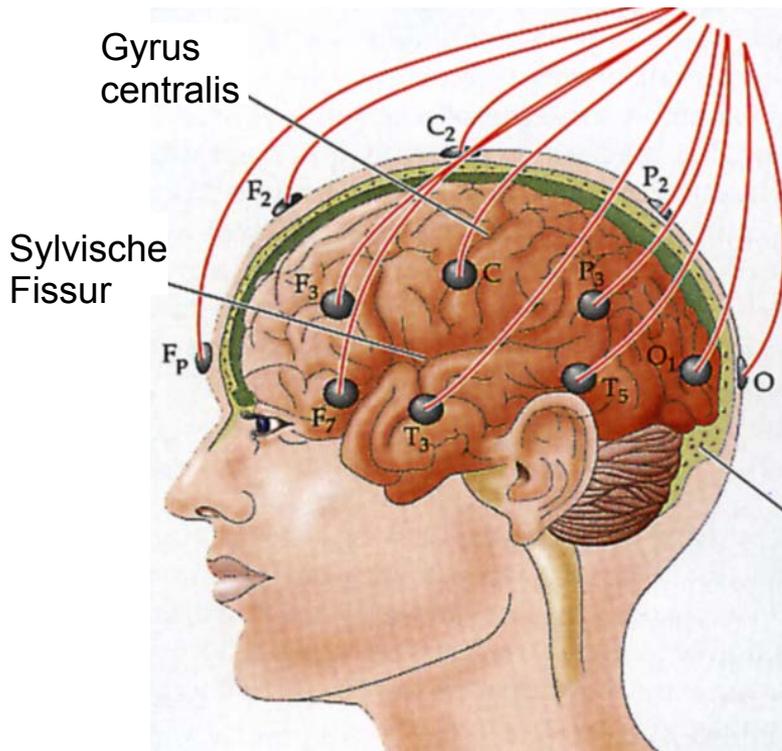


Bei Tieren: immunologische Störungen bei lang anhaltender Schlafdeprivation → multiples Organversagen (Herz, Lunge, Niere) → Tod



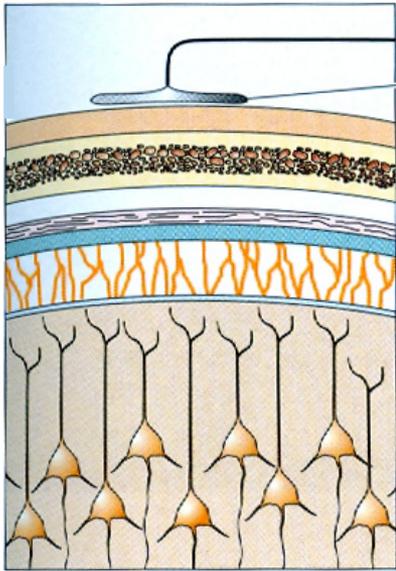
Elektroenzephalogramm

Messung der Gehirnaktivität

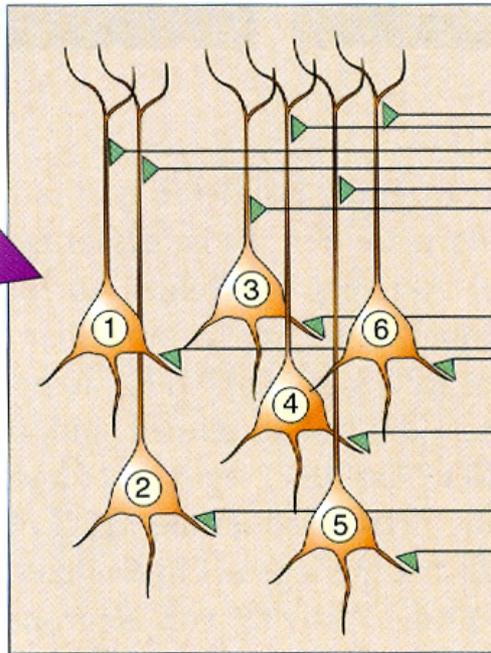


Elektroenzephalogramm

Entstehung des EEG-Signals

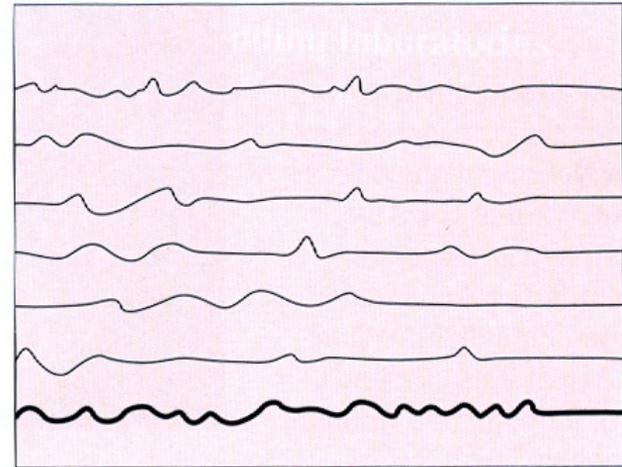


EEG-Elektrode

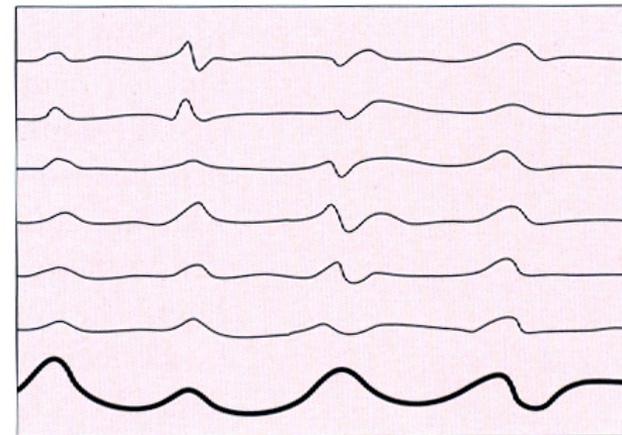


a

unregelmäßig



synchronisiert



c

Summe = EEG

Summe = EEG

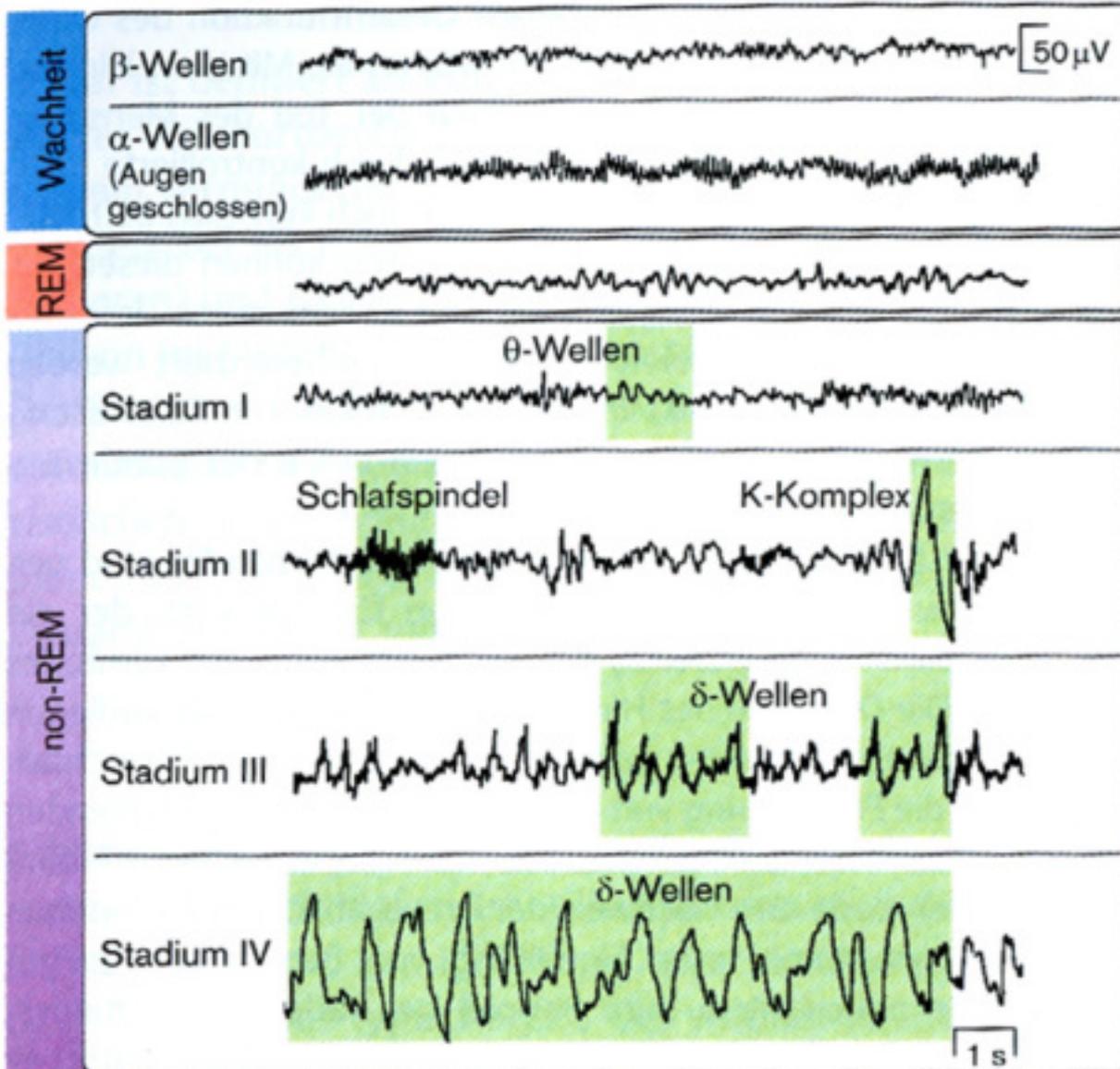


EEG (Elektroenzephalogramm): A. Loomis (1930) leitet erstmalig ein EEG bei schlafenden Menschen ab und die Einteilung des Schlafs in 5 verschiedene Phasen

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

Schlafspindel
K-Komplexe

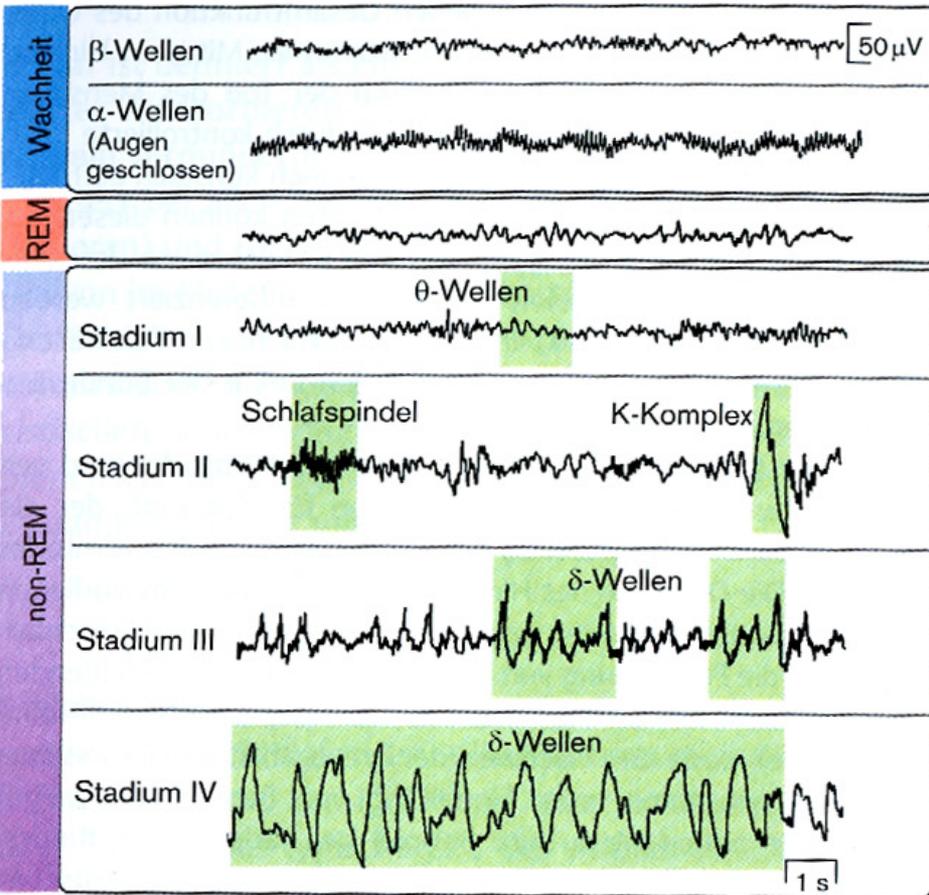
Delta-Wellen: $0,5-3 \text{ Hz}$



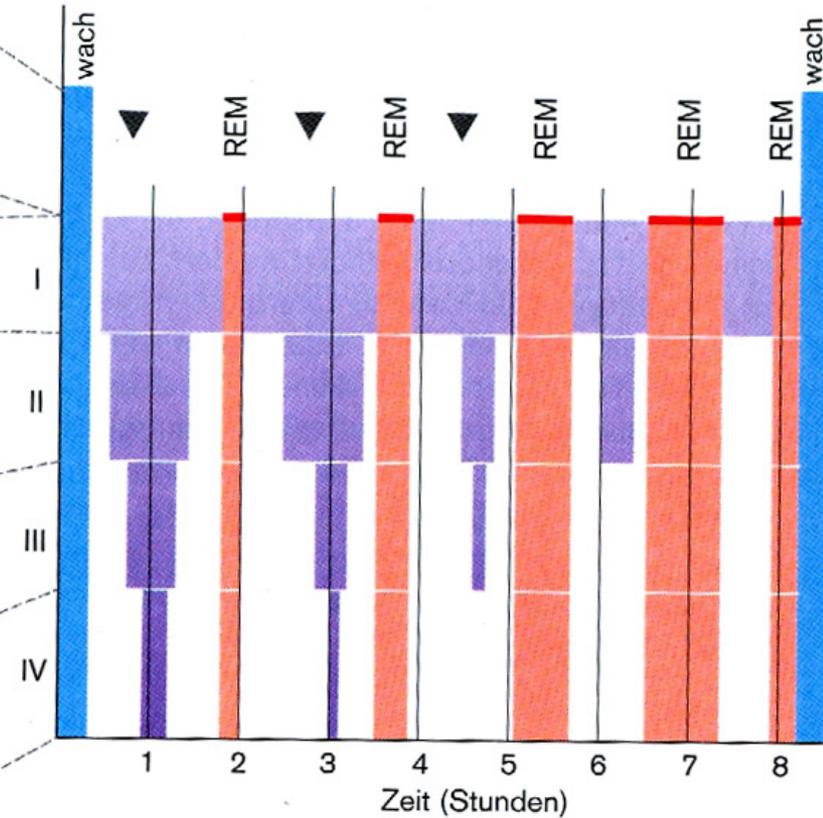
Schlafstadien

Non-REM und REM Phase

A Elektroenzephalogramm



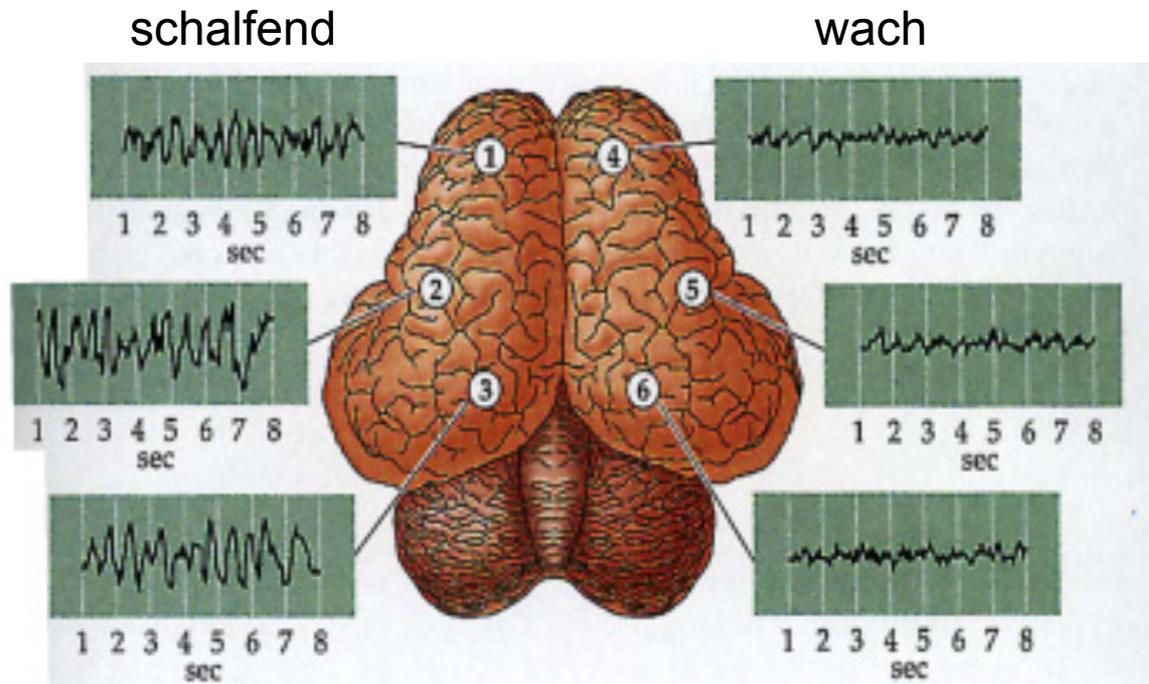
B Schlafprofil



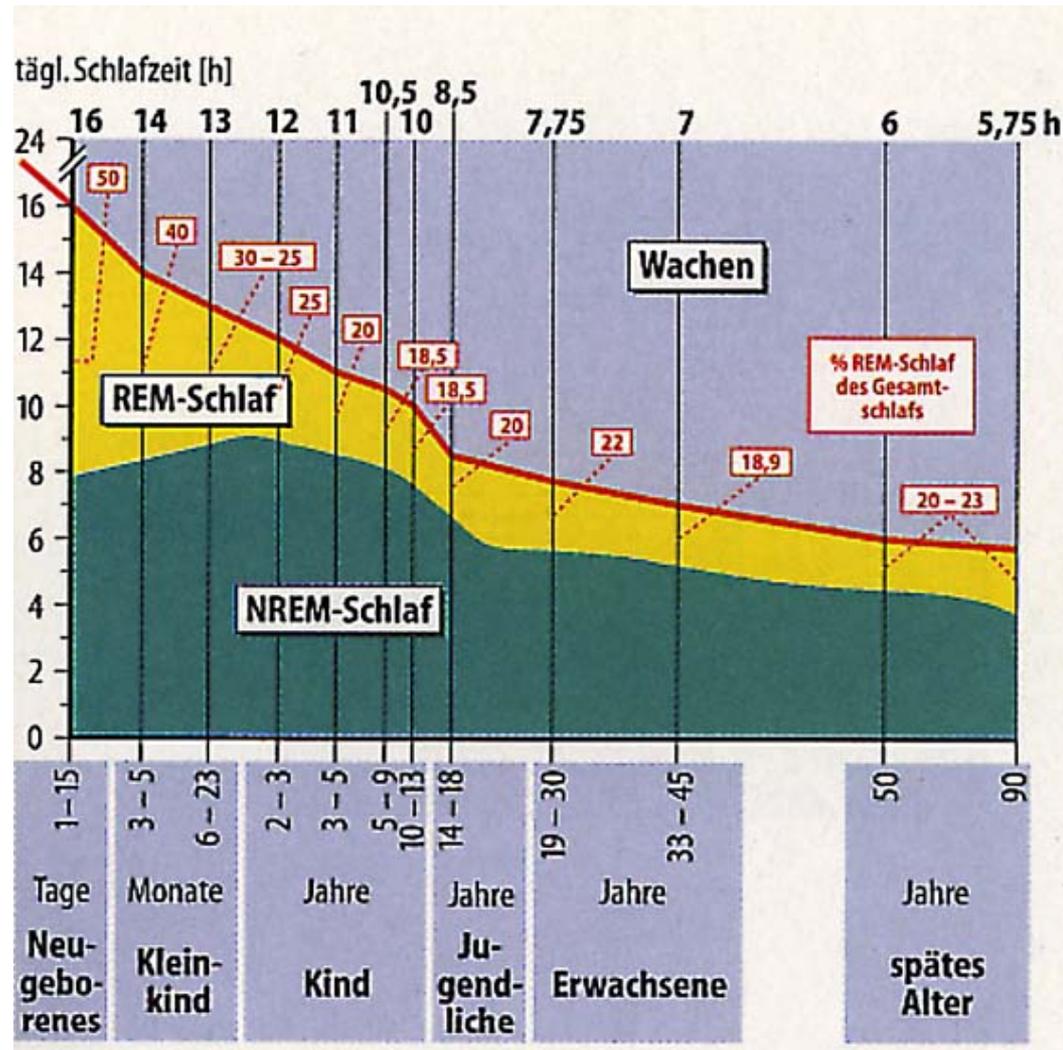
Schlaf des Delfins



Delfine schlafen abwechselnd mit einer Gehirnhälfte



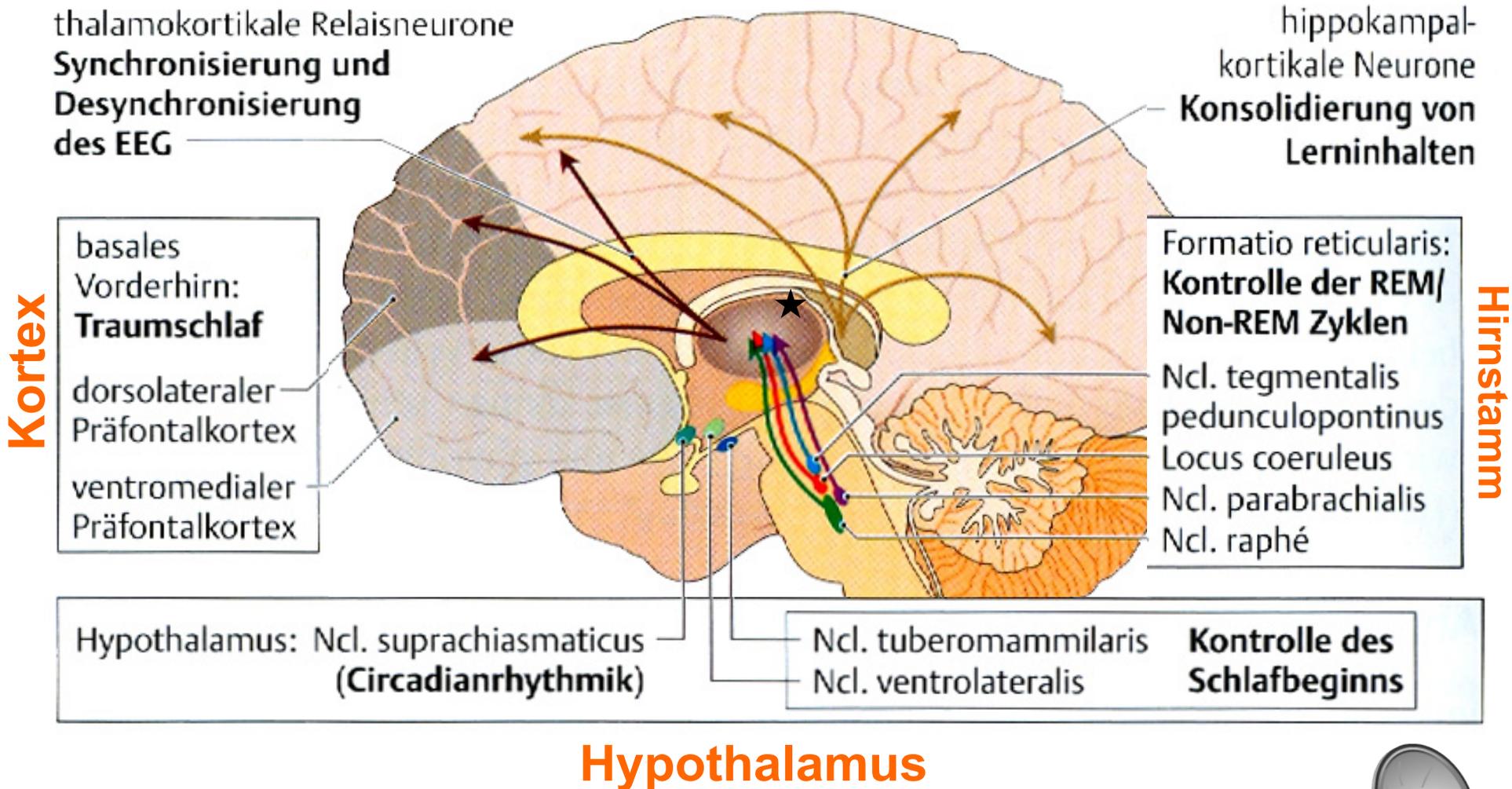
Veränderung des Schlafprofils



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

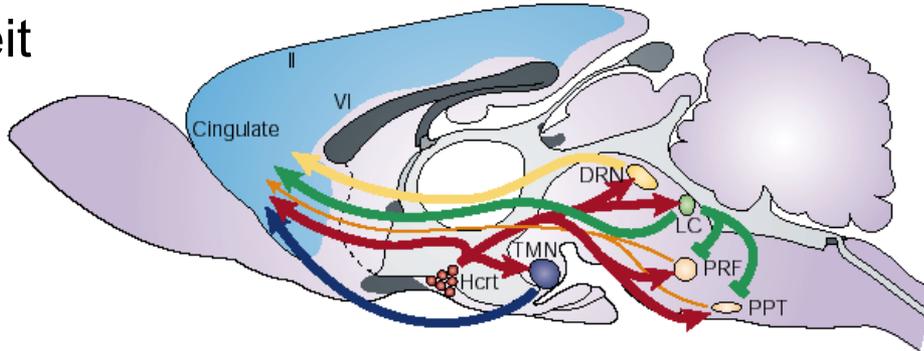


★ Thalamus



Transmittersysteme Wach/Schlaf

Wachheit



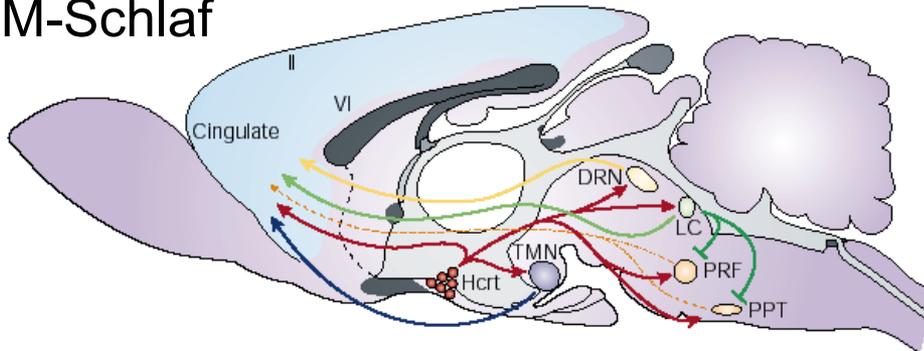
grün = aminerg

gelb = serotonerg

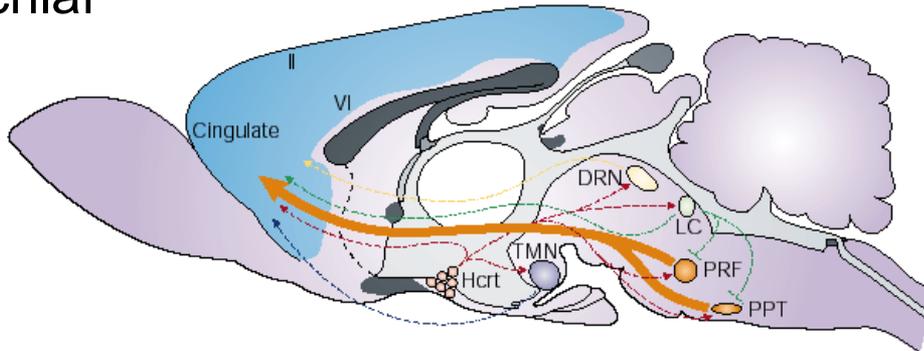
blau = histaminerg

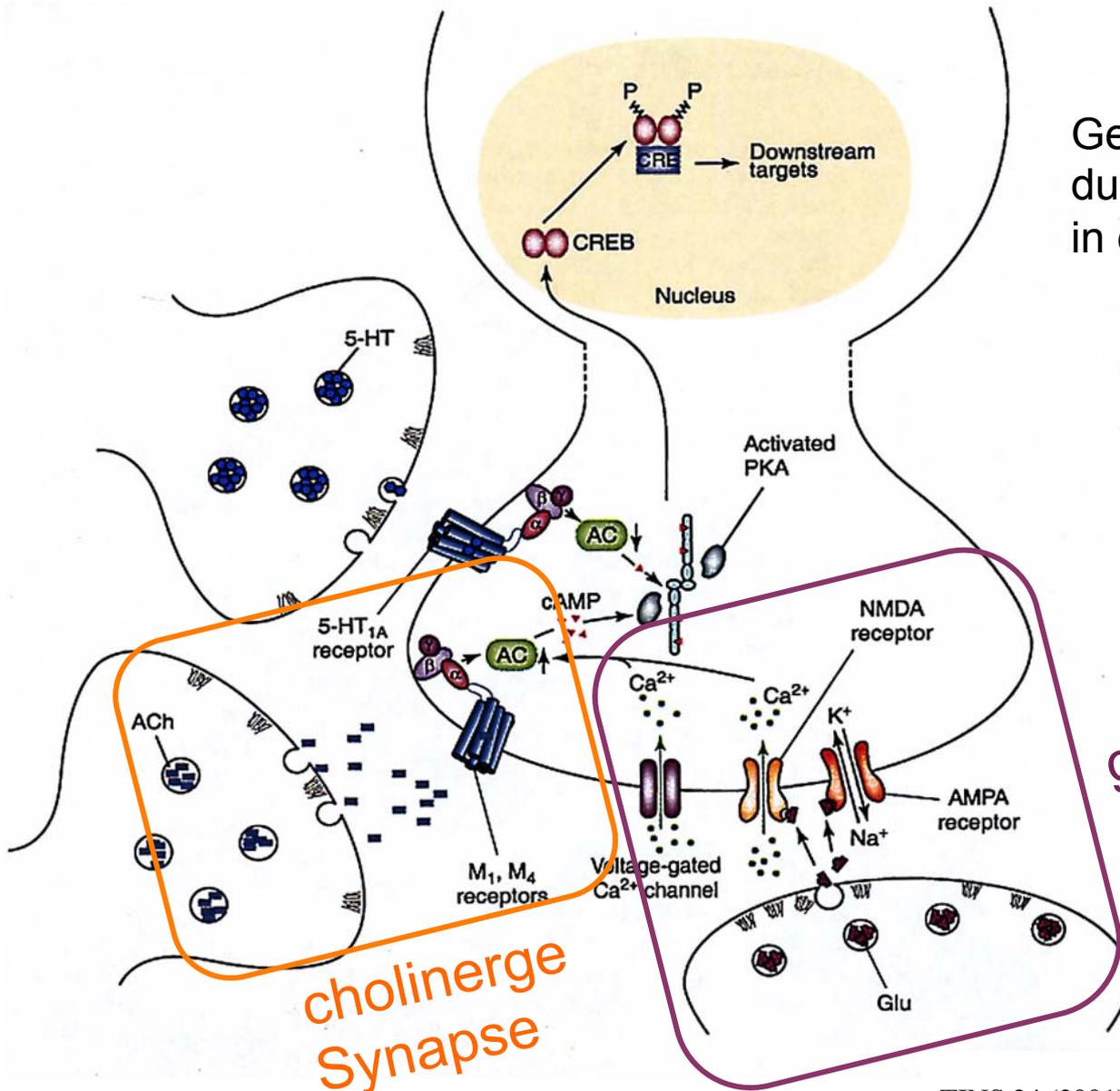
orange = cholinerg

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

