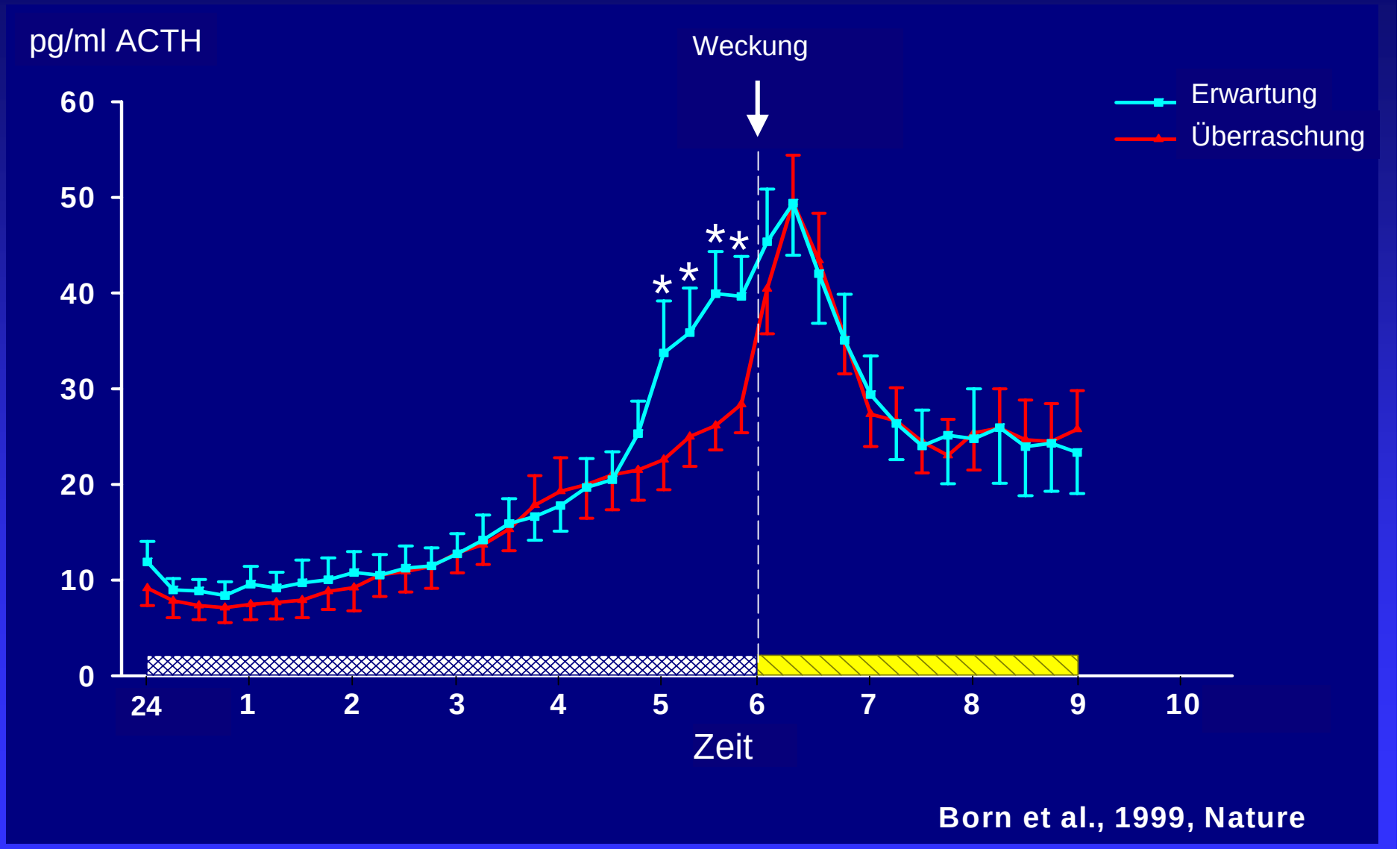
Lernen im Schlaf -
Neuropsychologische und neurophysiologische Mechanismen

Jan Born

Christian Benedikt, Stoyan Dimitrov, Spyridos Drosopoulos, Horst L. Fehm, Stephan Fischer, Steffen Gais, Manfred Hallschmid, Rosi Krug, Tanja Lange, Lisa Marshall, Matthias Mölle, Christiane Otten, Anja Otterbein, Björn Rasch, Ullrich Wagner

Institut für Neuroendokrinologie, Universität Lübeck

Im Schlaf werden Informationen „zielgerichtet“ verarbeitet…..



Born et al., 1999, Nature

Gedächtnis

Lernen **Konsolidieren** **Abrufen**

Aufgaben

Deklaratives Gedächtnis

· Wortpaar-Assoziationen

Kleidung – Hut

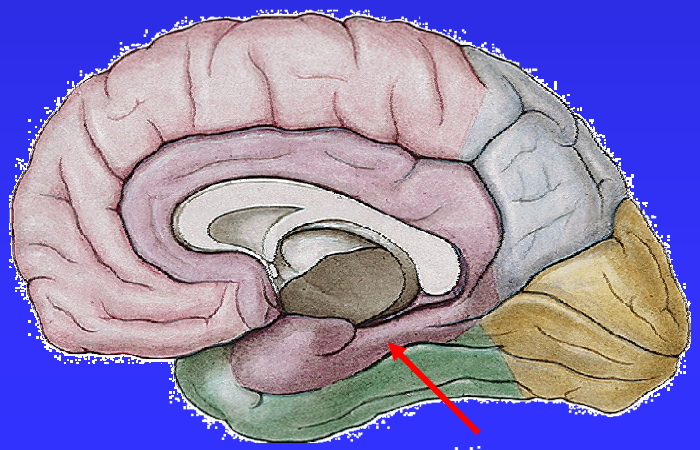
Flut – Meer

...

...

...

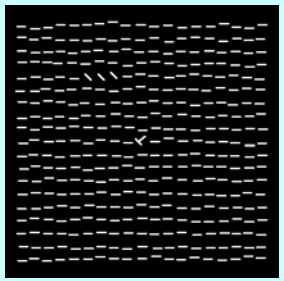
· räumliche „Landkarten“
· Geschichten, Texte
· ...



Prozedurales Gedächtnis

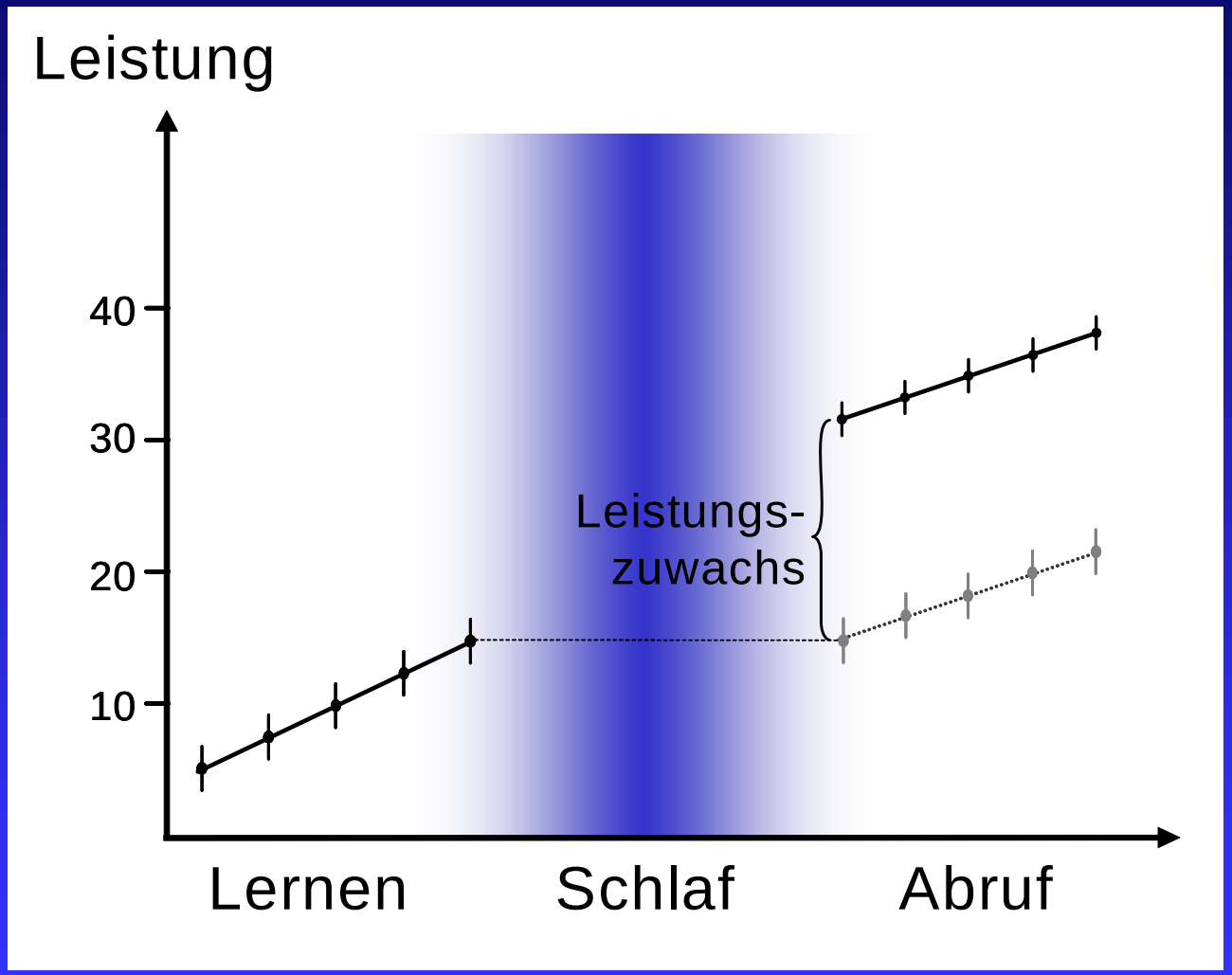
· Spiegelzeichnen

· Wortstamm- „Priming“
· visuelle Texturdiskrimination

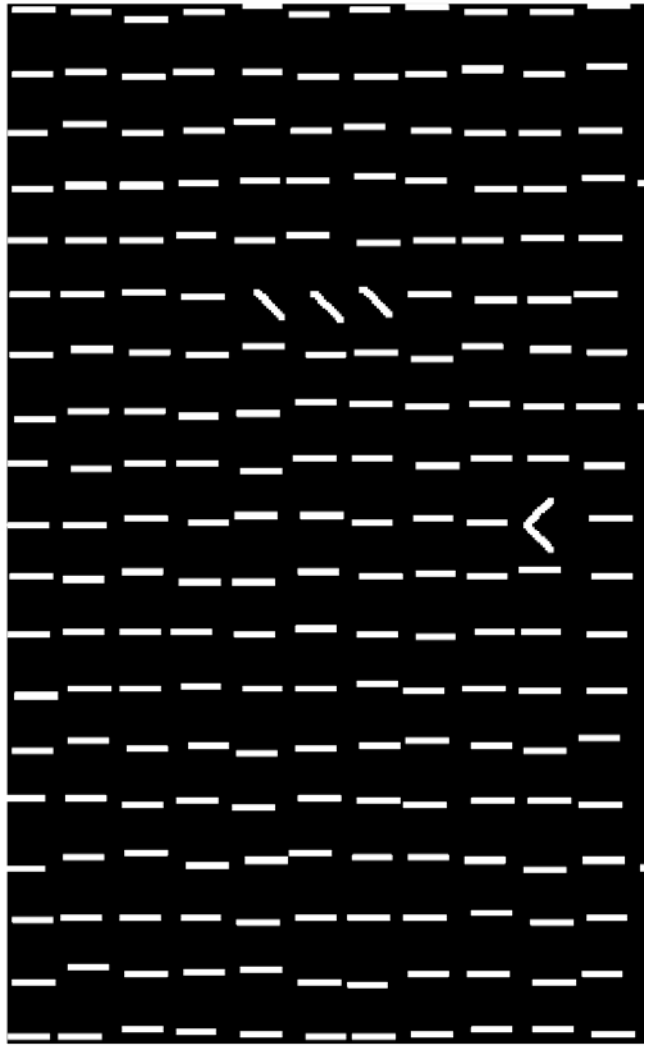


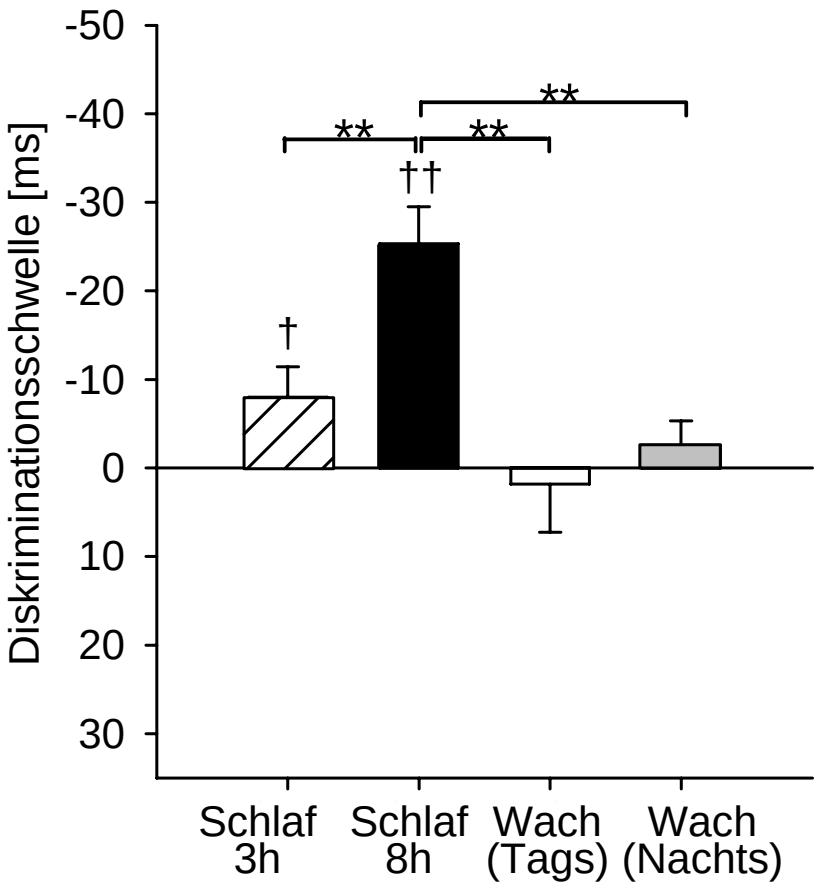
· motorische Sequenzen
· ...

Prozeduraler Leistungszuwachs durch Behaltensschlaf nach dem Lernen



Visuelle Texturdiskriminationsaufgabe

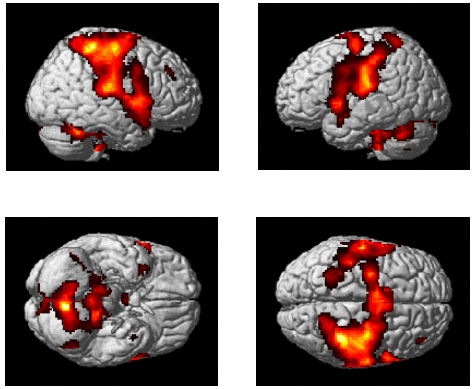




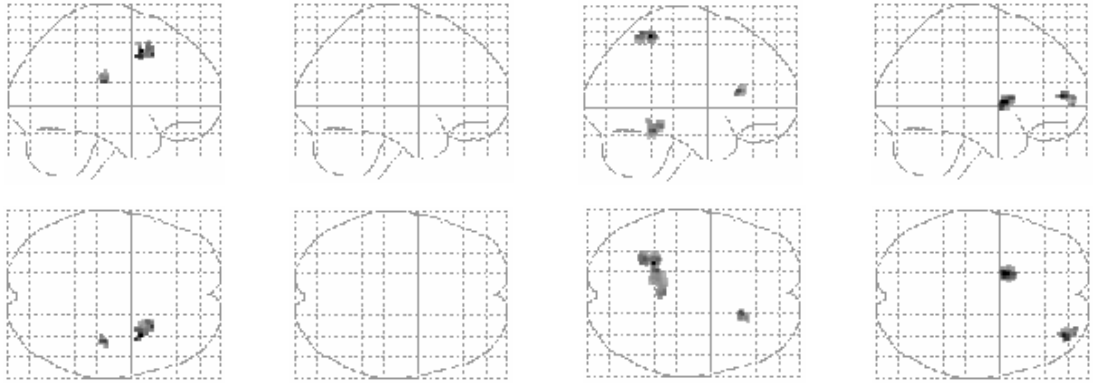
Gais et al., 2000, Nature Neuroscience

Hirnaktivität beim Fingersequenz-Tapping

Lernen

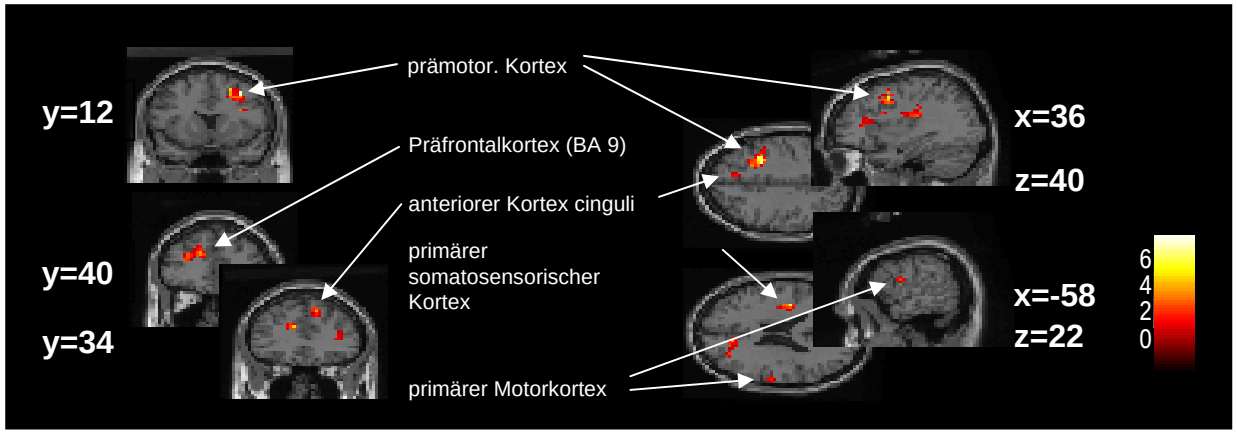


Abruf



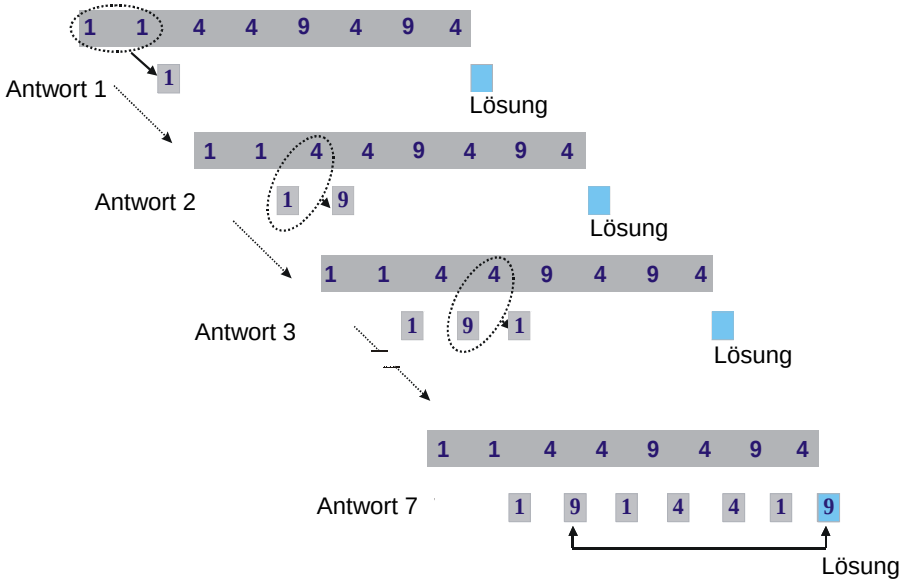
Schlaf > Wach | **Schlaf < Wach** | **Schlaf > Wach** | **Schlaf < Wach**

Abnahme der Aktivität | **Zunahme der Aktivität**

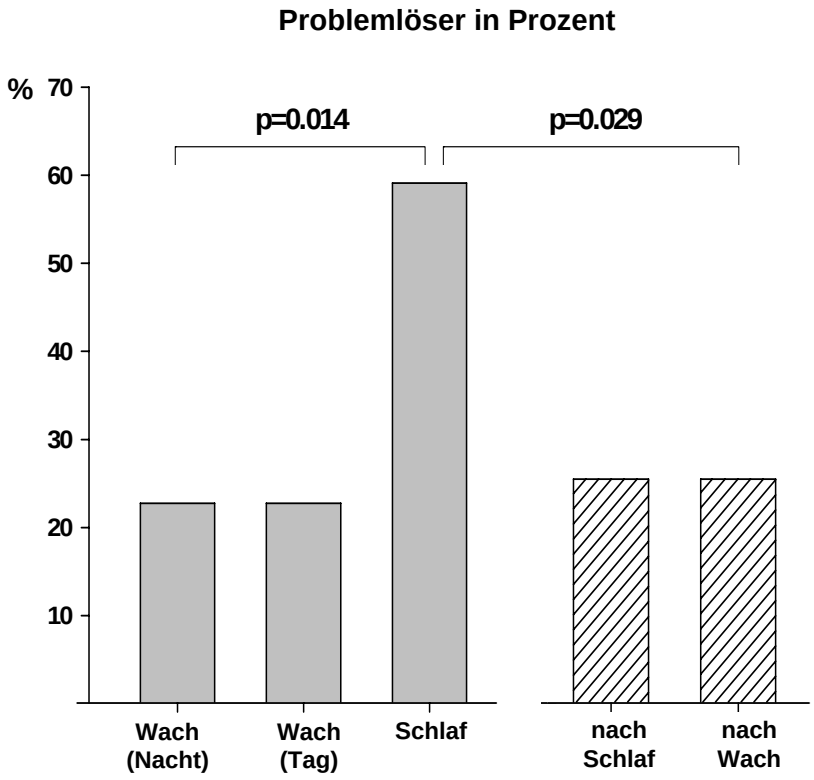


Fischer et al. 2005, J Neurosci

„Number Reduction“ Aufgabe

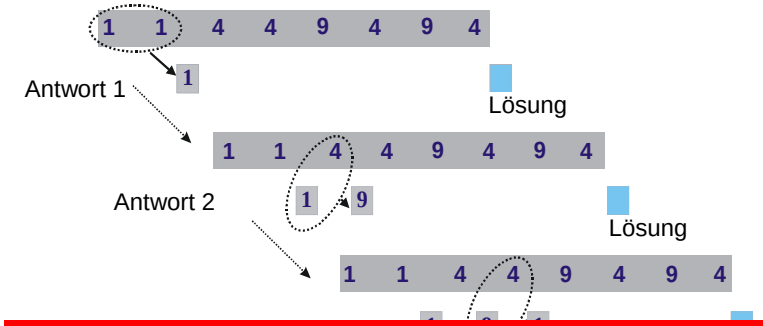


3 Blöcke	SCHLAF 23:00-7:00 h	10 Blöcke
3 Blöcke	WACH 23:00-7:00 h	10 Blöcke
3 Blöcke	WACH 11:00-19:00 h	10 Blöcke



Wagner et al. 2004, Nature

„Number Reduction“ Aufgabe

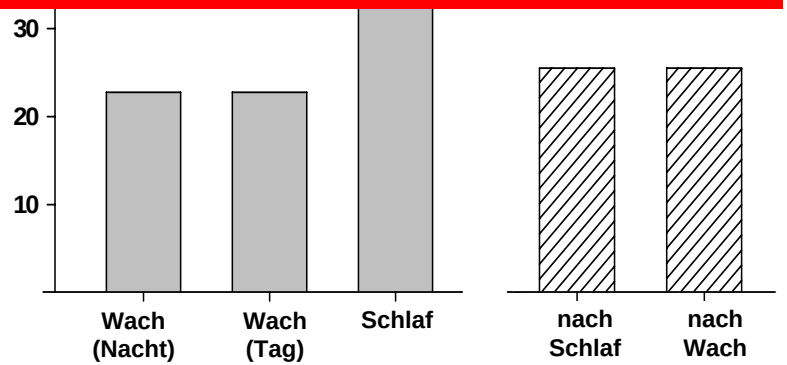


Problemlöser in Prozent

Fazit:

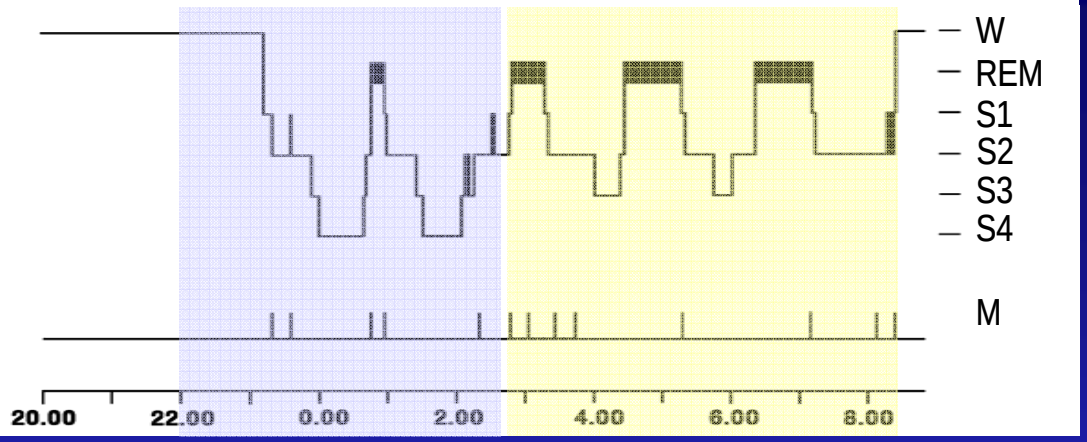
Gedächtnisbildung im Schlaf ist ein aktiver Prozess, bei dem es zu einer Reorganisation der frisch enkodierten Gedächtnisrepräsentationen kommt.

3 Blöcke	SCHLAF 23:00-7:00 h	10 Blöcke
3 Blöcke	WACH 23:00-7:00 h	10 Blöcke
3 Blöcke	WACH 11:00-19:00 h	10 Blöcke

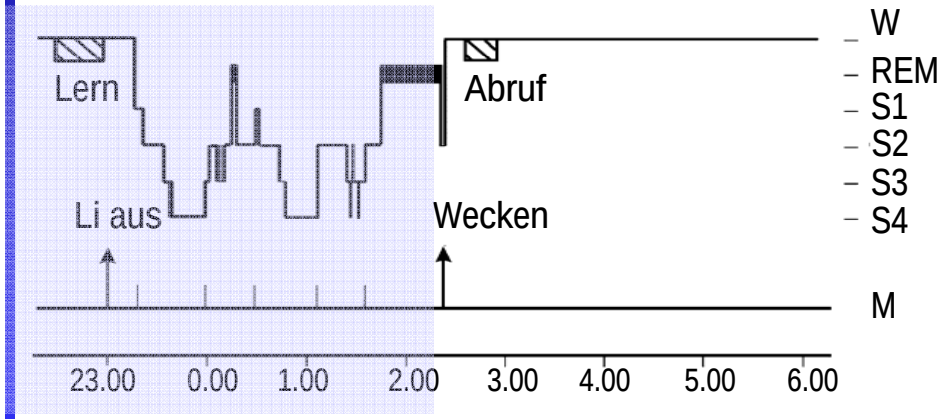


Wagner et al. 2004, Nature

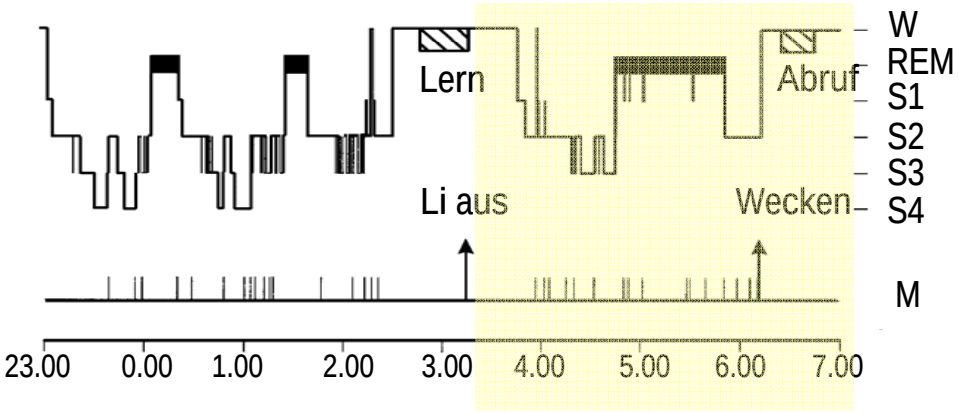
Gesamter Schlaf



Früher Schlaf



Später Schlaf



Lernen **Konsolidieren** **Abrufen**

TL'99

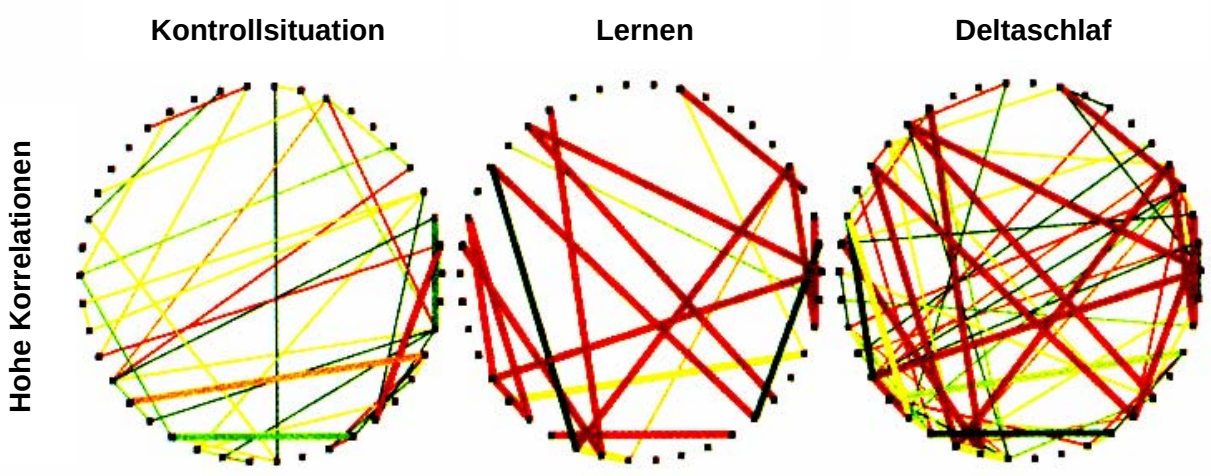
- Gedächtnisbildung im Schlaf hängt von der Art des Gedächtnissystems ab.

- Hippocampal vermitteltes deklaratives Gedächtnis profitiert insbesondere von Deltaschlaf-reichem Schlaf im frühen nächtlichen Schlaf.

- Nicht hippocampal vermitteltes prozedurales und emotionales Gedächtnis profitiert insbesondere von REM-Schlaf-reichem Schlaf im späten nächtlichen Schlaf.

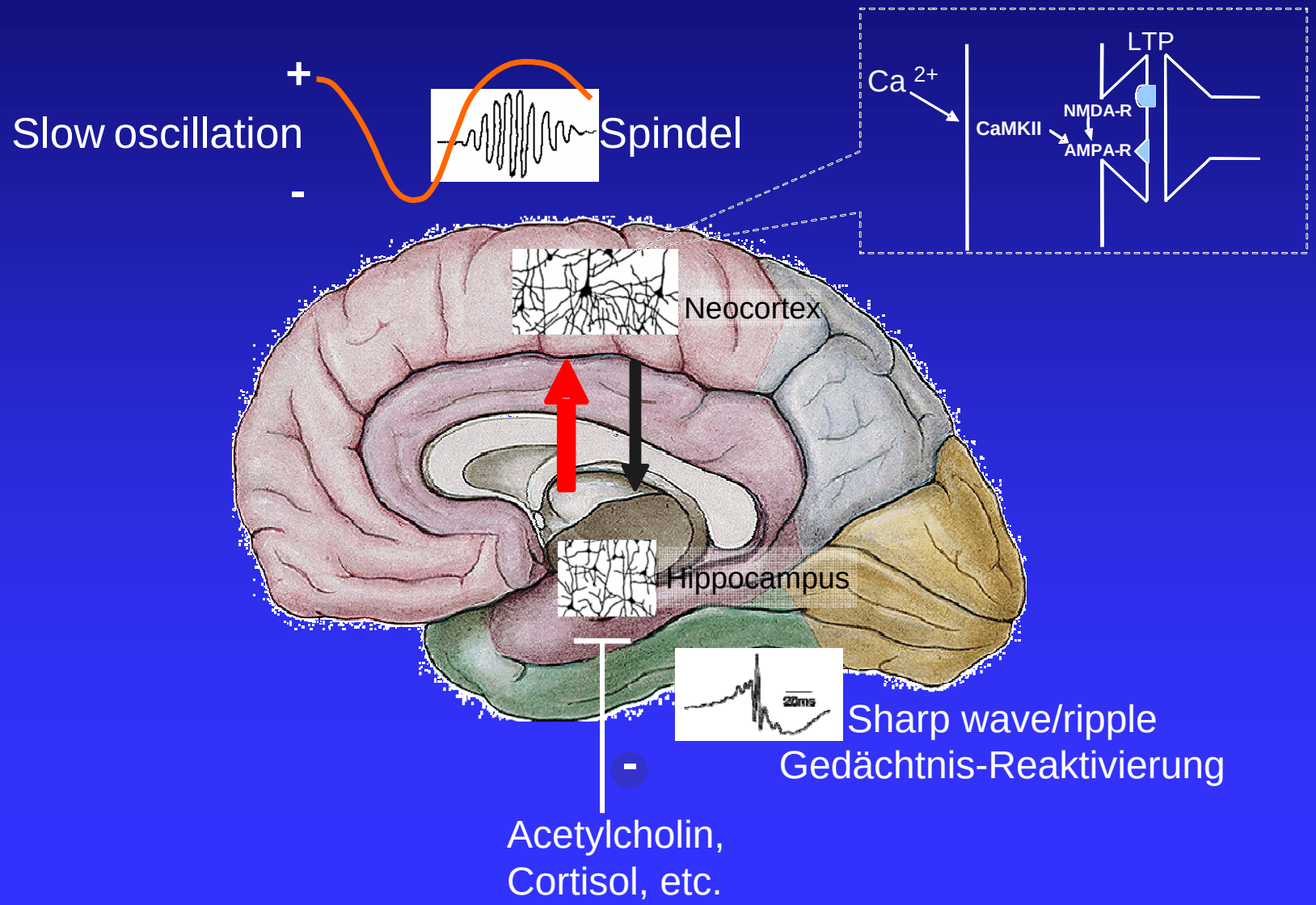
Born et al. 2006, Neuroscientist

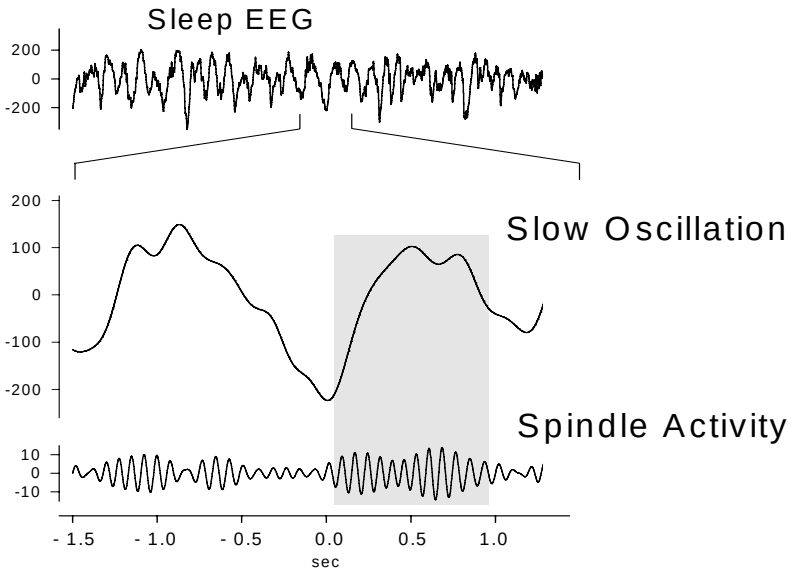
Reaktivierung neuronaler Netzwerke während des Schlafs nach dem Lernen

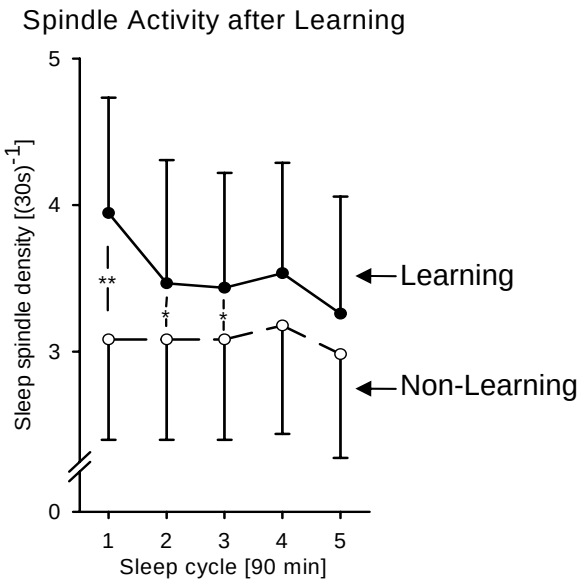


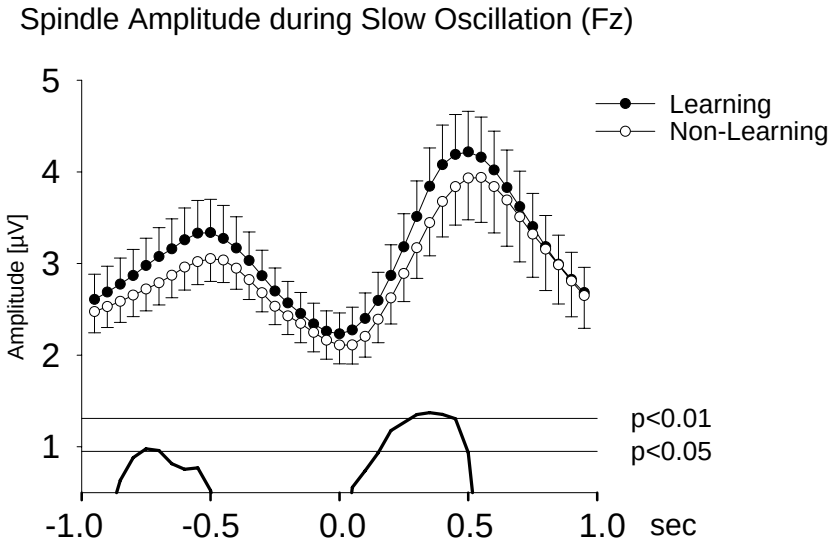
Wilson & McNaughton 1994, Science

„Reaktivierungsmodell“ der Gedächtnisbildung im Schlaf



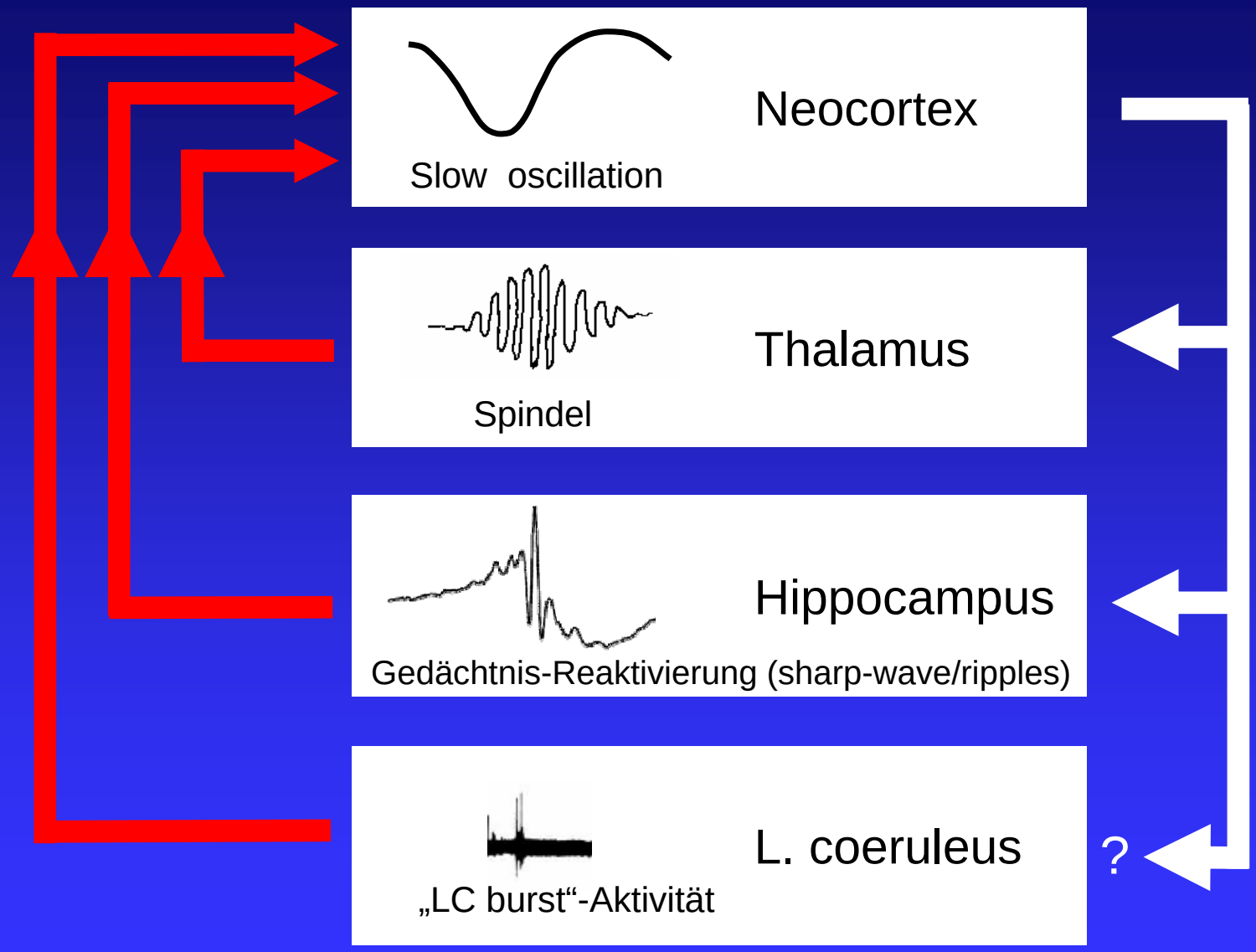




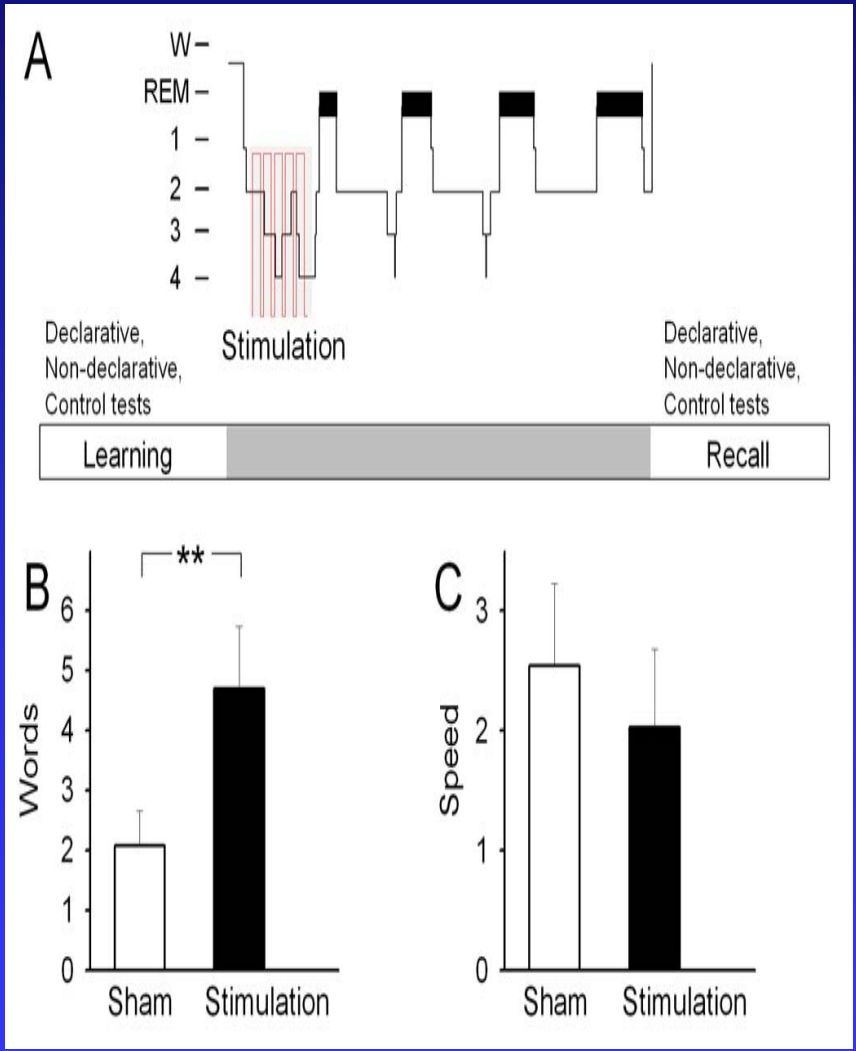


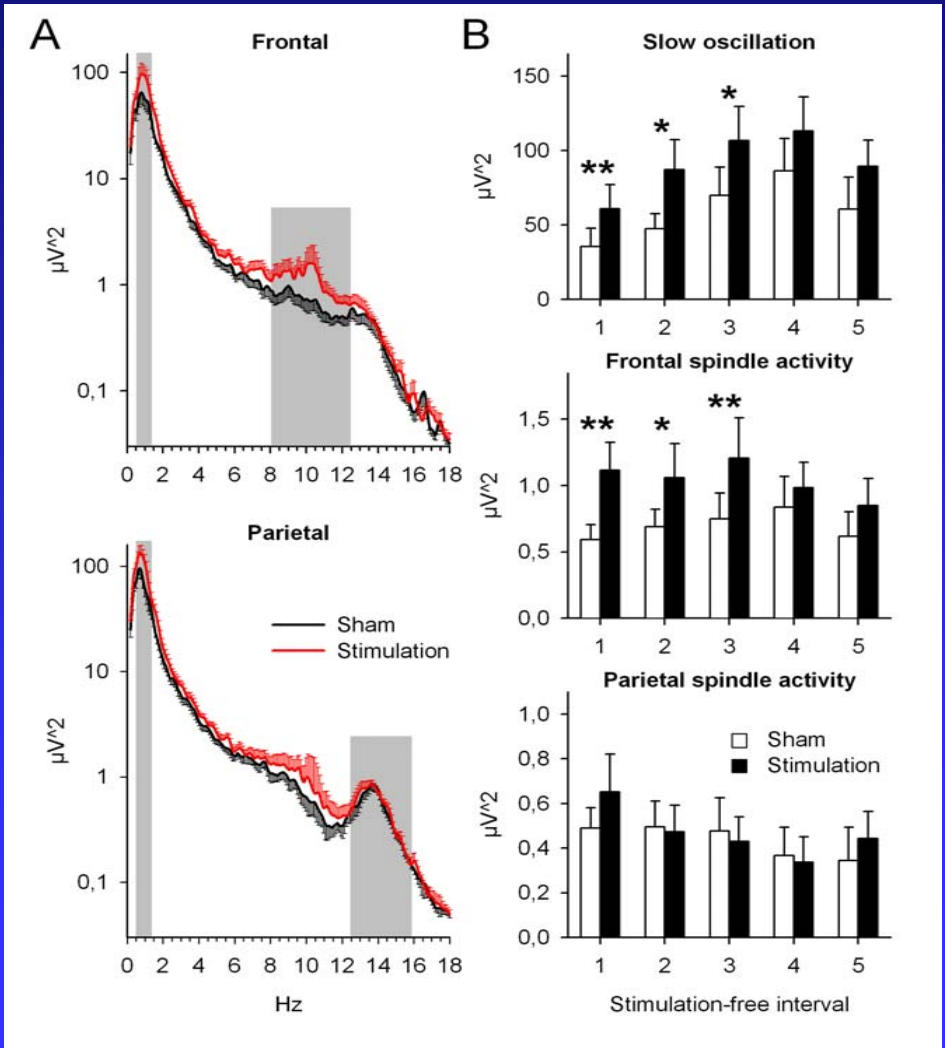
Daten aus Gais et al. 2002, J Neurosci; Mölle et al. 2002, J Neurosci

Slow Oscillations synchronisieren thalamische and hippocampale Inputs zum Neocortex



Stimulation mit langsam oszillierenden (0.75 Hz) Potentialen





Marshall et al. 2006, Nature