

# Sensorisches, Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis

Justus Liebig Universität:      Fachbereich Psychologie  
Seminar:                              Lernen und Gedächtnis  
Dozent:                                Knut Drewing  
Referenten:                         Annika Fischer, Moritz Girolstein

1

Di. 10.01.2006

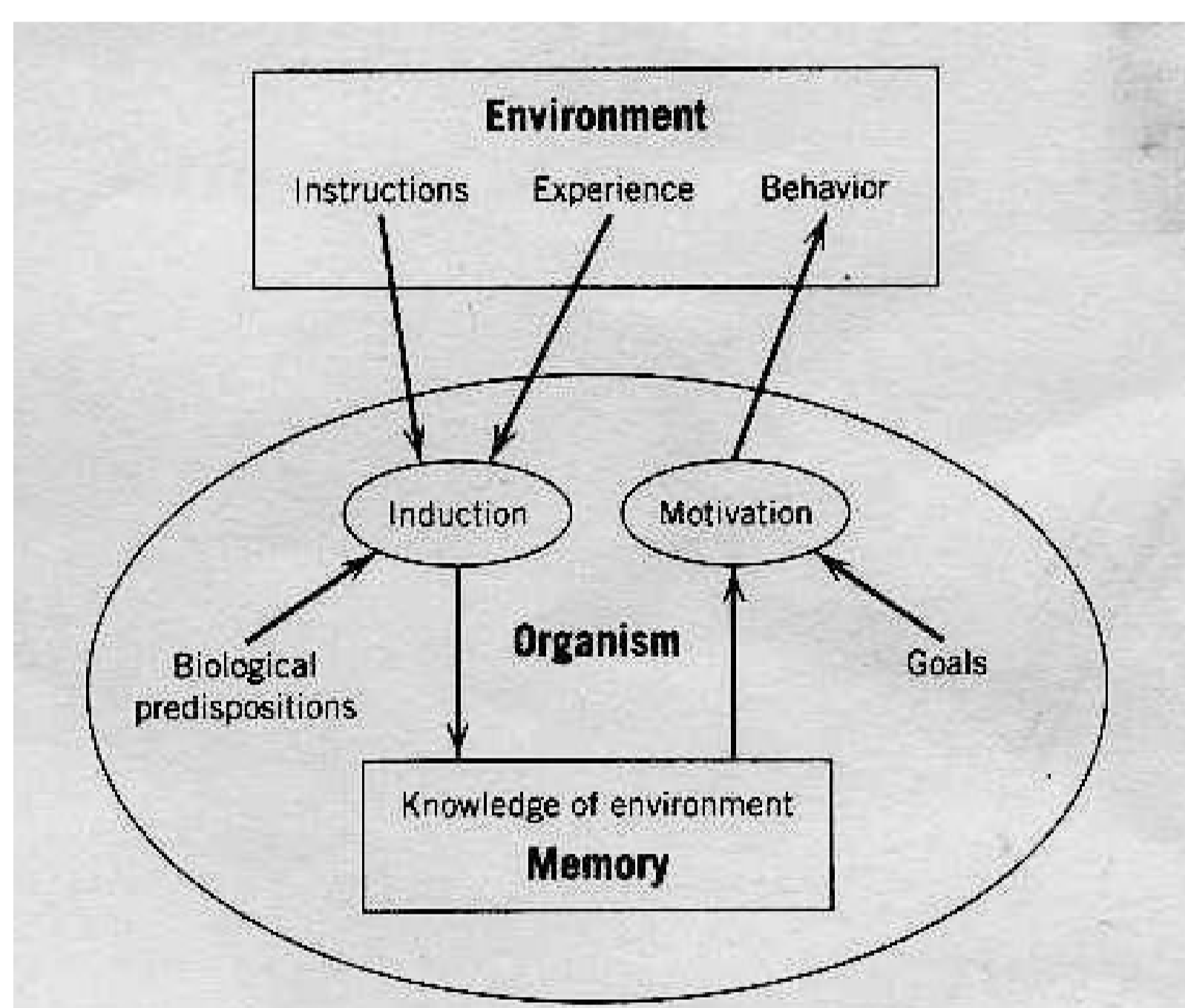
## Gliederung:

1. Sensorisches Gedächtnis
2. The Rise and Fall of the Theory of Short Term Memory
3. Arbeitsgedächtnis (AG)
4. Biologische Grundlagen: Neuronale Basis des AGs

2

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006



3

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Sensorisches Gedächtnis:

- Visual Sensory Memory
- Auditory Sensory Memory

4

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Visual Sensory Memory

X M R I  
C N K P  
V F L B

5

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Versuch:

- Die meisten Probanden waren in der Lage nach kurzem Betrachten (>1 Sek.) etwa 4 Buchstaben wiederzugeben

➔ Veranschaulichte, dass das visuelle sensorische Gedächtnis etwa 4-5 Items speichern kann

6

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Sperling (1960)

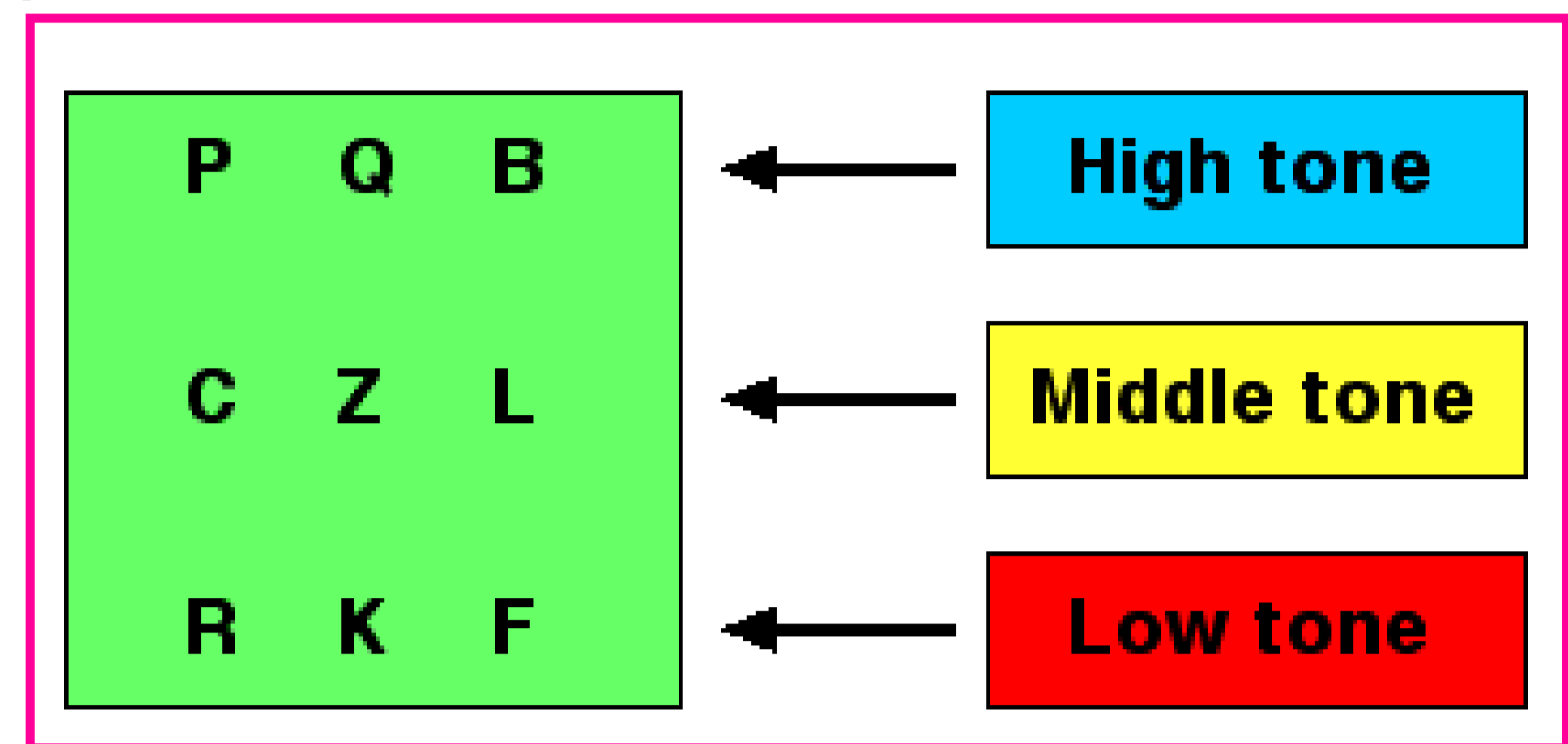
- Fragte nach einer Reihe von Buchstaben (50 m/sec.)
- Präsentierte Ton kurz nach der Entfernung der Items

7

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

Töne wurden wie folgt präsentiert:



→ Partial report Procedure

8

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Fazit:

- Teilnehmer konnten 3-4 Buchstaben einer Reihe wiedergeben
- Sofort nach Entfernung des visuellen Stimulus waren alle Buchstaben im visuellen Gedächtnis gespeichert
- Diese verschwinden aber nach kurzer Zeit wieder

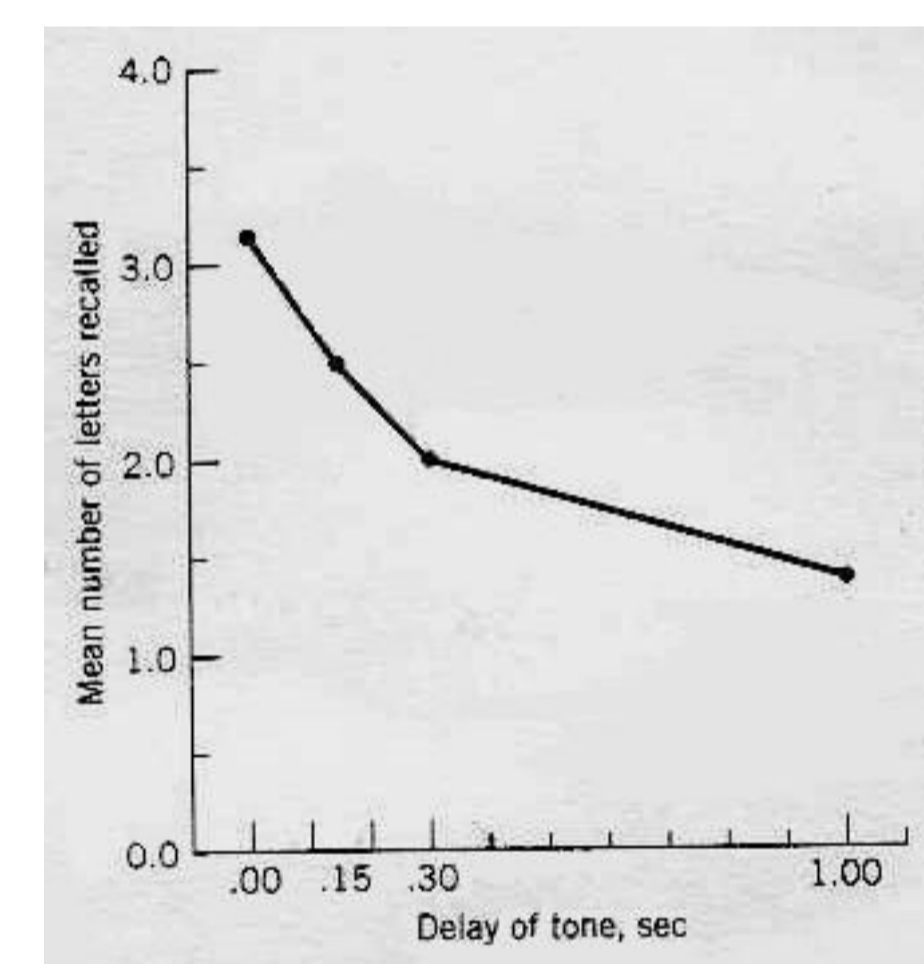
9

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Sperling (1960)

- Präsentation des auditorischen Stimulus erst nach einer Sekunde
- Starker Abfall der erinnerten Items



→ Bestätigung, dass Information im visuellen Gedächtnis kurzlebig ist

10

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Neisser (1967)

- Kurzes visuelles Gedächtnis → **ICONIC MEMORY**
- Besonders wichtig um kurz präsentierte Stimuli wahrzunehmen bis sie in permanente Form umgewandelt wurden

11

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Zusammenfassung Visual Sensory Memory

- Anzeichen stellen überzeugend dar, dass visuelle Information auf vielen Ebenen unseres Systems existiert nachdem wir etwas gesehen haben
- Sensorische Information wird im visuellen System für kurze Zeitspannen aufrecht erhalten

12

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Auditory Sensory Memory

- Gehörinformationen scheinen genau wie visuelle Informationen vorläufig im sensorischen Gedächtnis gespeichert werden

13

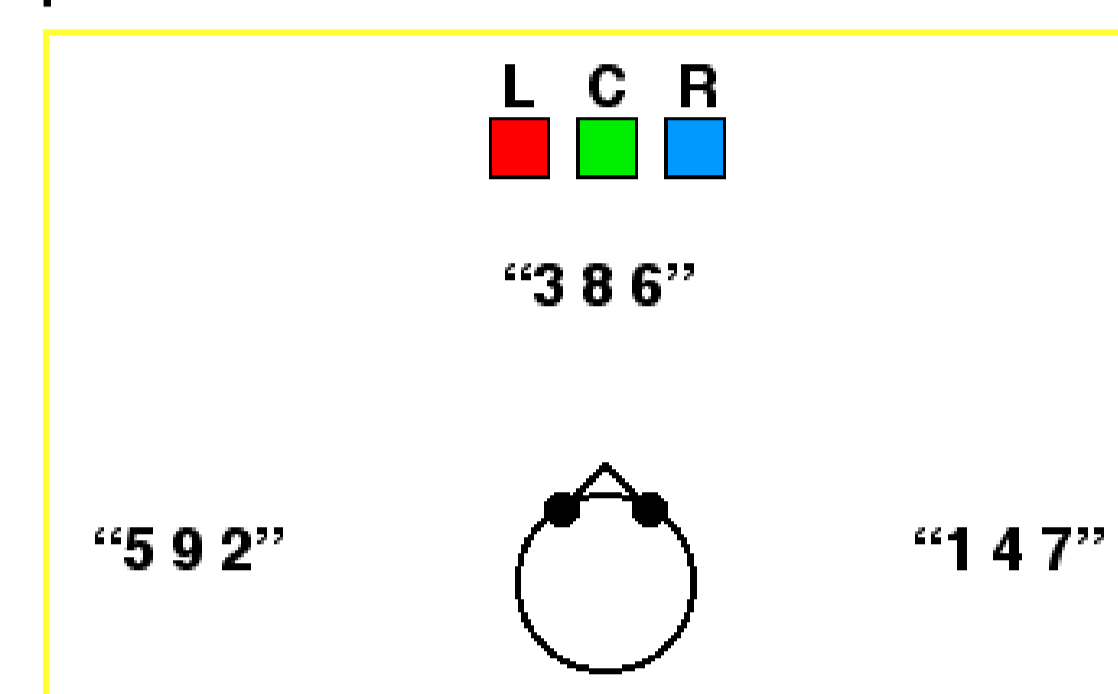
Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Darwin, Turvey, Crowder (1972)

### Versuch:

- Präsentierten Probanden gleichzeitig 3 Listen von 3 Items (BSP: 4L6)
- Wurde über 2 Kopfhörer präsentiert
- Listen wurden von links, rechts und oben eingespielt



14

Di. 10.01.2006

→ Probanden waren nicht in der Lage alle 9 Items zu behalten

- **Partial Report Condition**
  - Probanden sollten nur eine der Listen wiedergeben
  - Auf Bildschirm links, rechts oder in der Mitte ein Indikator (Licht) angezeigt
- Probanden waren in der Lage genauere Informationen über Liste wiederzugeben

15

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Schlussfolgerung

- (Wie Sperling) schlussfolgerten Darwin et al., dass die Items alle im auditorischem Gedächtnis liegen, jedoch nicht alle wiedergegeben werden können, da sie extrem schnell verschwinden
  - Wiedergabefähigkeit fiel ab, wenn visueller Indikator später präsentiert wurde
- Nur wenn man die Items gleich kodiert, ist man in der Lage sie wiederzugeben

16

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Echoic Memory

- Neisser nannte das auditorische sensorische Gedächtnis welches die Informationen behält **ECHOIC MEMORY** (echoisches Gedächtnis)

→ Man braucht ein Gedächtnis um die sensorische Information zu behalten, damit sie danach analysiert und in eine permanentere Form umgewandelt werden kann

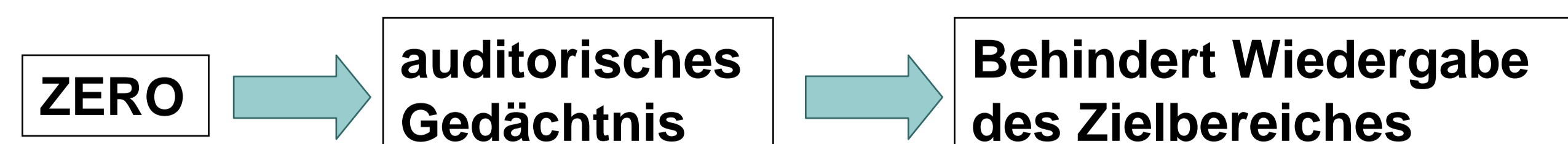
17

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Conrad (1960), Crowder und Morton (1969)

- Wort „ZERO“ bevor eine Liste mit Ziffern wiedergegeben werden sollte
- Zero sollte ignoriert werden
- Probanden konnten Ziffern schlechter wiedergeben „**suffix effect**“
- Bedeutungsloses suffix verschlechtert Gedächtnis



18

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Suffix Effect

→ Interferenz des suffix effect scheint verbaler Natur zu sein (bei Hupe keine Beeinflussung)

### **Fazit:**

Zusätzliche auditorische Information kann das echoische Gedächtnis beeinflussen!

19

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Egan und Howard (1979)

- Größere Behinderung durch Sprache als durch Musik
- Auditor. Ged. Hat Sprachlichen Charakter
- Jedoch nur wenn betroffene Person glaubt, dass das Geräusch von einem Menschen stammt kommt es zur Verursachung eines suffix („baa“-Geräusch)

20

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Ergebnis:

- Ist fähig komplette Aufzeichnungen kurzer Momente zu speichern
- Wenn Informationen nicht schnell verarbeitet werden sind sie verloren
- Was codiert wird hängt davon ab worauf Aufmerksamkeit gerichtet wird
- Auditorisches und visuelles Ged. Sind wahrscheinlich die wichtigsten, andere sensorische Systeme speichern aber auch vorübergehend Infos

21

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## The Rise and Fall of the Theory of Short-Term Memory

22

Di. 10.01.2006

## Atkinson und Shiffrin

- Langzeit und Kurzzeitgedächtnis sind voneinander getrennt
- Die Informationen werden vorübergehend im KZG (Kurzzeitgedächtnis) durch Wiederholung gespeichert
- KZG als erforderliche Zwischenstation zwischen sensorischem und LZG (Langzeitgedächtnis)

! Diese Sichtweise ist veraltet, aber es ist nach wie vor wichtig sie zu verstehen!

23

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## 3 Bedeutendste Thesen:

- Wiederholung der Informationen im KZG erschafft Darstellung der Infos im LZG
- Codierungsformen im LZG und KZG unterscheiden sich
- Drastischer Unterschied zwischen Dauer von LZG und KZG

24

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Effects of Rehearsal

### Rundus (1971)

- These: Je länger Informationen wiederholt werden, desto besser werden sie erinnert
  - Versuch: Wiederholung von Wörtern, wobei die am häufigsten wiederholten am besten erinnert wurden
- Bestätigung Atkinson und Shiffrins

Aber: Oft hilft Wdh. Nicht um LZG zu verbessern

25

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Neisser (1982)

- Professor Sanford las die Family Prayers um die 500 mal vor dem Essen im Verlauf von 25 Jahren
  - konnte sich aber kaum an die Texte erinnern
- Reine Wiederholung garantiert kein gutes LZG

26

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Craik und Lockheart (1972)

- Bedeutungsvolle Wiederholung verbessert Erinnerung
  - Passive Wiederholung verbessert das Gedächtnis nicht
- "Depth of Processing Theory" (Theorie der Tiefe der Wdh.)

27

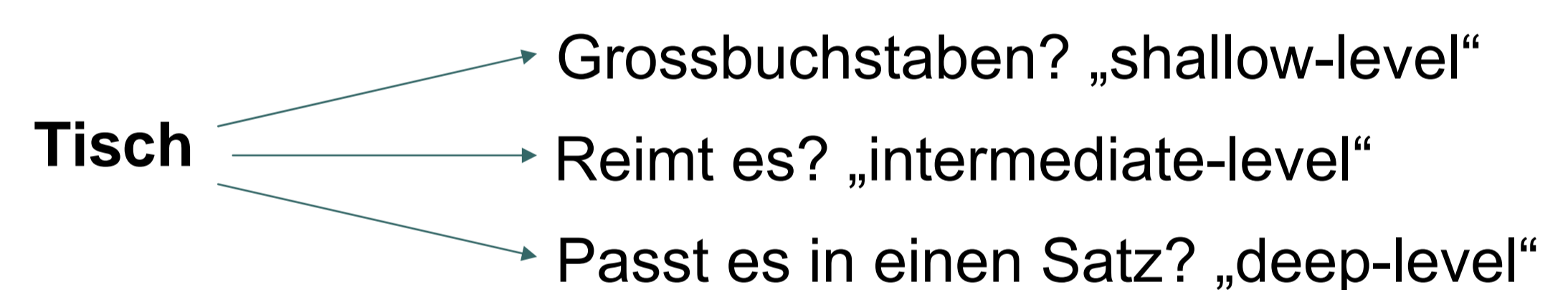
Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Craik und Tulving (1975)

### Versuch:

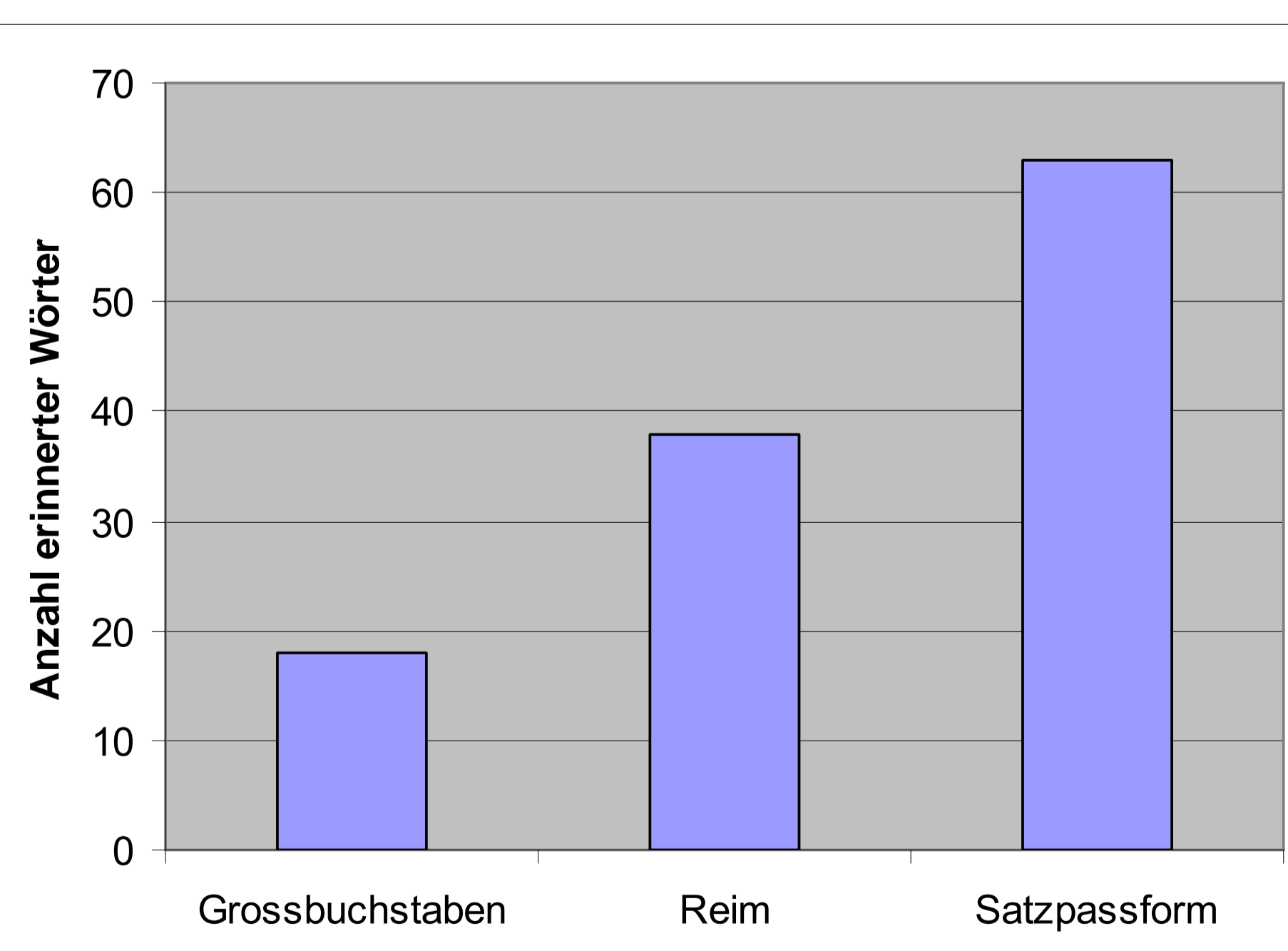
- Probanden wurde ein Wort präsentiert, sie mussten eine von 3 Aussagen dazu machen:



28

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006



→ Umso tiefer die Probanden sich mit den Wörtern beschäftigten, desto besser konnten sie sich erinnern

29

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

- Bestätigte, dass reine Wdh. Die Erinnerung nicht verbessert
- Widerlegte Atkinson und Shiffrins Theorie des KZG

- Kritik: Tiefe der Verarbeitung bei der Depth of Processing -Theorie ist sehr unklar

30

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Coding Differences

- Informationen des LZG und KZG werden unterschiedlich codiert → sprach für Theorie der Trennung

### KZG

Sensorische Natur  
→ Sinneswahrnehmung

### LZG

Semantische Natur  
→ Bedeutung der Informationen

31

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Kintsch und Buschke (1969)

### Versuch:

- Alle 2 Sekunden Worteinblendung, insgesamt 16 Items
- Präsentation eines der Wörter, erraten des darauf folgenden  
→ Fast immer richtig geraten

„Recency Effect“

32

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Kintsch und Buschke (1969)

### KZG verbaler Natur

- Probleme mit Homophonen  
z.B. „see“ und „sea“  
→ akustische Orientierung bestätigt

### LZG semantischer Natur

- Probleme mit Synonymen  
z.B. „sea“ und „ocean“  
→ bedeutungsorientierung bestätigt

33

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Bower und Springston

- Probanden können sich viel besser an Wortabfolgen erinnern wenn diese aus Abkürzungen bestehen

### **IBM**

### **FBI**

### **ABC**

- Erinnerungen enthalten sowohl semantische als auch akustische Informationen
- Steht im Gegensatz zur KZG – Theorie
- Akustische Signale werden z.B. bei Reimen auch im LZG codiert

34

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## The Retention Function

### Brown (1958) und Peterson und Peterson (1959)

- Wollten beweisen, dass kurz nach Einprägung von Information ein rapider Abfall der Erinnerungsfähigkeit stattfindet

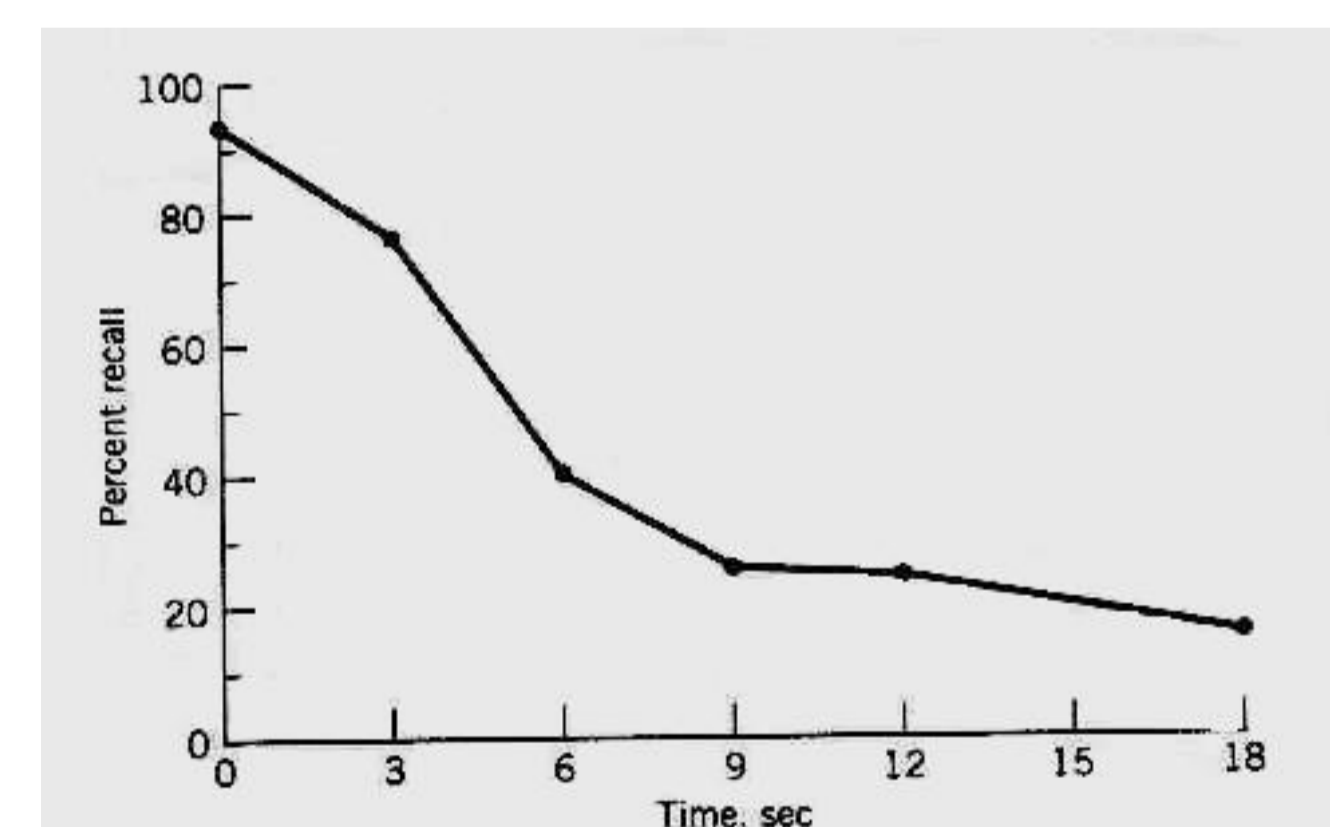
### Versuch:

- Sinnlose Trigramme wie **CHJ** behalten
- Nach Einprägung 18 Sekunden herunterzählen einer hohen Zahl

35

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006



### Ergebnis:

- Abfallrate der Erinnerungen anfangs sehr hoch
- Verringert sich jedoch mit der Zeit  
→ Da das LZG nun in Kraft tritt

„Negative Acceleration“

36

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Aber:

- Ebbinghaus machte ähnliche Experimente über 30 Tage
- Starker Abfall der Erinnerungen in den ersten beiden Tagen
- Danach starke Verringerung

→Kein KZG über 2 Tage

37

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Die Theorie des getrennten KZG und LZG besagt:

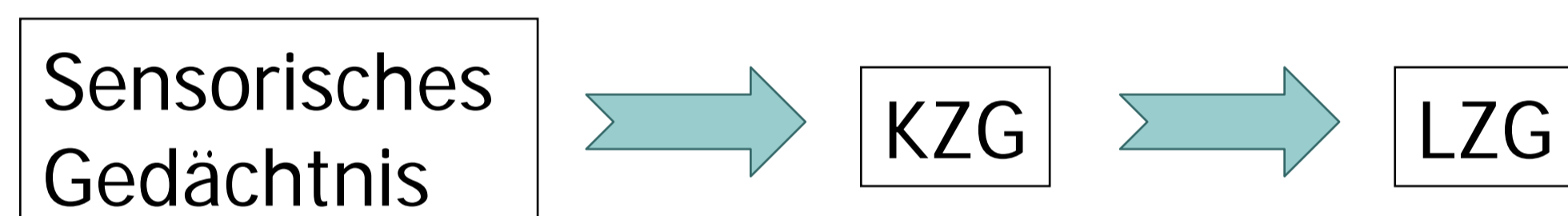
- Es existieren zwei verschiedene Gedächtnislager
- Beide haben ihre eigenen Kodierungscharakteristika
- Informationen gehen vom KZG in das LZG über

38

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Informationsverarbeitung



Diese Sichtweise ist veraltet und kann nicht aufrecht erhalten werden!  
Es findet lediglich 1 Kodierungsprozess statt!

39

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

## Alternative Theorie:

- Ein großes Gedächtnis
- Informationen werden durch unser sensorisches System kodiert
- Verschiedene Erinnerungen können verschiedene Merkmale haben
- Die Art und Weise in der wir lernen, beeinflusst wie gut wir uns erinnern
- Informationen werden ohne Zwischenstopp im KZG vom sensorischen Gedächtnis in das „LZG“ übertragen

40

Justus – Liebig Universität  
WS 2005/2006

Di. 10.01.2006

### 3. Arbeitsgedächtnis (AG)

3.1 Definition und Aufbau

3.2 Wiederholungssysteme im AG

### 4. Biologische Grundlagen: Neuronale Basis des AGs

4.1 Delayed-Match-to-Sample-Task

4.2 Neurale Basis beim Menschen

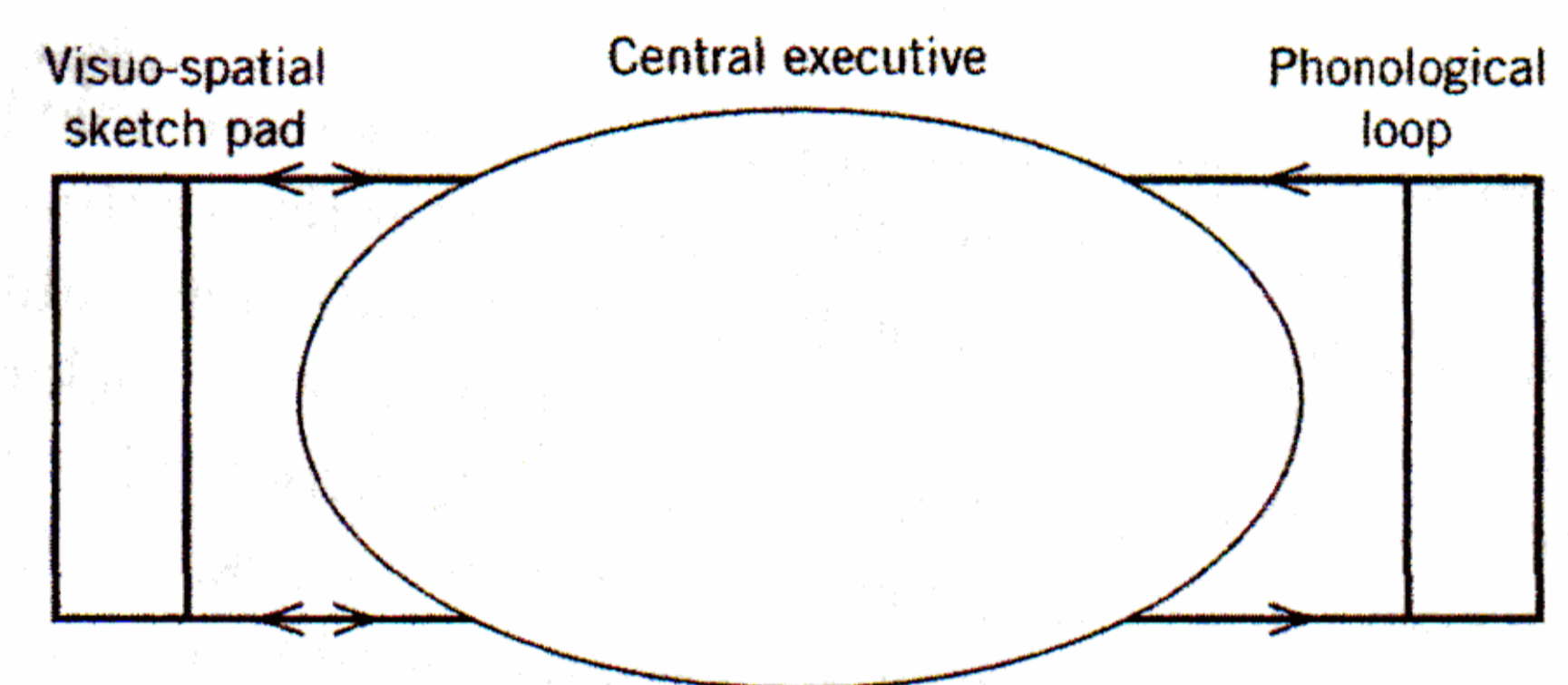
## 3. Arbeitsgedächtnis



### 3.1 Definition und Aufbau

- A. D. Baddeley et al., 1970er bis 1990er
- Das Arbeitsgedächtnis (AG) ist das System, das alle Information enthält, welche gerade **AKTIV** bearbeitet wird, hauptsächlich durch Wiederholung
- Beispiel: Behalten einer Telefonnummer bis zum Wählen

- Aufbau des AG nach Baddeley:
- 2 transiente Wiederholungssysteme für verschiedene Informationen:
- Phonologischer Loop und visuell-räuml. Notizblock
- Zentrale Exekutive: schickt Information zu den 2 Systemen/ruft sie daraus ab, Steuerung und Koordination



### 3.2 Wiederholungssysteme im AG

#### 1.) Der phonologische Loop

- Phonologischer Loop ist ein auf Sprache basierendes System zur Wiederholung von Information
- 2 Teile:
  1. Aufnahme sprachlicher Information – „Inneres Ohr“
  2. Subvokales Sprechen, Wiederholung – „Innere Stimme“
- Speicherspanne des Loops: 2 Sekunden
- Das heißt, alles, was innerhalb von zwei Sekunden im Loop wiederholt werden kann, wird erinnert



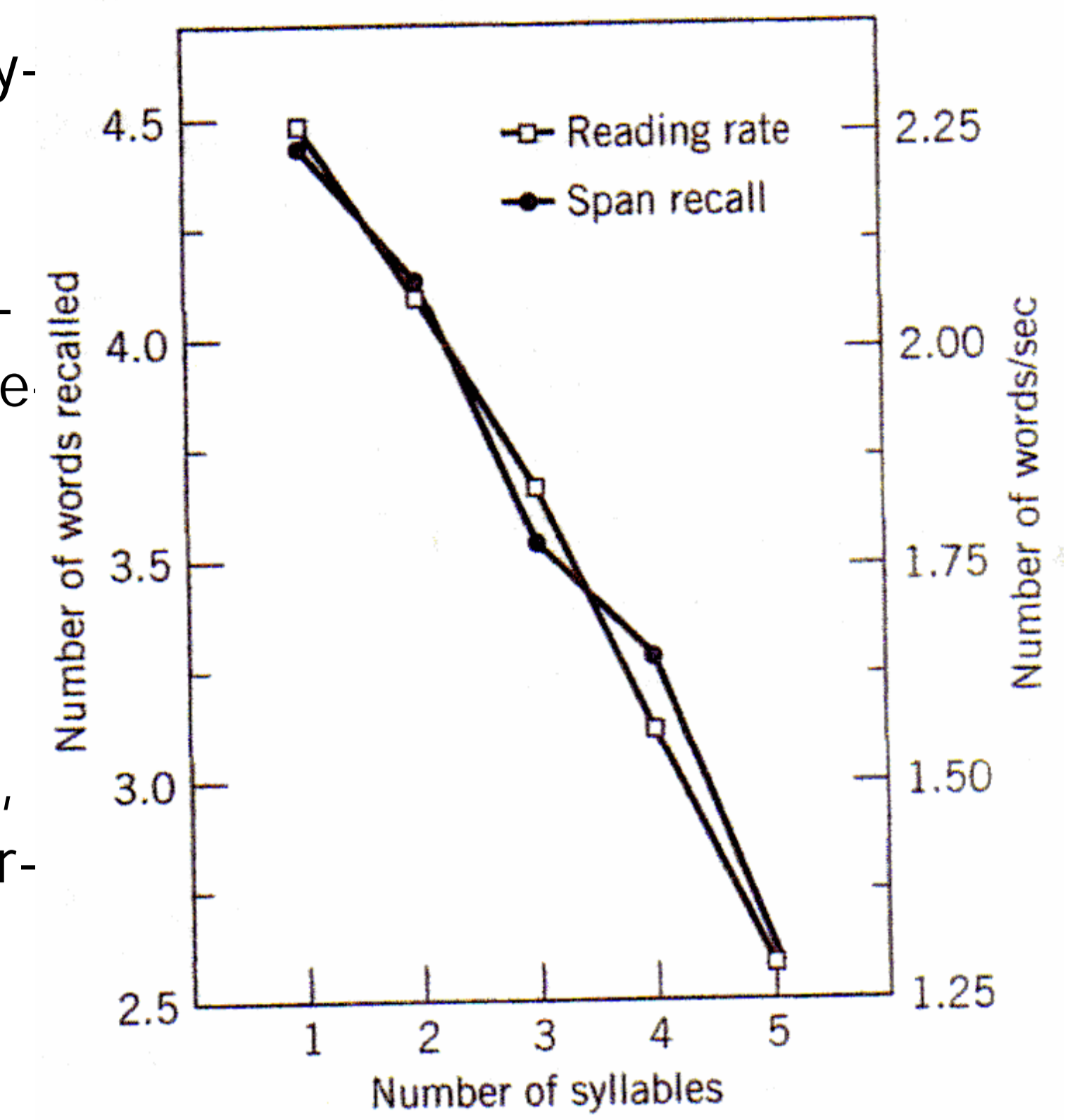
## Baddeleys Memory-Span-Test

- Personen erhielten Liste mit 5 Wörtern, sollten sie wiedergeben
- Anzahl der Silben pro Wort variierte zwischen den Trials (1 bis 5 Silben, z. B. bag, university)
- Wörter gingen in beide Teile des phonologischen Loops, aktiv wiederholt
- Ergebnisse:
  - 1. Mit steigender Silbenzahl sank die Abruf rate
  - 2. Mit steigender Silbenzahl sank die Leserate (Anzahl Wörter, die pro sec gesagt werden können)

- Baddeleys Memory-Span-Test, 1986

- Division der Abruf rate durch die Leserate ergibt ca. 2 Sekunden für alle Silbenlängen

- D. h., Information, die in 2 sec wiederholt werden kann, wird erinnert



- Wichtig: nicht nur Silbenlänge, sondern auch generelle Sprechdauer eines Wortes bestimmen die Speicherspanne des Loops!
- Beispiel: harpoon und bishop – jeweils 2 Silben, jedoch unterschiedliche Sprechdauer
- Daher: 7-Item-Theorie des AGs vorsichtig zu bewerten – Abhängigkeit von der Länge und Sprechdauer!

## 3.2 Wiederholungssysteme im AG

### 2.) Der visuell-räumliche Notizblock

- Visuell-räumlicher Notizblock ist ein System zur Wiederholung visueller/räumlicher Information
- Information wird in vorgestellten Bildern angeordnet
- Experiment von Baddeley et al.: 4x4-Matrix
- Personen hörten 2 Serien von Sätzen (räumliche Serie und unsinnige Serie)
- Platzieren der Sätze in einer imaginären 4x4-Matrix
- Ergebnisse: bessere Leistung bei der räumlichen Serie, Hilfe durch im Notizblock repräsentierte Matrix

### 4x4-Matrix

		3	4
	1	2	5
		7	6
		8	

**Spatial material**  
 In the starting square put a 1.  
 In the next square to the right put a 2.  
 In the next square up put a 3.  
 In the next square to the right put a 4.  
 In the next square down put a 5.  
 In the next square down put a 6.  
 In the next square to the left put a 7.  
 In the next square down put an 8.

**Nonsense material**  
 In the starting square put a 1.  
 In the next square to the quick put a 2.  
 In the next square to the good put a 3.  
 In the next square to the quick put a 4.  
 In the next square to the bad put a 5.  
 In the next square to the bad put a 6.  
 In the next square to the slow put a 7.  
 In the next square to the bad put an 8.

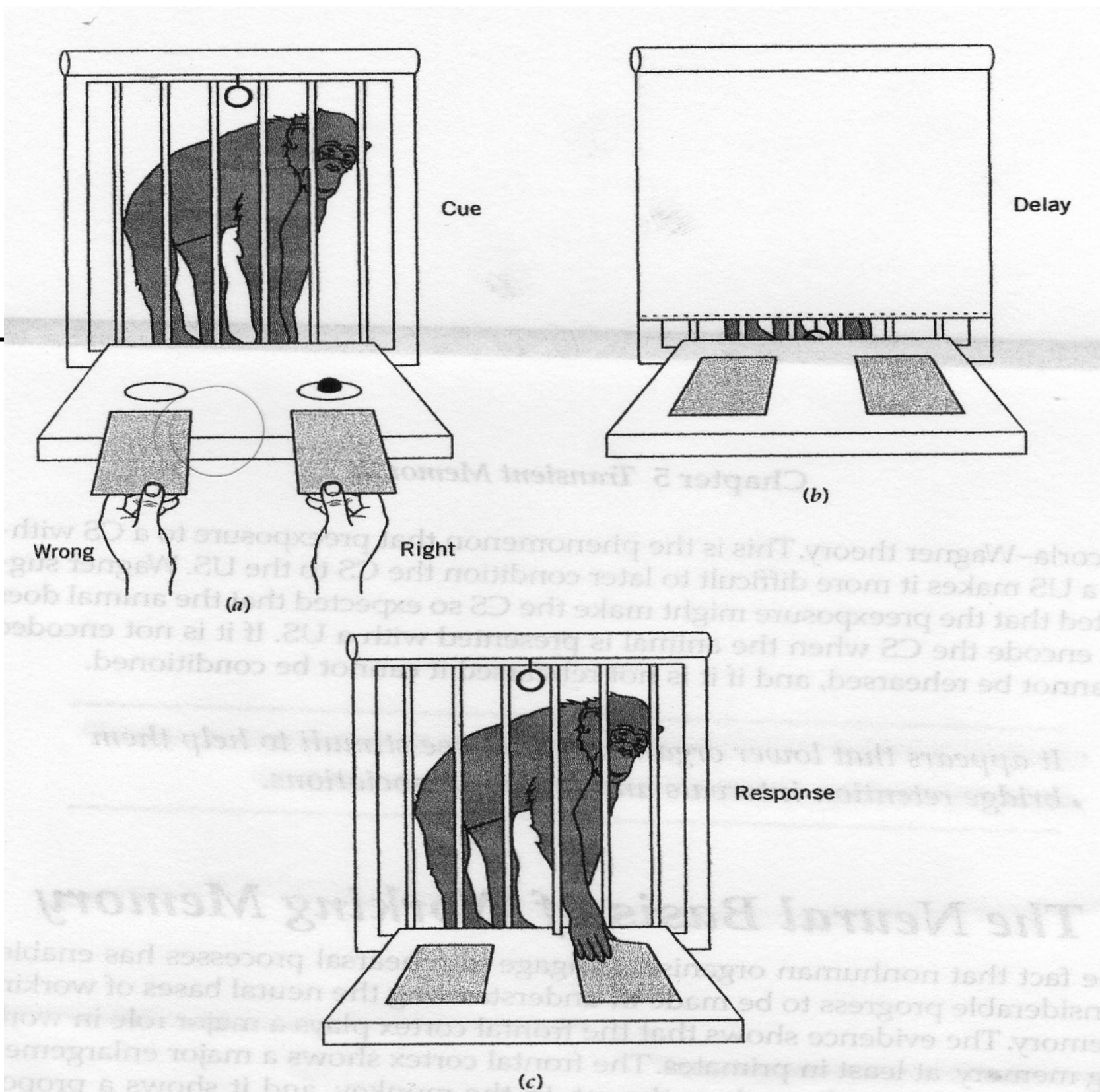
## 4. Biologische Grundlagen des AGs

- Wo liegen die neuronalen Netzwerke für das Arbeitsgedächtnis?
- Experimente mit Affen (Single-Cell-Recording und Läsionen)
- Ergebnisse: **Präfrontaler Kortex** spielt eine große Rolle für das AG, beim Affen wie beim Menschen

## 4.1 Delayed-Match-to-Sample-Task

- Goldman-Rakic, 1988
- Ein in einem Käfig sitzender Affe muss eine aktive (Arbeits-)Gedächtnisleistung vollbringen
- Erinnern an die spezielle Stelle, an der Futter platziert wurde (räumliche Aufgabe)
- Aufzeichnung durch Single-Cell-Recording, Vergleich zwischen normalen und hirngeschädigten Affen

Delayed-Match-to-Sample-Task bei Affen (Goldman-Rakic, 1988)

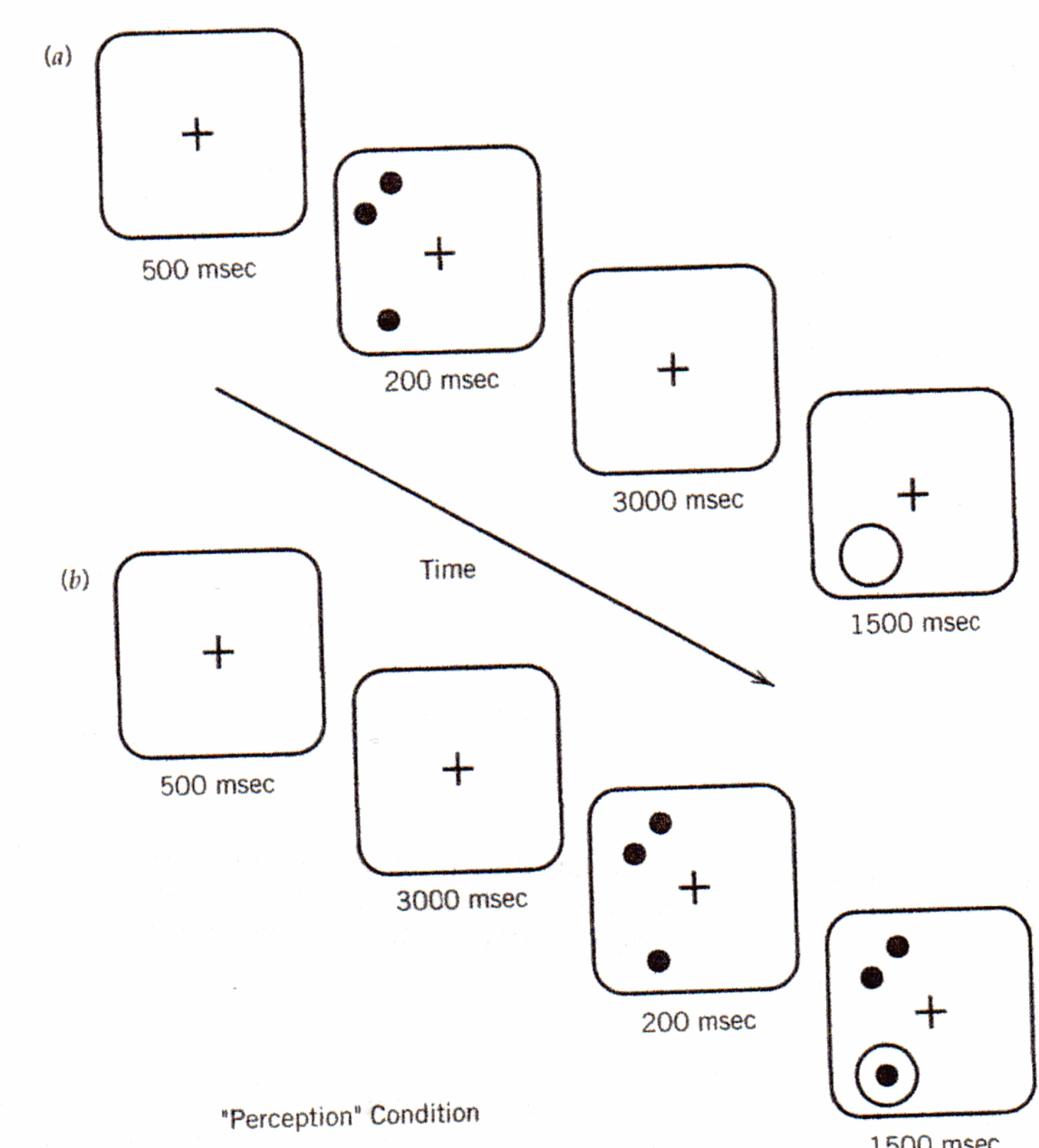


- Ergebnisse Goldman-Rakics:
  - **Präfrontaler Kortex aktiv**, speziell Neuronen im Areal 46
  - Aktivität besteht jedoch nur während der Delay-Phase! Annahme: Neuronen halten Information aktiv, Affe wiederholt den Ort des Futters
  - Weitere Experimente Goldman-Rakics: für verschiedene AG-Aufgaben sind immer verschiedene Neuronenregionen im präfrontalen Kortex aktiv
- ➔ Informationen je nach Art in anderen Regionen des präfrontalen Kortex erinnert

## 4.2 Neurale Basis beim Menschen

- Ganz ähnliche Regionen des präfrontalen Kortex aktiv
- Messung durch PET und MRI (zeigen Erhöhung der Nervenaktivität)
- Smith und Jonides, 1995: Versuche zur neuronalen Basis des AGs beim Menschen
- Testeten räumliche Erinnerung und Objekterinnerung im AG

- Smith und Jonides, 1995
- „Memory Group“ und „Perception Group“



- Ergebnisse des Tasks zur räumlichen Erinnerung (PET):
- „Memory Group“: erhöhte Aktivität in Areal 47 im RECHTEN präfrontalen Kortex
- Rechter präfrontaler Kortex ist die „räumliche Seite“ des Gehirns, Lateralisierung wird deutlich
- Task zur Objekterinnerung: ähnlich aufgebaut
- Ergebnisse (PET): „Memory Group“ erhöhte Aktivität in Areal 6 im LINKEN präfrontalem Kortex („linguistische Seite“)

## Zusammenfassung

- AG das System, in dem Information AKTIV wiederholt
- 2 Wiederholungssysteme: phonolog. Loop und visuell-räumlicher Notizblock
- Biologische Grundlagen: präfrontaler Kortex für AG große Rolle, verschiedene Regionen (als auch verschiedene Seiten) erinnern verschiedenartige Informationen