

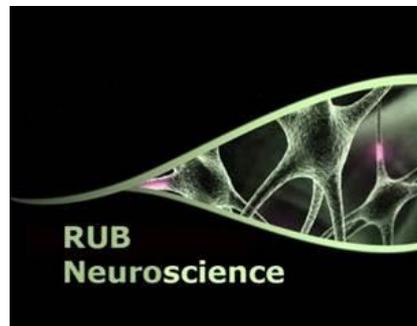
# Wie Stress unser Gedächtnis beeinflusst. Neueste Einsichten der Stressforschung

**Prof. Oliver T. Wolf**

Fakultät für Psychologie

Arbeitseinheit Kognitionspsychologie

Ruhr-Universität Bochum



# Übersicht

- Stress: Definitionen und physiologische Korrelate
- Stress und Gedächtnis: Akute Effekte
  - Konsolidierung versus Abruf
  - zielgerichtet versus gewohnheitsbasiert
- Stress und Gedächtnis: Chronische Effekte
  - Hippocampus versus Amygdala
- Zusammenfassung und Diskussion

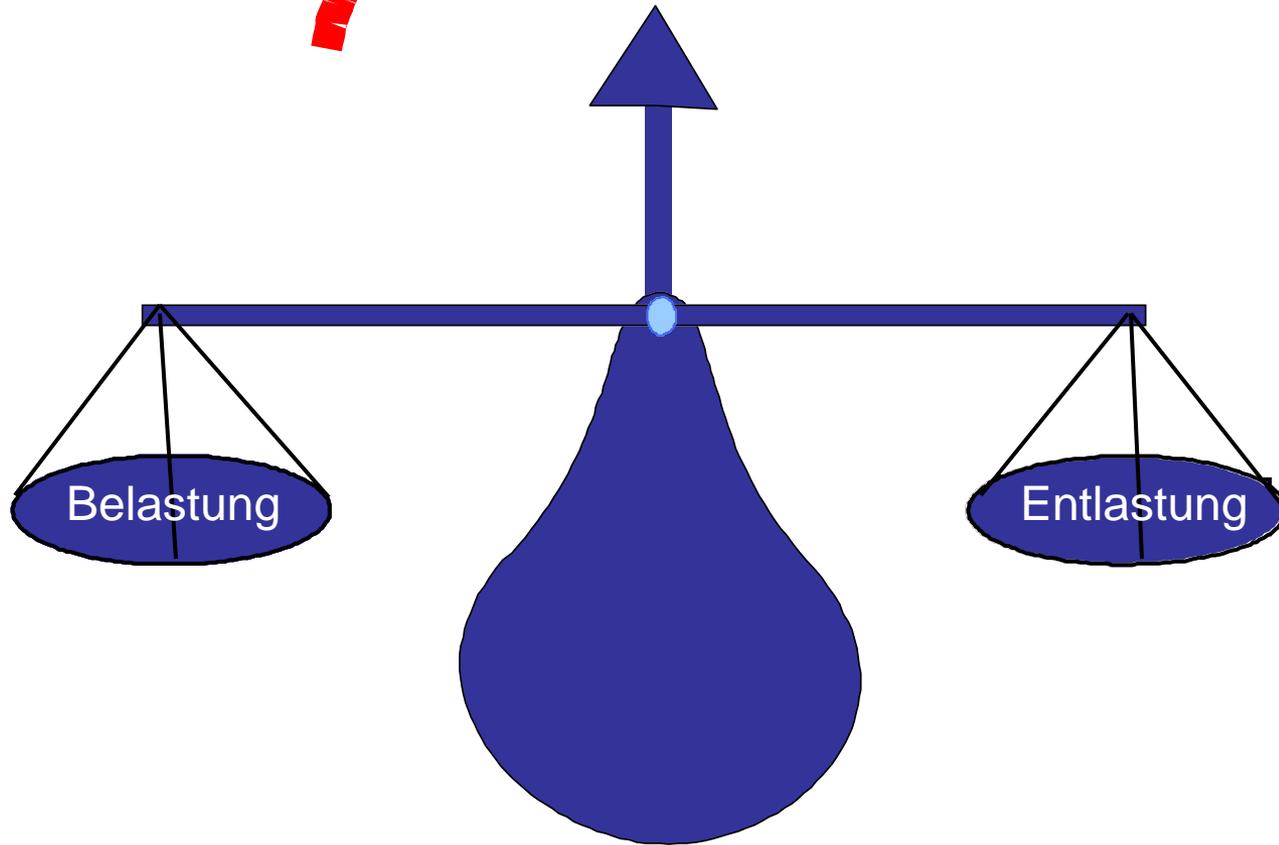
# Definition

Stress ist ein **Ungleichgewicht** zwischen Belastungen und den Möglichkeiten, diese zu bewältigen.

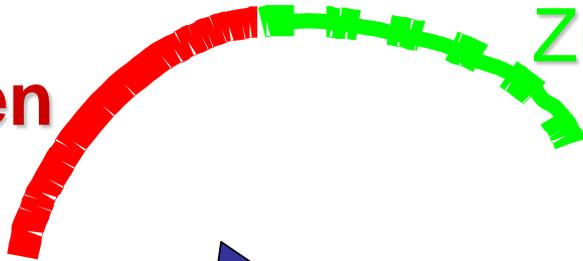


**Stress haben**

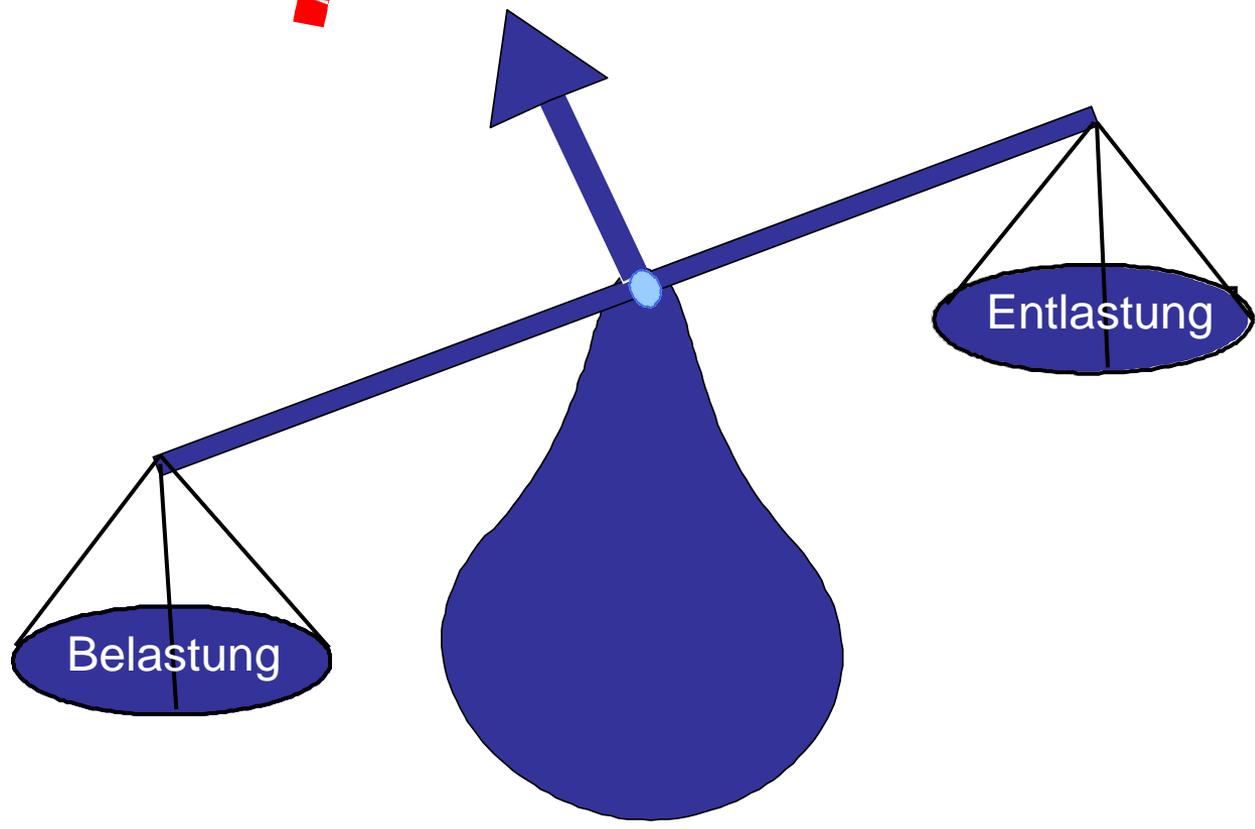
Zufrieden sein



**Stress haben**



**Zufrieden sein**





# Psychischer Stress



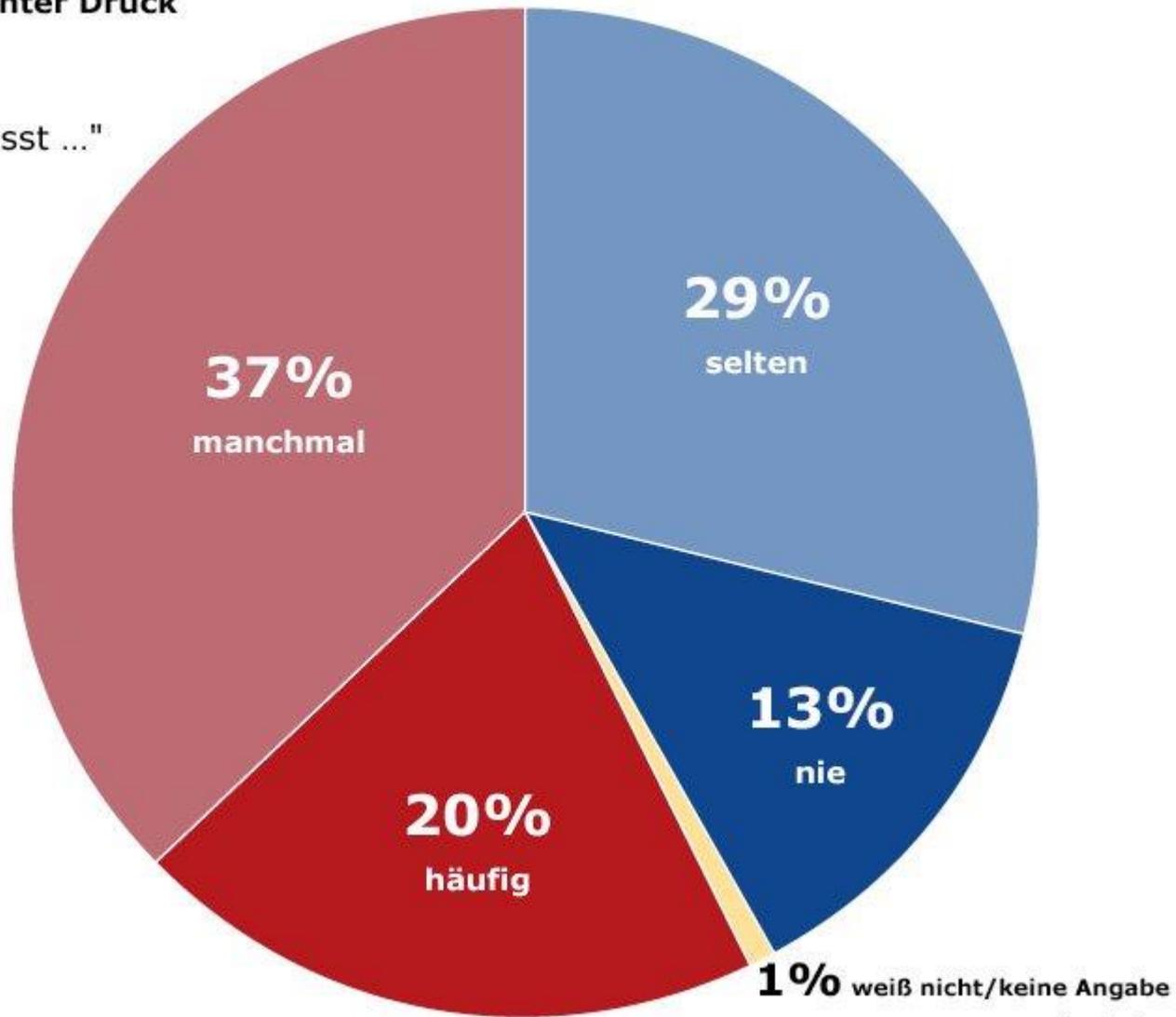
Situationen welche durch Neuheit, Unsicherheit und Unvorhersehbarkeit gekennzeichnet sind führen zu Stress  
(Mason, 1968)

Situationen in welchen das „soziale Selbst“ (Status, Ansehen) bedroht wird führen zu Stress  
(Dickerson & Kemeny, 2004)



## Jeder Zweite unter Druck

"Ich bin gestresst ..."



SPIEGEL ONLINE

Quelle: Techniker Krankenkasse

## Gestresste Republik

Von 100 Menschen stehen so viele unter Druck



50

51

59

60

62

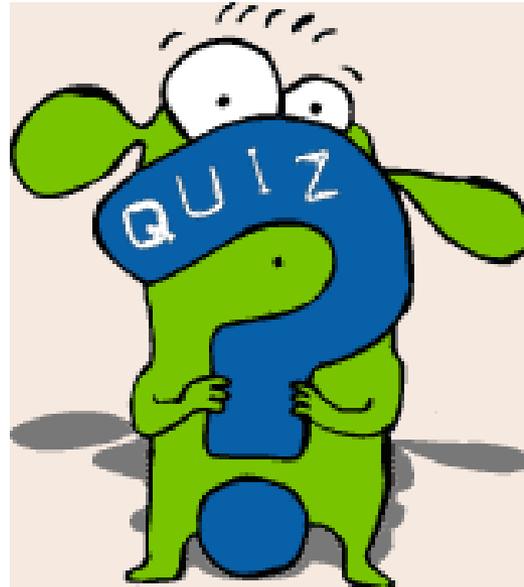
63

Durchschnitt: **57**

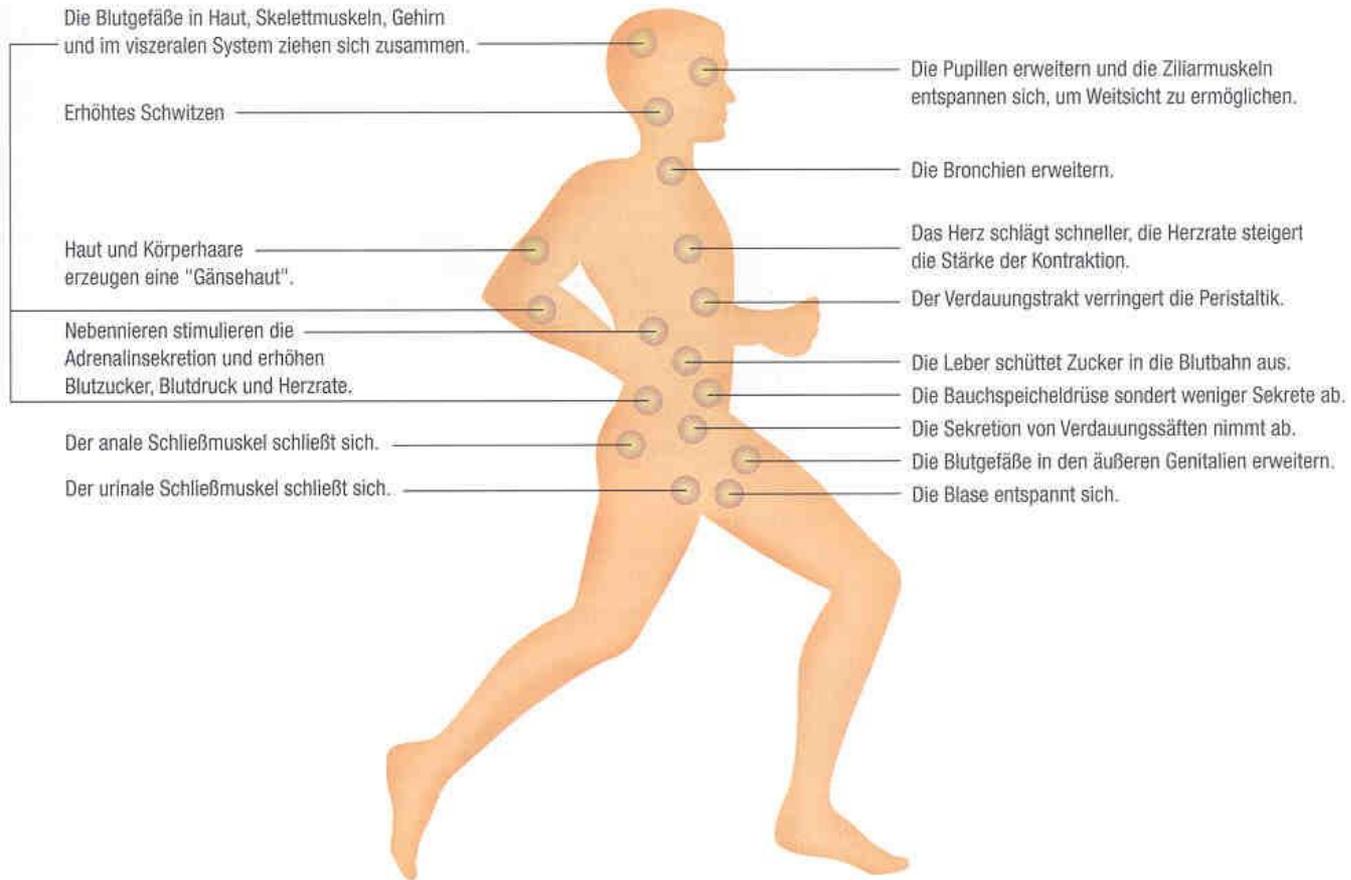
# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

Welche Stresshormone  
kennen Sie?  
Wo kommen diese  
Stresshormone her?

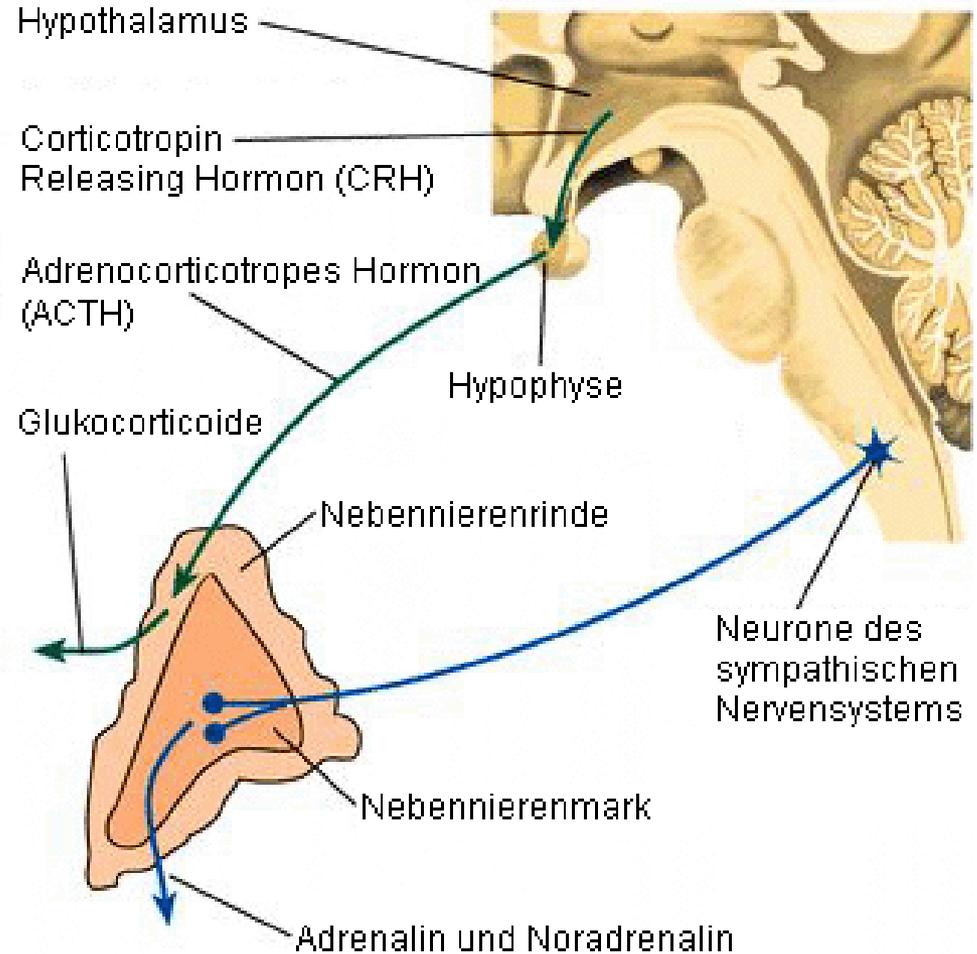
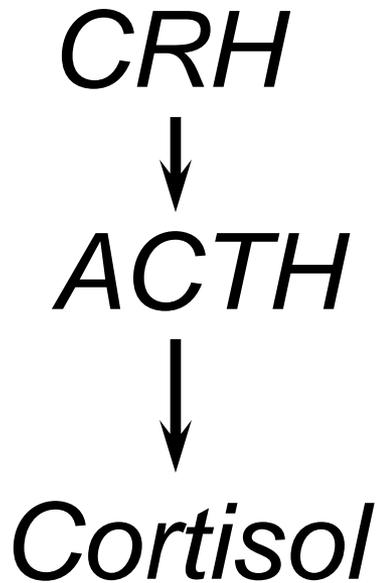


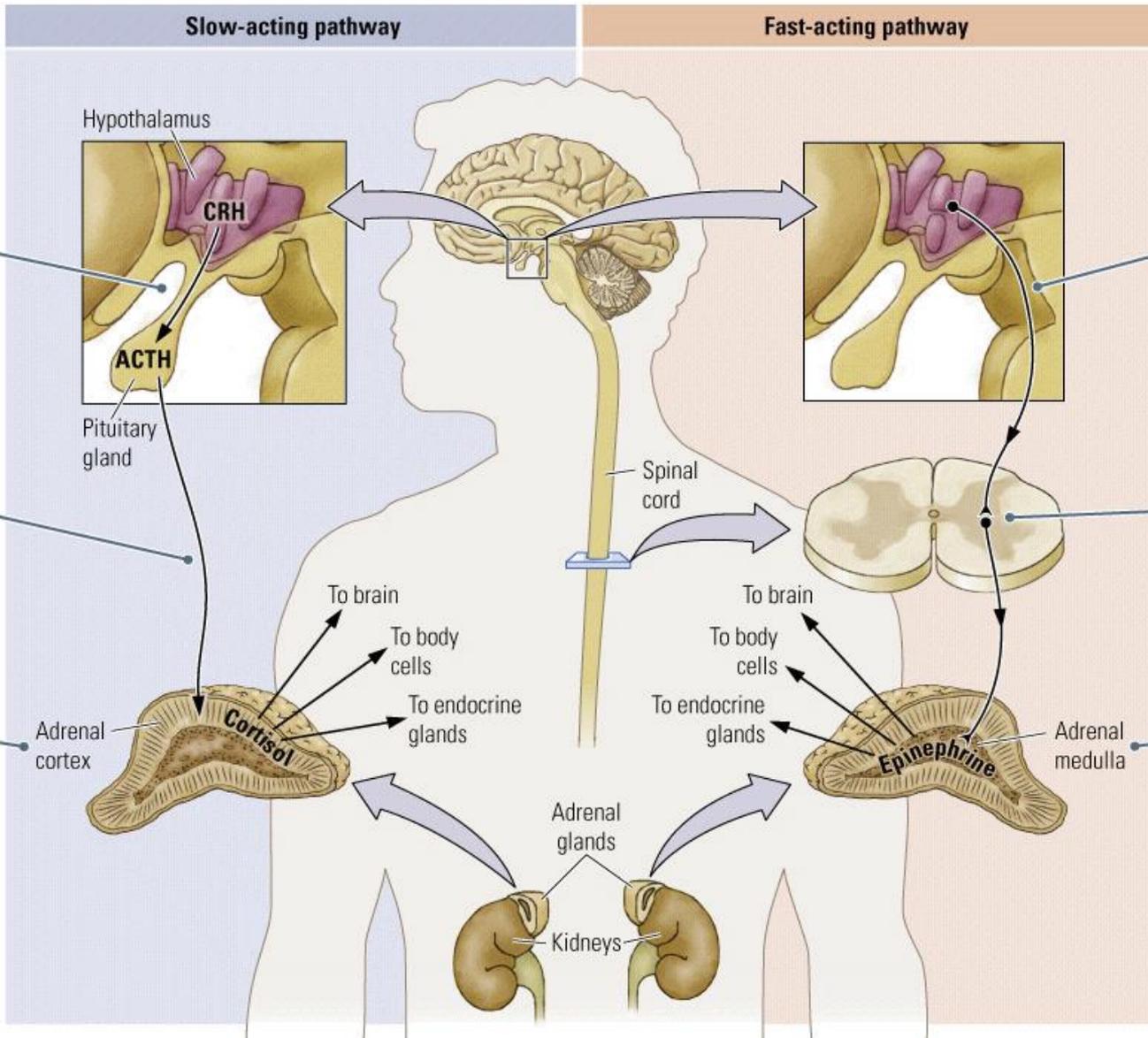
# Die fight or flight Reaktion: Aktivierung des sympathischen Nervensystems



# Die Hypothalamus Hypophysen Nebennierenrindenachse (HHNA)

**STRESS**





**1**  
In the brain, the hypothalamus releases CRH into the pituitary gland.

**2**  
The pituitary gland releases ACTH, which acts on adrenal gland.

**3**  
The adrenal cortex releases cortisol into the circulatory system.

**4**  
Cortisol activates body's cells, endocrine glands, and the brain.

**1**  
The brain sends a neural message through the spinal cord.

**2**  
The sympathetic system of the spinal cord is activated to stimulate the adrenal gland.

**3**  
The adrenal medulla releases epinephrine into the circulatory system.

**4**  
Epinephrine activates the body's cells, endocrine glands, and the brain.

# ***STRESS***

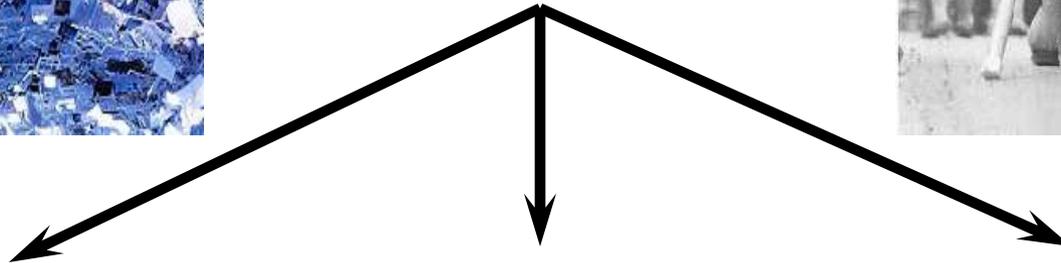
*CRH*



*ACTH*



*Cortisol*



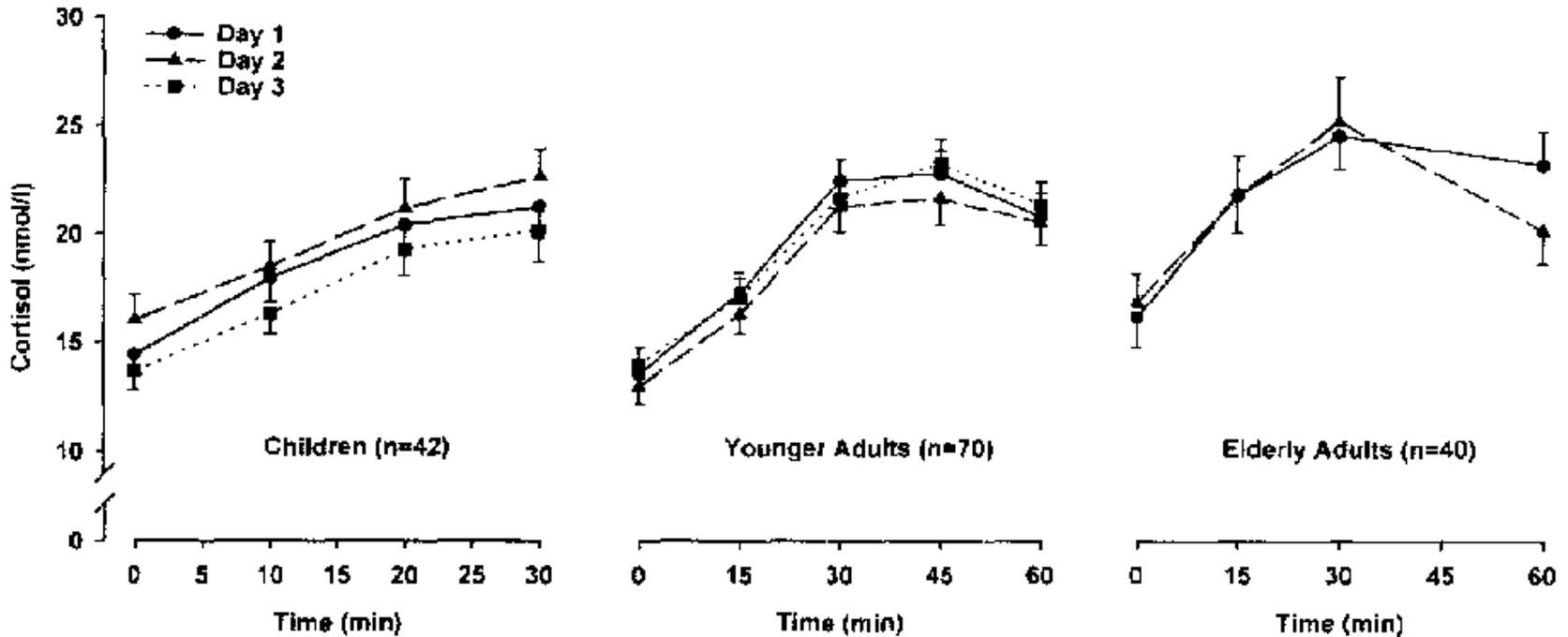
***Gehirn***

***Metabolismus***

***Immunsystem***



# Cortisolspiegel am Morgen: Deutlicher Anstieg nach dem Aufwachen



# Cortisol und chronischer Stress

94



P. SCHULZ, C. KIRSCHBAUM, J. PRÜSSNER AND D. HELLHAMMER

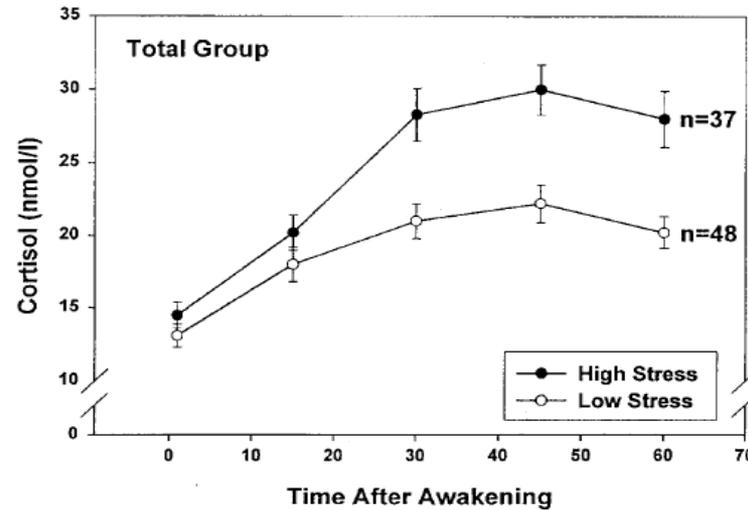


Fig. 1 — Time course of cortisol levels (arithmetic mean across 3 days in nmol/l  $\pm$  SE) during the first hour after awakening for subjects differing in level of chronic work overload

# Cortisol und Burnout

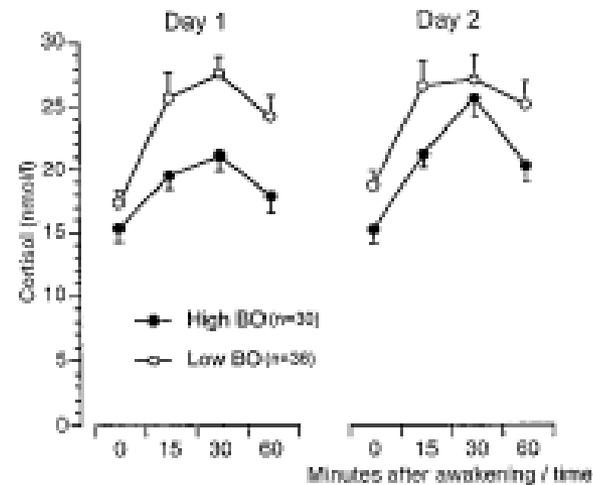
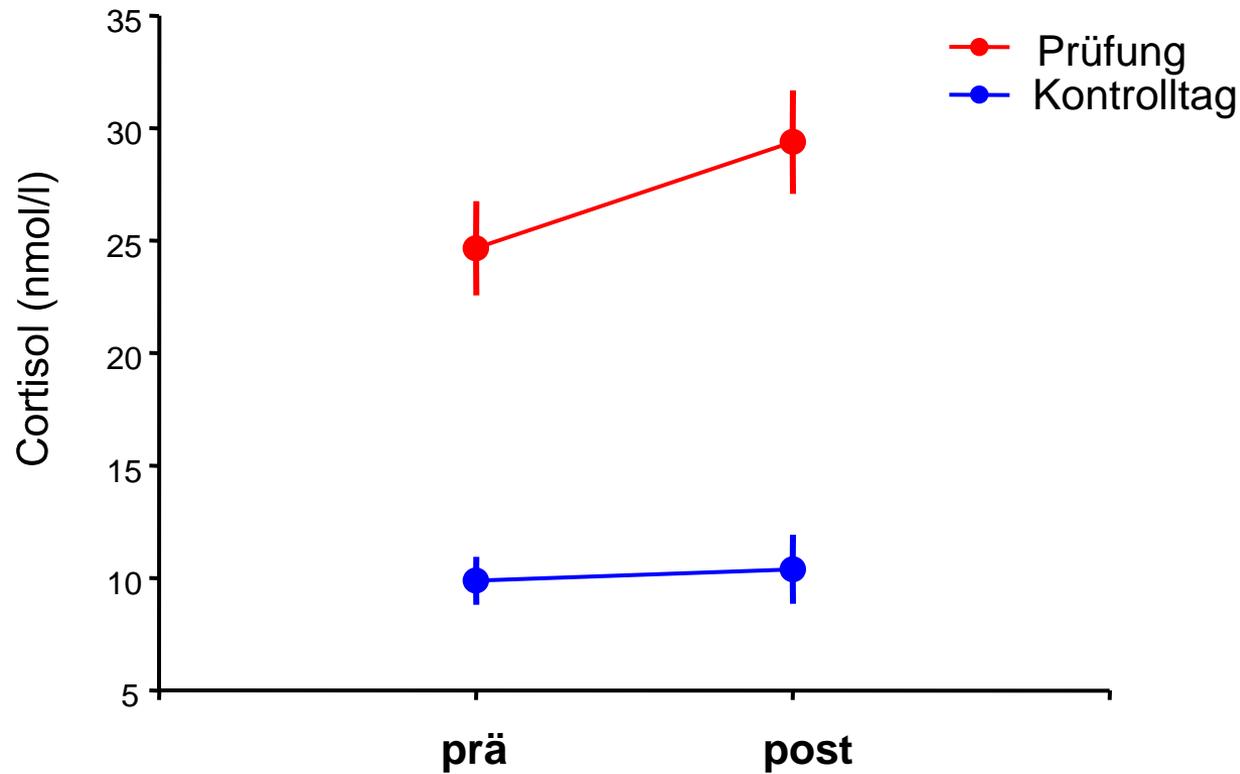


Fig. 3. Mean salivary cortisol levels ( $\pm$  SE) for two groups of teachers with low and high burnout (BO) on 3 days at 0, 15, 30, and 60 minutes after awakening. On day 3, an overnight dexamethasone suppression test (0.5 mg) was performed.



# Prüfungen = Stress



Schoofs, Hartmann & Wolf (2008). *Stress*

***Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?***

**Ja**

***Aber in welche Richtung?***

***Und wie funktioniert das?***

# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

1. Hürde



***Wie induziere ich Stress im Labor?***



# Trierer Sozial-Stress- Test (TSST)



5 Min. freie Rede



& 5 Min. Kopfrechnen

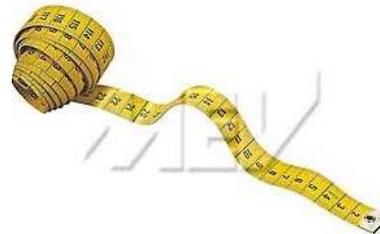
# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

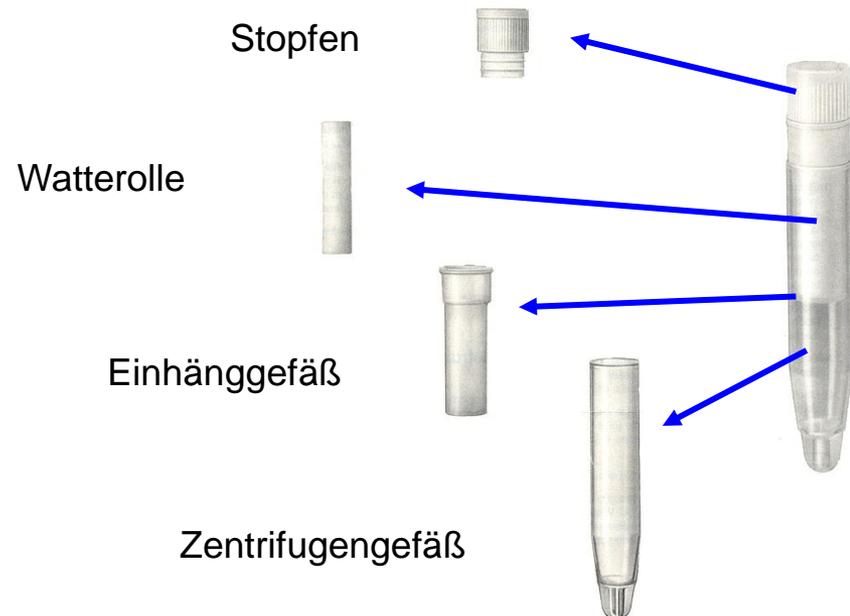
## 2. Hürde



***Wie kann ich Stress objektiv messen?***



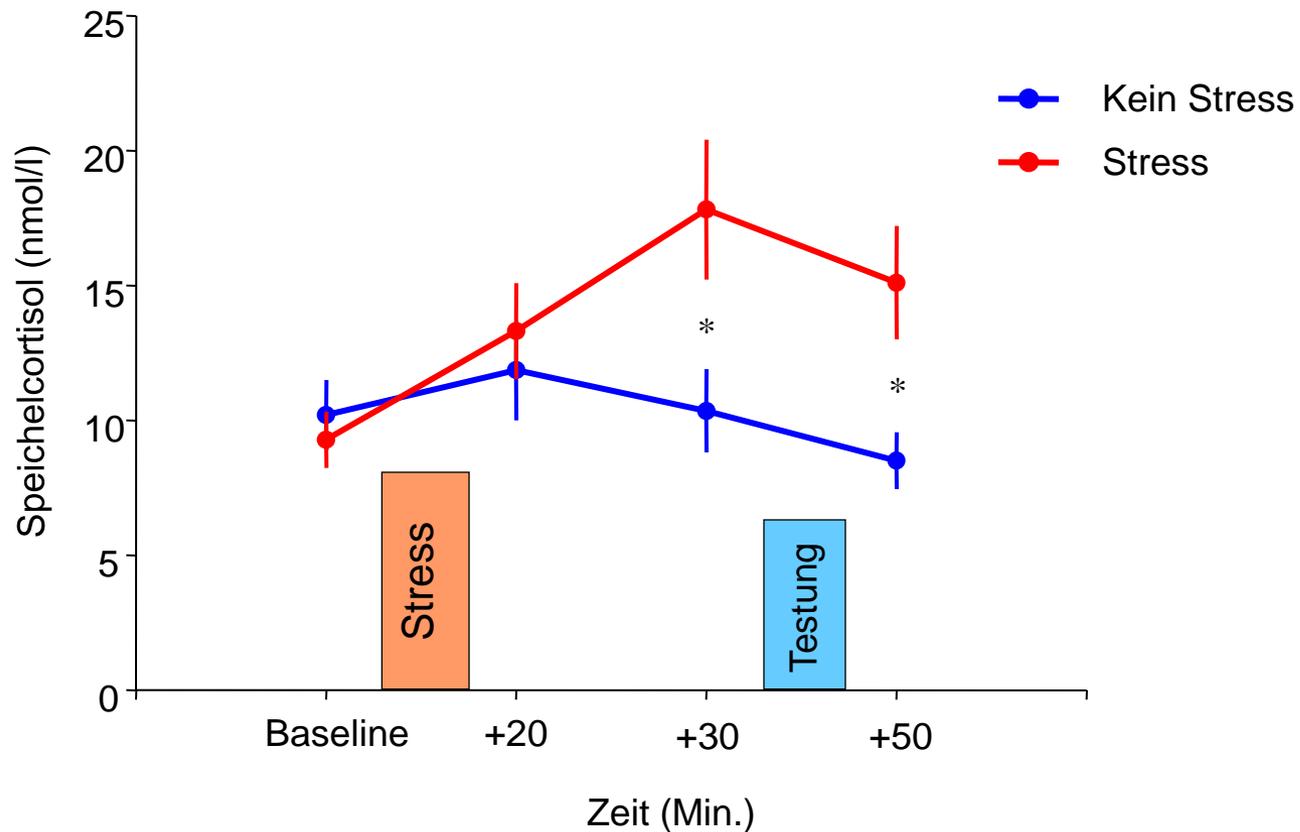
# Speichelsammlung mittels Salivetten



**Bestimmt werden kann (u.a.)**

- Cortisol (Marker für HHNA)
- $\alpha$ -Amylase (Marker für SNS)

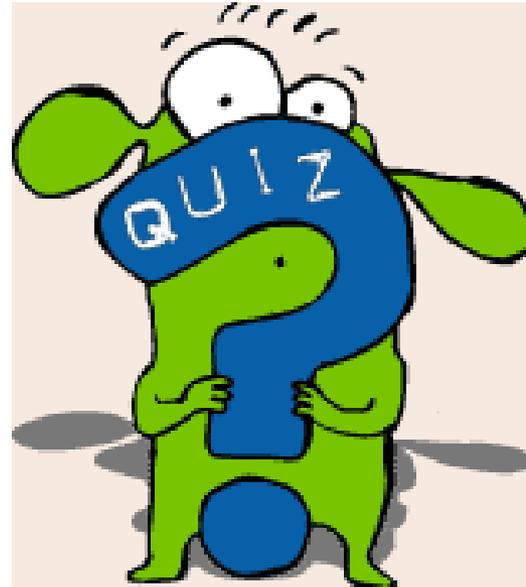
# Psychosozialer Stress im Labor



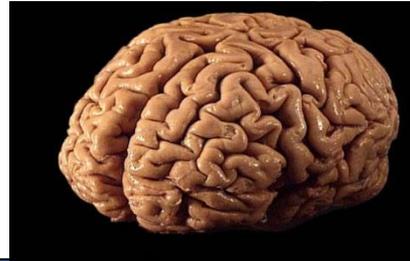
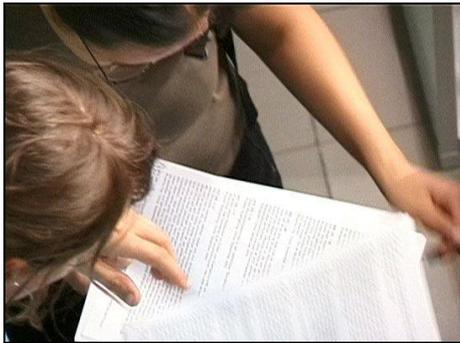
# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

Aus welchen Phasen besteht der Erinnerungsprozess und wie werden diese durch Stress beeinflusst?



# Unterschiedliche Gedächtnisphasen



***Einspeicherung***

***Vokabel Lernen***

***Hund = dog***

***Katze = cat***

***Verfestigung  
(Konsolidierung)***

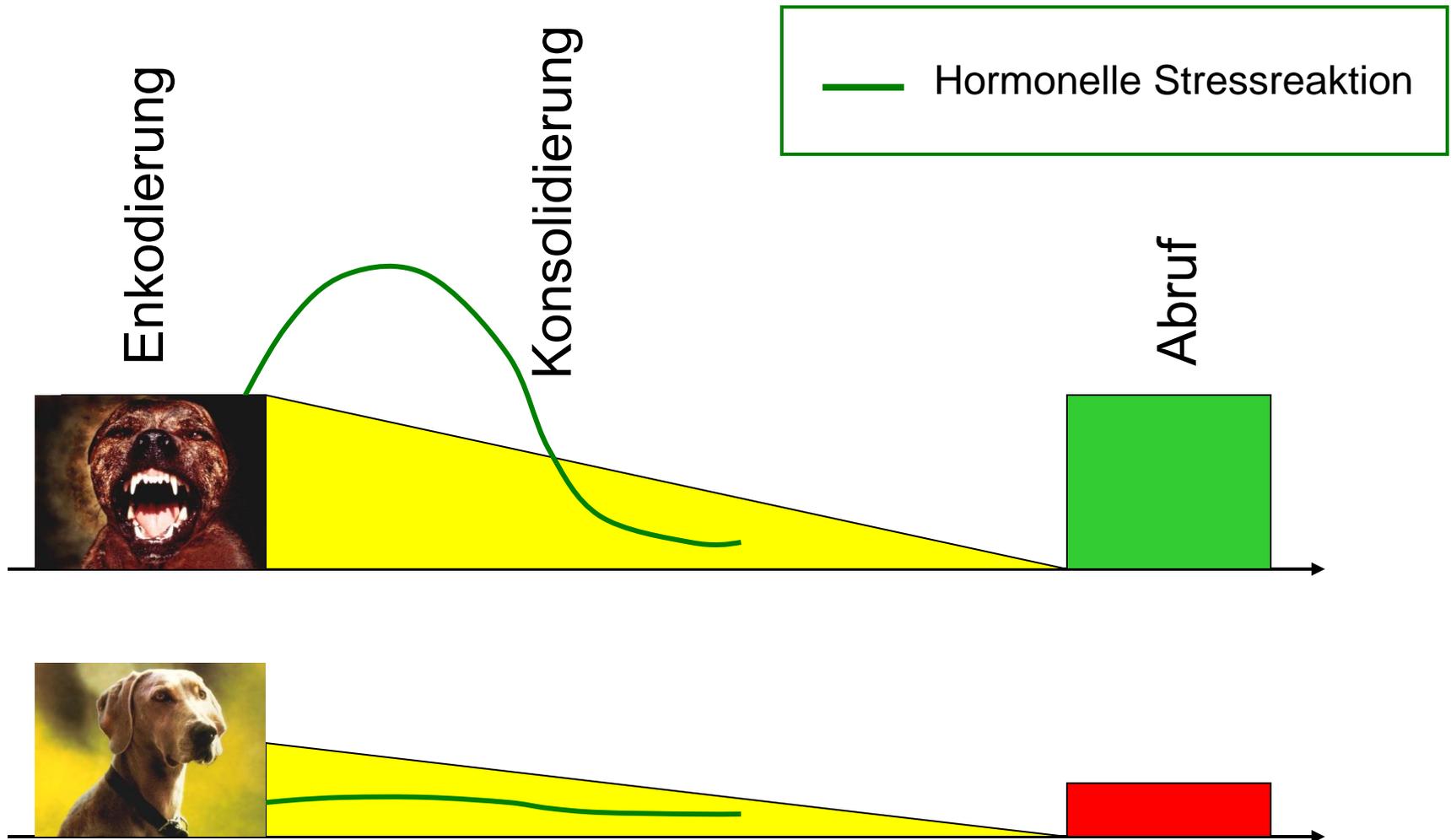
***Abruf***

***Vokabel Test***

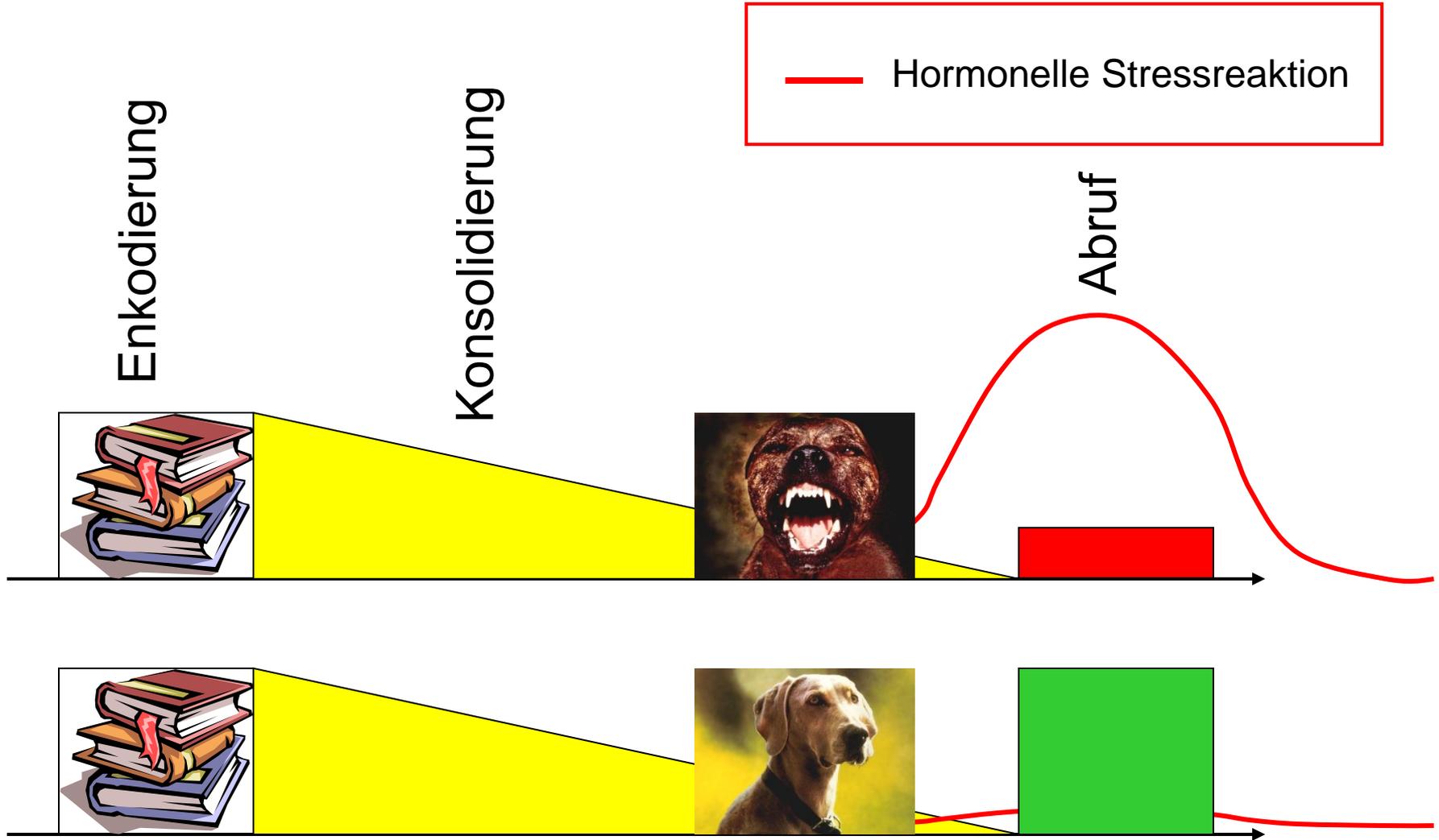
***Hund = ?***

***Katze = ?***

# Stress verbessert die Konsolidierung



# Stress verschlechtert den Abruf



# **Stress und Gedächtnis: Die „positive“ Seite**

**Verbesserte emotionale  
Gedächtniskonsolidierung**

# Stress und Gedächtniskonsolidierung

Präsentation von Bildern



Stress/  
Kontrolle



24 Stunden  
Pause



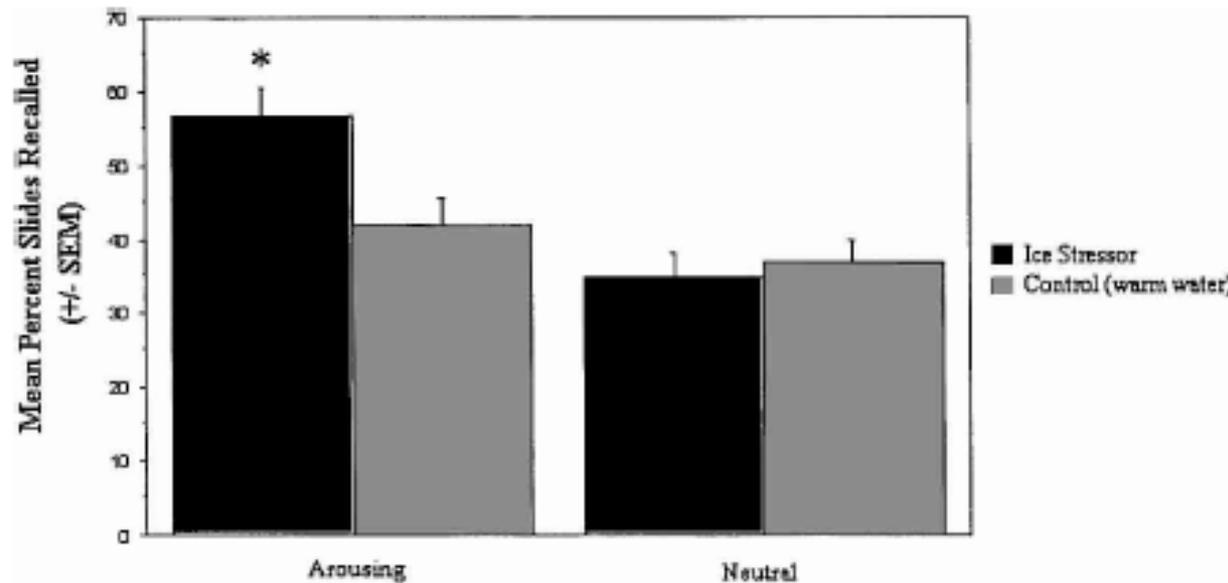
Verzögerter Abruf



# Enhanced Human Memory Consolidation With Post-Learning Stress: Interaction With the Degree of Arousal at Encoding

Larry Cahill,<sup>1</sup> Lukasz Gorski, and Kathryn Le

*Department of Neurobiology and Behavior, and Center for the Neurobiology of Learning and Memory, University of California, Irvine, California 92697-3800, USA*



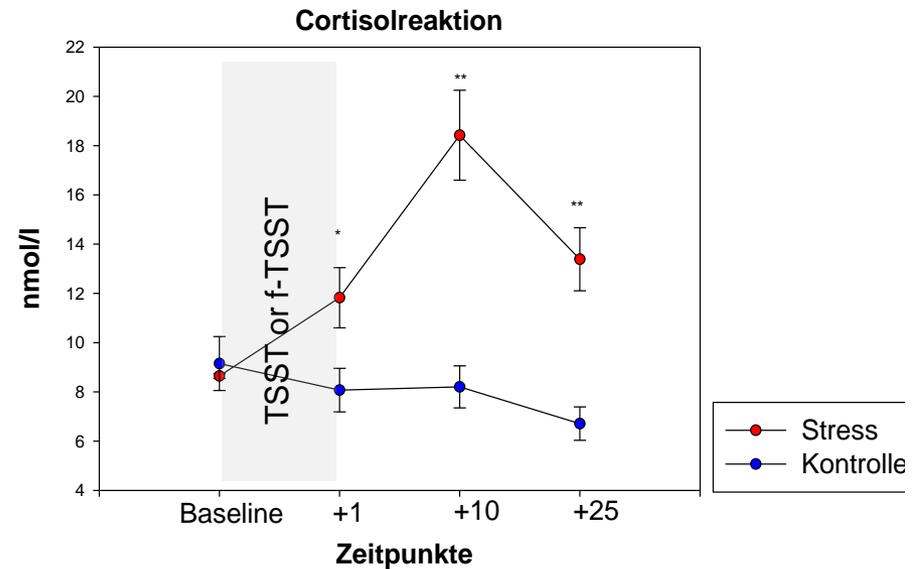
**Figure 2** Average ( $\pm$  SEM) percent recall of slides defined as arousing and as neutral by the CPS and control groups. \* =  $P < .02$  from corresponding control value.

Kurzer Film

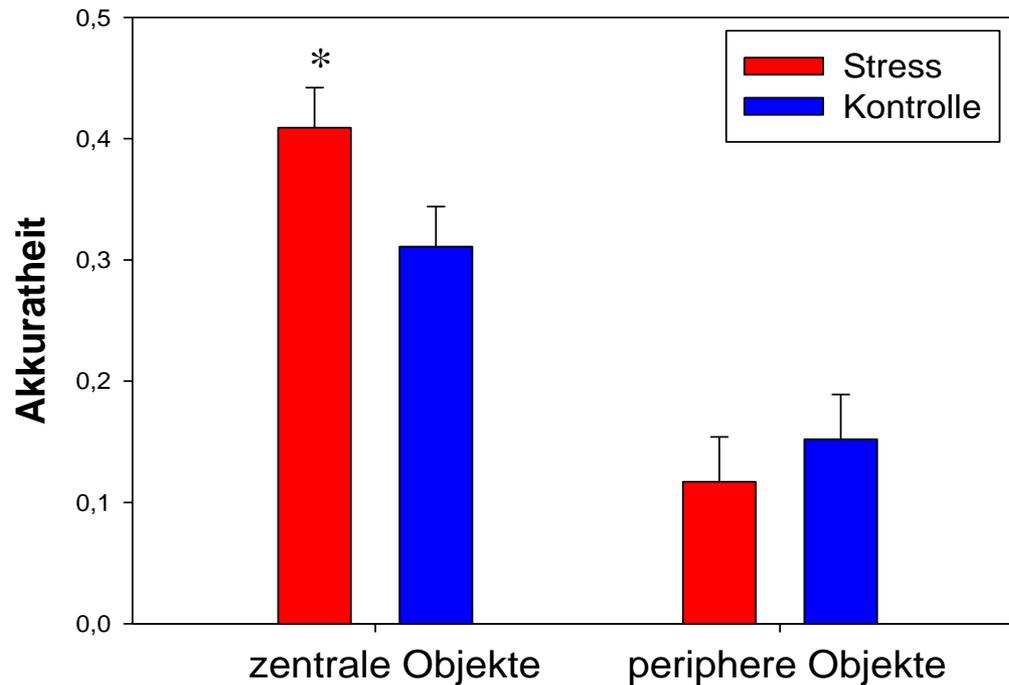
Quarks:

7 Dinge die Sie über Stress wissen sollten

# Erinnerungen an eine stressvolles Ereignis



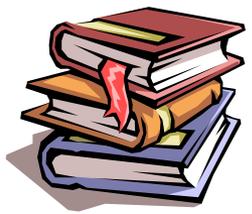
# Erinnerungen an ein stressvolles Ereignis



# **Stress und Gedächtnis: Die „negative“ Seite**

**Verschlechterter Gedächtnisabruf**

Hund = dog  
Katze = cat

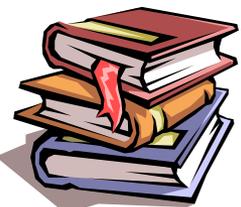


Abruf  
(Hund = ??)



**Stress**

Hund = dog  
Katze = cat

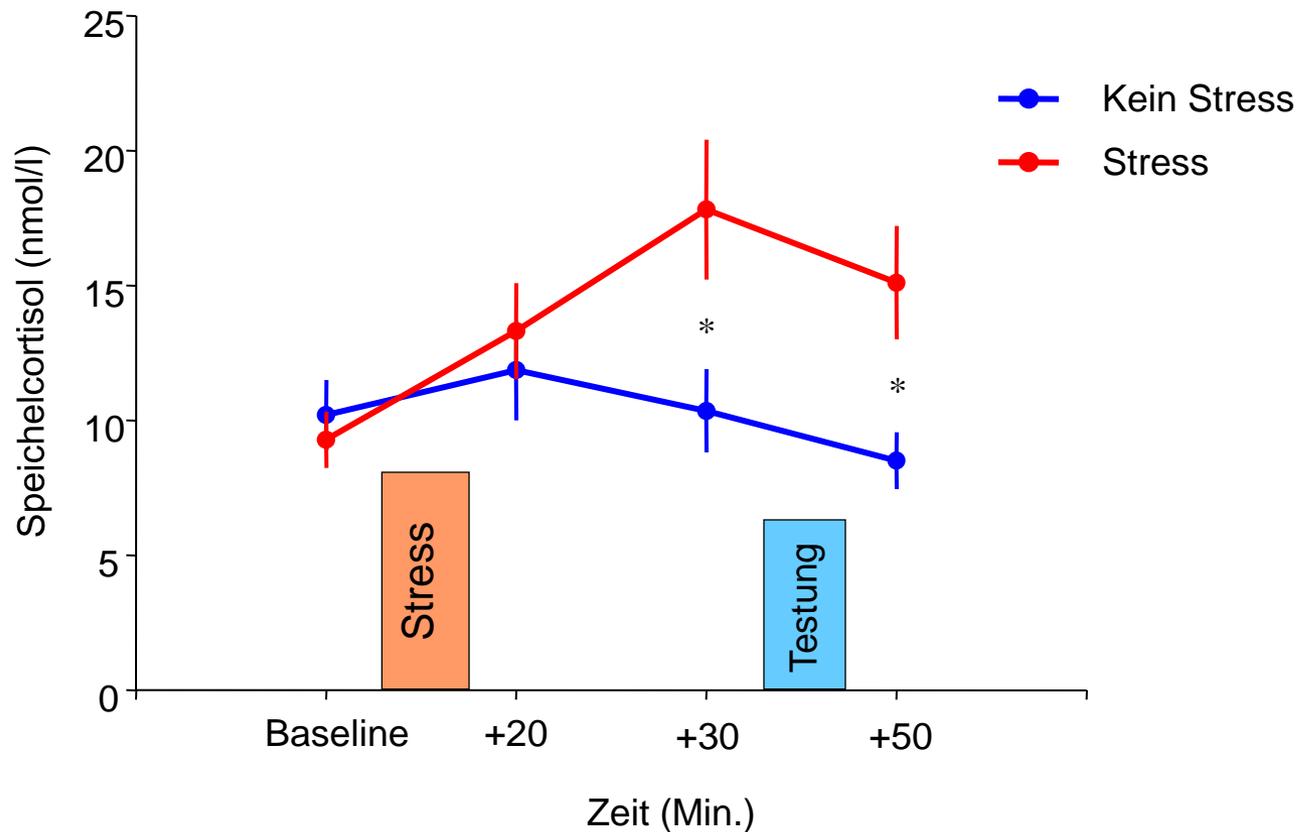


Abruf  
(Hund = dog!)

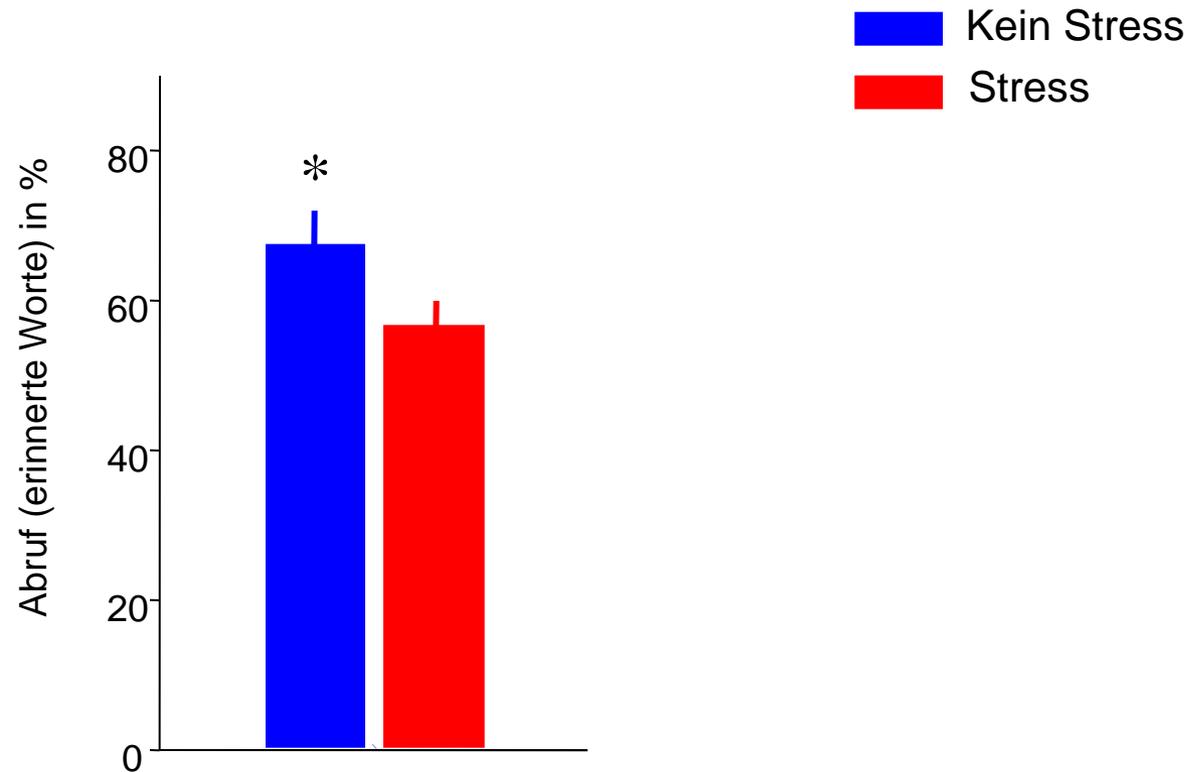


**Kein Stress**

# Psychosozialer Stress im Labor



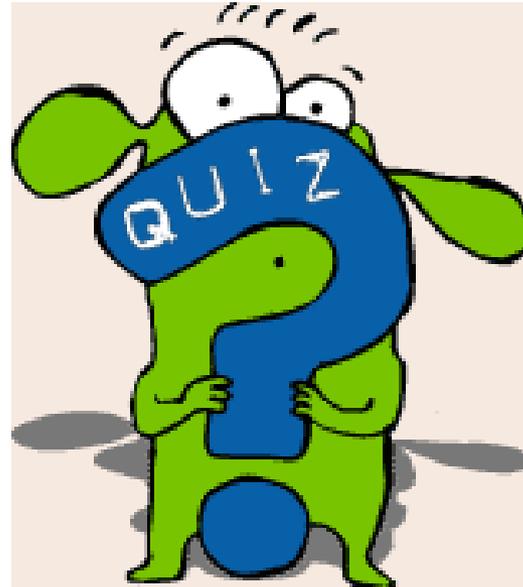
# Psychosozialer Stress und Gedächtnisabruf



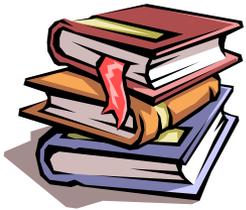
# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

Ist das Stresshormon  
Cortisol für diesen Effekt  
„verantwortlich“?



Hund = dog  
Katze = cat

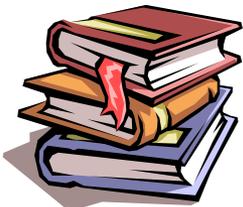


Abruf  
(Hund = ??)



**Cortisol**

Hund = dog  
Katze = cat

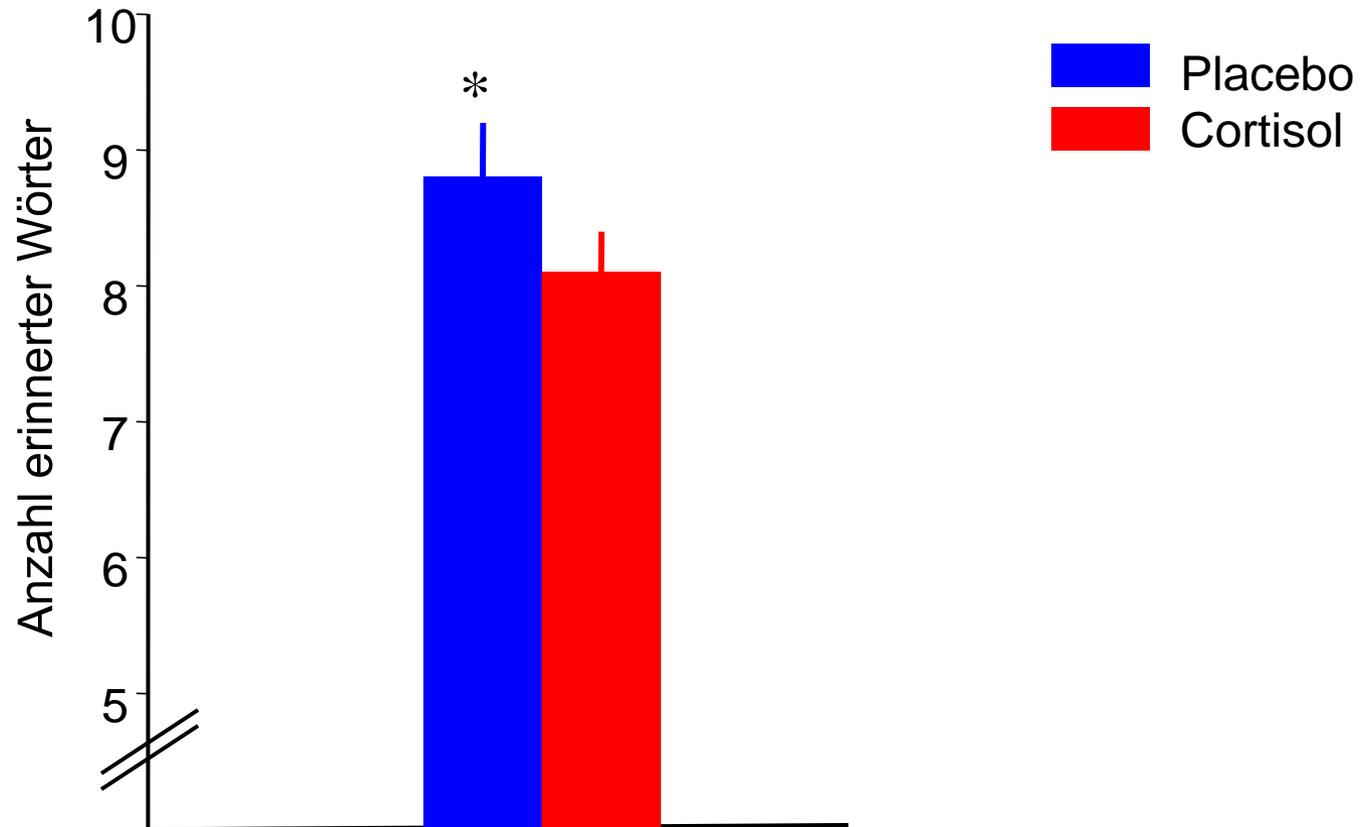


Abruf  
(Hund = dog!)



**Placebo**

# Cortisol und Gedächtnisabruf



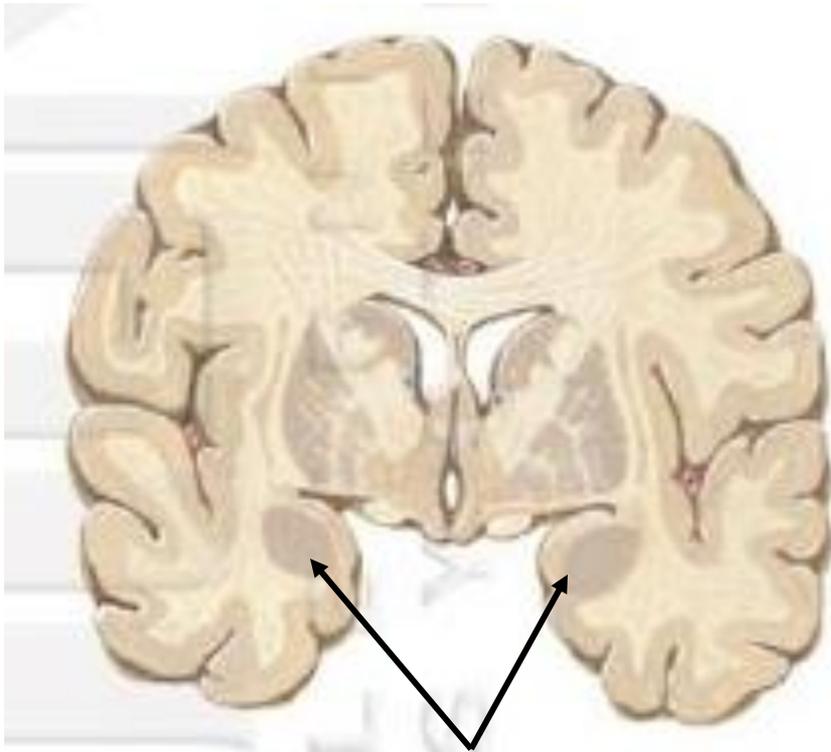
# Beeinflusst Stress unser Gedächtnis?

Ein experimentalpsychologischer Zugang

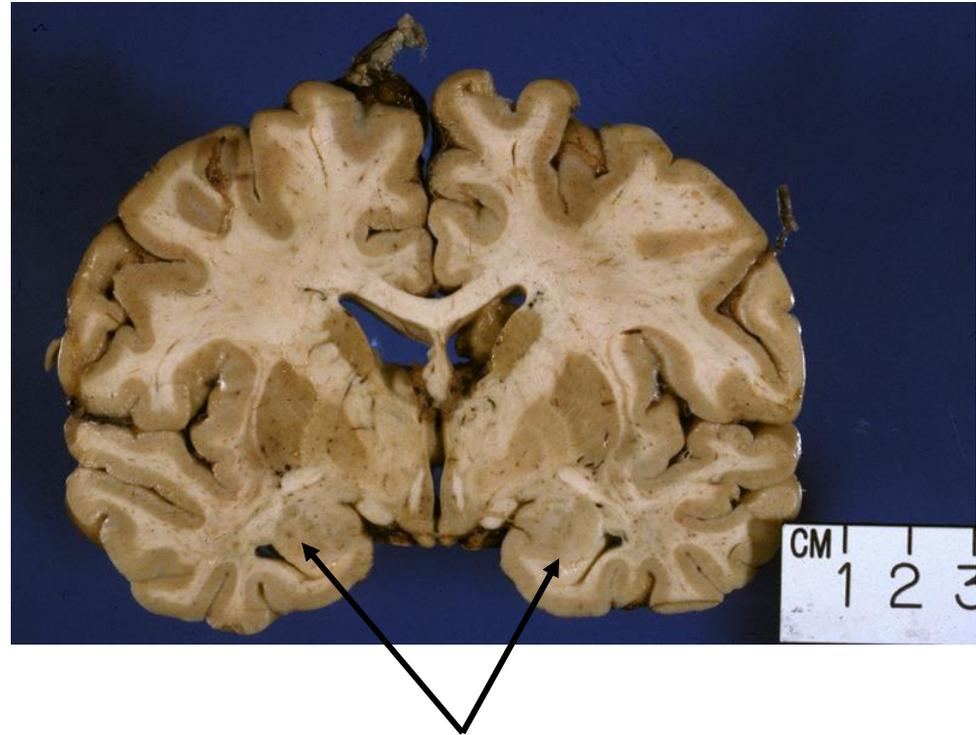
Welche Hirnregion wird durch Cortisol beeinflusst?



# Amygdala and Hippocampus

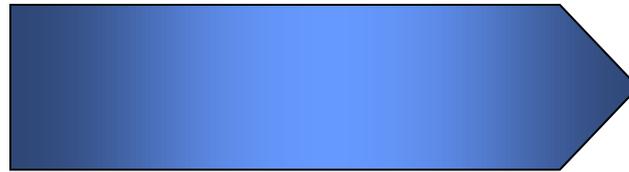
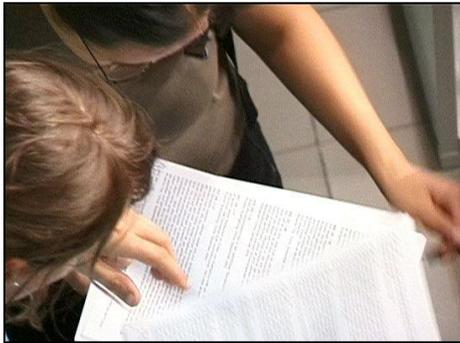


Amygdala



Hippocampus

# Cortisol und Gedächtnisabruf: Versuchsablauf (fMRT Studie)

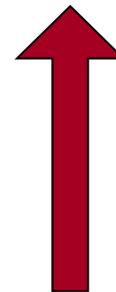


*Enkodierung*

*Konsolidierung*

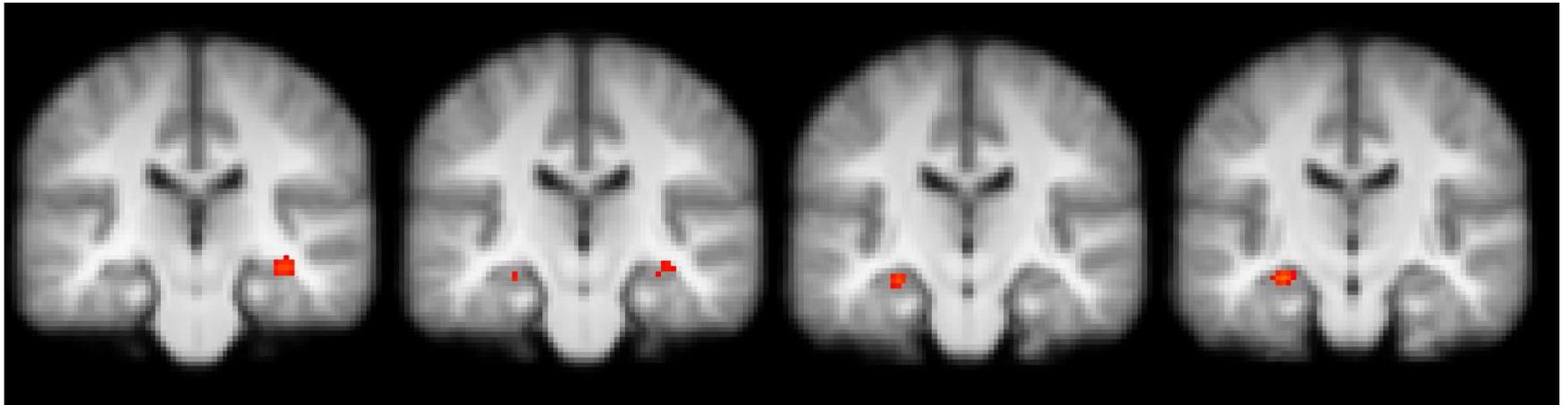
*Abruf*

Cortisol/Placebo

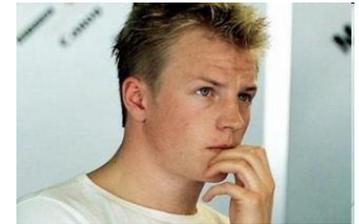
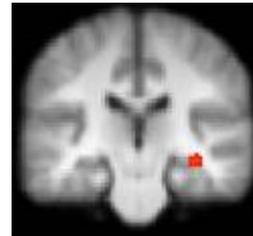
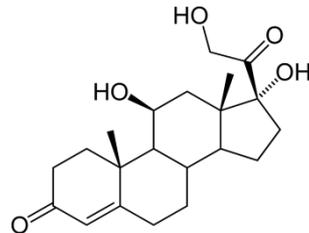


# Cortisol und Gedächtnisabruf:

Reduzierte Aktivität im Hippocampus



# Stress und Gedächtnisabruf



## Zwischenfazit

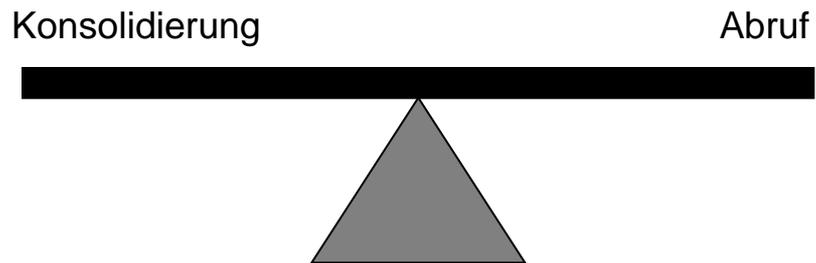
- Es ist normal, wenn uns unter Stress einmal etwas nicht einfällt
- Es ist normal, dass wir uns an stressige/emotional belastende Ereignisse länger und besser erinnern

## Bedenklich sind folgende Anzeichen

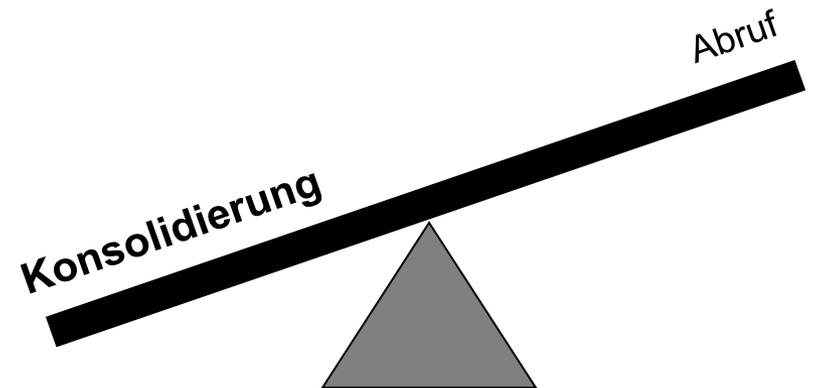
- Exzessives Grübeln oder exzessives Gedankenkreisen
- Unkontrollierbares Wiedererleben („flashbacks“)

# Stress und Langzeitgedächtnis

Unter Ruhe



Unter Stress



# Negative Effekte von Cortisol auf den Gedächtnisabruf: Was tun?

## Mögliche Ansatzpunkte

Lernintensität



Stressmanagement



Soziale Unterstützung



# Zwei Systeme kontrollieren Belohnungslernen:

## Warum geht „man“ in die Mensa?



### Zielgerichtetes System

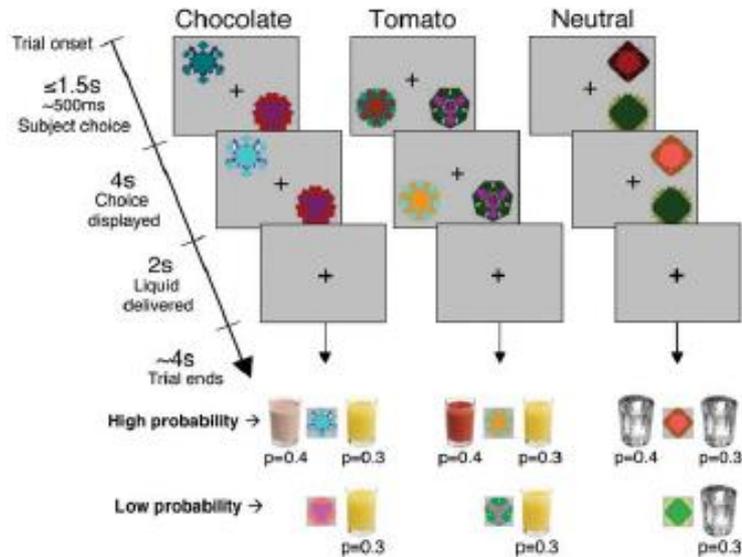
- Lernt kausale Zusammenhänge zwischen der Handlung und dem Ziel
- Ergebnisorientiert
- Bsp: Ich gehe in die Mensa weil ich Hunger habe und das Essen dort günstig ist
- Präfrontaler Cortex (PFC)

### Gewohnheitssystem (S-R)

- Lernt Zusammenhänge zwischen einem Reiz und einer Handlung
- Reizorientiert
- Bsp: Ich gehe in die Mensa, weil ich jeden Tag mittags in die Mensa gehe
- (dorsolaterales) Striatum

# Determining the Neural Substrates of Goal-Directed Learning in the Human Brain

Vivian V. Valentin,<sup>1,2</sup> Anthony Dickinson,<sup>3</sup> and John P. O'Doherty<sup>1,2</sup>



## Zielgerichtetes Verhalten

“Ich hatte genug Schokopudding, deshalb drücke ich diese Taste nicht mehr”.

## Gewohnheitsverhalten

“Ich drücke das Symbol, welches ich bisher immer gedrückt habe (auch wenn ich eigentlich keinen Schoko Pudding mehr will).”

Train in scanner



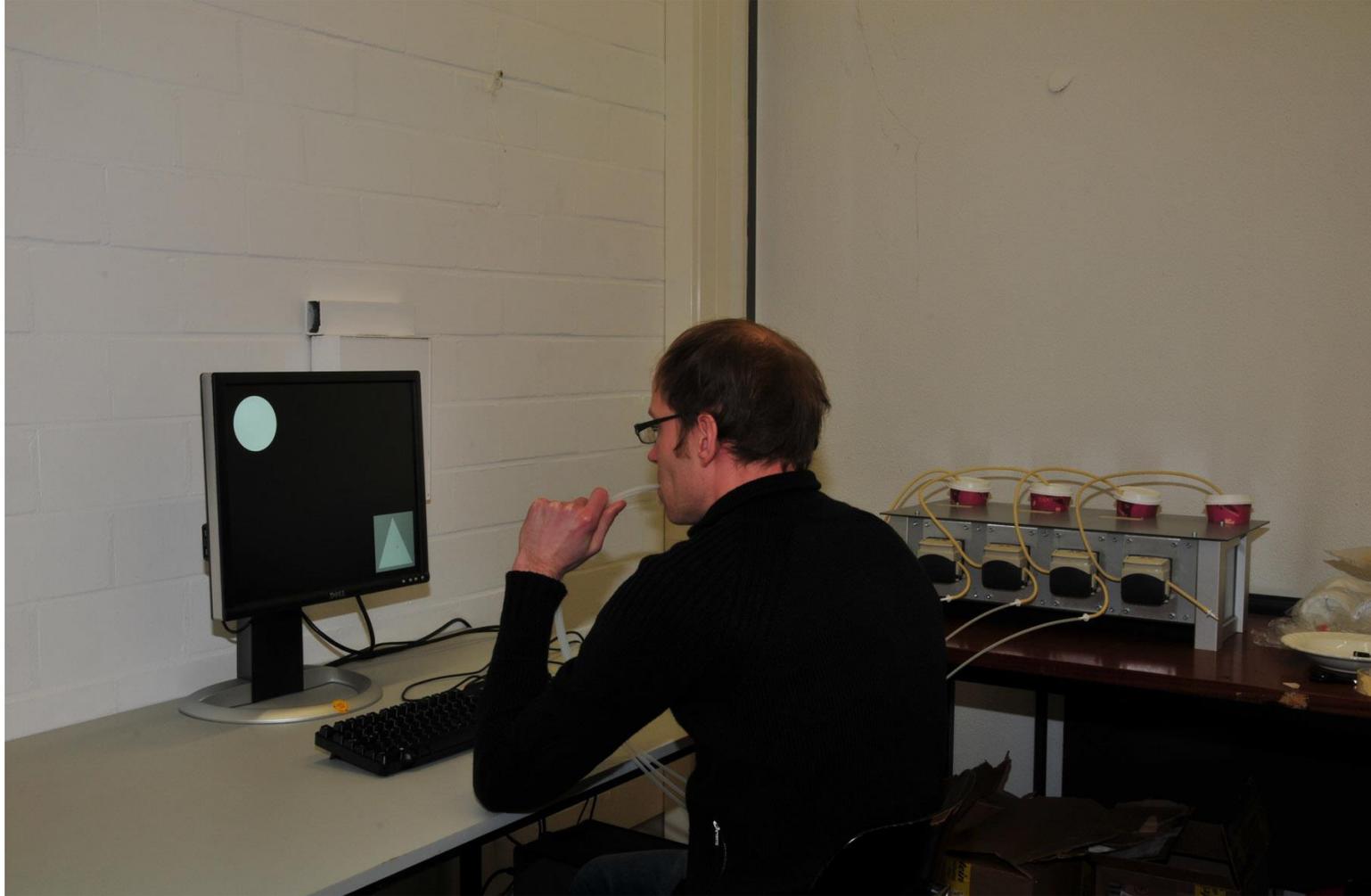
Devalue one reward  
selective satiation



Test in scanner  
extinction

Tomato → Devalued  
Chocolate → Valued

# Lernaufgabe

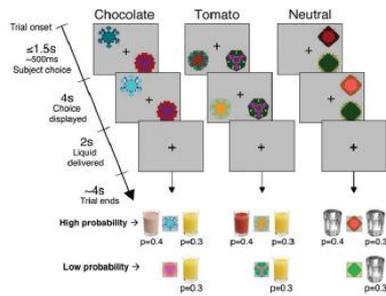


# Versuchsablauf

## Stress / Kontrolle



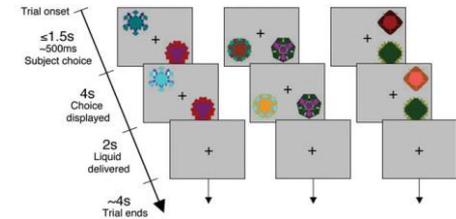
## Lernen



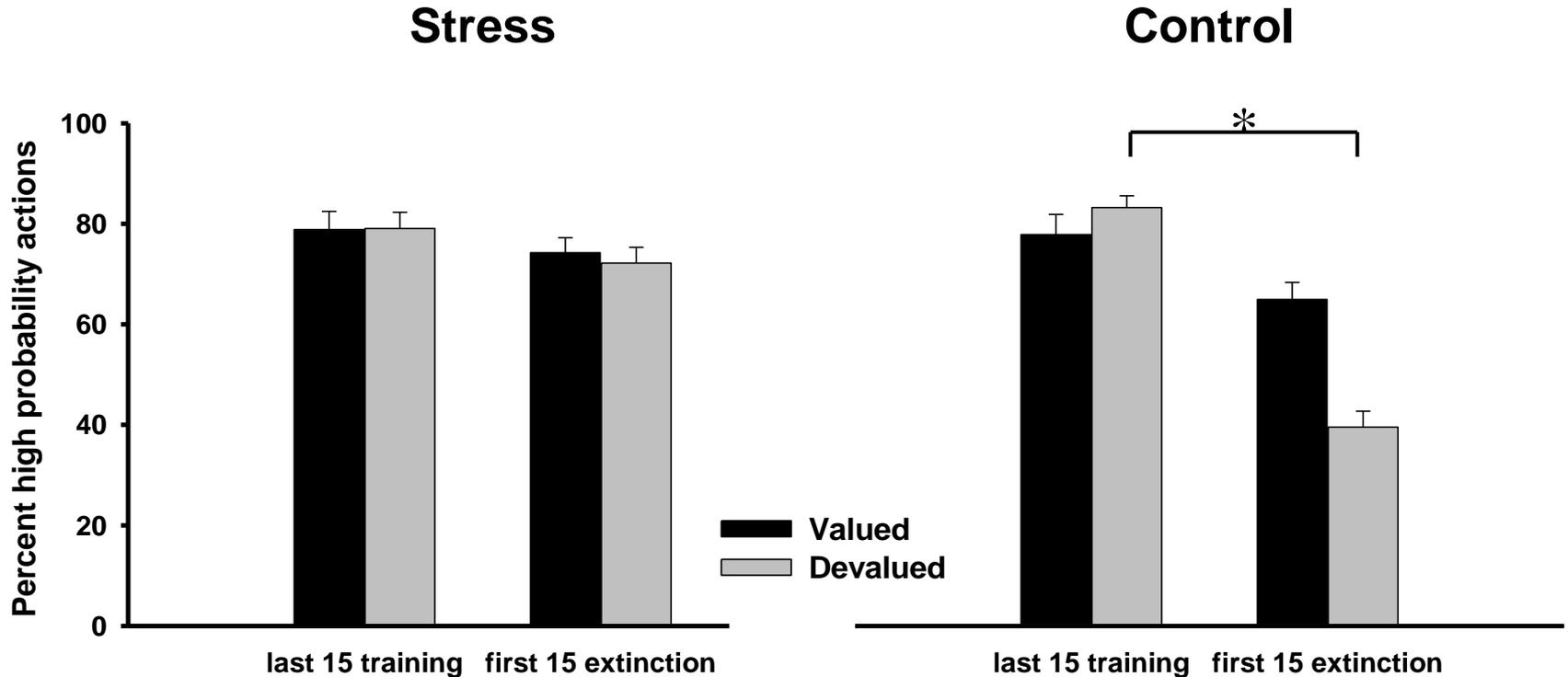
## Devaluation



## Testung

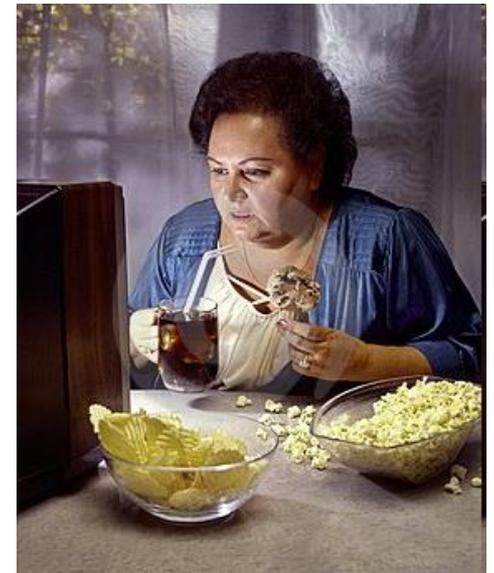


# Stress induziert Gewohnheitsverhalten: Keine Verhaltensanpassung nach Devaluation



# Gewohnheiten

- Gewohnheiten sind schnell und benötigen wenig kognitive Ressourcen.
- Eine stressinduzierte Zunahme von Gewohnheitsverhalten ist daher in der Regel adaptiv
- Es hängt alles von Ihren Gewohnheiten ab

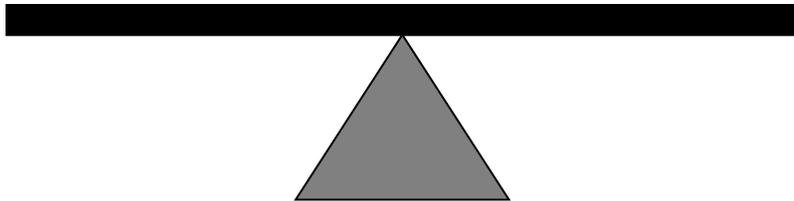


# Stress und Flexibilität

Unter Ruhe

Gewohnheit

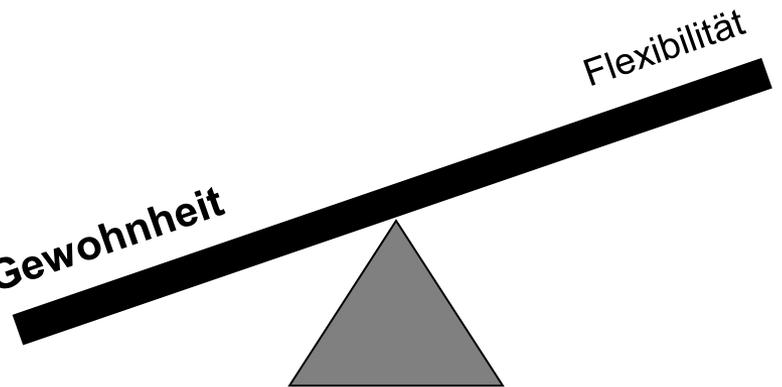
Flexibilität



Unter Stress

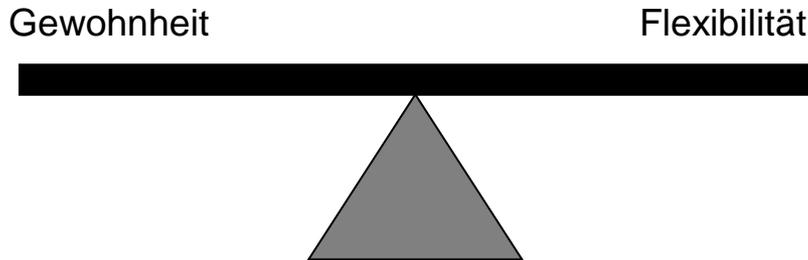
Gewohnheit

Flexibilität

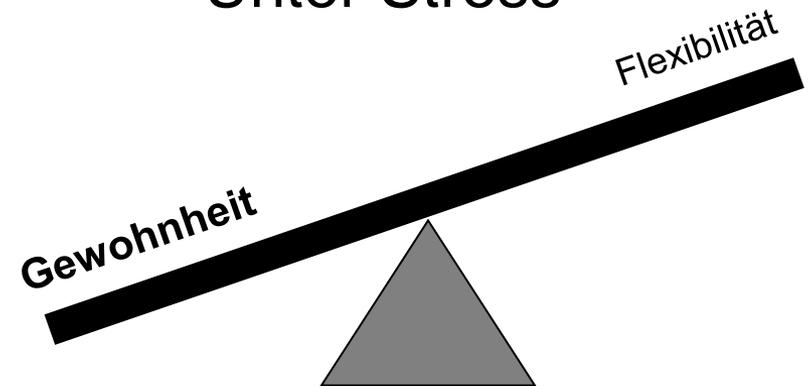


# Stress und Flexibilität

Unter Ruhe



Unter Stress



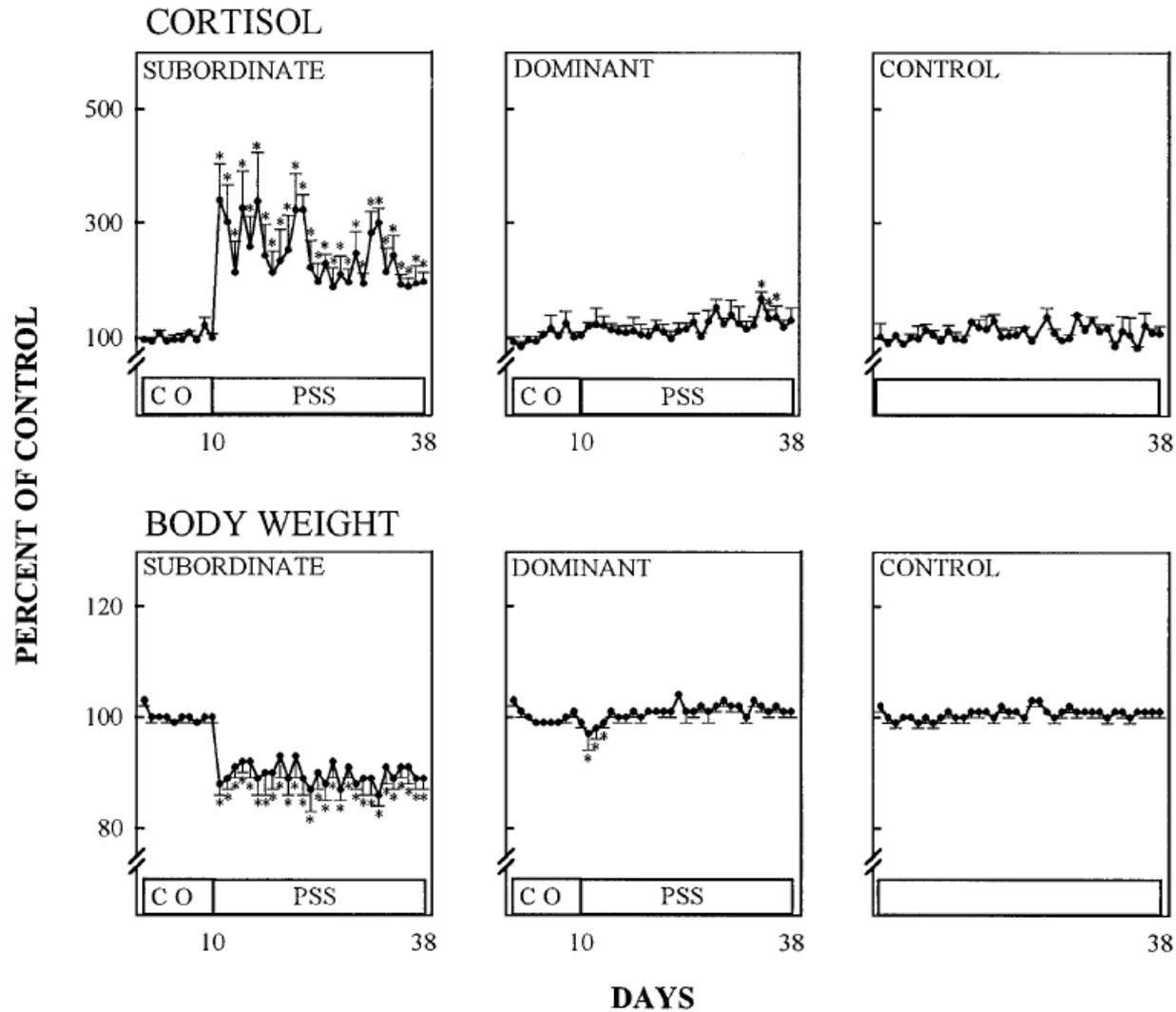
## Zwischenfazit

- Es ist normal, dass wir unter Stress weniger flexibel reagieren
- Für uns wichtige Handlungsabläufe sollten wir so gut beherrschen, dass wir sie quasi „automatisch“ durchführen können. Dies ist die beste Voraussetzung, dass wir sie auch unter Stress gut durchführen.

# Chronischer Stress bei Tupaia



# Chronischer Stress bei Tupaia



# Chronischer Stress reduziert die Anzahl an Dendriten im Hippocampus

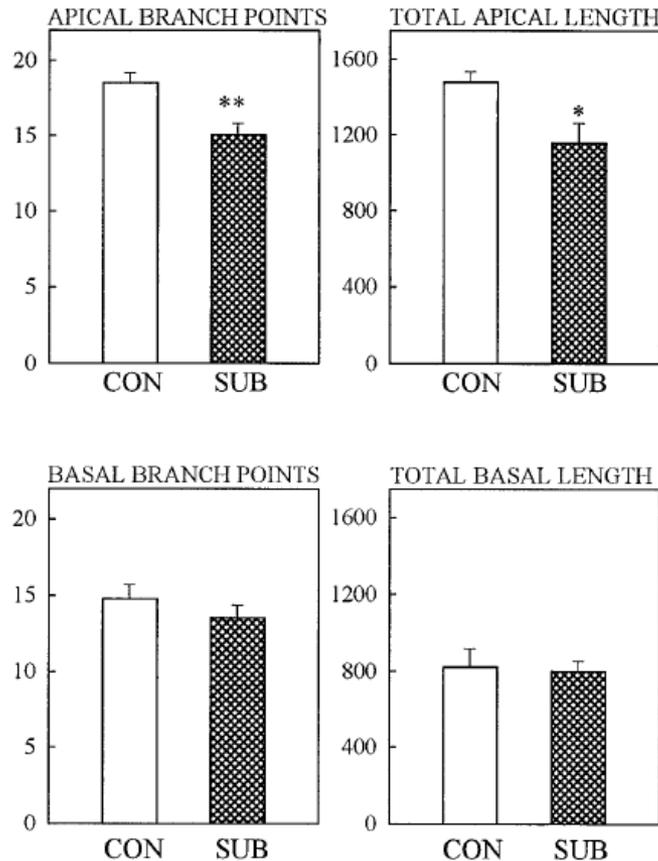


Figure 1. Effect of 28 d of psychosocial stress on dendritic morphology of CA3 pyramidal neurons is shown for apical and basal dendrites. Note that psychosocial stress reduces the number of apical branch points in subordinates (SUB) as compared with controls (CON). Bars represent the mean  $\pm$  SEM; double asterisk indicates  $p < 0.01$ , and asterisk indicates  $p < 0.05$  as compared with controls (Student's  $t$  test).

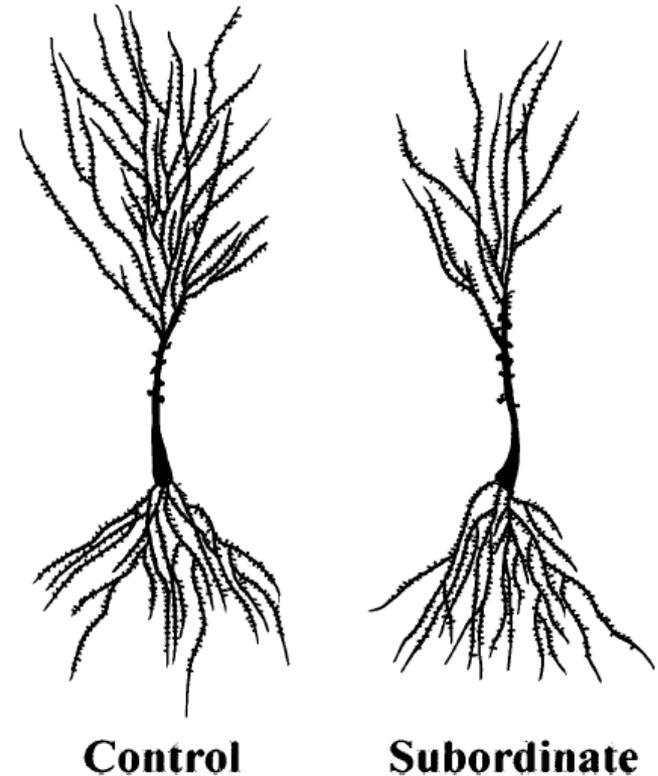
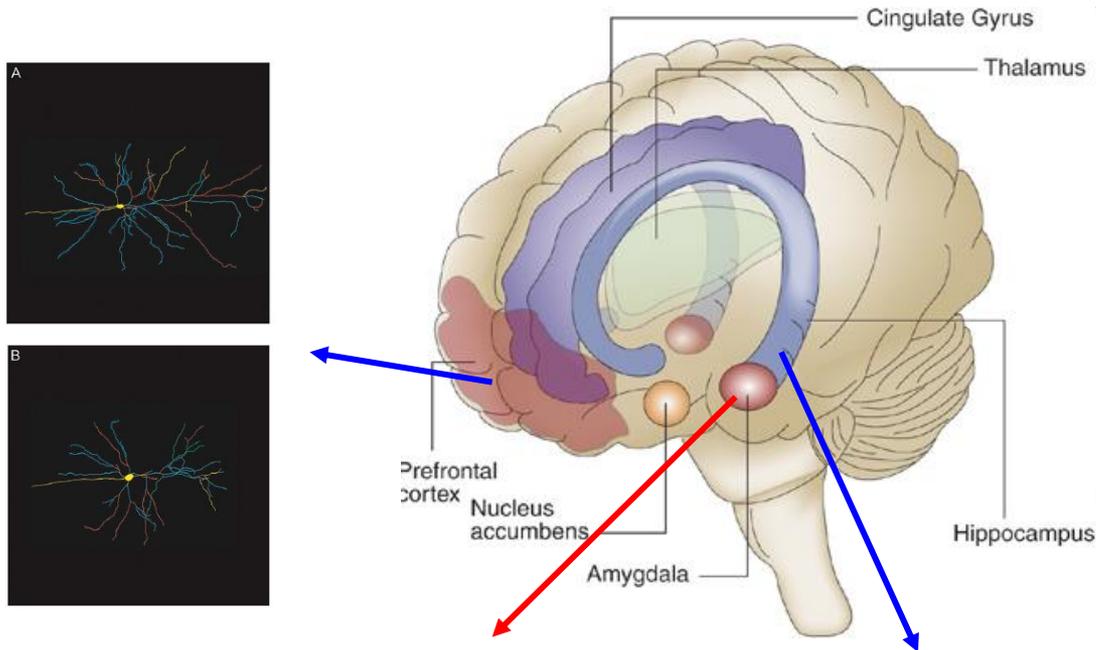


Figure 2. Camera lucida drawings of representative Golgi-impregnated CA3 pyramidal neurons from control (not subjected to stress) and subordinate tree shrews (after 28 d of psychosocial stress). Notice the decreased branching pattern in the subordinate apical dendritic tree as compared with the control.

# Chronischer Stress



**Im Hippocampus:**

Dendritenatrophie und reduzierte Neurogenese

**Im PFC:**

Dendritenatrophie und reduzierte Neurogenese

**In der Amygdala:**

**Dendritenhypertrophie**

*Das Gleichgewicht zwischen diesen Strukturen verschiebt sich unter chronischem Stress*

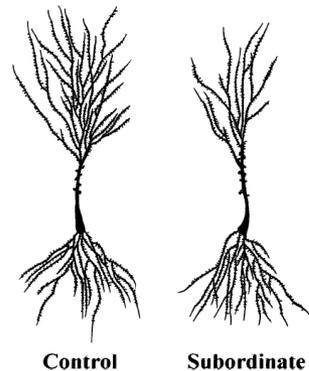
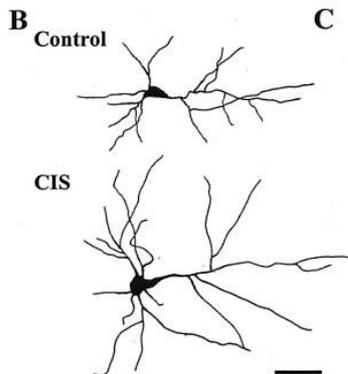


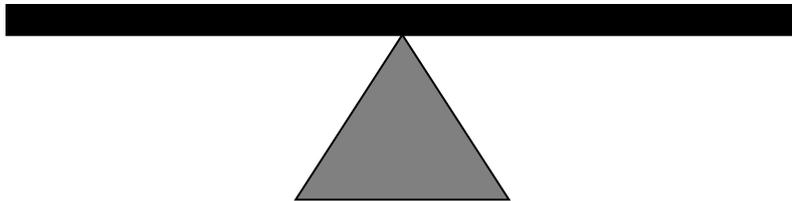
Figure 2. Camera lucida drawings of representative Golgi-impregnated CA3 pyramidal neurons from control (not subjected to stress) and subordinate tree shrews (after 28 d of psychosocial stress). Notice the decreased branching pattern in the subordinate apical dendritic tree as compared with the control.

# Chronischer Stress

Unter Ruhe

Emotional  
und reaktiv  
(Amygdala  
und Striatum)

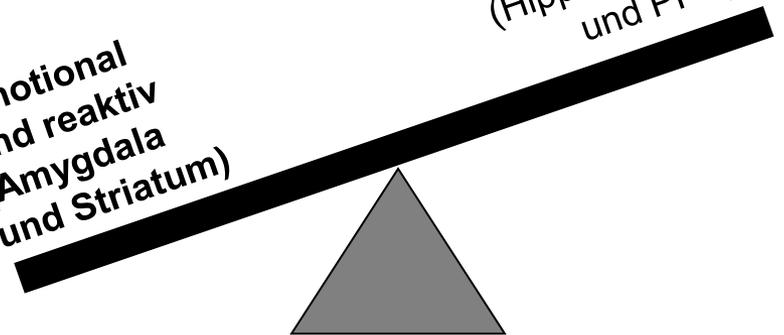
Überlegt und  
zielgerichtet  
(Hippocampus  
und PFC)



Unter Stress

**Emotional  
und reaktiv  
(Amygdala  
und Striatum)**

**Überlegt und  
zielgerichtet  
(Hippocampus  
und PFC)**



# Allgemeine Zusammenfassung

- Gedächtnisprozesse werden durch Stress beeinflusst
- Dies lässt sich auf Verhaltensebene und auf Gehirnebene (Bildgebung) zeigen
  - Verbesserte Erinnerung an den Stressor aber beeinträchtigt Abruf
  - Zunahme an gewohnheitsbasiertem Verhalten → der „Autopilot“ übernimmt
- Chronischer Stress beeinflusst die Struktur des Gehirns
  - Hippocampus und PFC „schrumpfen“ → weniger überlegt und rational
  - Amygdala und Striatum „blühen auf“ → emotionaler und reaktiver
- Diese Befunde sind sowohl für die Grundlagenforschung, als auch für die Anwendungsbereiche von Relevanz

# Danke an

die Mitglieder der AE Kognitionspsychologie



Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**

