

Interaktionsdesign



Prof. Dr. Frank Steinicke
Human-Computer Interaction
Fachbereich Informatik
Universität Hamburg



Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Prof. Dr. Frank Steinicke
Human-Computer Interaction, Universität Hamburg

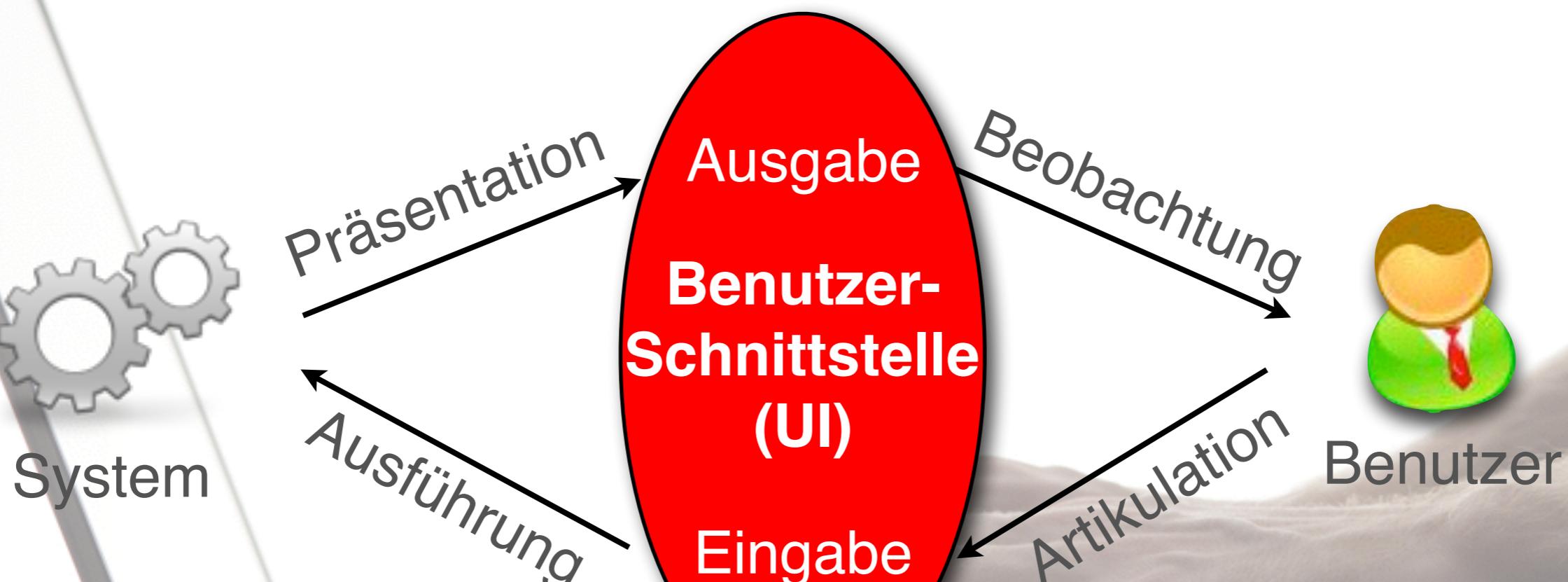
1. Hardware → 2. Software → 3. Benutzer



Benutzerschnittstelle

- Interaktion mit digitalen Welt erfolgt über (multimediale) Benutzerschnittstelle (engl. *User Interface; kurz UI*)
- Beispiele:
 - **Ausgabegeräte**, z.B. Monitor, Lautsprecher, haptische Geräte ...
 - **Eingabegeräte**, z.B. Maus, Tastatur, Sprache, Augentracker...

Interaktionsframework



“The domain of concern to us [...] is how humans interact with computers. A scientific psychology should help us in arranging the interface so it is easy, efficient and error free - even enjoyable.“

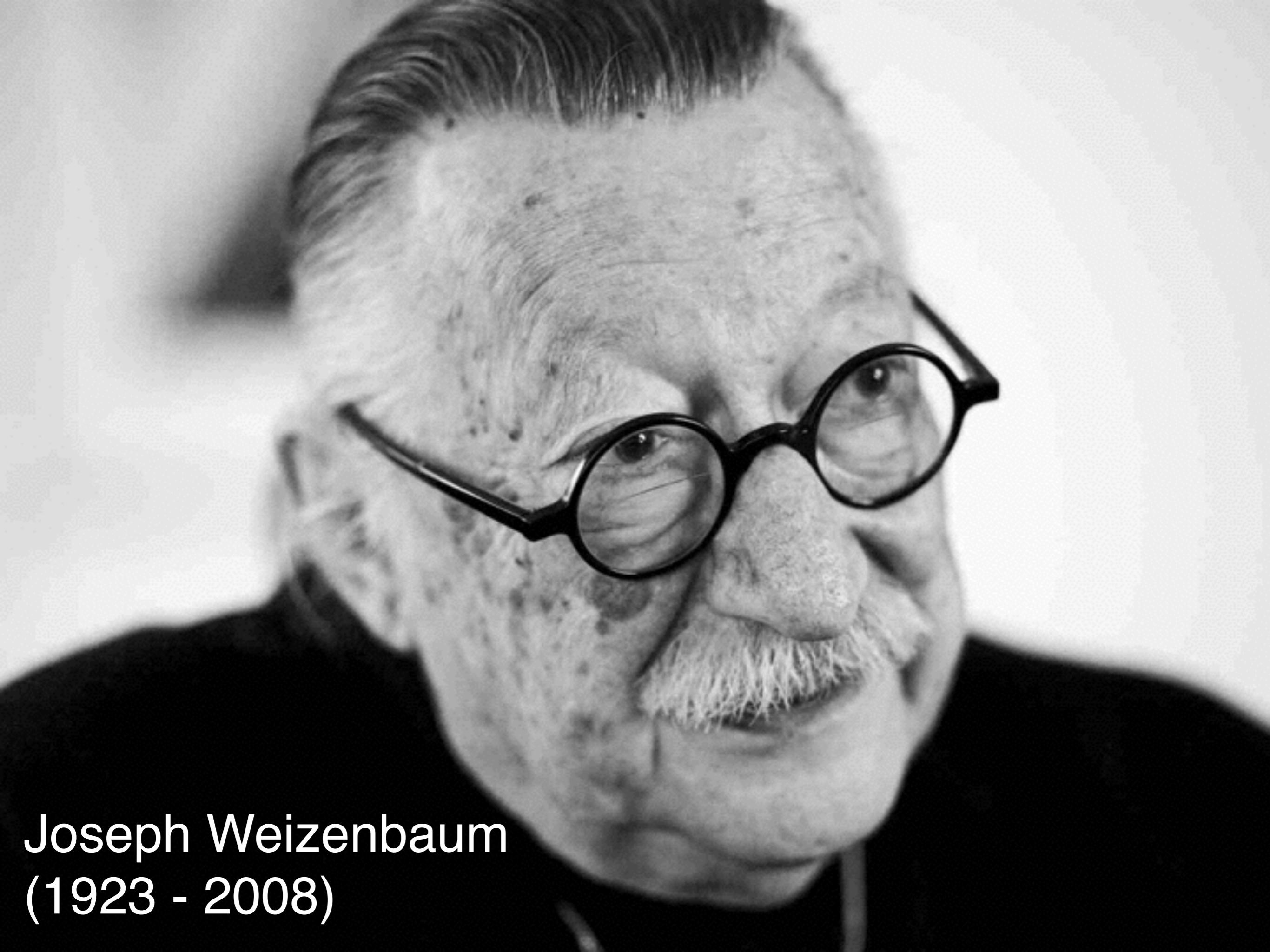
Sichten auf Mensch

- **Perzeptuell:** Informationen wahrnehmen durch sehen, hören, berühren usw.
- **Konzeptionell:** Rückmeldungen des Systems verstehen und Arbeitsschritte planen
- **Physisch:** Knöpfe drücken, Maus bewegen usw.



Leonardo da Vinci: Homo Vitruvianus, ca. 1490

Henry Dreyfuss: The Measure of Man and Woman, 2002



Joseph Weizenbaum
(1923 - 2008)

Eliza
Original by Creative Computing
BB remake by WolRon

HI, I'M ELIZA. WHAT'S YOUR PROBLEM?

I don't have any friends.

DON'T YOU REALLY HAVE ANY FRIENDS.

and the friends that I do have, aren't very nice.

WHY DO YOU BRING UP THE TOPIC OF FRIENDS?

some of them call me names

NAMES DON'T INTEREST ME.

and the names hurt my feelings

I DON'T CARE ABOUT NAMES-- PLEASE GO ON.

i often dream about them teasing me

WHAT DOES THAT DREAM SUGGEST TO YOU?

that I don't stick up for myself

WHY DON'T YOU STICK UP FOR MYSELF

I dont stick up for ME, not YOU.

DO YOU WISH TO BE ABLE TO STICK UP FOR ME, NOT YOU.

what?

WHY DO YOU ASK?

because you're the psychoanalyzer!

WHAT MAKES YOU THINK I AM THE PSYCHOANALYZER

what ever bud, I'm out of here

```
;Eliza
;written in Blitz3D
;by WolRon

Graphics 640, 480, 0, 0
Delay 2000
Flip
Locate 0, 0
Text 200, 0, "Eliza", True
Text 200, 12, "Original by Creative Computing", True
Text 200, 24, "BB remake by WolRon", True
;Initializing
Dim Sarray(38), rarray(38), narray(38)
n1 = 38
n2 = 14
n3 = 117
Restore ReplyData
For x = 1 To n1
    Read Sarray(x), L
    rarray(x) = Sarray(x)
    narray(x) = Sarray(x) + L - 1
Next
Locate 0, 50
Print "HI, I'M ELIZA.  WHAT'S YOUR PROBLEM?"

;User Input section
.userinputsection
i$ = Input$()
If i$ = ""
    Print "SORRY, BUT I DIDN'T UNDERSTAND YOU."
    Goto userinputsection
EndIf
i$ = " " + i$ + " "
i$ = Upper(i$)

;Get rid of apostrophes; Check for Shut up
For l = 1 To Len(i$)
    If Mid$(i$, l, 1) = "'" Then i$ = Left$(i$, l - 1) + Right$(i$, Len(i$) - 1)
    If l + 7 <= Len(i$)
        If Mid$(i$, l, 7) = "SHUT UP"
            Print "SHUTTING UP..."
            Delay 1000
```



Informavore



soziales Wesen

Was ist der Mensch?

- **Physikalische Sicht:** Körper und Ergonomie (engl. *Human Factors*)
- **Informationsverarbeiter:** Kognitive Psychologie
- **Verarbeiter natürlicher Sprache und Kommunikation:** Linguistik
- **Informavore und soziales Wesen:** Soziologie, Anthropologie, Informations- und Kommunikationswissenschaft
- ...

Inhalt

- Informationsverarbeitung
- Wahrnehmung & Aufmerksamkeit
- Gedächtnis
- Kommunikation & Handeln
- Aktionen & Motorik



Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

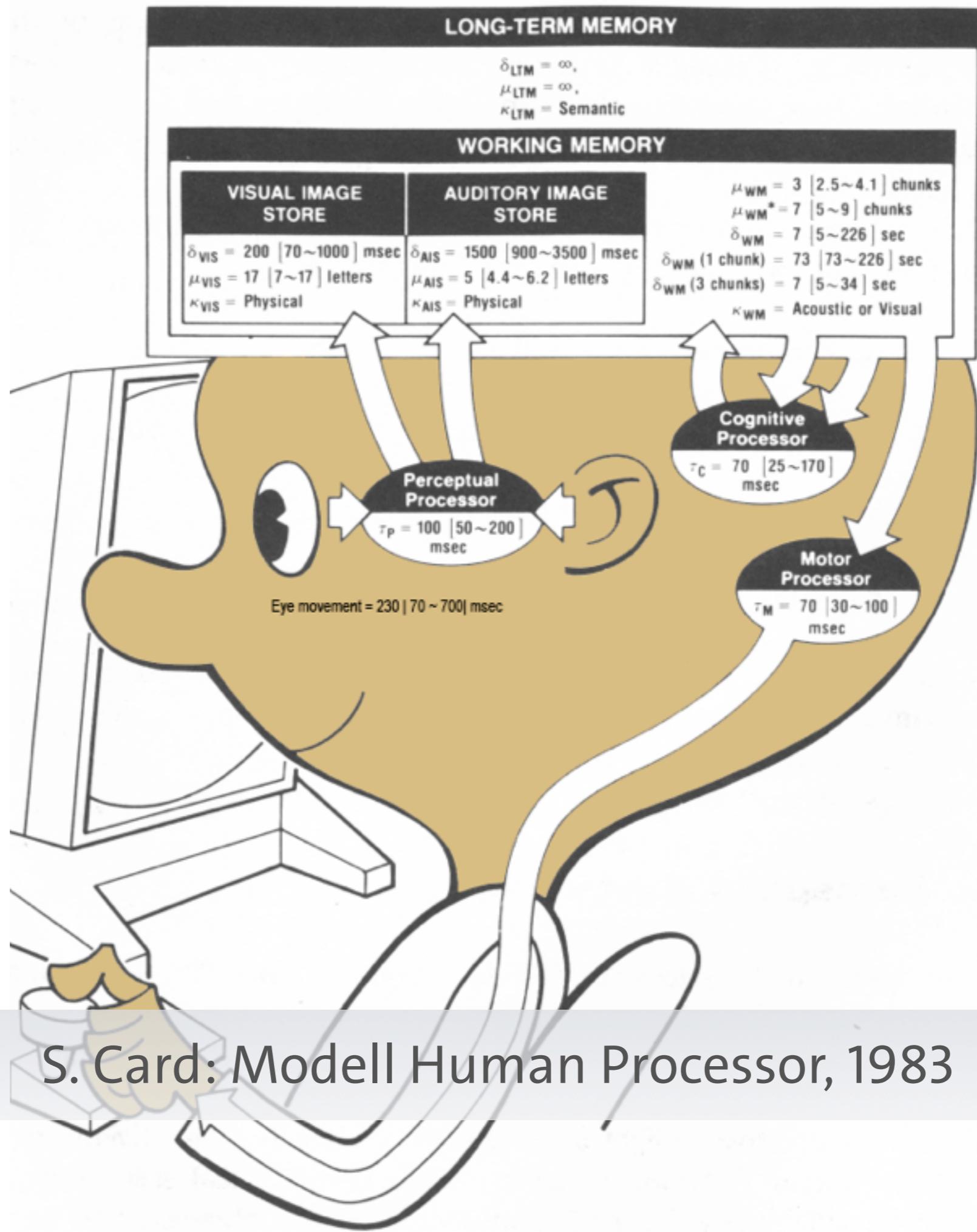
Menschliche Informationsverarbeitung

A dark, atmospheric forest scene. The foreground is filled with the silhouettes of many thin, bare tree trunks and branches against a bright, overexposed sky. The overall mood is mysterious and somber.

ES WAR
EINMAL...

IKON 1

- Menschliche Informationsverarbeitung
 - Perzeption
 - Kognition
 - Motorik



Informationsverarbeitung

- Mensch ist aktiv **Informationen suchendes, aufnehmendes und verarbeitendes System**
 1. **Informationsaufnahme** (engl. *Perception*)
 2. **Informationstransformation und -speicherung** (engl. *Cognition*)
 3. **Motorische Aktion** (engl. *Motor Action*)

Informationsaufnahme

- Informationen werden durch unterschiedliche **sensorische Modalitäten** empfangen
- Beispiele:
 - visueller Kanal
 - auditiver Kanal
 - haptischer Kanal
 - ...

Sensorische Modalitäten

Wahrnehmungssystem	Organ	Empfindung
visuell	Auge	Farbe, Helligkeit
auditiv	Ohr	Tonhöhe, Lautstärke
haptisch	Haut, Muskelspindel	Vibration, Druck, Stellung
thermisch	Haut	Wärme/Kälte
olfaktorisch	Nase	Geruch
gustatorisch	Mund	Geschmack
...

Speicherung

- Informationen können gespeichert werden im
 - **sensorischen Speicher
(Ultrakurzzeitgedächtnis)**
 - **Arbeitsgedächtnis (Kurzzeitgedächtnis)**
 - **Langzeitgedächtnis**

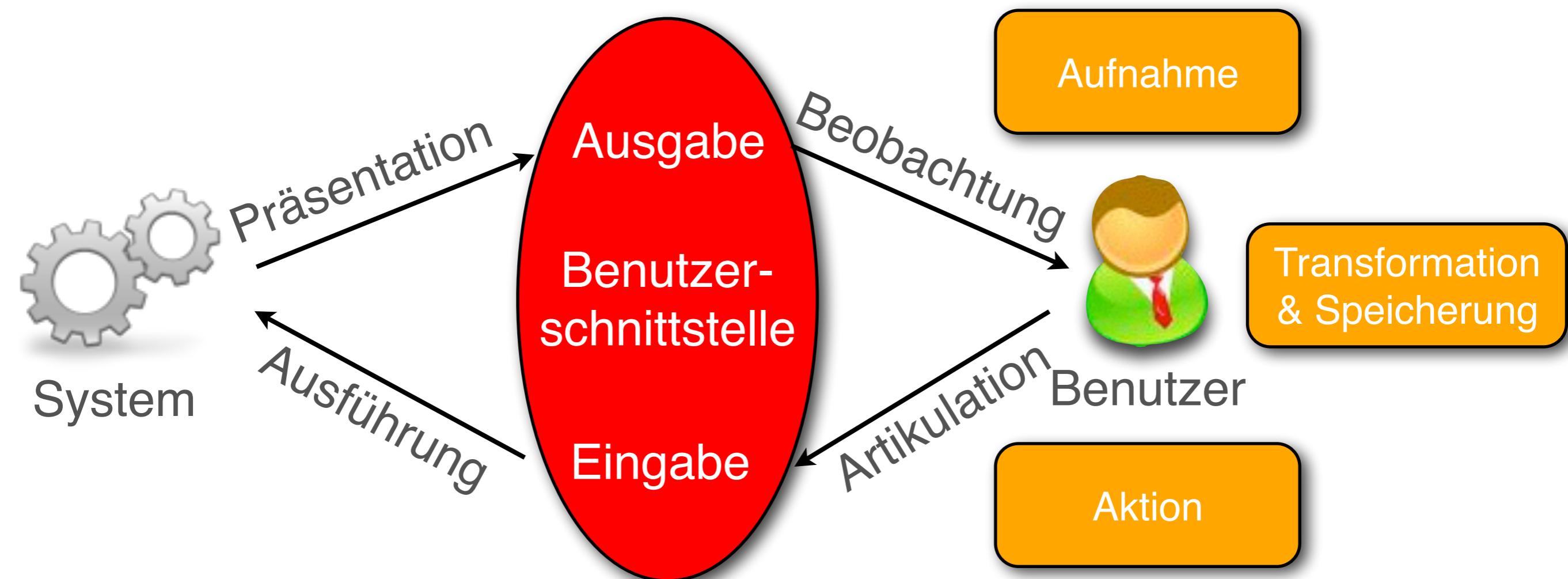
Transformation

- Information können transformiert werden durch
 - logisches Denken
 - Problemlösen
 - Aneignung von Fähigkeiten

Aktion

- Nach Informationsverarbeitung kann Mensch Aktionen mit **Endeffektoren** auslösen
 - Hände, Arme, Finger, Beine
 - Gesicht, Augen
 - Stimmbänder
 - Körperhaltung, -position
 - ...

Interaktionsframework





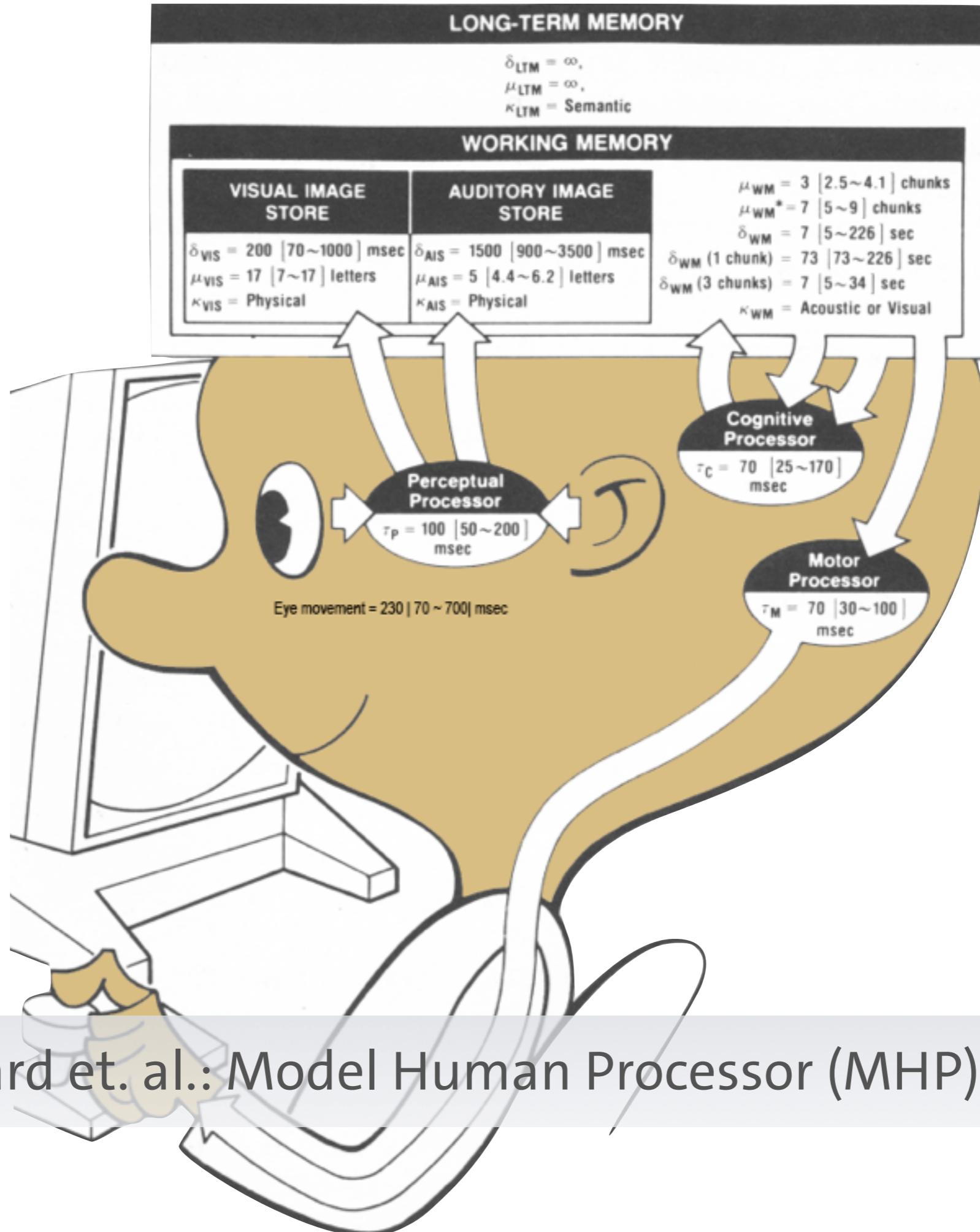
Interaktionsdesign

Menschliche Informationsverarbeitung

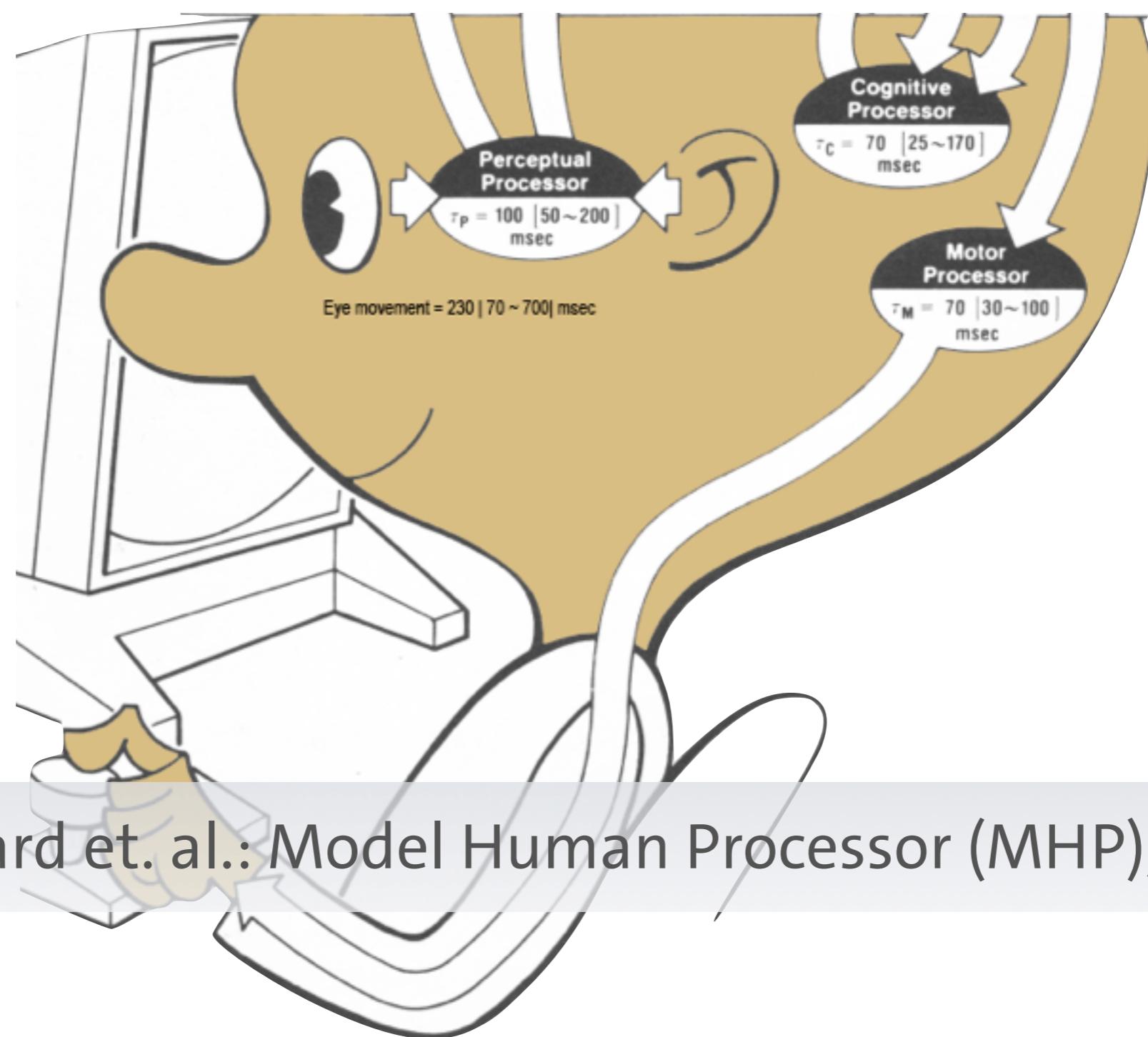
Modelle und Architekturen

Model Human Processor

- Model menschlicher Informationsverarbeitung aus gemeinsamer Sicht der Informations-/Kognitionspsychologie und Informatik
- Idee ist Simplifizierung des Menschen zur einfacheren Analyse und Studium der Schnittstelle zwischen Mensch und System



S. Card et. al.: Model Human Processor (MHP), 1983



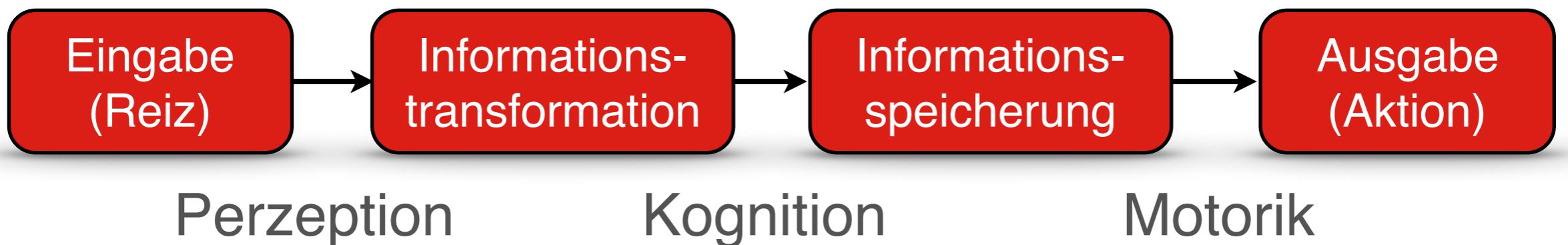
S. Card et. al.: Model Human Processor (MHP), 1983

Model Human Processor

- Model menschlicher Informationsverarbeitung besteht aus 3 Subsystemen
 1. Perzeptuelles (Eingabe-)system, welches Stimuli aufnimmt
 2. Kognitives System zur rationalen Verarbeitung der Information
 3. Motor (Ausgabe-)system zur Kontrolle von Aktionen

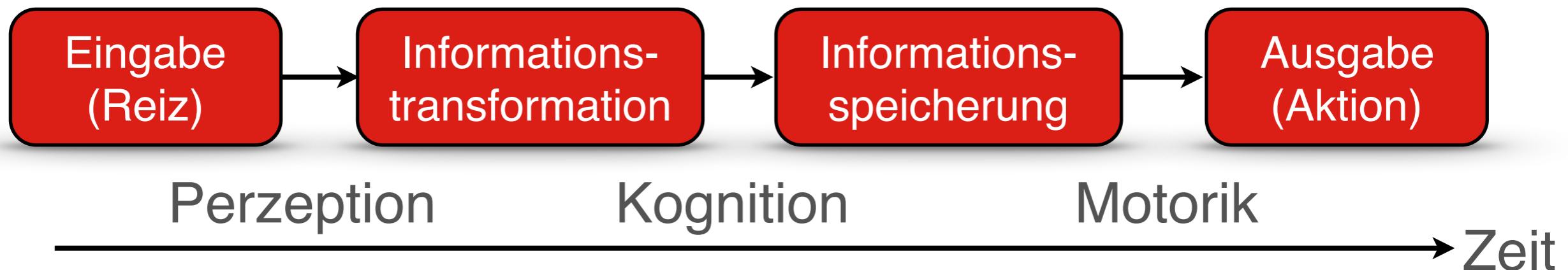
Model Human Processor

- Jedes Subsystem hat eigenen Prozessor und Speicher
- Analogie zu Informationssystem



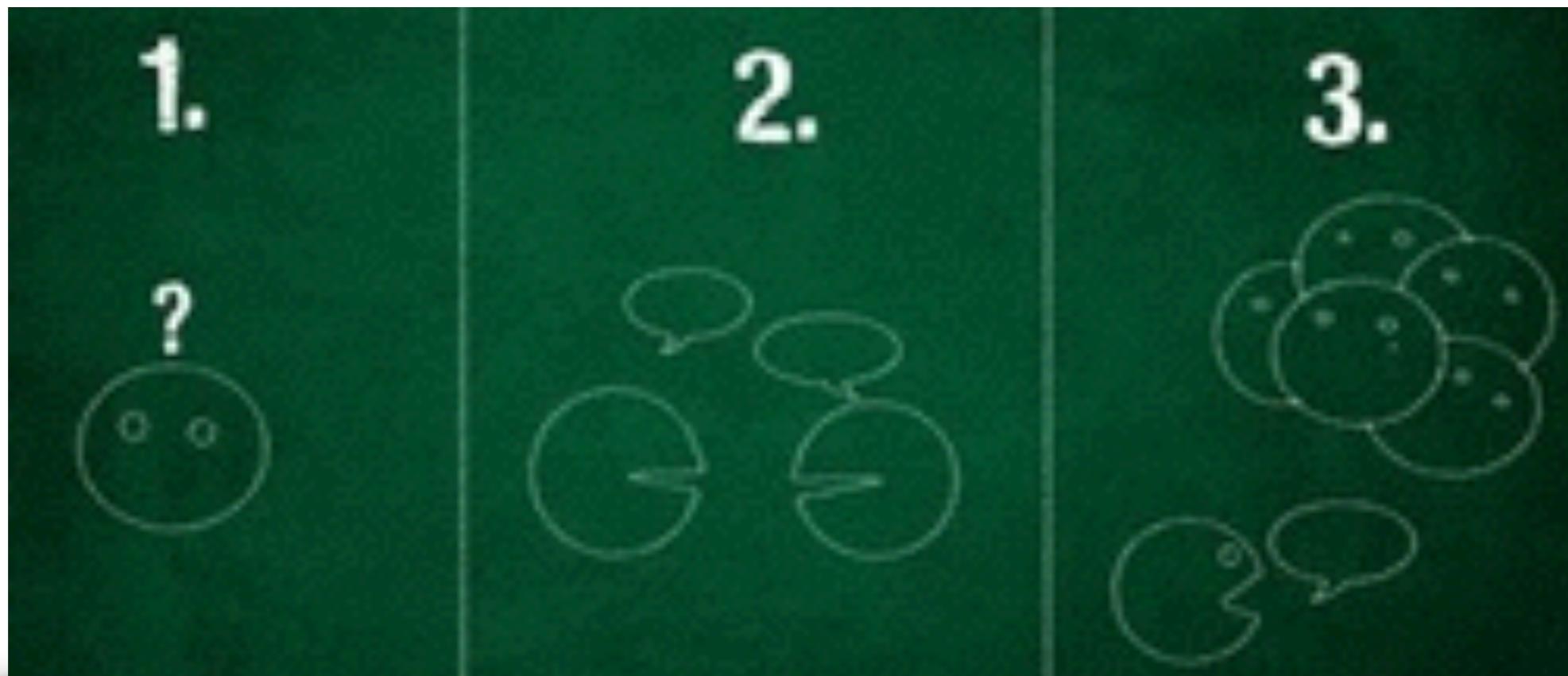
Model Human Processor

Laufzeiten



- Alle Prozessoren benötigen empirische ermittelte Laufzeiten:
 - **Perzeptueller Prozessor:** $\tau_P=100$ [50 ~ 200] ms
 - **Kognitiver Prozessor:** $\tau_C=100$ [25 ~ 170] ms
 - **Motorischer Prozessor:** $\tau_M=100$ [70 ~ 360] ms

Think! Pair! Share!



Wie viele **Bilder pro Sekunde** sollten
BetrachterIn gezeigt werden, damit die
Illusion einer flüssigen Bewegung entsteht?



Wie viele Bilder pro Sekunde sollten BetrachterIn mindesten gezeigt werden, damit Illusion einer flüssigen Bewegung entsteht?

A 10

C 20

B 40

D 50

Model Human Processor

Beispiel: Bilder pro Sekunde

- Für **Perzeptuellen Prozessor** gilt:
 $\tau_P = 100 [50 \sim 200] \text{ ms} = 0.1 [0.05 \sim 0.2] \text{ s}$
- Zur Wahrnehmung von Bewegungen sollte daher Anzahl der Bilder pro Sekunde (engl. *Frames per Second*, kurz *fps*) $> 1 / \tau_P$ sein, d.h.

$$\text{fps} > 1 / \tau_P = 1 / 0.05 = 20$$

Bewegte Bilder

Beispiele



Format	Bemerkung	Bilder pro Sekunde
Super-8-Film	veraltet	18
Kinofilm (35-mm-Film)	weltweit	24
Fernsehen (CCIR-B/G)	Europa	25
Fernsehen (CCIR M)	USA/Japan	30

Model Human Processor

Beispiel: Scheinbewegung

- Bewegungswahrnehmung hängt vom **Inter-Stimulus Intervall (ISI)** zwischen beiden Stimuli ab

ISI = 20ms



ISI = 90ms



ISI = 300ms



D. McCandless: The beauty of data visualization, TED Talk, 2013

Sight

1250 MB/s



Touch

125 MB/s



Hearing/Smell

12.5 MB/s



Taste

WHODUNNIT?





D. McCandless: The beauty of data visualization, TED Talk, 2013

Sight

1250 MB/s



Touch

125 MB/s



Hearing/Smell

12.5 MB/s



Taste



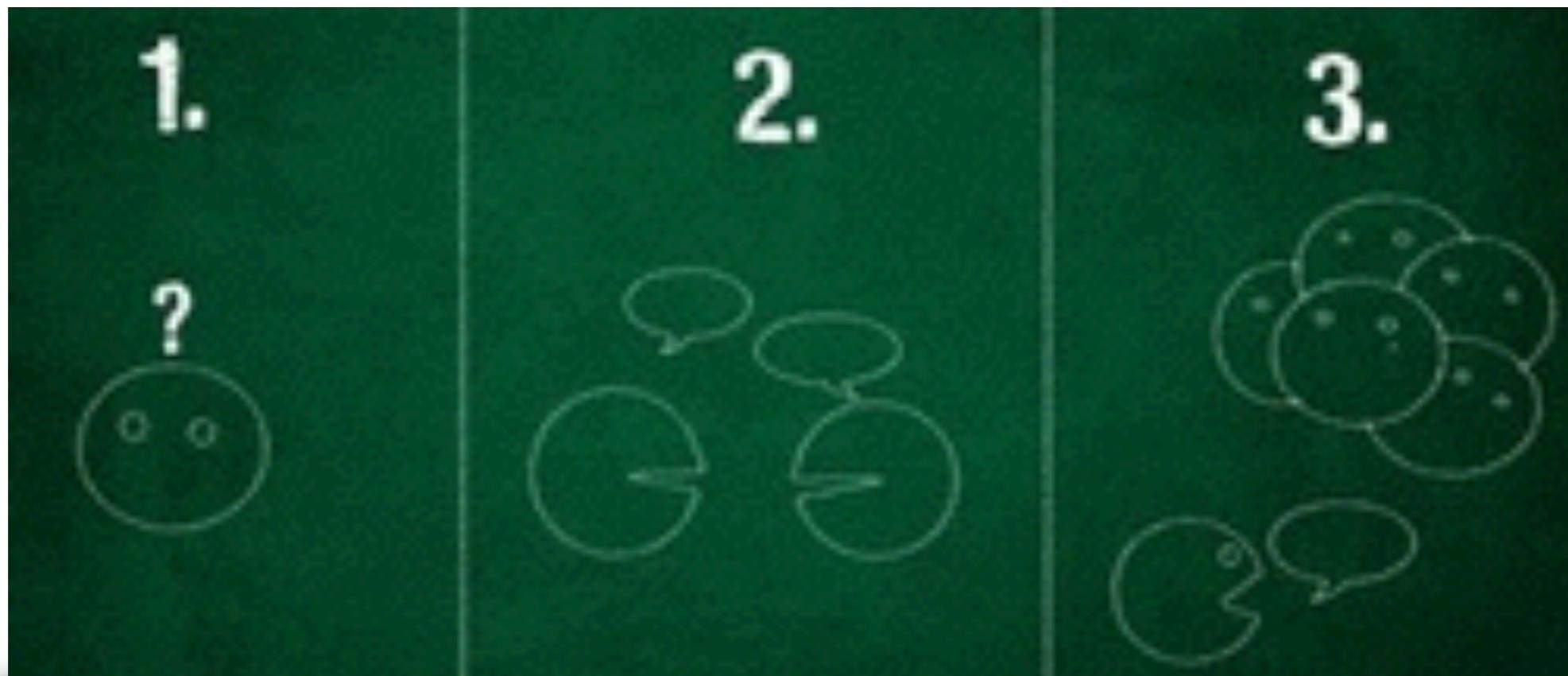
Filterung & Selektion

- beschränkte Speicher- und Verarbeitungskapazität hinsichtlich
 - Wahrnehmung
 - Gedächtnis
- hierbei keine festen Grenzwerte
 - **inter- und intra-individuelle Varianz**

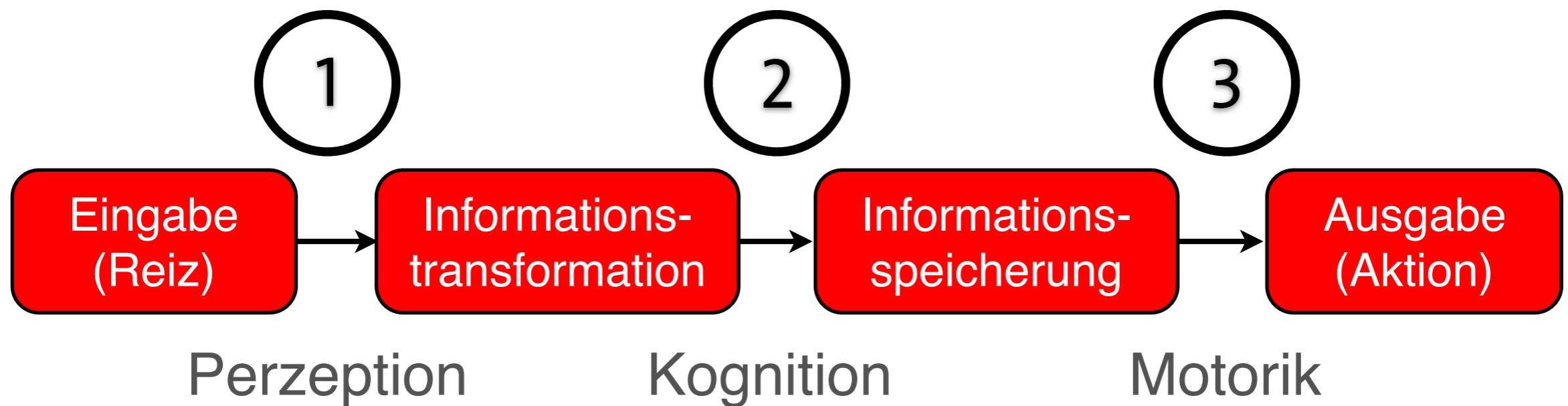
Filterung & Selektion

- Gesamte „einfließende“
Informationsmenge ca. 1.5 GBits/s
 - ca. 15 MBits/s erreichen Rezeptoren
 - ca. 100 Bits/s erreichen Bewusstsein
- **Filterung und Selektion der Informationen**

Think! Pair! Share!



Wo wird **gefiltert** und wo wird **selektiert**?



A

1: Filterung
2: Selektion

B

1: Selektion
2: Filterung

C

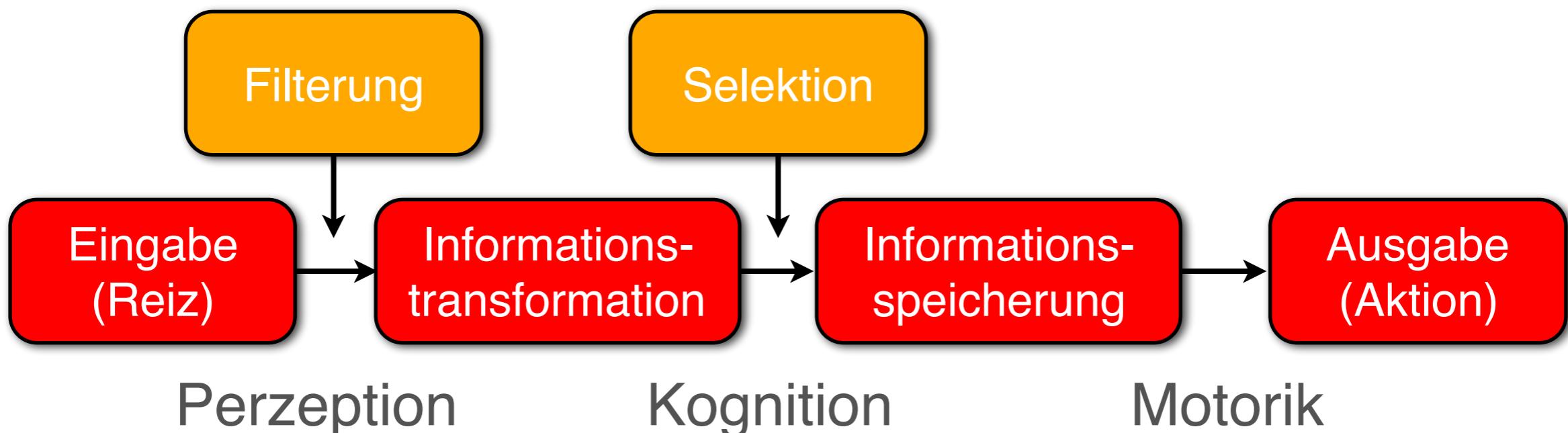
1: Filterung
3: Selektion

D

2: Selektion
3: Filterung

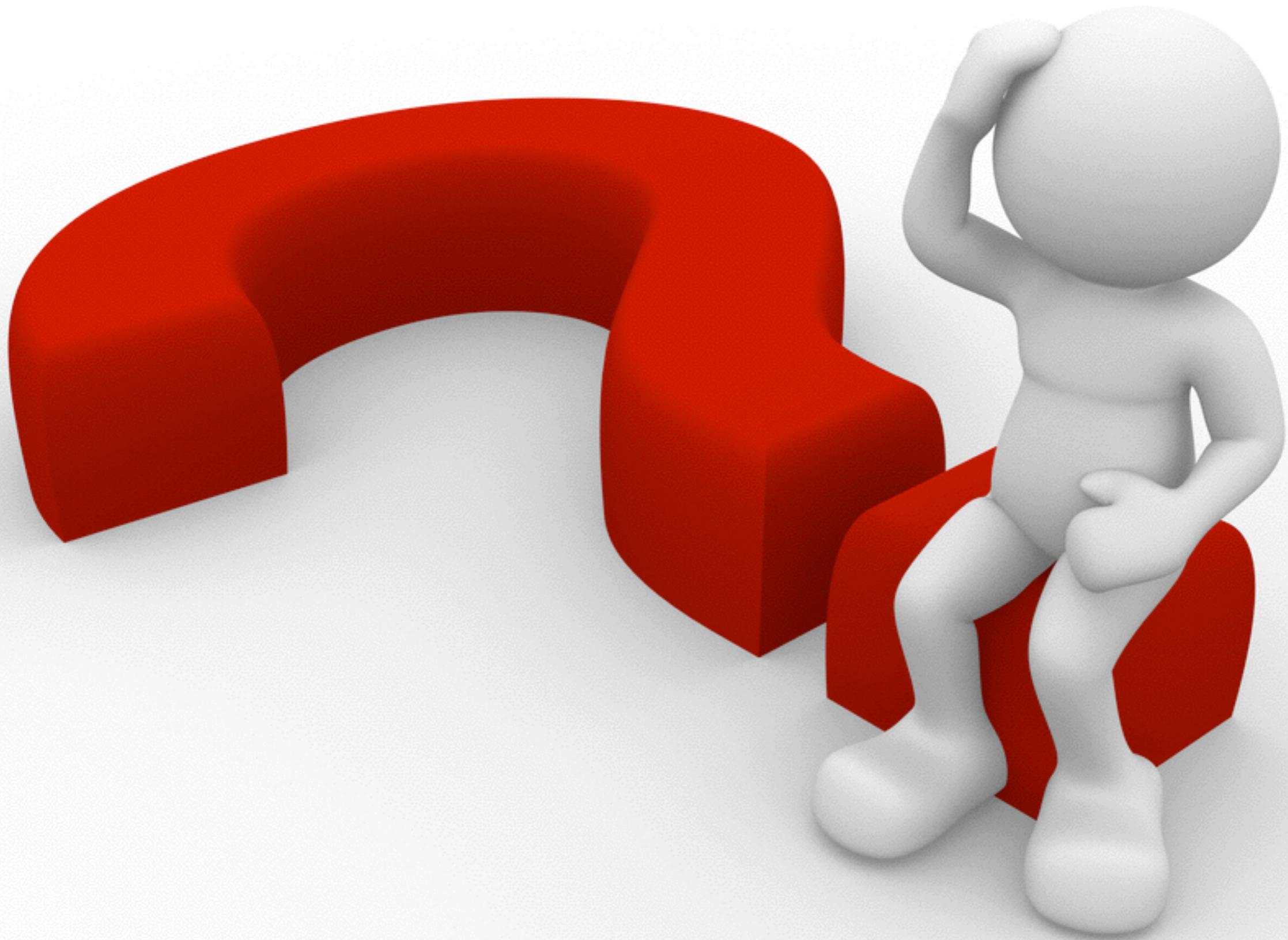
Model Human Processor

- Jedes Subsystem hat eigenen Prozessor und Speicher
- Analogie zu Informationssystem



Vereinfachung

- Limitierender Faktor bei Betrachtung von interaktiven Systemen ist i.d.R. Mensch
 - Mensch ist komplexes Wesen
 - Fähigkeiten sind limitiert und unterschiedliche ausgeprägt
 - Emotionen beeinflussen menschliche Fähigkeiten
 - ...

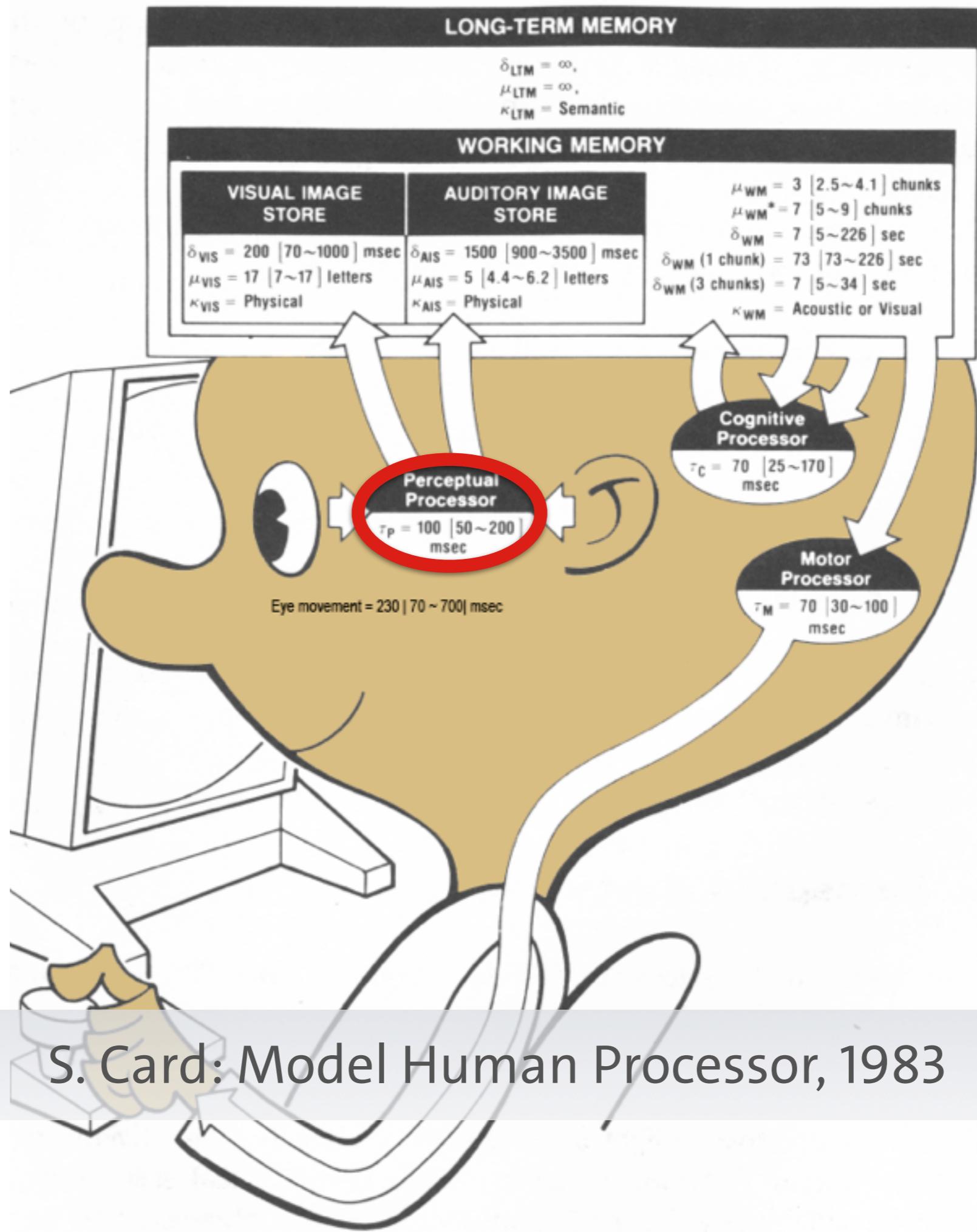




Interaktionsdesign

Menschliche Informationsverarbeitung

Wahrnehmung

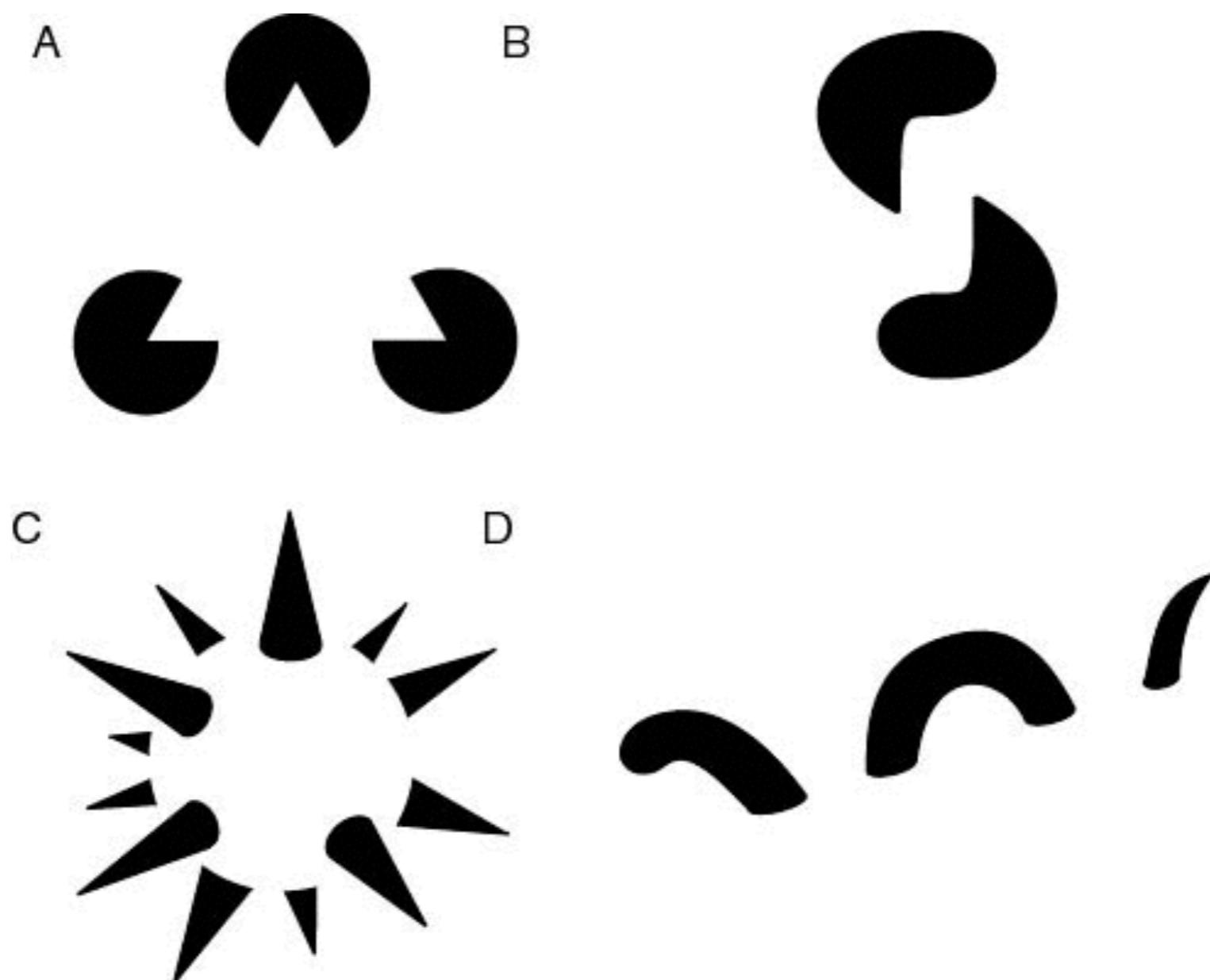


Wahrnehmung

- **Wahrnehmung** ist komplexe Aktivität mit physiologischen und psychologischen Limitierungen
 - führt dazu dass “*einiges*” nicht wahrgenommen werden kann
 - Interpretation und Integration der Sinneseindrücke führt dazu, dass unvollständige Informationen erkannt werden können

Visuelle Illusion

Bsp: Vergegenständlichung



Auditive Illusion

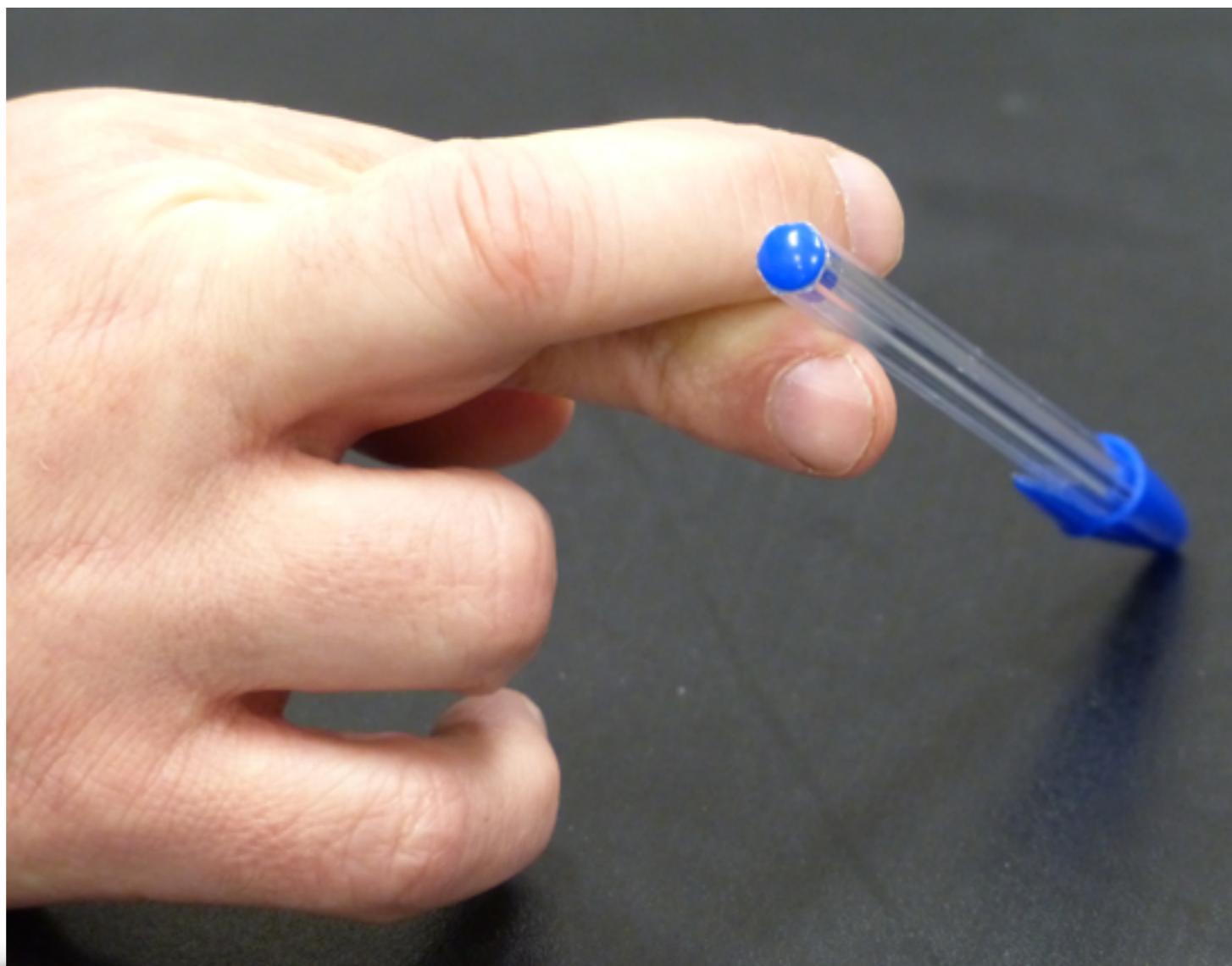
Bsp: Shepard-Skala



R.N. Shepard: *Circularity in Judgements of Relative Pitch*,
Journal of the Acoustical Society of America 36 (12): 2346–53, 1964

Taktile Illusion

Bsp: Aristotelische Illusionen



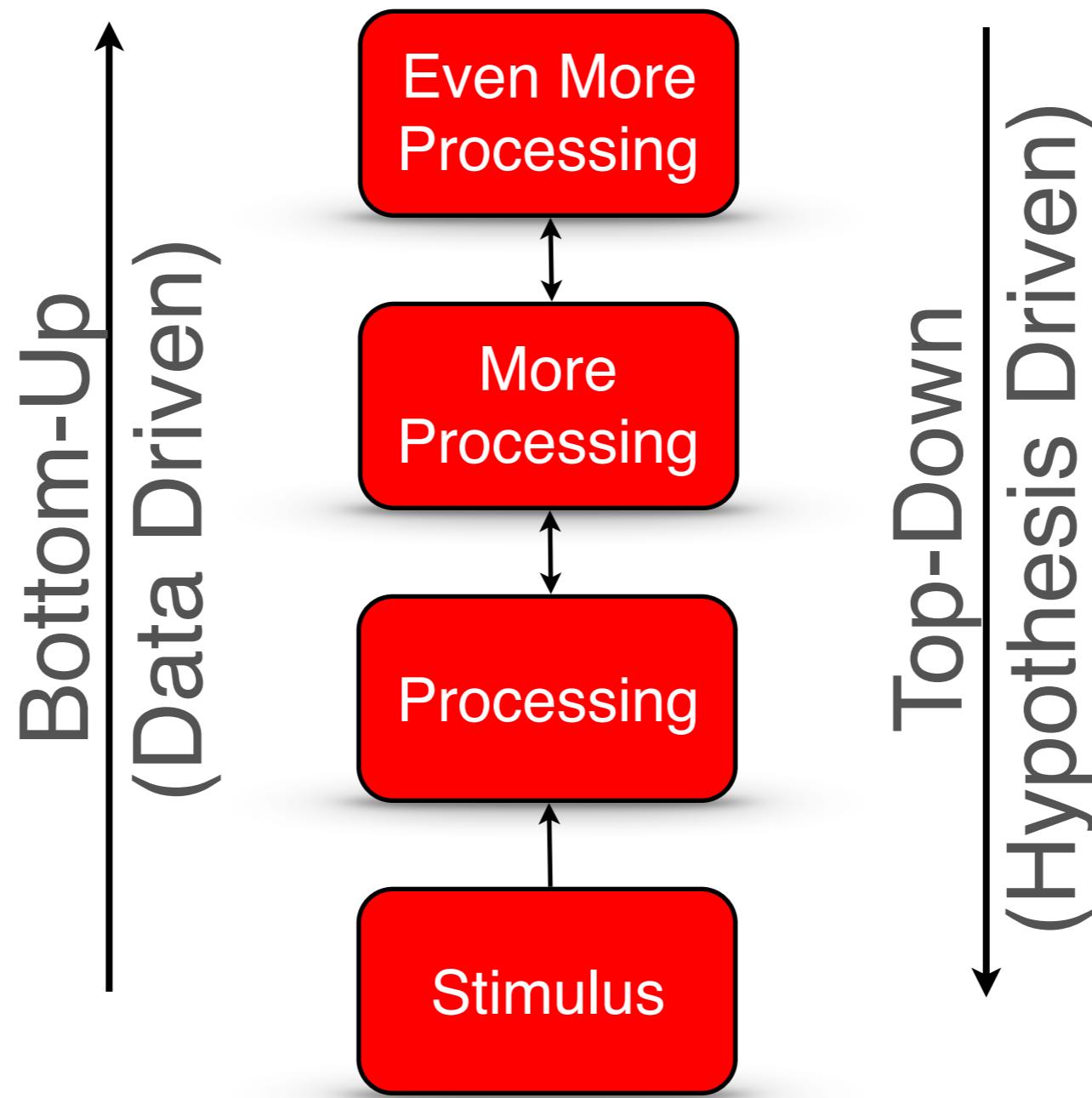
R.N. Shepard: *Circularity in Judgements of Relative Pitch*,
Journal of the Acoustical Society of America 36 (12): 2346–53, 1964

Wahrnehmung

- **Wahrgenommene Umwelt ist nie direkte Abbildung physikalischer Realität, sondern Interpretationen auf Basis der Struktur von Perzepten**

Wahrnehmung

Stufenmodell



Top-Down Processing

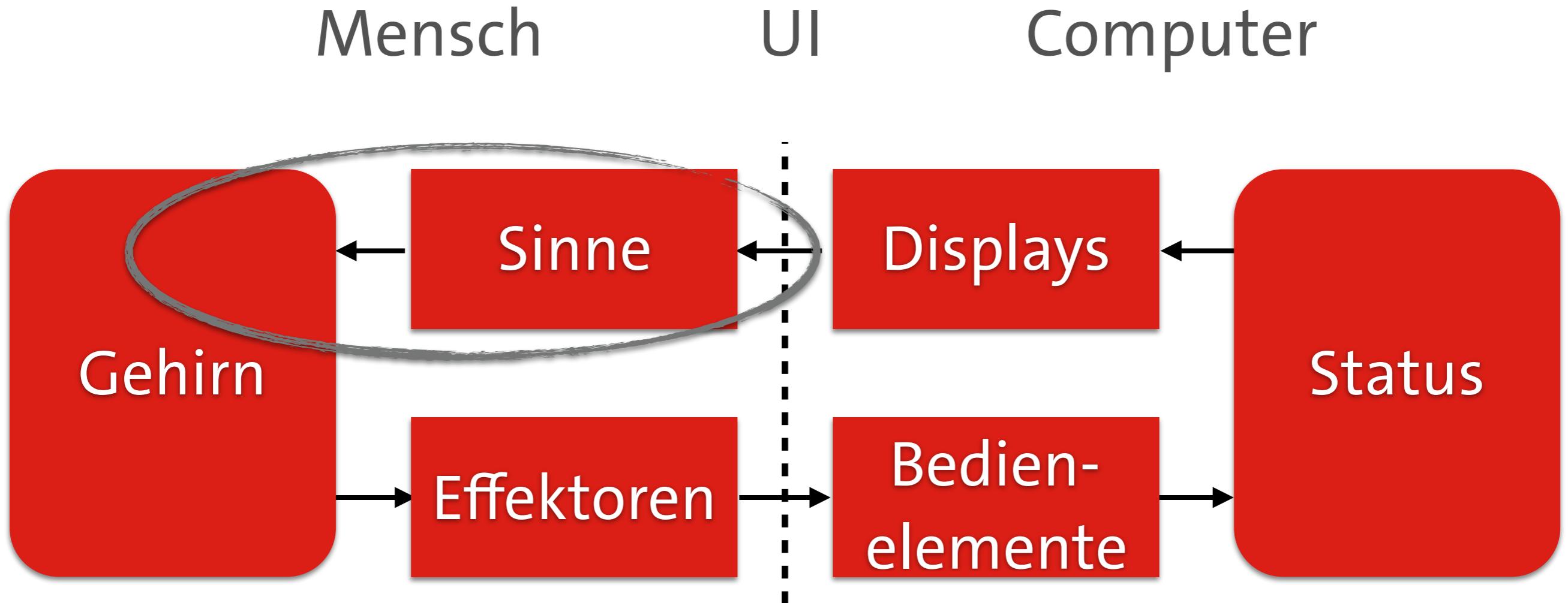
Bsp: Visuelle Wahrnehmung

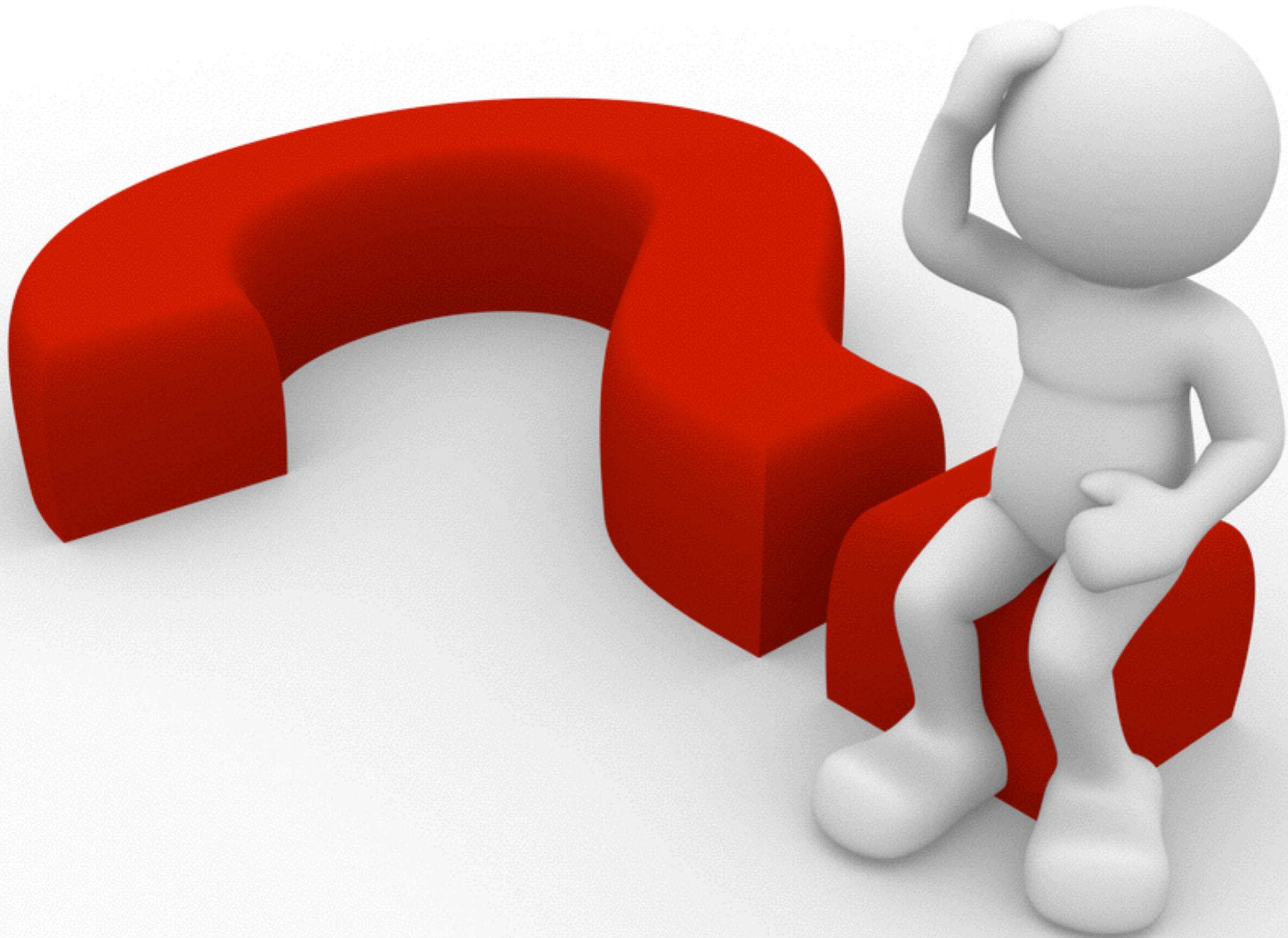


*J. Bruner L. Minturn: Perceptual identification and perceptual organization.
Journal of General Psychology (53), 1955*



HCl





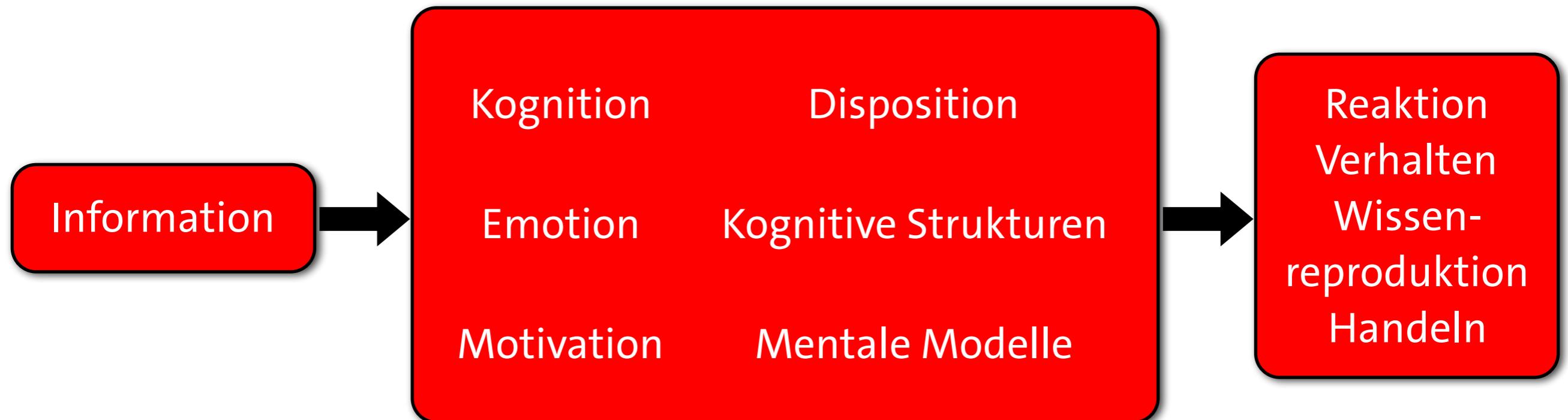


Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Präattentive vs. attentive Merkmale

Vereinfachung



- Übergänge zwischen **Wahrnehmen (Perzeption)** und **Erkennen (Kognition)** sind fließend

Fließende Übergänge

Beispiel: Visuelle Merkmale

- Visuelle Merkmale, die in getrennten Gehirnarealen parallel verarbeitet werden:
 - Form, Farbe und Größe
 - Richtung und Krümmung
 - Geschlossenheit
 - Bewegung
 - ...

Visuelle Wahrnehmung

attentiv	präattentiv
kontrolliert	automatisch
benutzt zumeist Fovea	auch peripher möglich
detailliert	oberflächlich
seriell	parallel
langsam	schnell
kann unterdrückt werden	nicht zu unterdrücken
bewusstseinspflichtig	unbewusst
beansprucht Aufmerksamkeit	voraufmerksam

Visuelle Wahrnehmung

Beispiel: Attentive Aufgabe

28348682794629478392
7490709237982359812
13496198346198264959
0739087392807916212
73498398983247829347
9817349817498172324

Visuelle Wahrnehmung

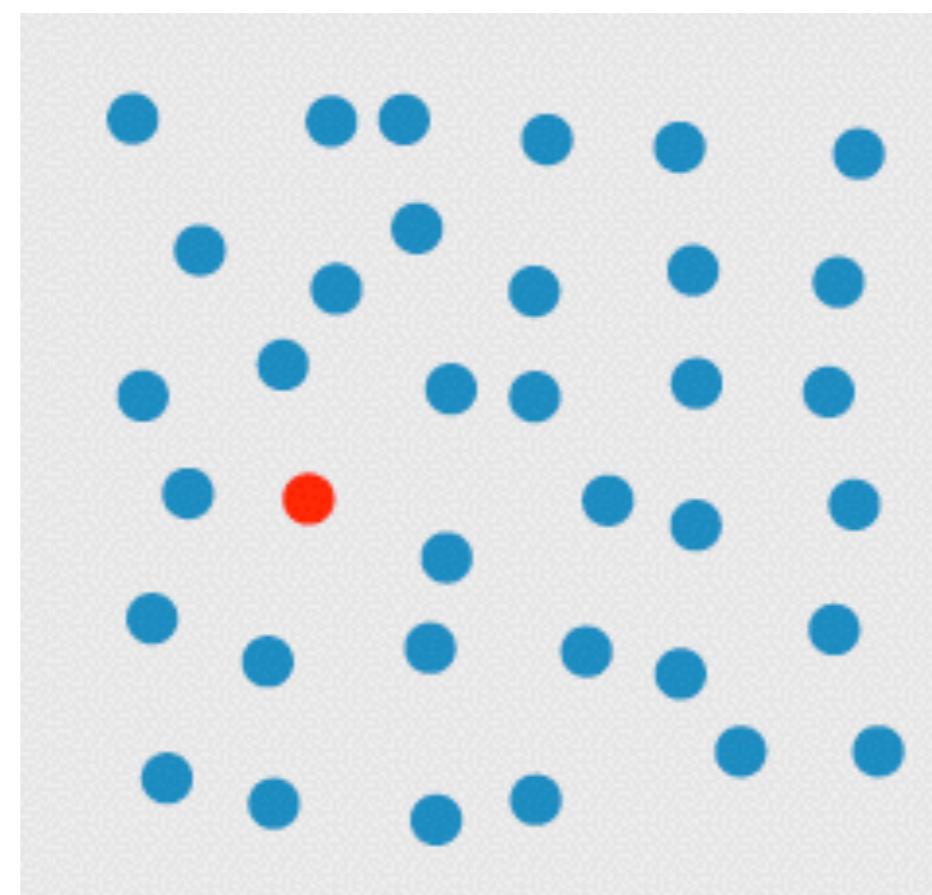
Beispiel: Präattentive Aufgabe

28**3**48682794629478**3**92
74907092**3**7982**3**59812
1**3**496198**3**46198264959
07**3**9087**3**92807916212
7**3**498**3**9898**3**247829**3**47
9817**3**49817498172**3**24

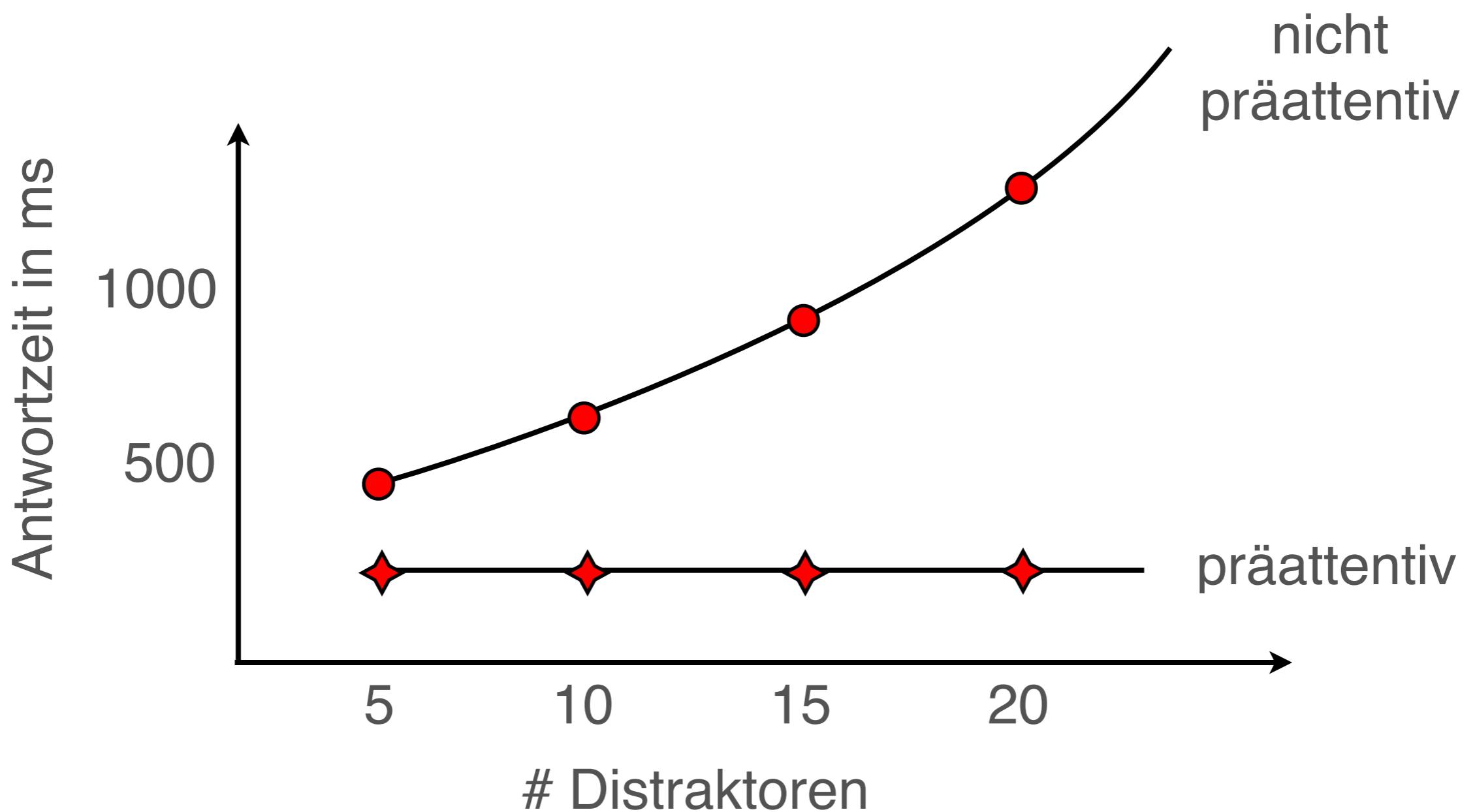
Visuelle Wahrnehmung

Bsp: Präattentive Eigenschaften

- Erkennen eines Zielobjekts (roter Kreis) in Gruppe von Distraktoren (blaue Kreise)



Präattentive Aufgabe



Präattentiv Eigenschaften

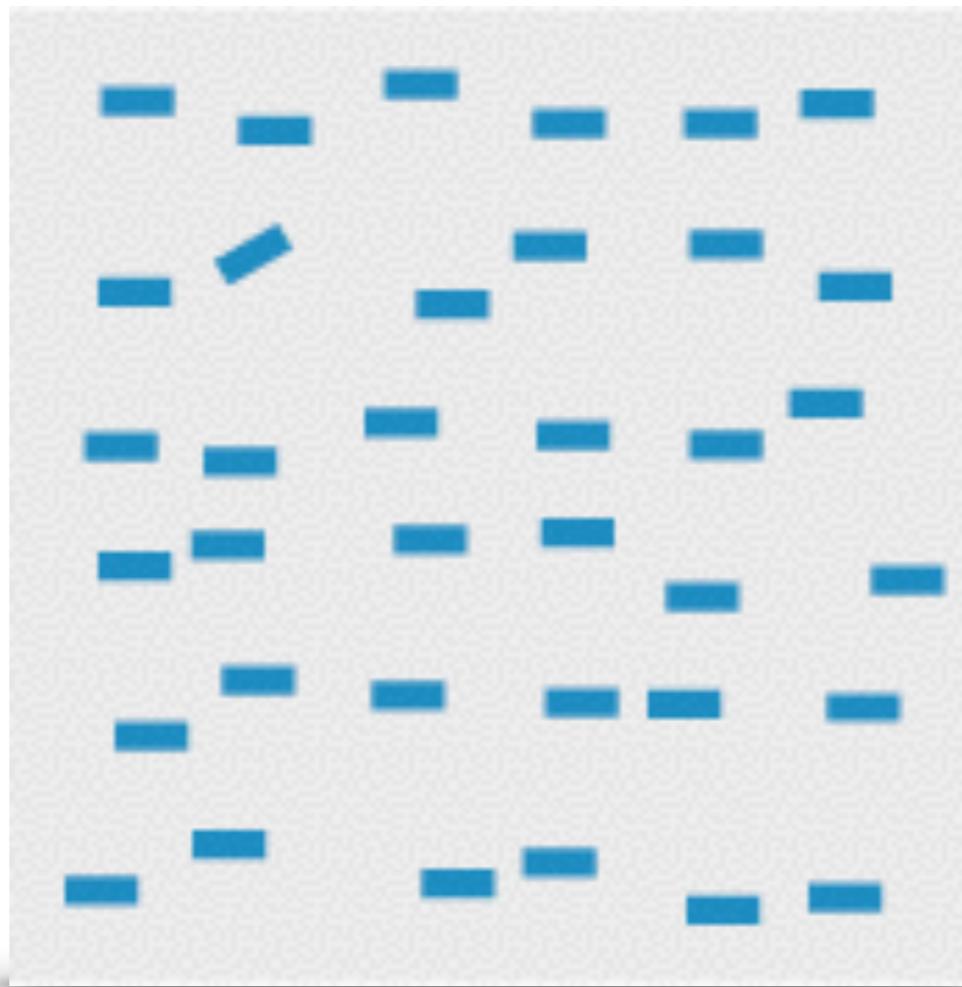
- Farbe
 - Farbton
 - Intensität
- Bewegung
 - Flackern
 - Richtung

Präattentiv Eigenschaften

- Form
 - Orientierung
 - Länge und Weite
 - Kolinearität
 - Gruppierung
 - Markierungen

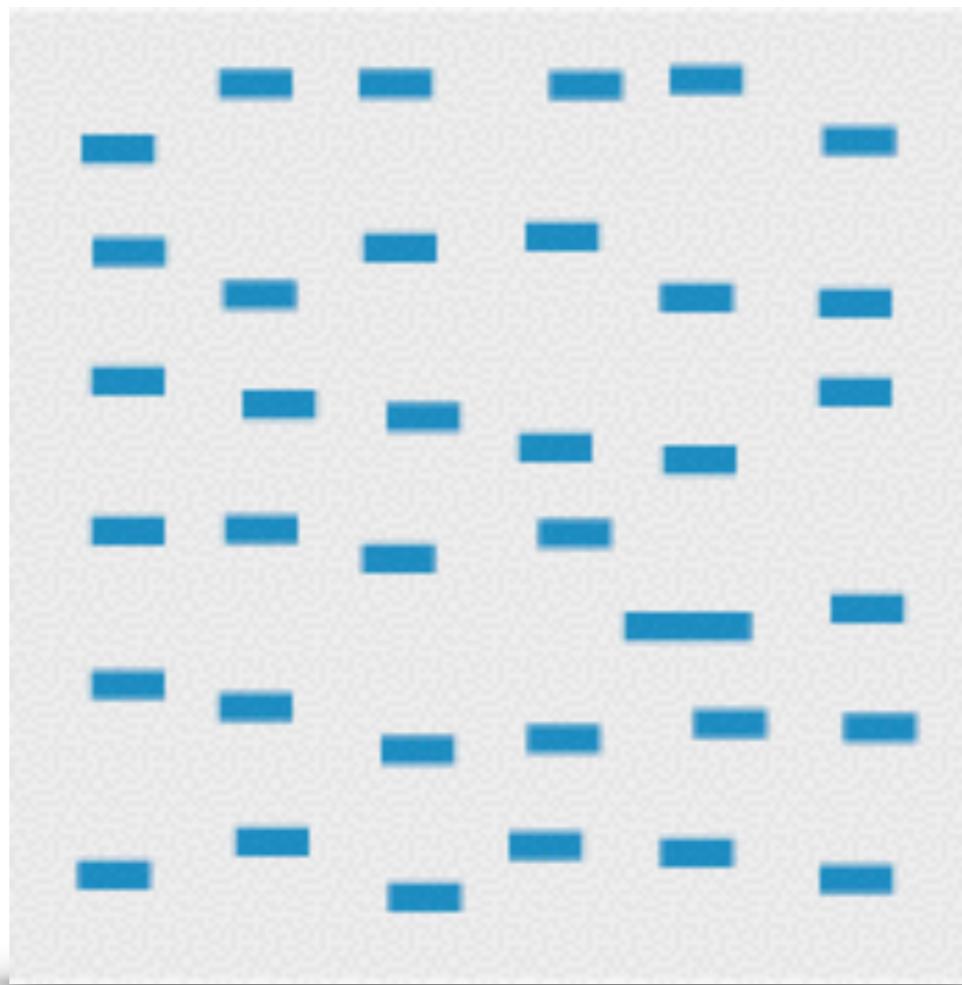
Präattentiv

Bsp: Orientierung



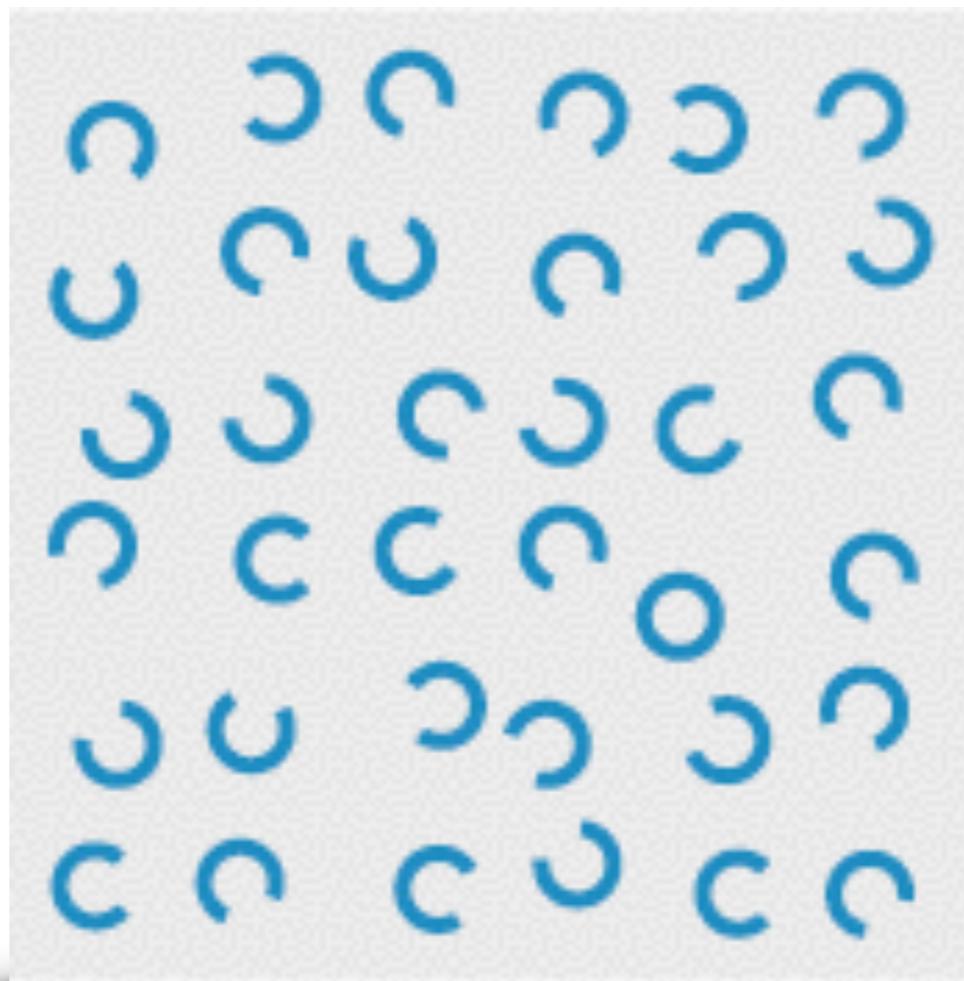
Präattentiv

Bsp: Länge/Weite



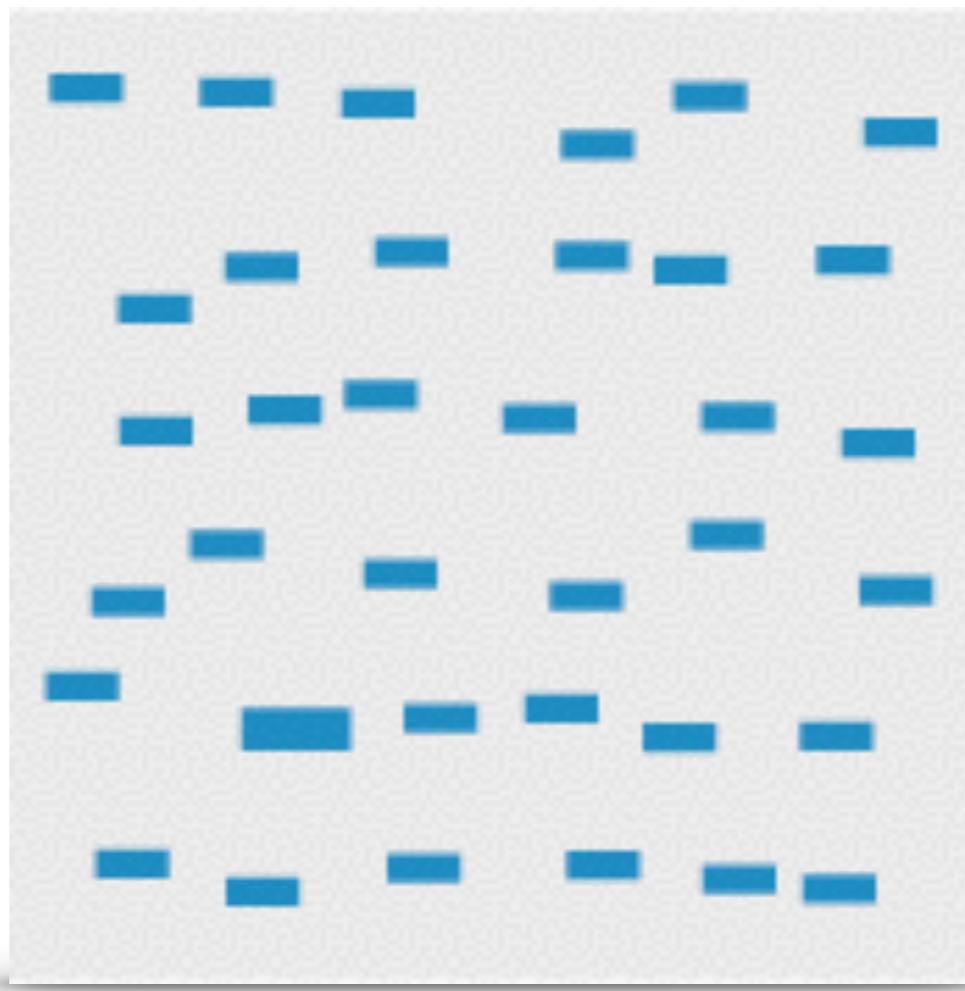
Präattentiv

Bsp: Abschluss



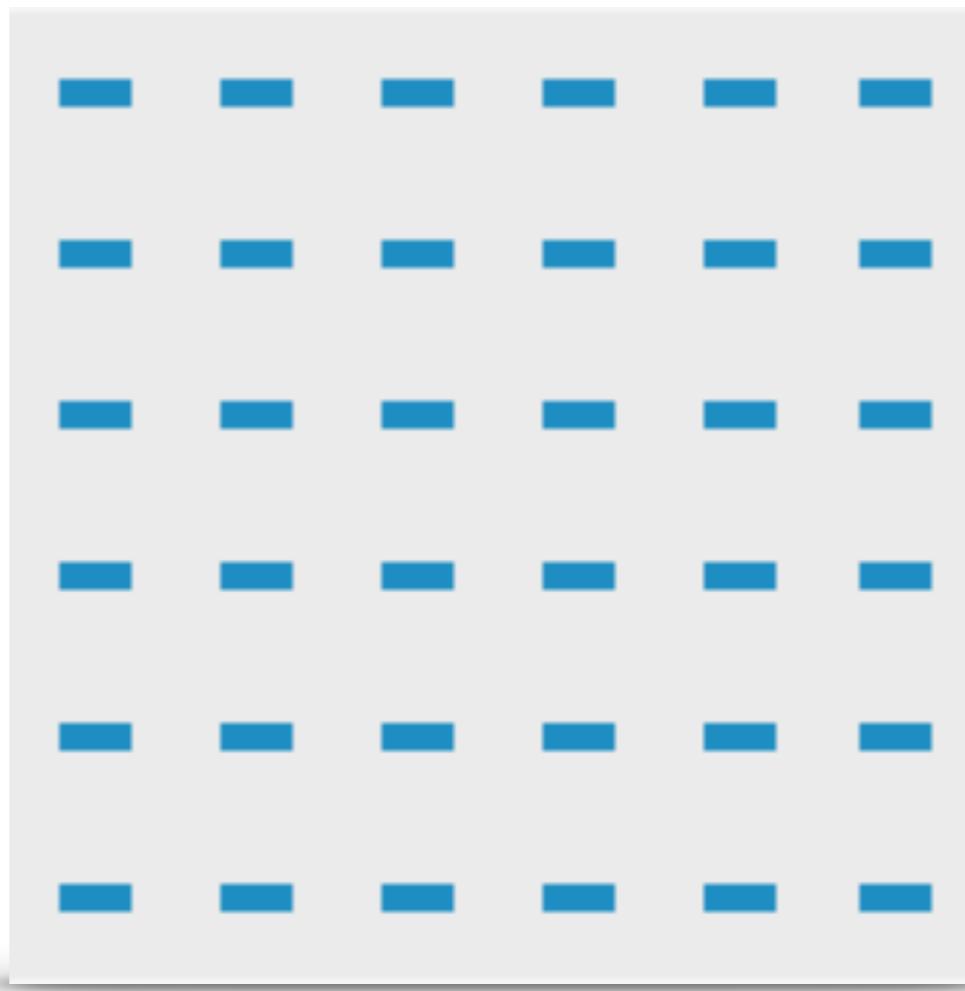
Präattentiv

Bsp: Größe



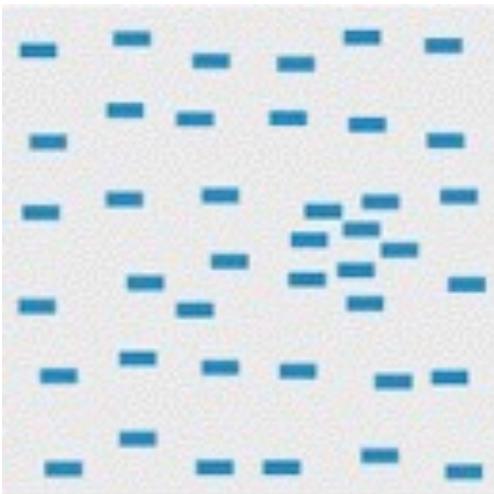
Präattentiv

Bsp: Flackern

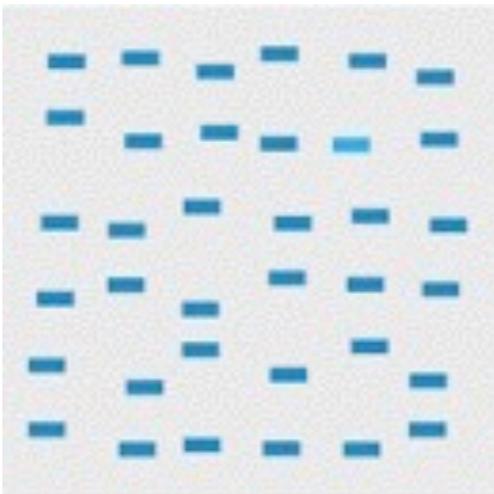


Präattentiv

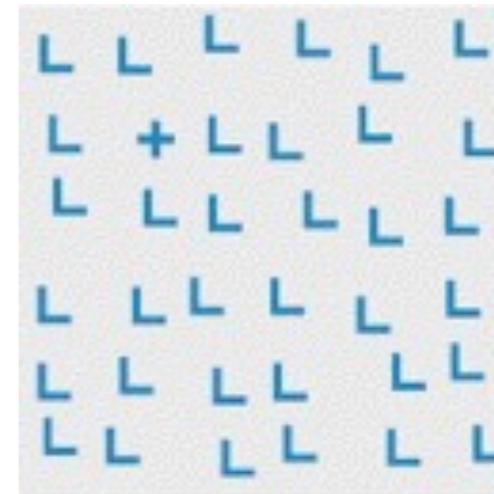
Weitere Beispiele



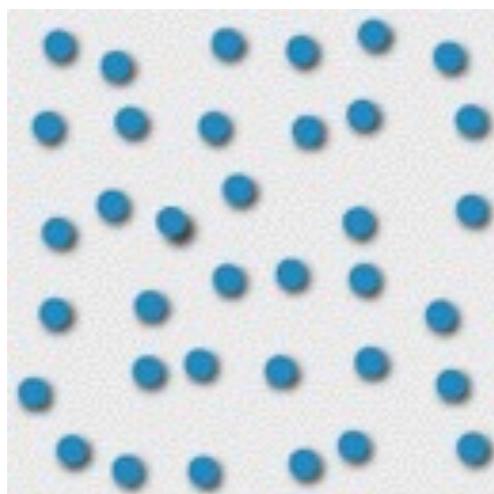
Dichte



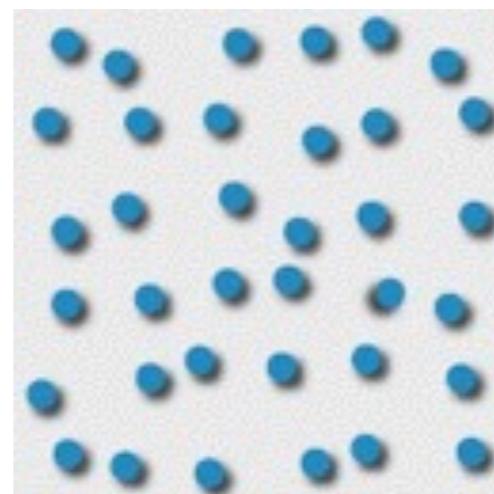
Helligkeit



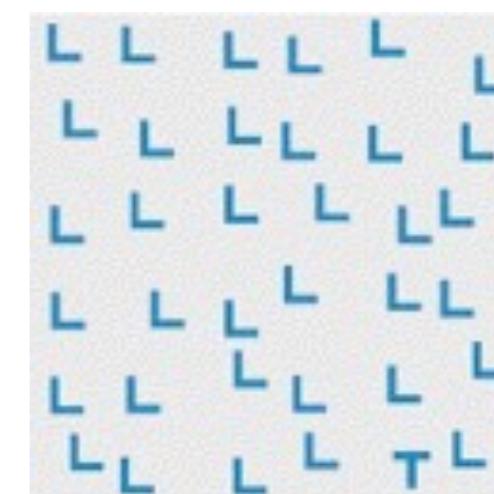
Kreuzung



Tiefenhinweise



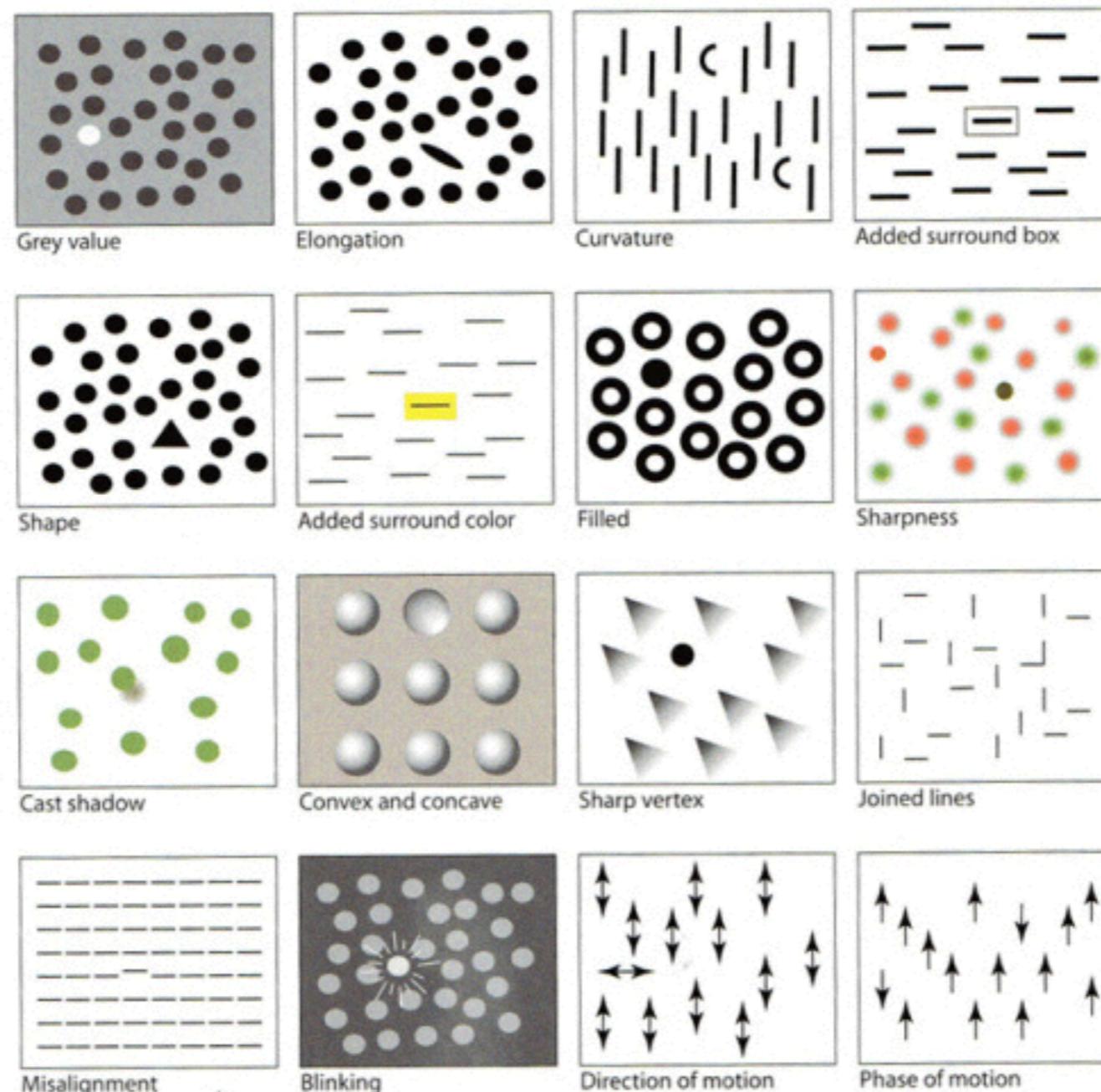
Lichtrichtung



Abschluss

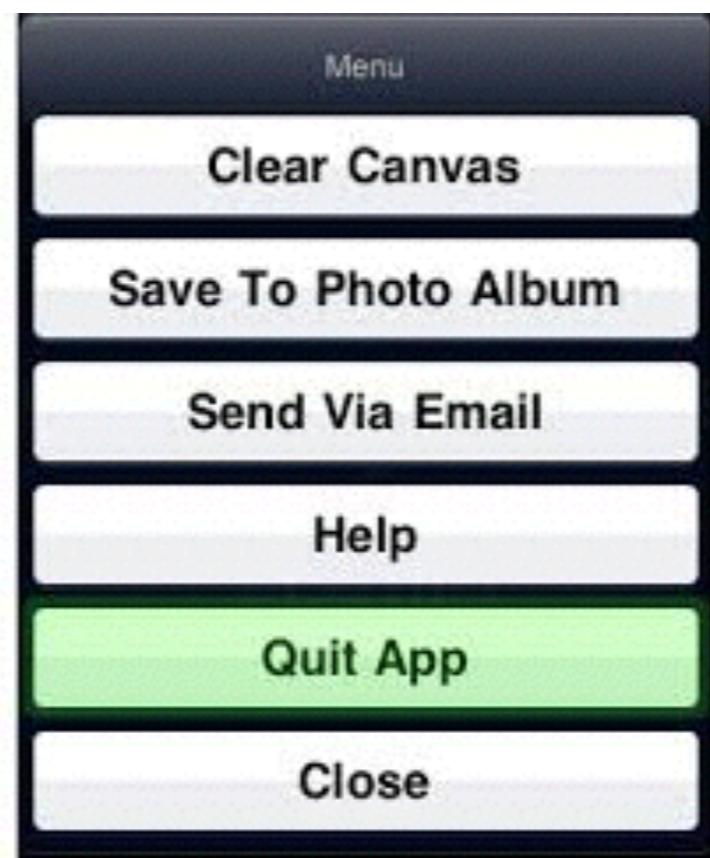
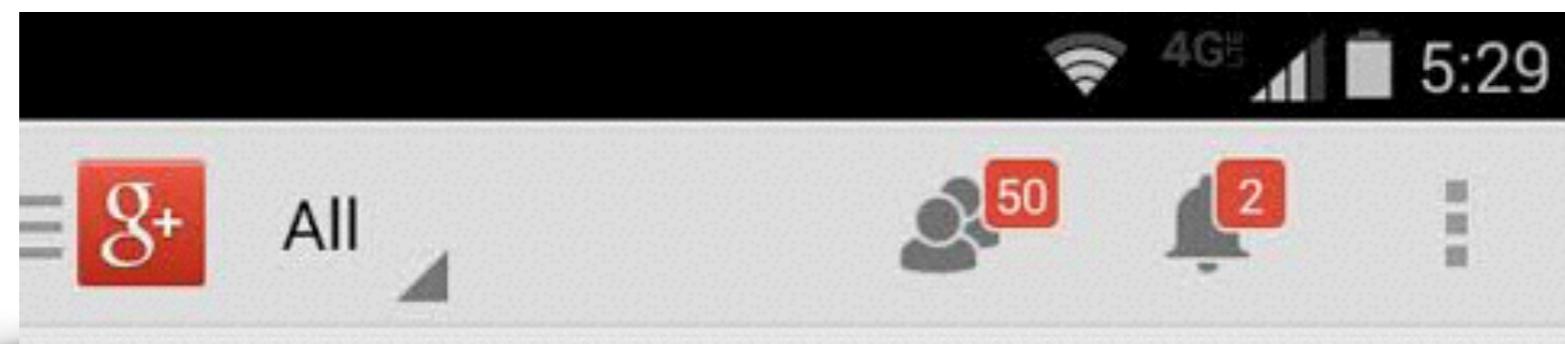
Präattentiv

Weitere Beispiele



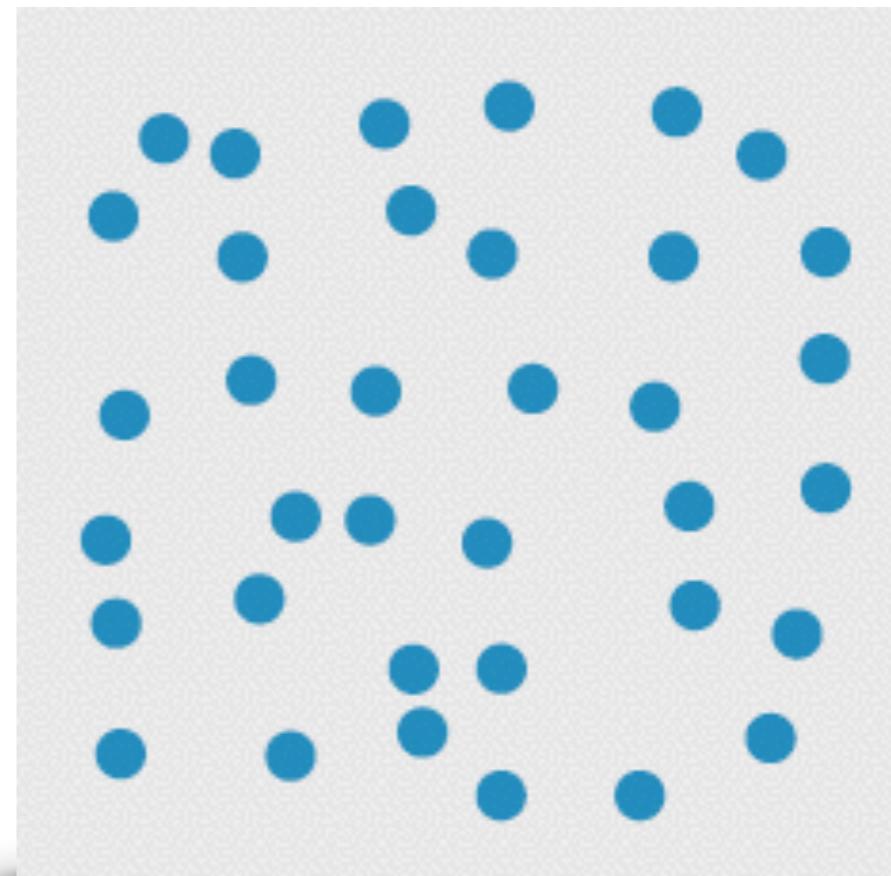
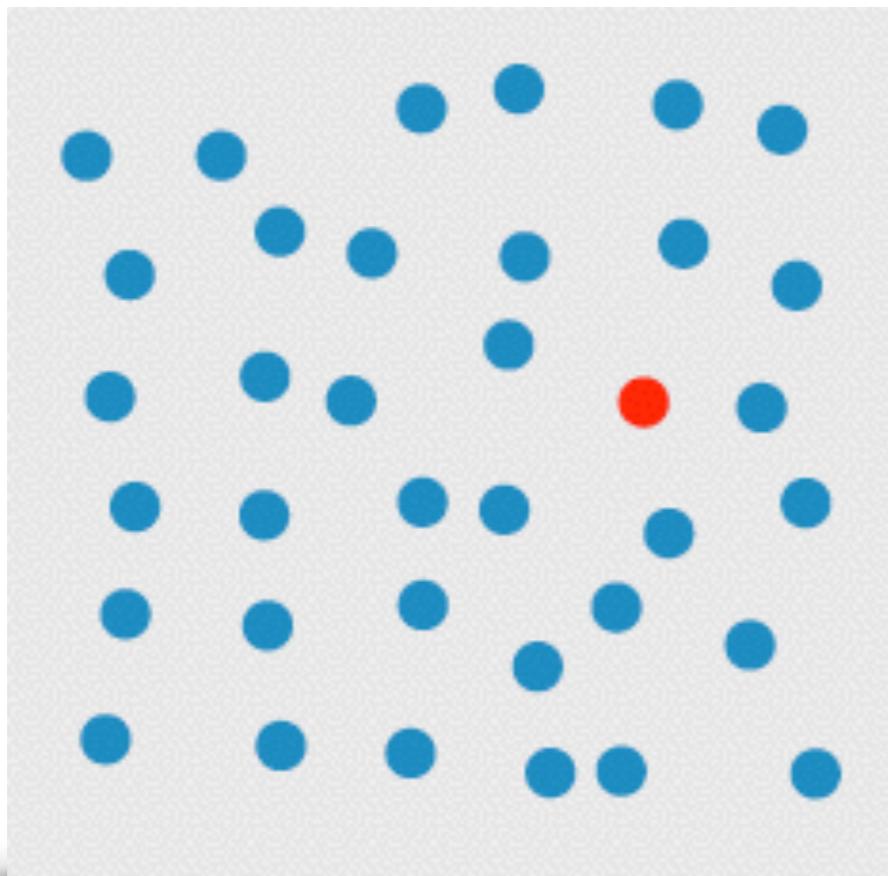
Fokus: MCI

Bsp:: Präattentive Merkmale



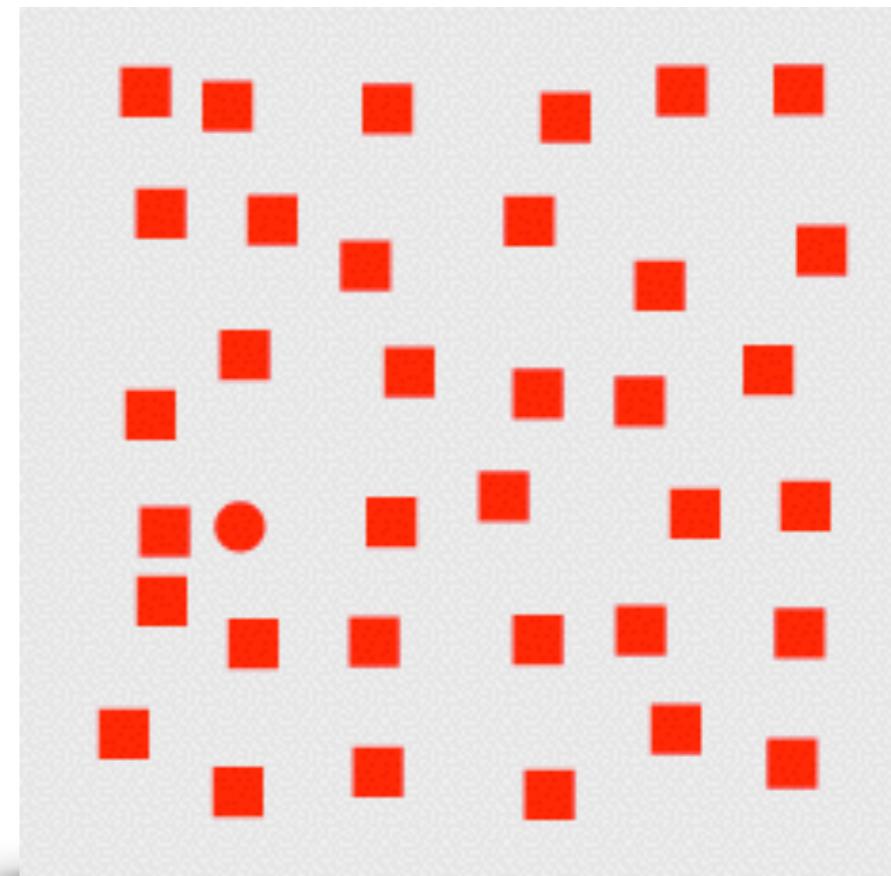
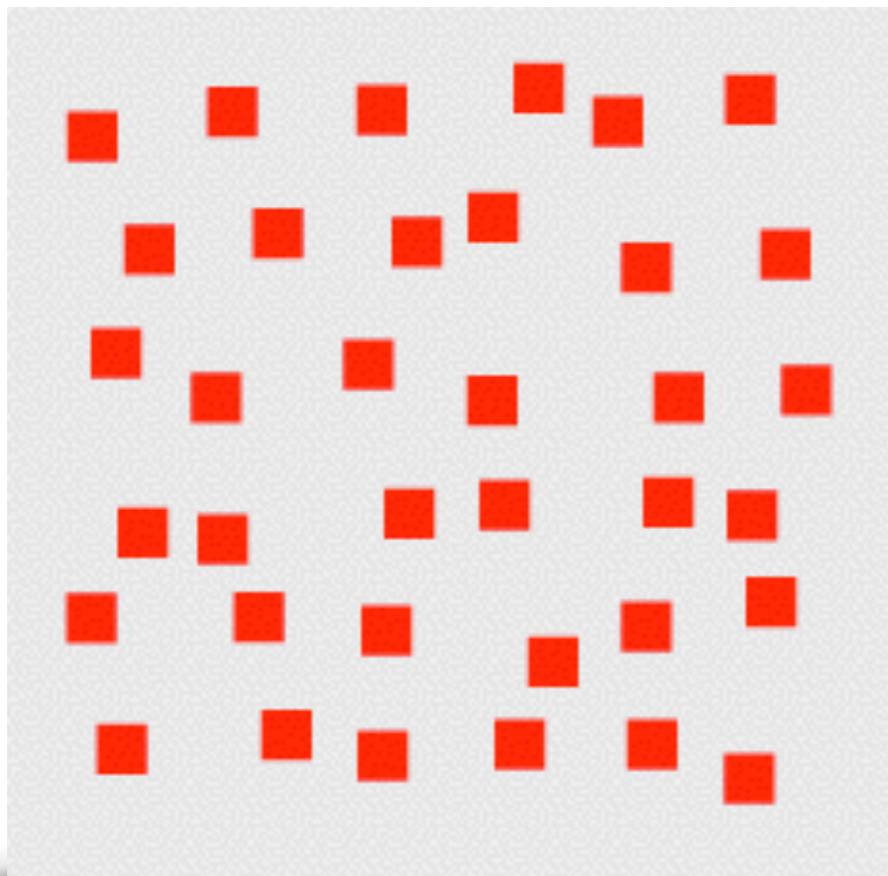
Präattentiv

Bsp: Farbe



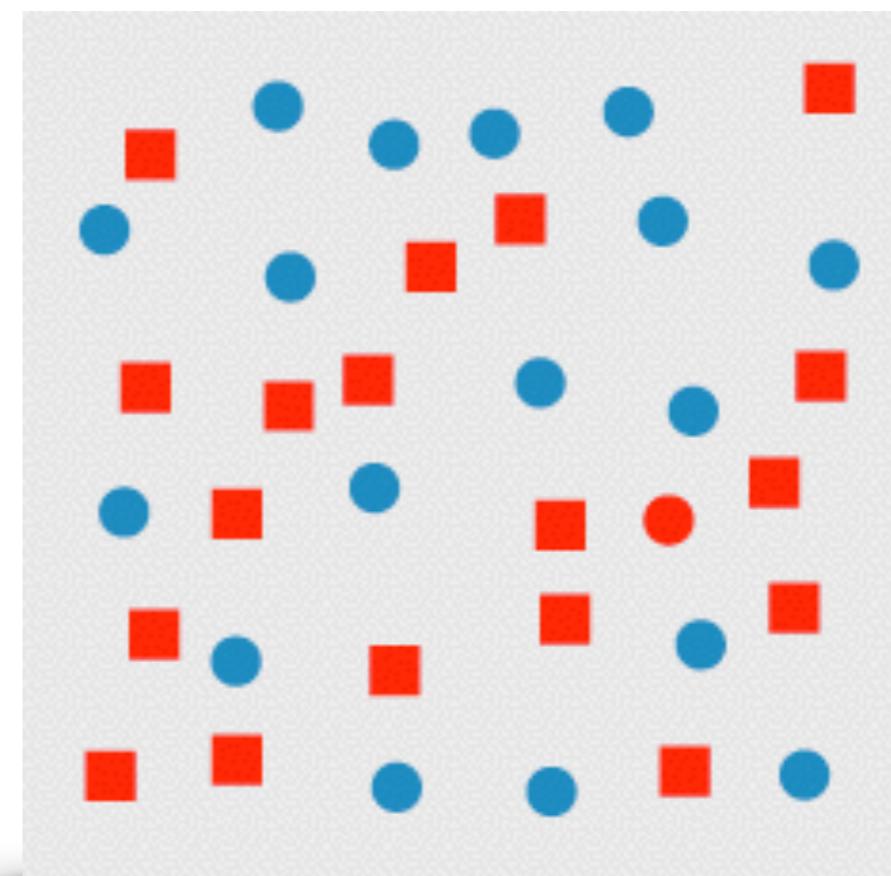
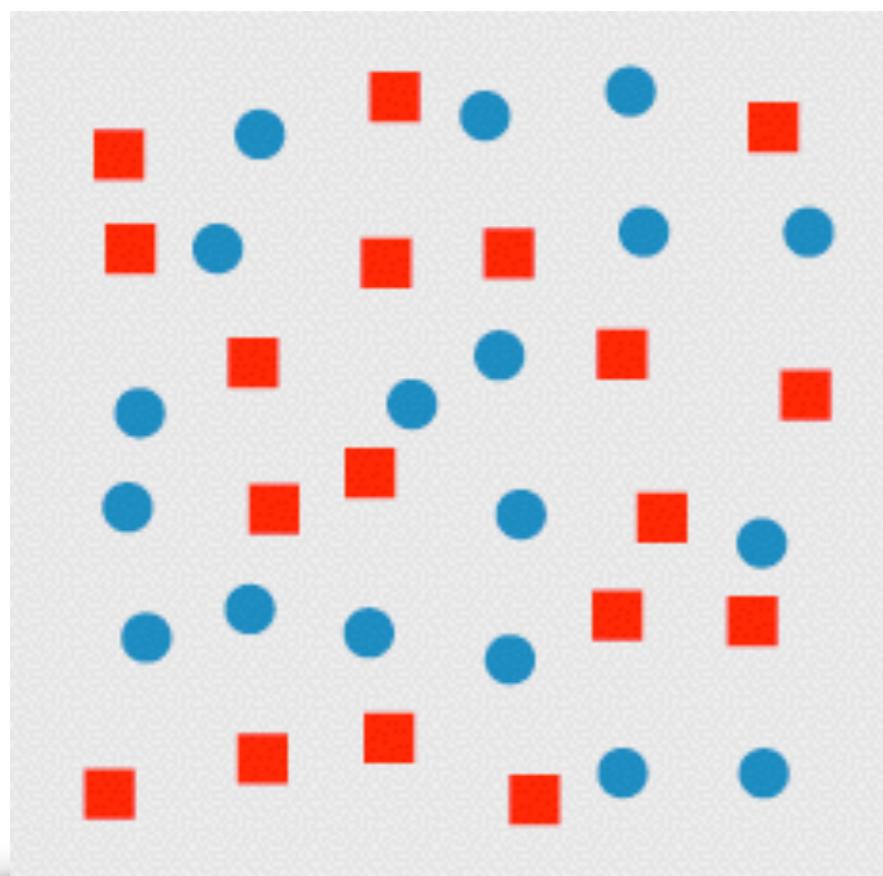
Präattentiv

Bsp: Form



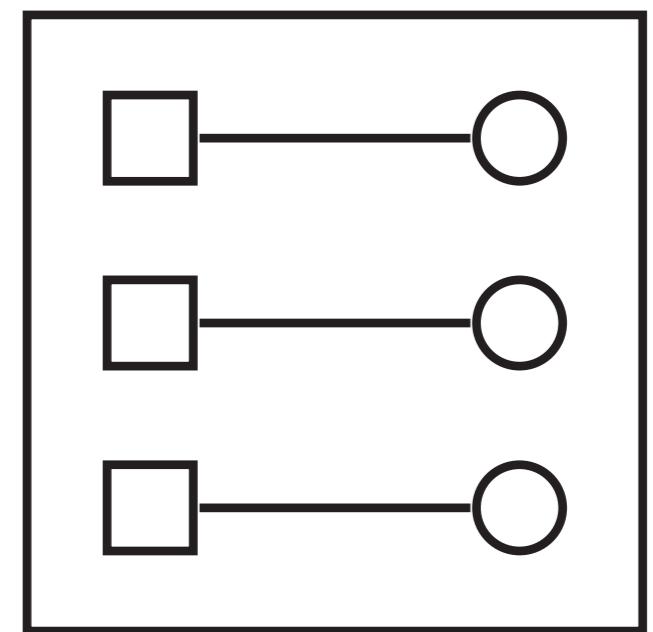
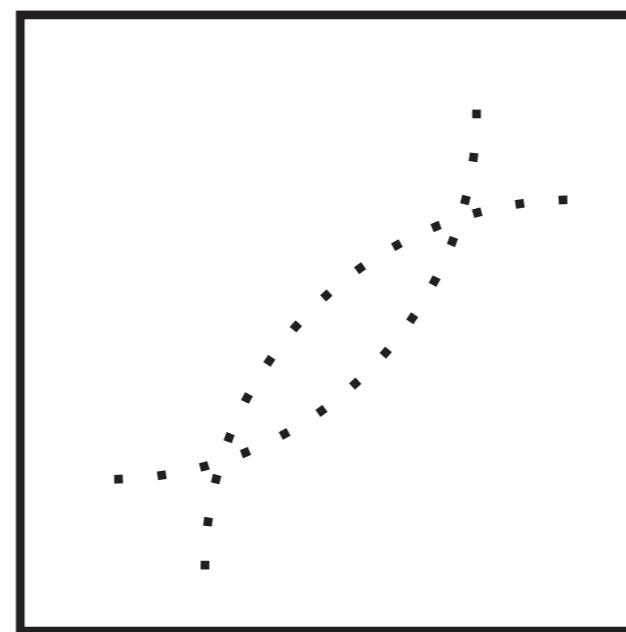
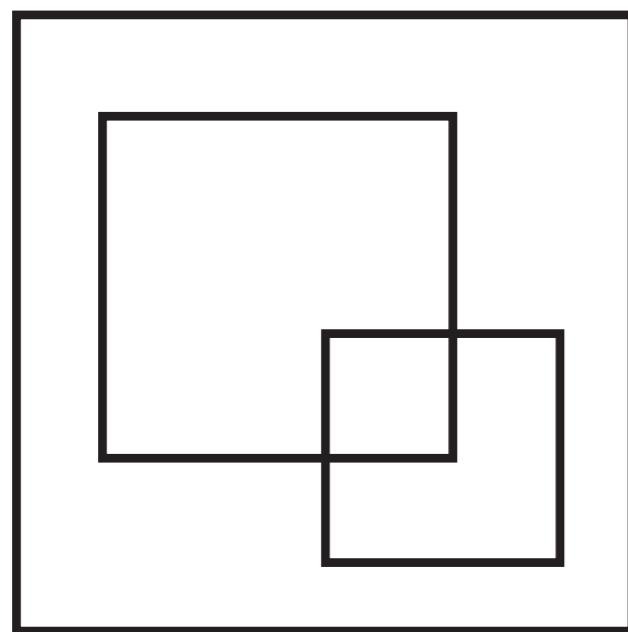
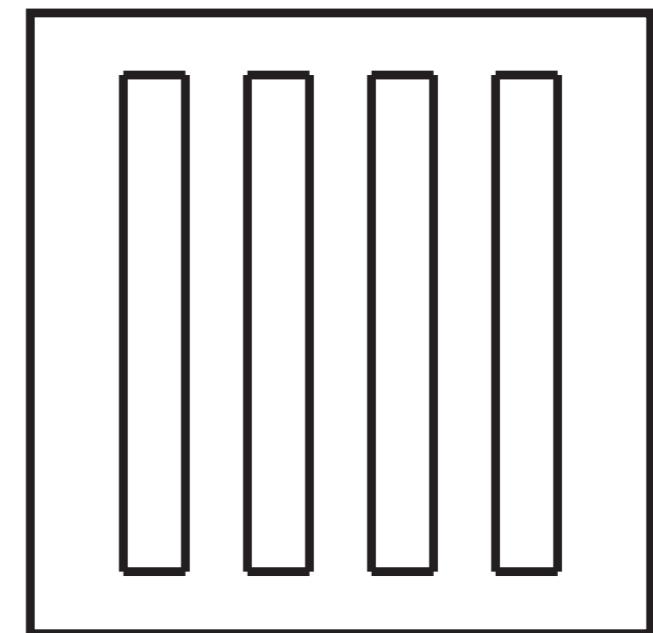
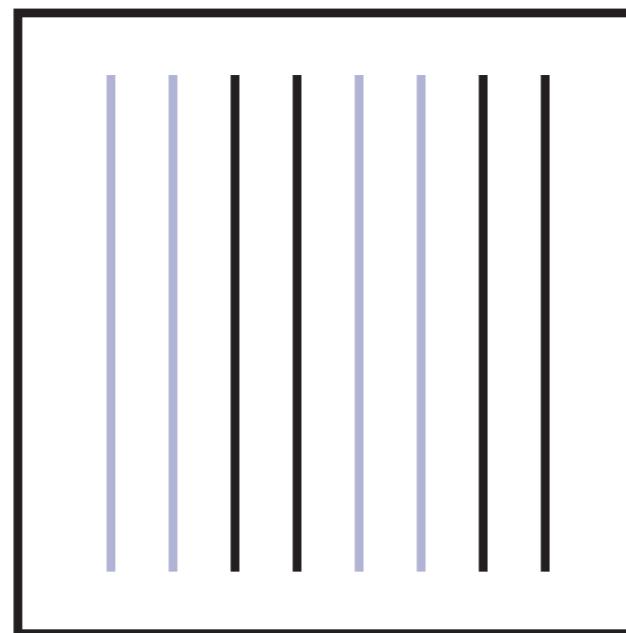
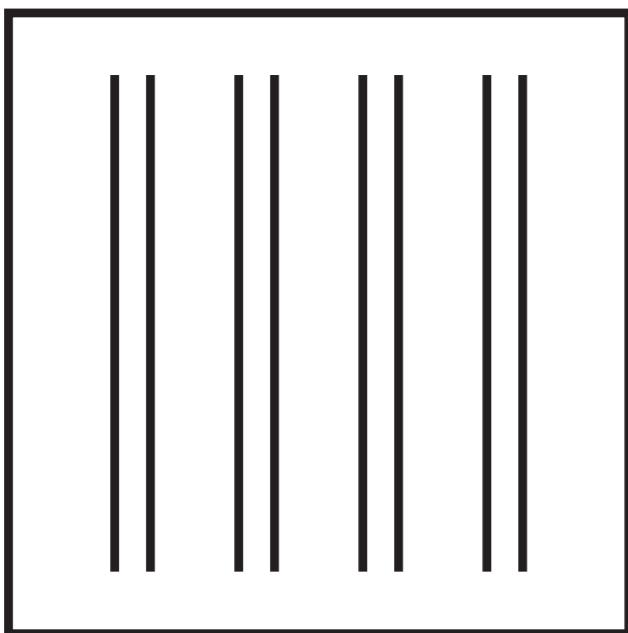
Präattentiv

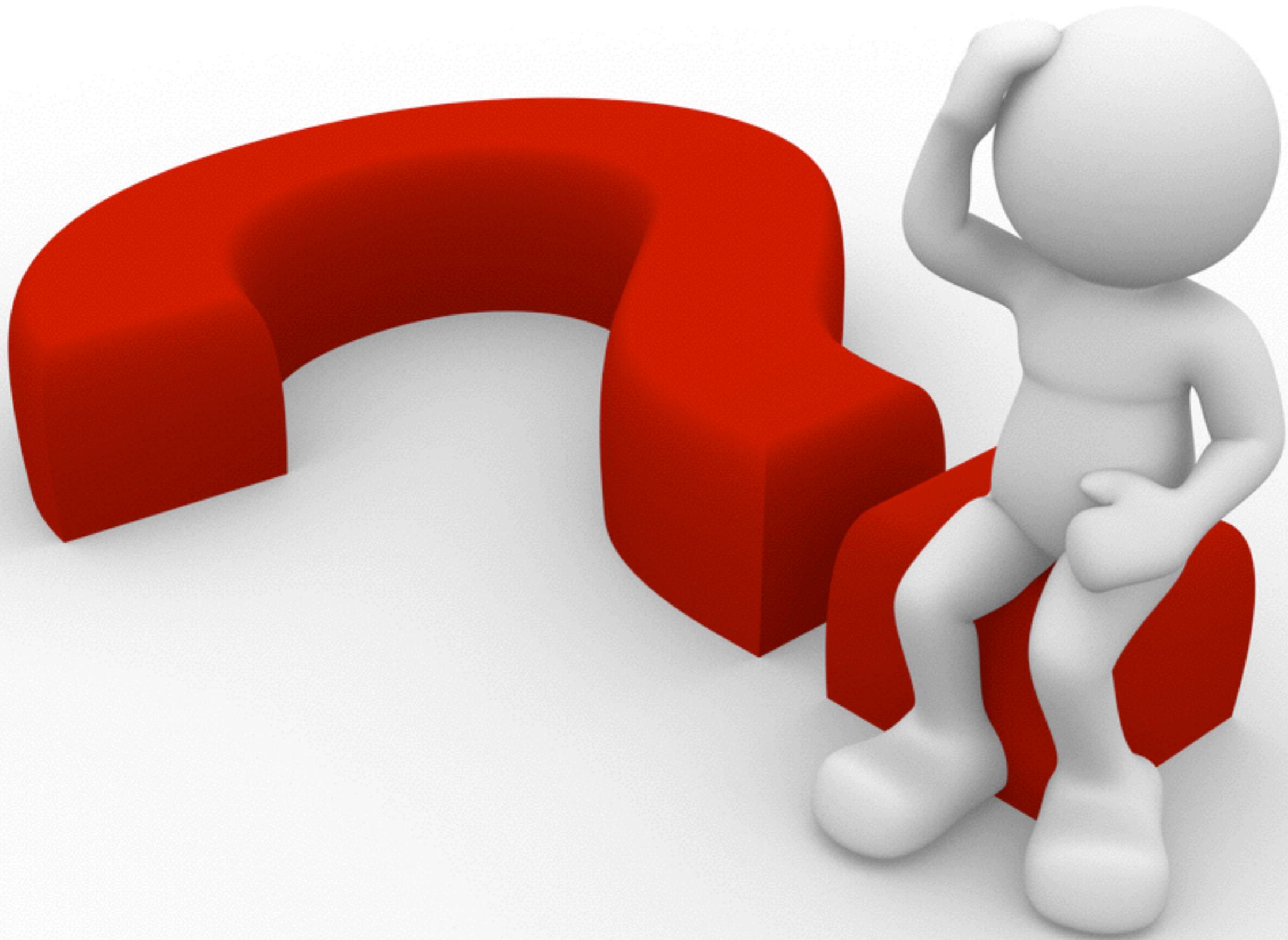
Gegen-Bsp.: Verbindende Suche



Gestaltgesetze

Beispiele







Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Gedächtnis

IKON 1

- Gedächtnis
 - Kurzzeitgedächtnis: 7+/-2 Chunks
 - Erweitertes Arbeitsgedächtnismodell
 - Langzeitgedächtnis:
 - ▶ Konzepte / Semantische Netze / Regeln / episodisches Gedächtnis

Gedächtnis

- Um sinnvoll auf Reize reagieren zu können, müssen Informationen **gefiltert, transformiert, verarbeitet und gespeichert** werden
- Speicherbedarf für Informationsverarbeitung:

	pro Stunde	pro Jahr	im Leben
Lesen	50kB	427MB	33GB
Hören	50MB	427GB	33TB
Sehen	1GB	9TB	670TB



Lesen, lesen, lesen!



Speicherstick 16 GB, USB 2.0, ~5€

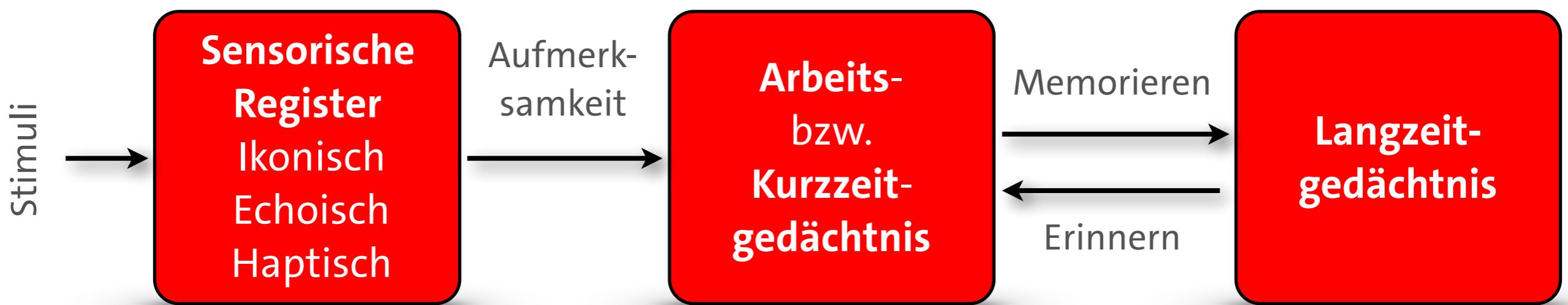


Seagate Barracuda Desktop HDD.15, 4TB, ~130€

Multi-Speicher-Modell

- Gedächtnismodell mit drei miteinander verbundenen Speichern unterscheidet
 1. Sensorische Register (Ultrakurzzeitgedächtnis)
 2. Arbeits-/Kurzzeitgedächtnis (engl. *Short-Term Memory, STM*)
 3. Langzeitgedächtnis (engl. *Long-Term Memory, LTM*)

Multi-Speicher-Modell



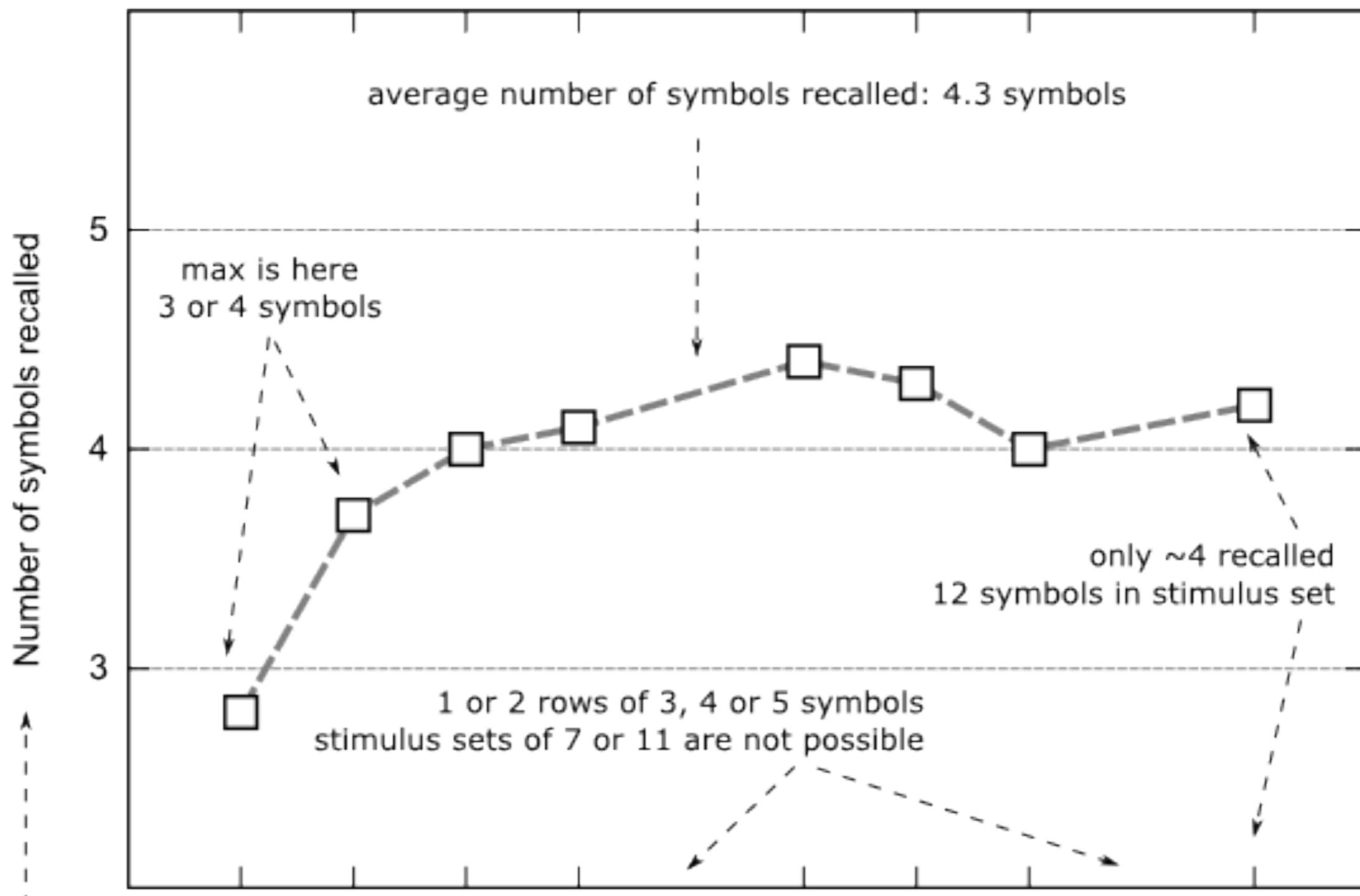
R.C. Atkinson, R.M. Shiffrin: Human memory: A proposed system and its control processes.
The psychology of learning and motivation (Volume 2). pp. 89–195, 1968.

Sensorische Register

- **Sensorische Register** oder **Ultrakurzzeitgedächtnis**
dienen als *Zwischenspeicher* für Stimuli
- 1. Ikonischer Register
- 2. Echoischer Register
- 3. Haptischer Register
- Information bleiben für ca. 0.5 - 1s (visuell), 4 - 5s (auditiv) im Register
- nachdem ca. 4-10 Elemente extrahiert wurden wird nach FIFO-Prinzip (*First-in-first-out*) gelöscht



Stimulus - 50 ms





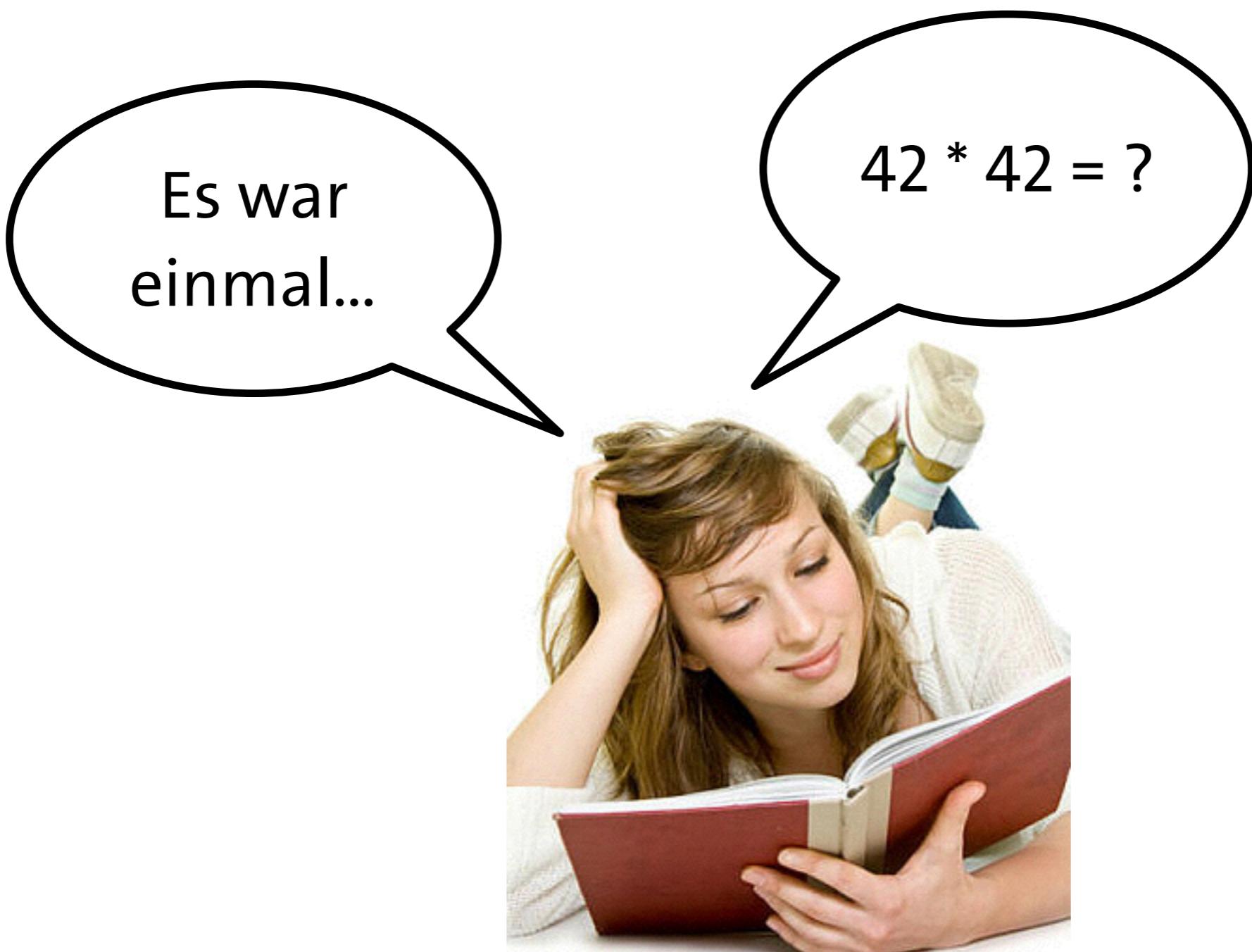
Wie spät ist es?

Illusion Multitasking: Social Media und Vorlesung?



Arbeitsgedächtnis

Short-Term Memory (STM)

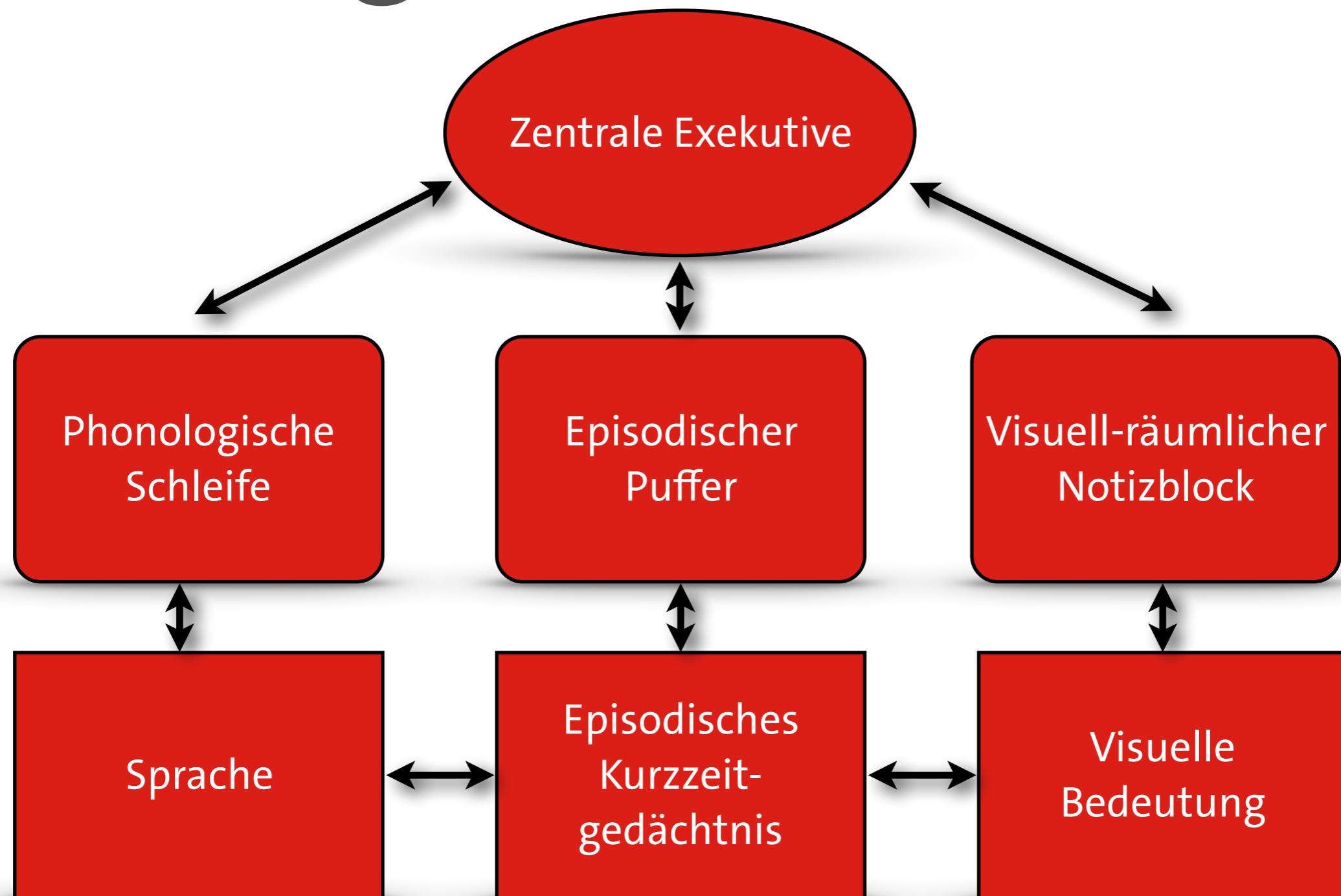


Arbeitsgedächtnis

Short-Term Memory (STM)

- Zwischenspeicher für kurzzeitigen Abruf von Informationen
- viele Aufgaben benötigten Zwischenspeicherung, z.B.
 - $35 \times 6 = 30 \times 6 + 5 \times 6$
 - “*The quick brown fox jumps over the lazy dog.*”
- Zugriff in <70ms

Arbeitsgedächtnismodell



A.D. Baddeley, G.J. Hitch: Working memory. The psychology of learning and motivation:
Advances in research and theory, Vol. 8, pp. 47–89, 1978.

Kapazität STM

- Information bleiben für ca. 15 - 30s
- Transfer in Langzeitgedächtnis durch **Memorieren**
- Methoden zur Messung
 1. Sequenz in *bestimmter* Reihenfolge
 2. Sequenz in *beliebiger* Reihenfolge

Kapazität STM

- **Superzeichenbildung (engl. *Chunking*)**
Gruppierung von mehreren Elementen zu einer Sinneinheit von Information, um Kapazität zu vergrößern
- Menschen können **4 ± 2 Chunks [1]** bzw. **7 ± 2 Chunks [2]** im Arbeitsgedächtnis speichern

[1] Cowan, N., Saults, J.S., Elliott, E.M., & Moreno, M. (2002). Deconfounding serial recall. *Journal of Memory and Language*, 46, 153-177.

[2] Miller, G. A. (1956): *The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information*. In: *Psychological Review*, 63, 1956, S. 81–97.

Kapazität STM

Beispiele: Chunking

040428832439 → 040 42 883 24 39

HEC ATR ANU PTH ETR EET



THE CAT RAN UP THE TREE

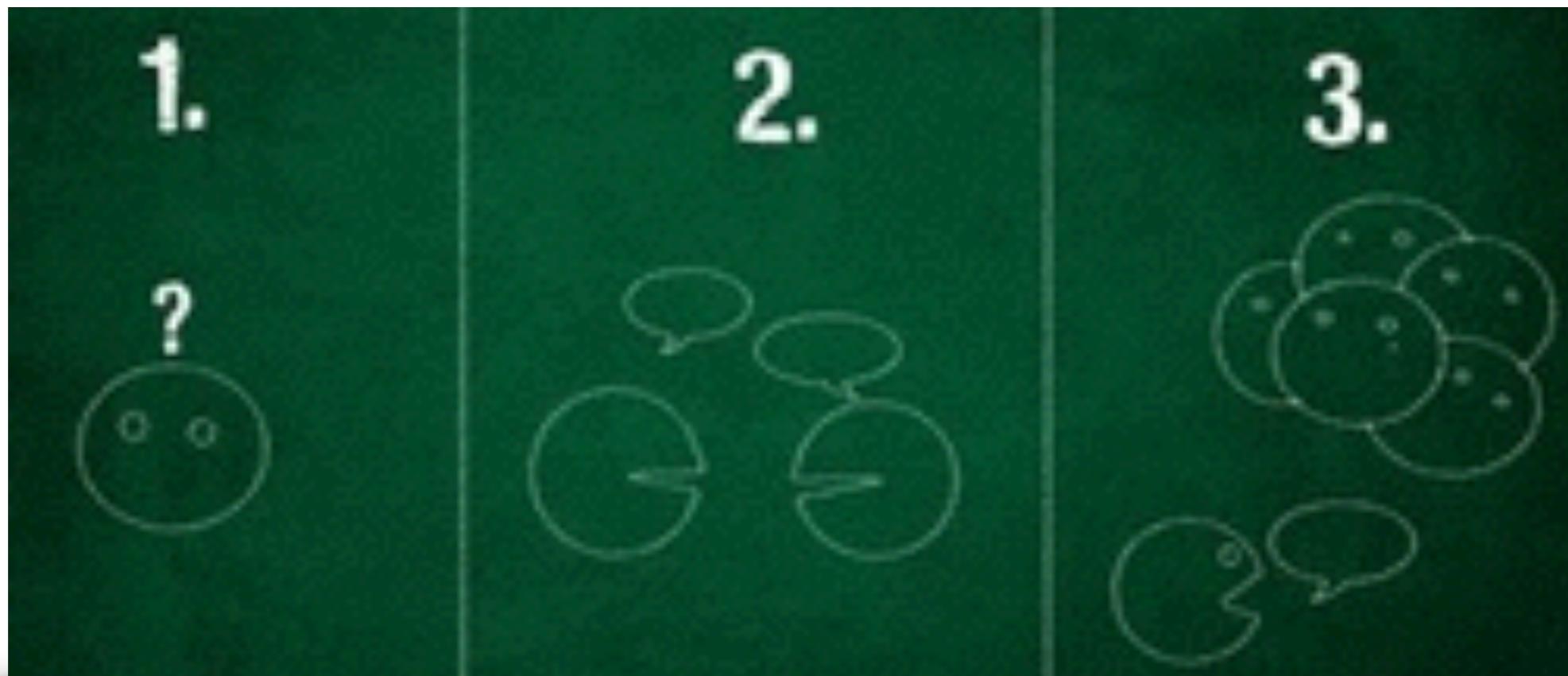
Gruppenarbeit



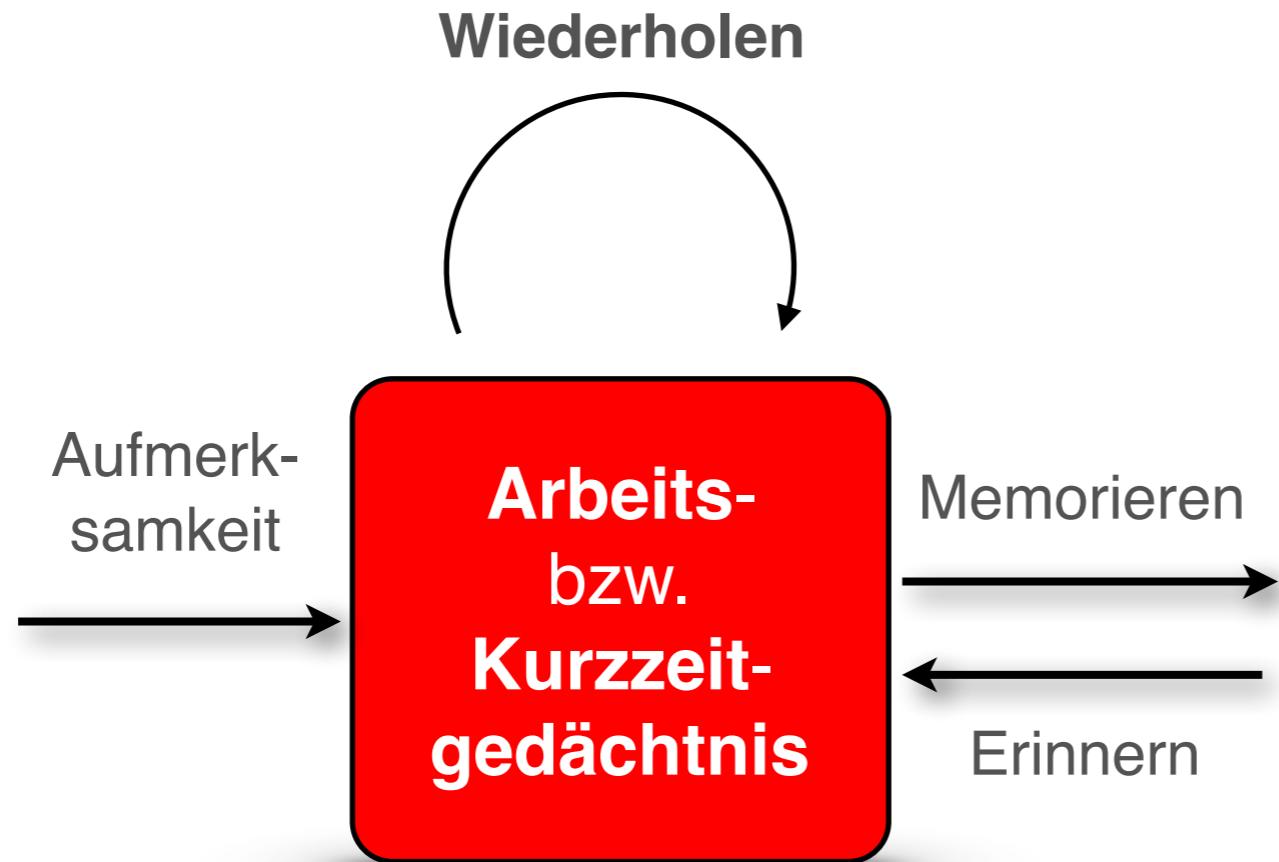
Merken Sie sich die folgenden Zahlen!

8579163

Think! Pair! Share!



Wie lautet die Zahlenfolge?



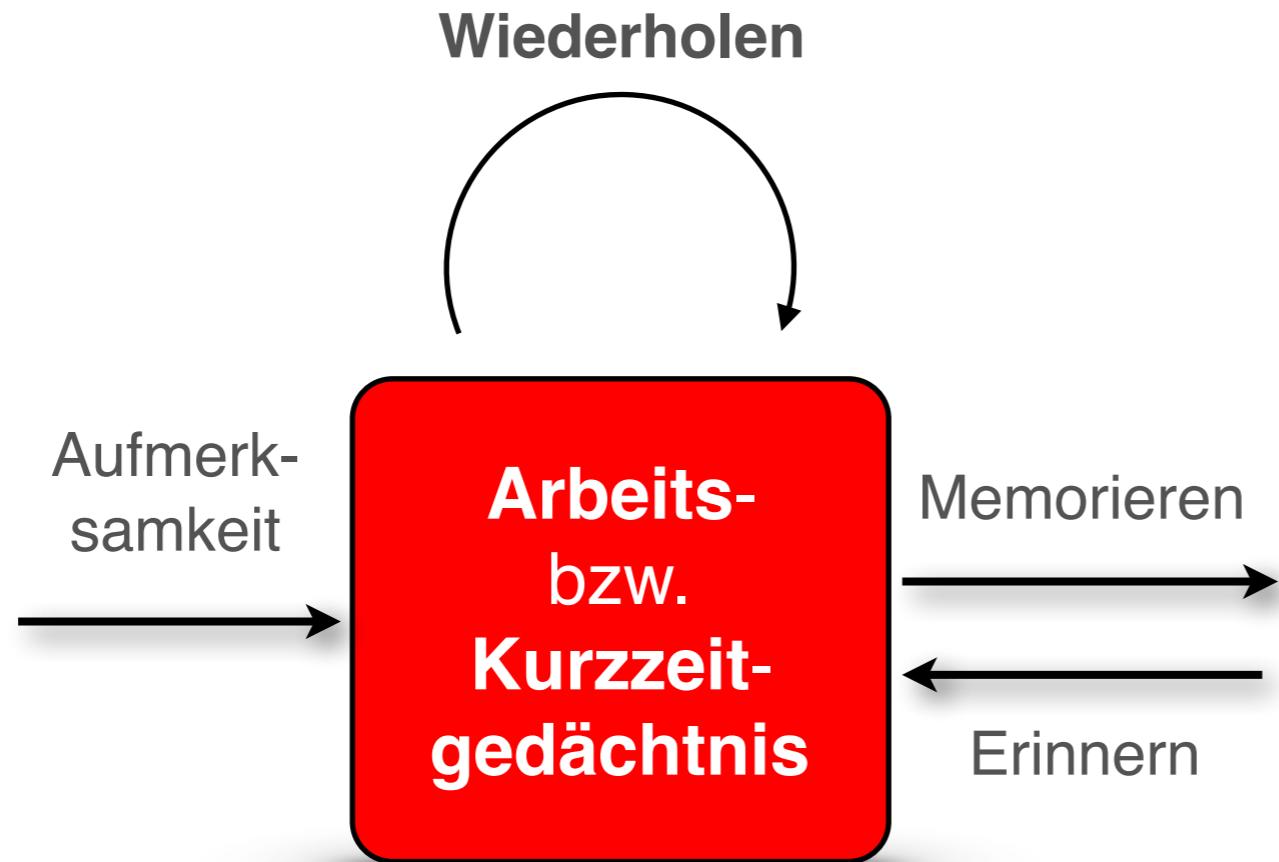
Wie lautet die Zahlenfolge?

A 8571963

B 8579163

C 8539763

D 8597163



Wie lautet die Zahlenfolge?

A 8571963

B 8579163

C 8539763

D 8597163

Gruppenarbeit



Sollten es maximal 7 ± 2 GUI-Einträge / Icon /
Bullets / Tabs sein?

Fokus: IxD

Beispiel: GUI-Einträge

- GUI-Einträge / Icon / Bullets / Tabs können durch visuelles Scannen durchsucht werden und müssen nicht aus STM abgerufen werden

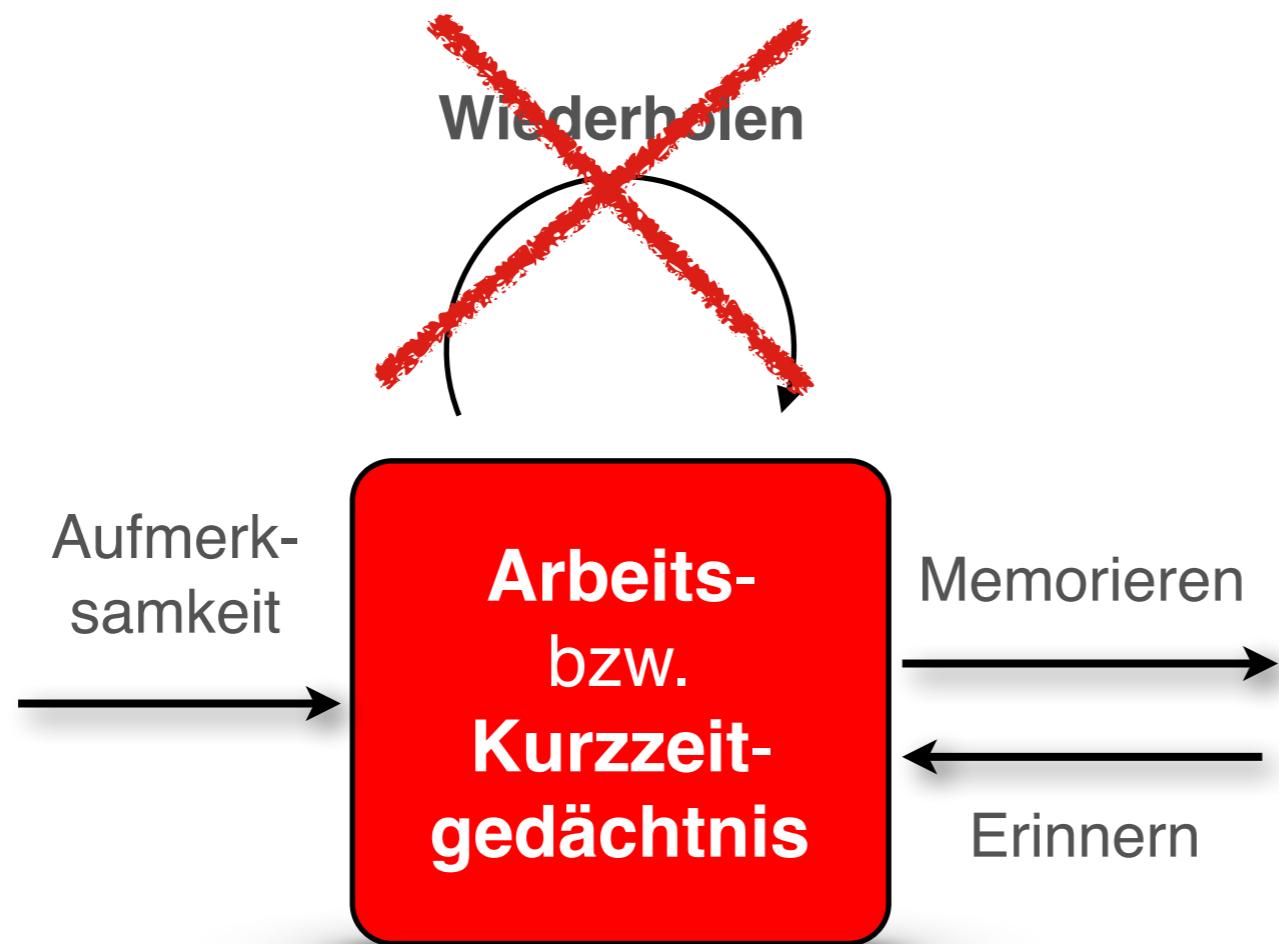


Gruppenarbeit



Nochmal: Aber gleichzeitig in 7er Schritten
von 1000 rückwärts zählen!

2671469



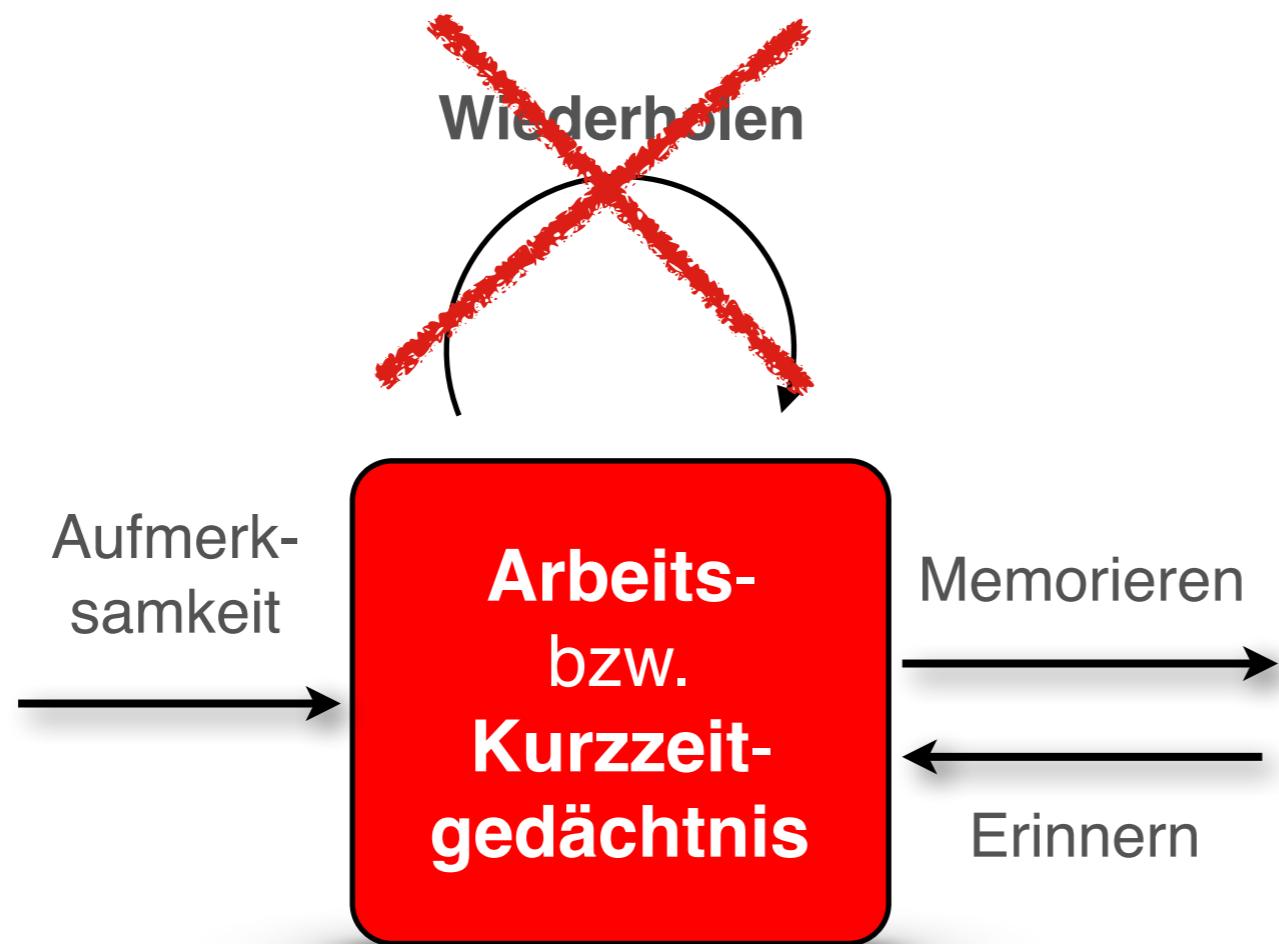
Wie lautet die Zahlenfolge?

A 2617469

B 2761649

C 2661749

D 2671469



Wie lautet die Zahlenfolge?

A 2617469

B 2761649

C 2661749

D 2671469

Gruppenarbeit

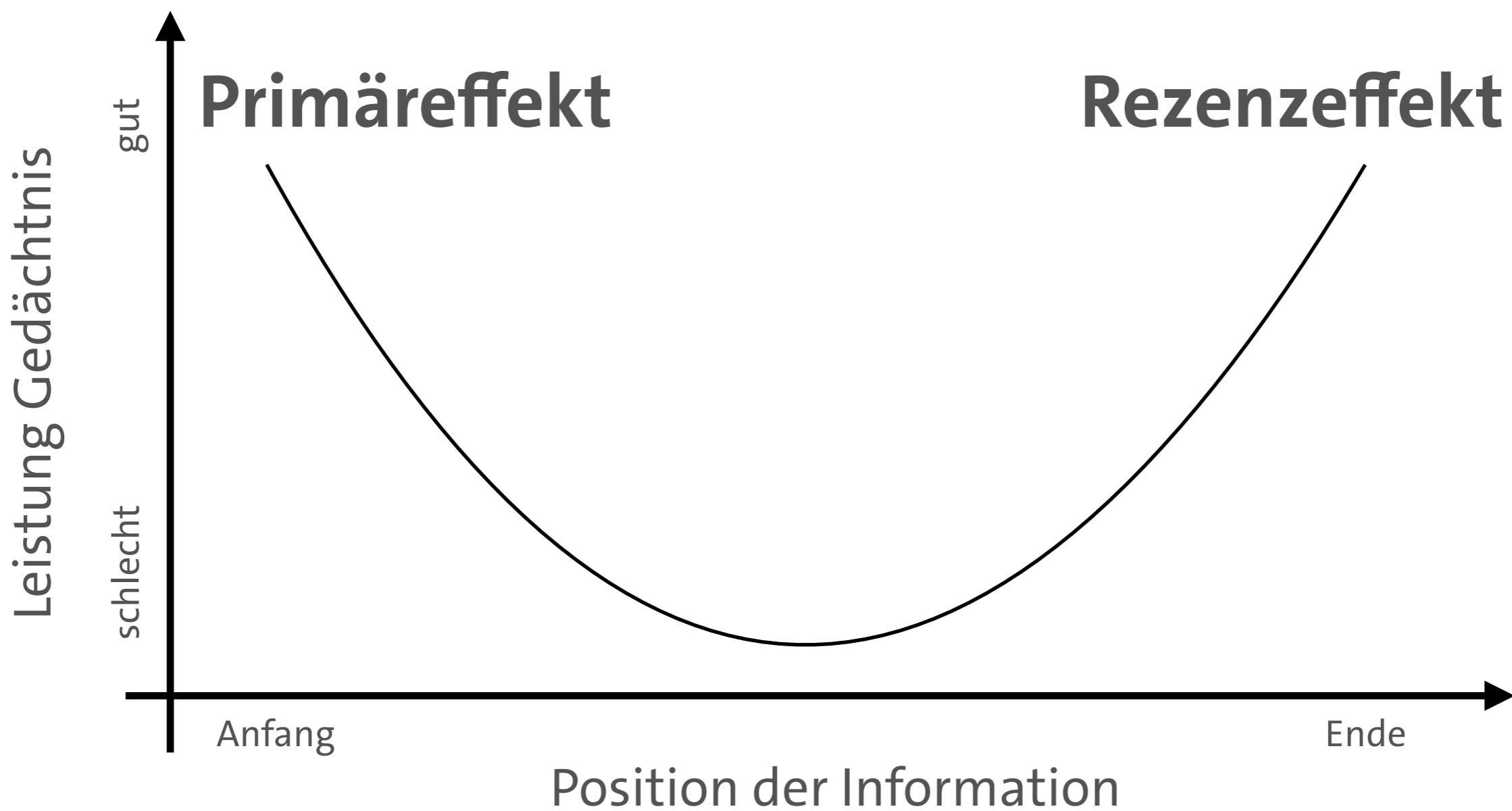


Wie lautete die erste Zahl? Wie die letzte?

Primär- & Rezenzeffekt

- **Primäreffekt** (engl. *Primacy Effect*) besagt, dass sich an früher eingehende Information besser erinnert wird als später eingehende Information
- **Rezenzeffekt** (engl. *Recency Effect*) besagt, dass später eingehende Informationen größeren Einfluss auf Erinnerungsleistung haben, als frühere Informationen

Primär- & Rezenzeffekt



H. Ebbinghaus: *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*, 1885.

Fokus: IxD

Beispiel: Geldautomat

- Abschluss einer Aufgabe führt zum Löschen des Arbeitsgedächtnis



→ Karte vor Geld zurückgeben

Langzeitgedächtnis

Long-Term Memory (LTM)

- Speicher zur langfristigen Ablage (Minuten bis mehrere Jahre) von Informationen
 - langsamer Zugriff: ca. 1/10 Sekunde
 - große Kapazität bei geringem Verlust
- Speicherung von Fakten, Daten, Töne, Bewegungen, Konzepten, Bilder, Gerüchen ...

Langzeitgedächtnis

Deklaratives Gedächtnis

- Deklaratives oder Explizites Gedächtnis:
 - Episodisches Gedächtnis, welches beinhaltet, was wir erlebt haben
 - Semantisches Gedächtnis, welches bspw. Fakten über die Welt enthält
- Deklaratives Gedächtnis ist wichtig für Schlussfolgerungen, Anwenden von Regeln ...

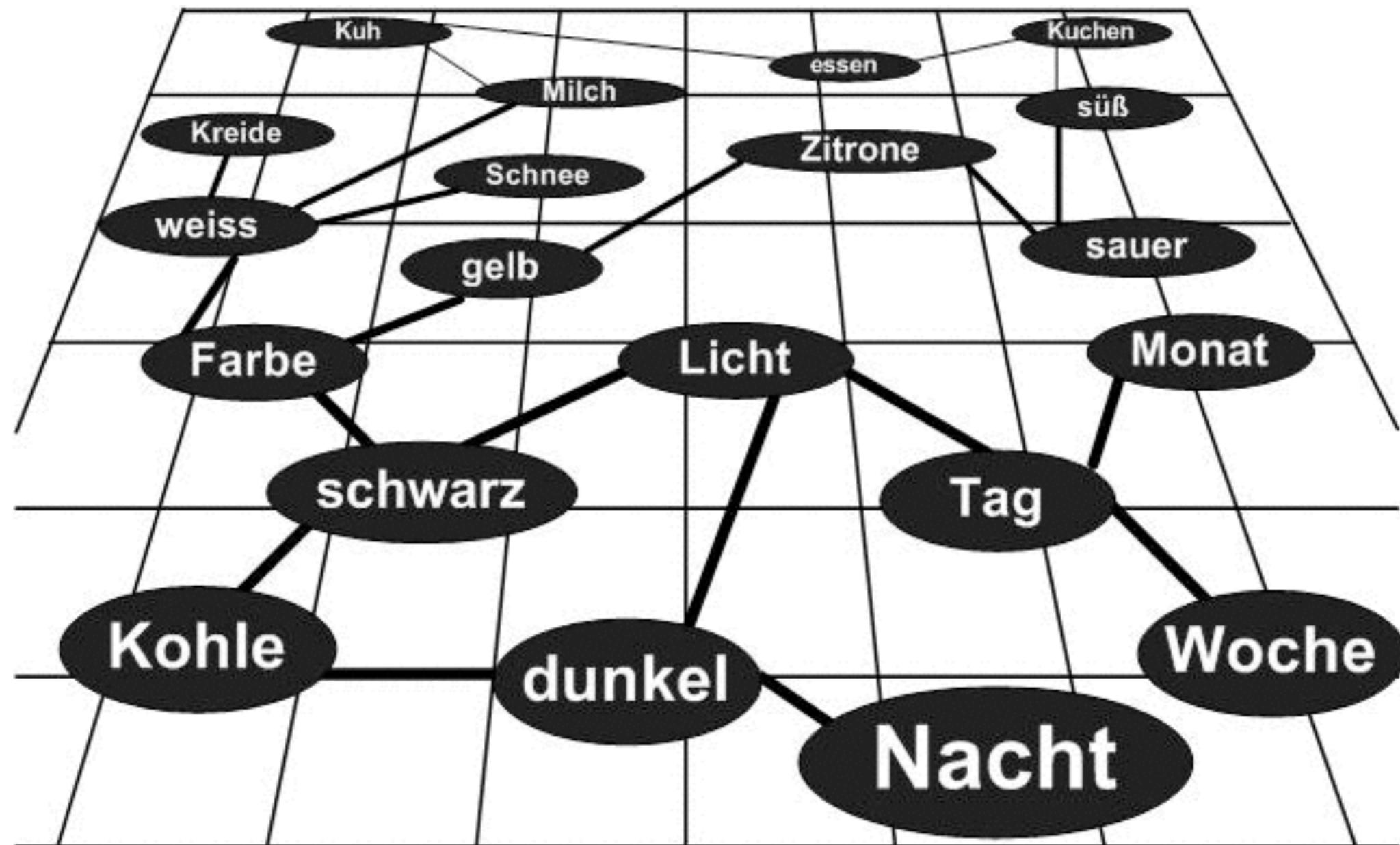
Langzeitgedächtnis

Semantisches Netz

- **Semantisches Netz** ist formales Modell von Begriffen und ihren Beziehungen (**Relationen**) zur Wissensrepräsentation
- **Assoziationen** erlauben es Begriffe auf der semantischen Ebene miteinander zu verbinden

Langzeitgedächtnis

Assoziativer Speicher



Langzeitgedächtnis

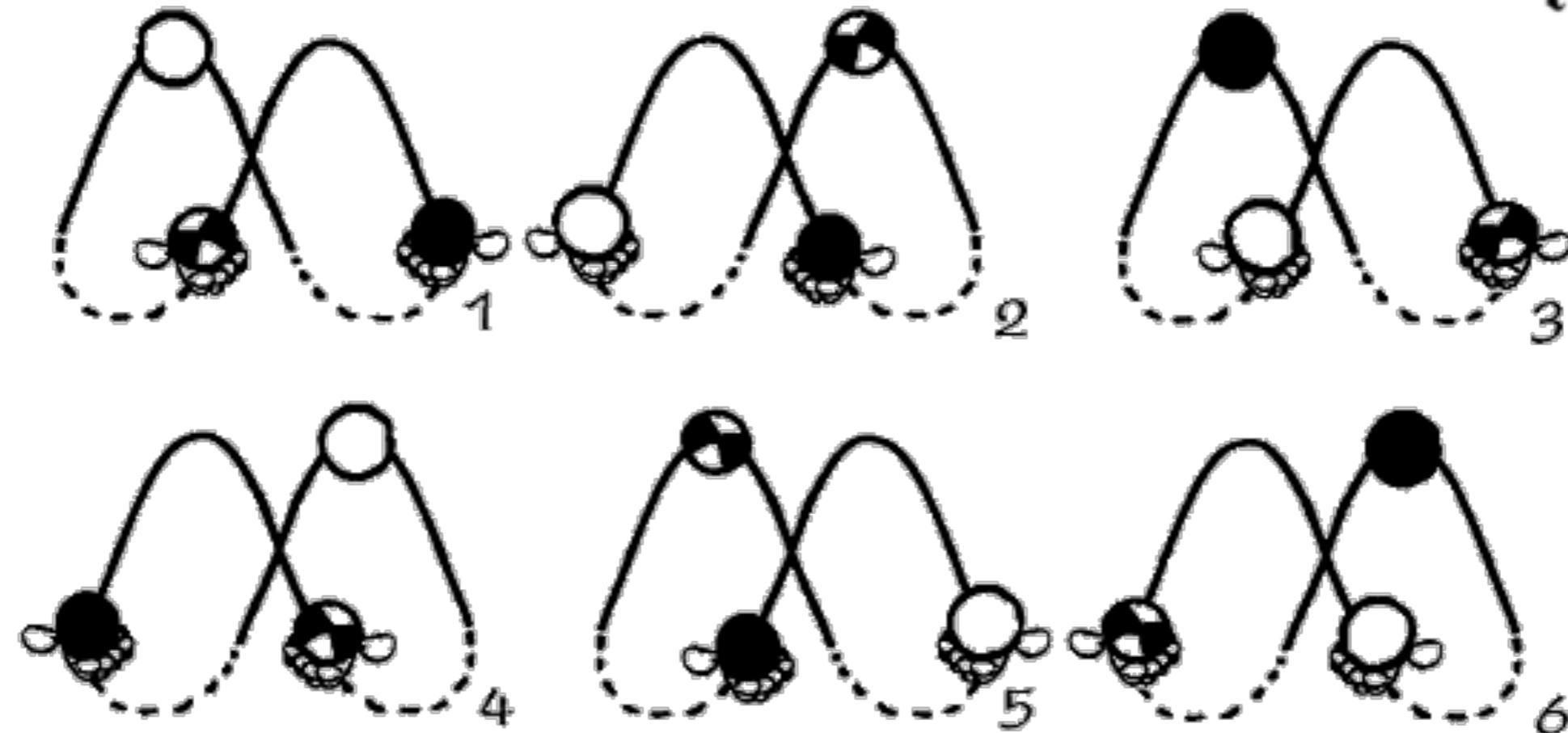
Nicht-Deklaratives Gedächtnis

- **Nicht-deklaratives oder implizites Gedächtnis** beinhaltet **prozedurales Wissen** über *kognitive* oder *motorische* Fertigkeiten
 - Fertigkeiten lassen sich durch Übung verbessern oder beschleunigen

Langzeitgedächtnis

Bsp.: Prozedurales Wissen

- Motorische Fertigkeiten



Langzeitgedächtnis

Bsp.: Prozedurales Wissen

- Kognitive Fertigkeiten

$$\begin{array}{r} 17784 : 76 = 234 \\ 152 \downarrow \\ \hline 258 \downarrow \\ 228 \downarrow \\ \hline 304 \\ 304 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$$

Langzeitgedächtnis

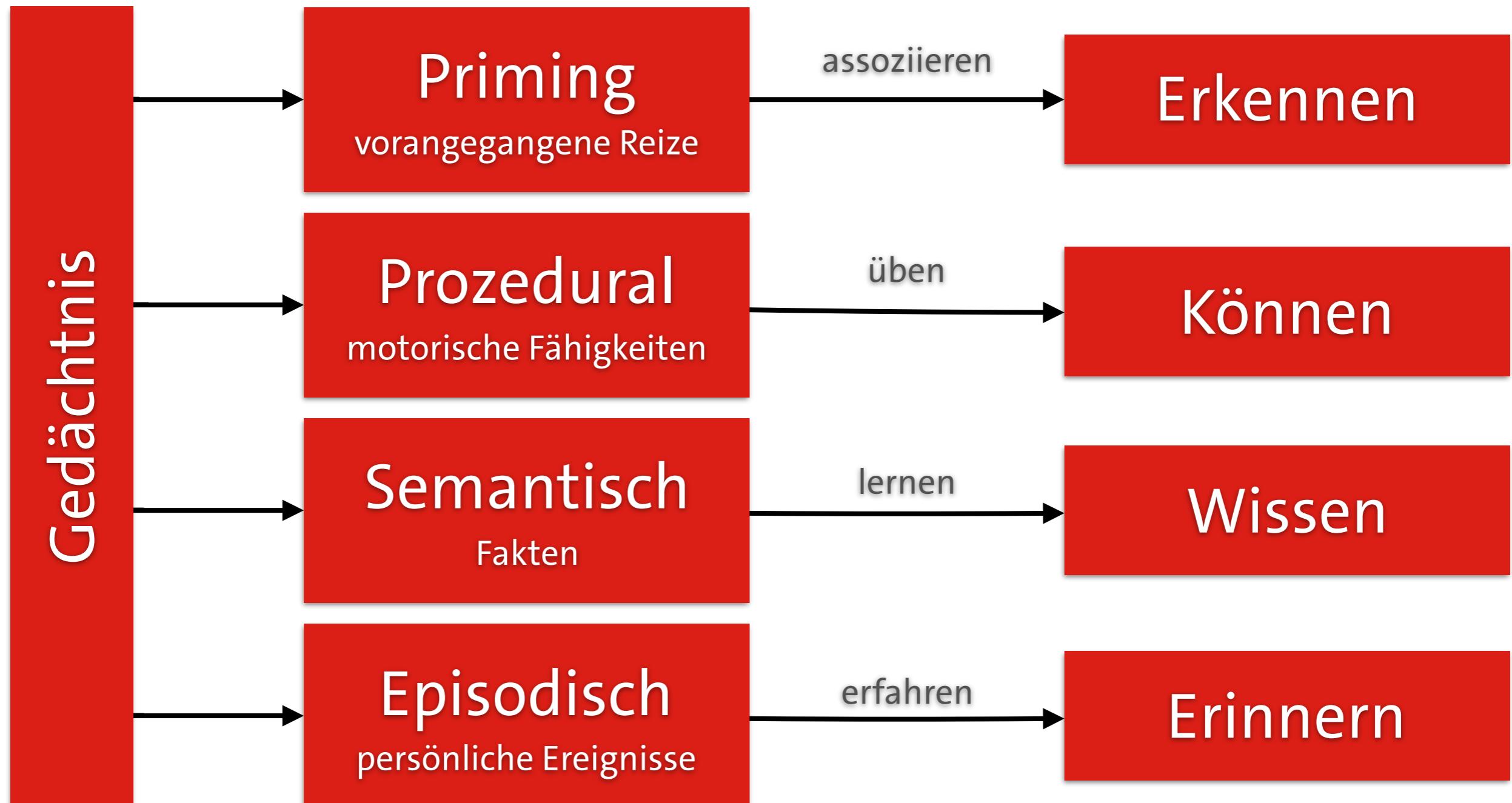
Bsp.: Priming

- Rat-Man: Ratte oder Mann ?



*B. Bugelski, D. Alampay: The role of frequency in developing perceptual sets,
Canadian Journal of Psychology (15), 1961*

Langzeitgedächtnis



Erinnern vs. Erkennen

- Wissen aus LTM wieder im STM verfügbar zu machen durch
 1. **Erinnern** (engl. *Recall*) an etwas bereits gelerntes ohne Angebot
 - **Freies Erinnern** (ohne Reihenfolge)
 - **Serielles Erinnern** (Listenlernen)
 2. **Wiedererkennen** (engl. *Recognition*) aus Menge angebotener Optionen

Erinnern vs. Erkennen

Beispiele

- „*Welche Fahrradmarke fährst Du?*“
 - Antwort muss produziert werden, d.h. **Freies Erinnern**
- „*Ist Dein Fahrrad von der Marke XYZ?*“
 - Antwort kann mit ja/nein entschieden werden, d.h. **Wiedererkennen**

Erinnern vs. Erkennen

Beispiele

- Wie sieht Logo von Twitter, Youtube, Facebook, LinkedIn aus?



Gruppenarbeit



Schreiben Sie abwechselnd oberhalb einer Line das Alphabet und unterhalb die Zahlen von 1 bis 26!

Fokus: IxD

Kontextwechsel

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

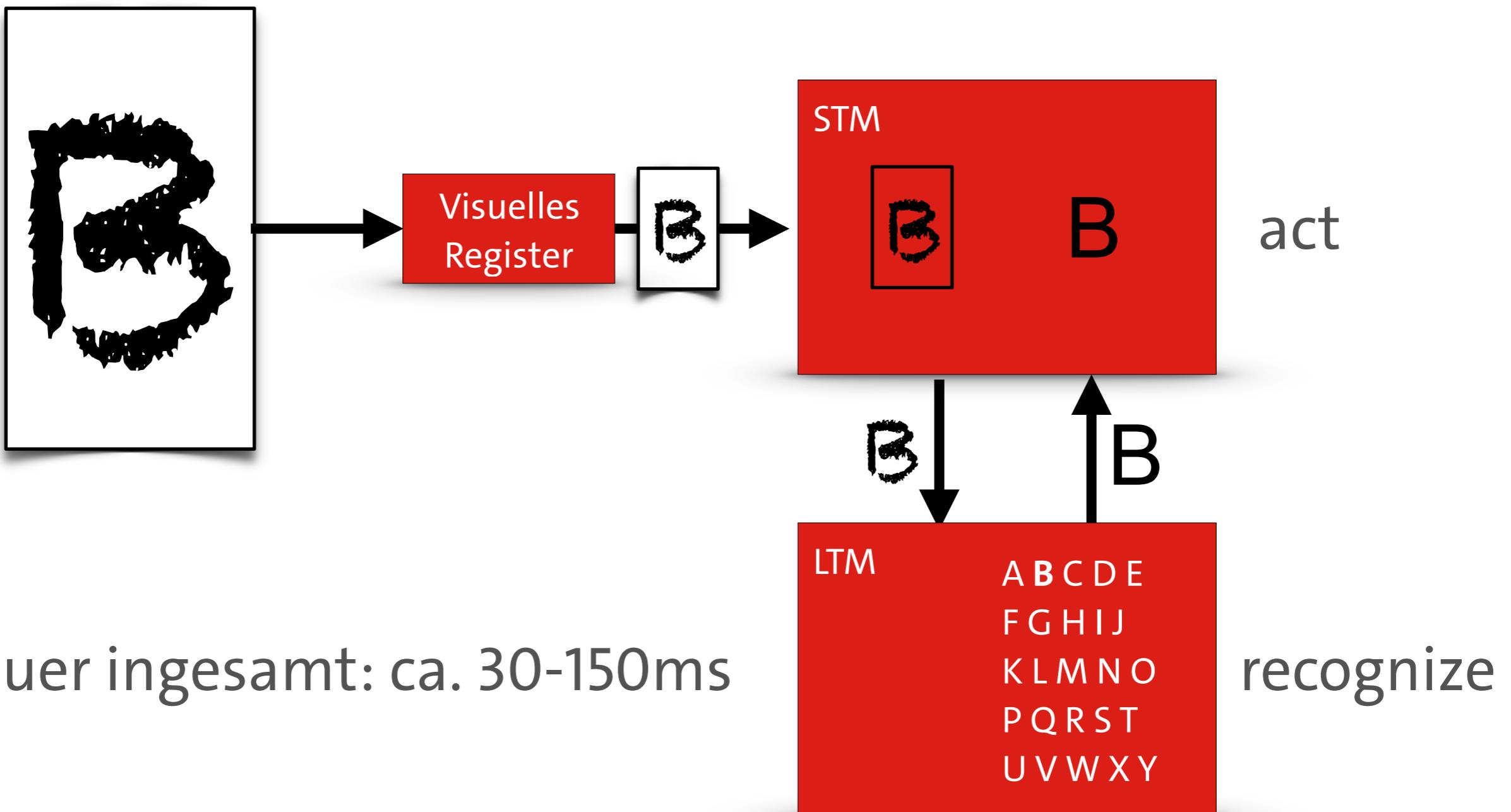
123456789101112131415161718192012223242526

Recognize-Act-Zyklus

- **Recognize-Act-Zyklus** ist elementare kognitiver Prozess bei dem Einheit im LTM aktiviert wird (engl. *recognize*) wodurch neue Einheit im STM verfügbar oder verändert wird (engl. *act*)

Recognize-Act-Zyklus

Beispiel



Fokus: IxD

Beispiel: Passwörter

Passwort: *****

- Diskrepanz zwischen Memorieren bzw. Erinnern und Sicherheit
- zufälliges Passwort vs. bedeutungsvolles Passwort
 - Trick: Bedeutungsvolle Regel zur Erstellung eines Passworts

Fokus: IxD

Beispiel: Passfaces



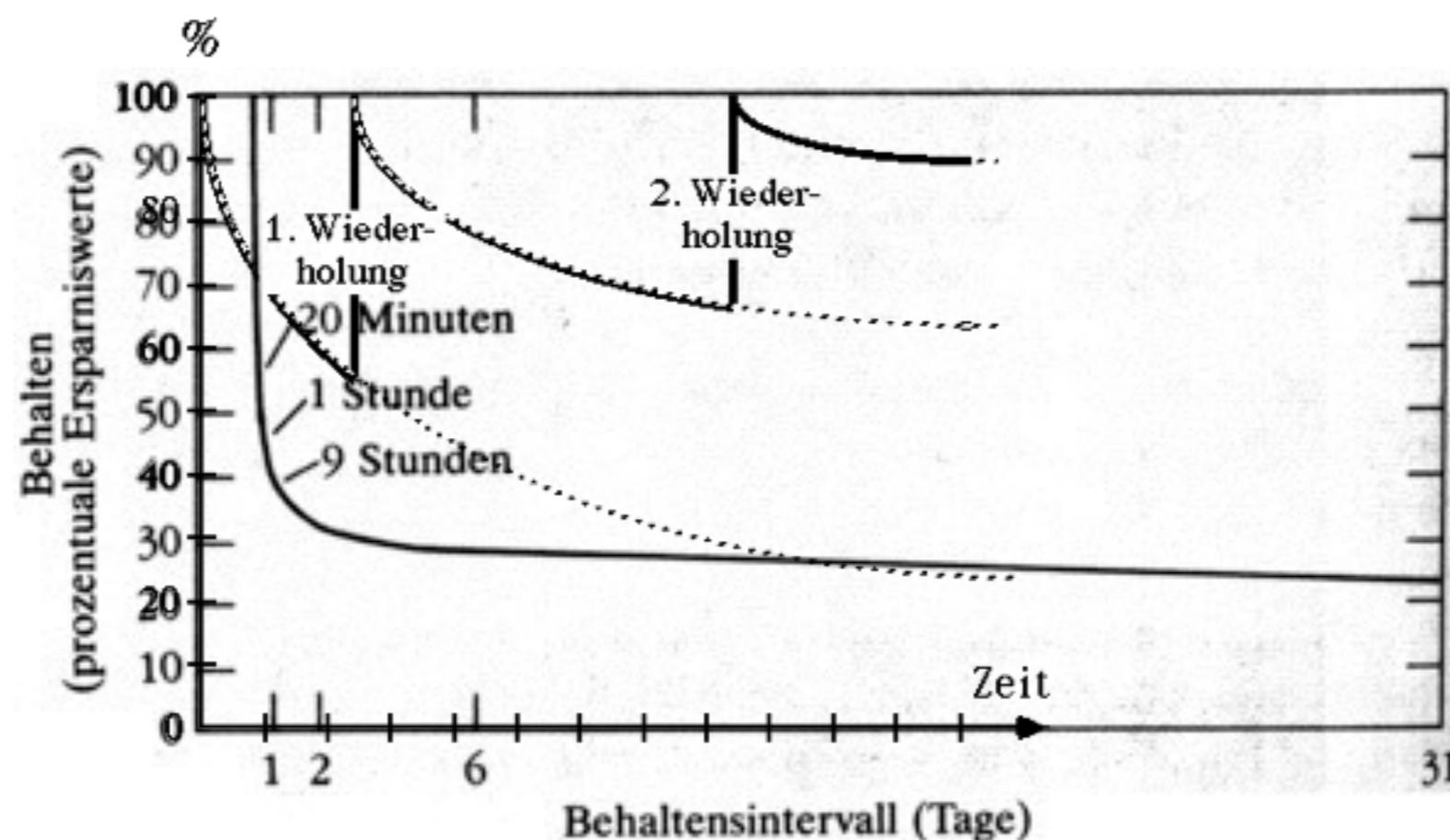
Spurenverfallstheorie

- Spurenverfallstheorie (engl. *Decay Theory*) besagt, dass Fähigkeit der Erinnerung und des Wiedererkennens mit zunehmender Zeit verblasst
- Zeit ist allerdings nicht alleine ausschlaggebend, sondern **Aktivierung**, d.h. wann und wie oft auf Wissen zugegriffen wird

Spurenverfallstheorie

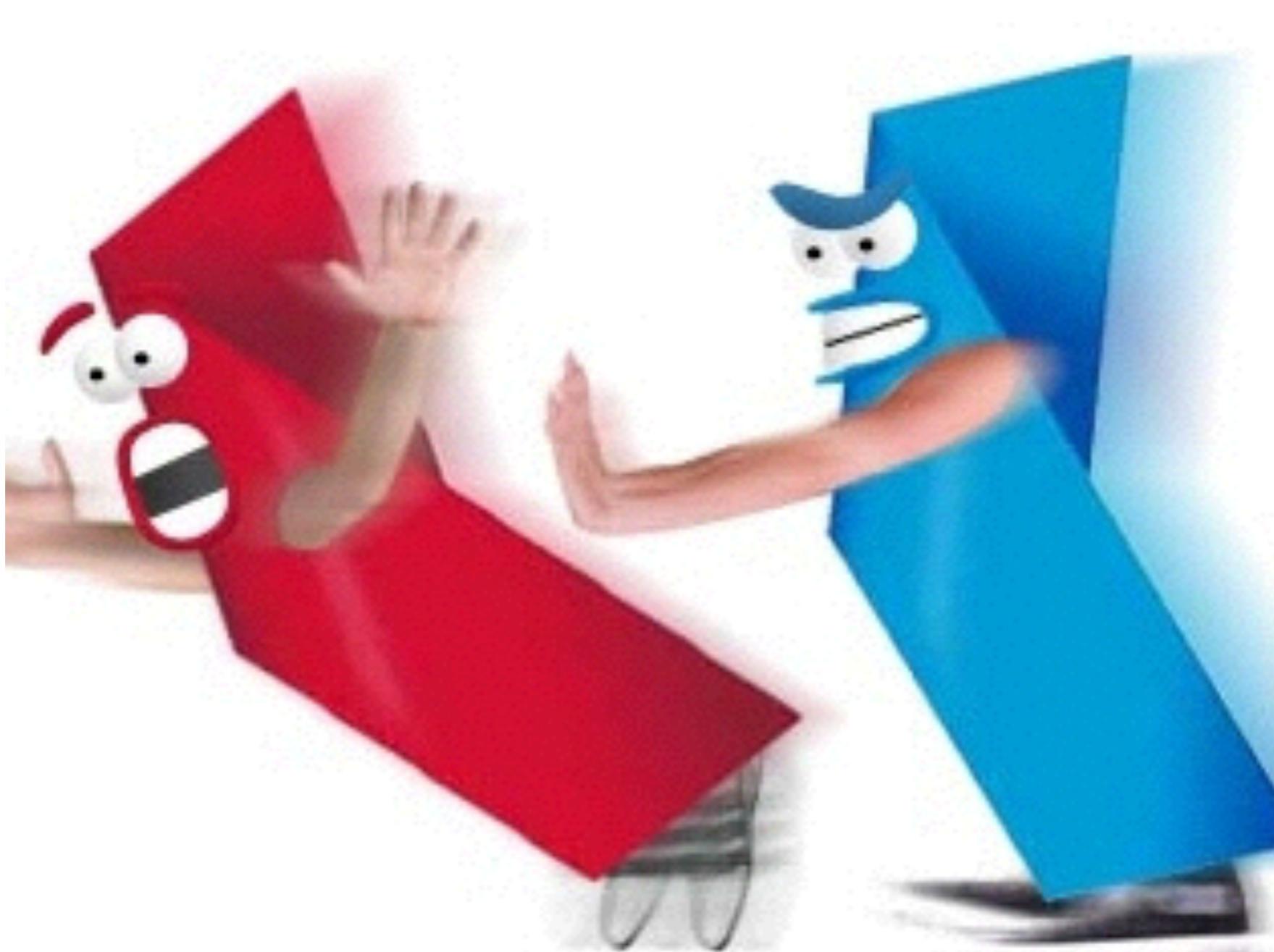
Vergessenskurve

- Menge speicherbarer Informationen hängt von Lernzeit ab, die am effizientesten ist, wenn über Zeit verteilt



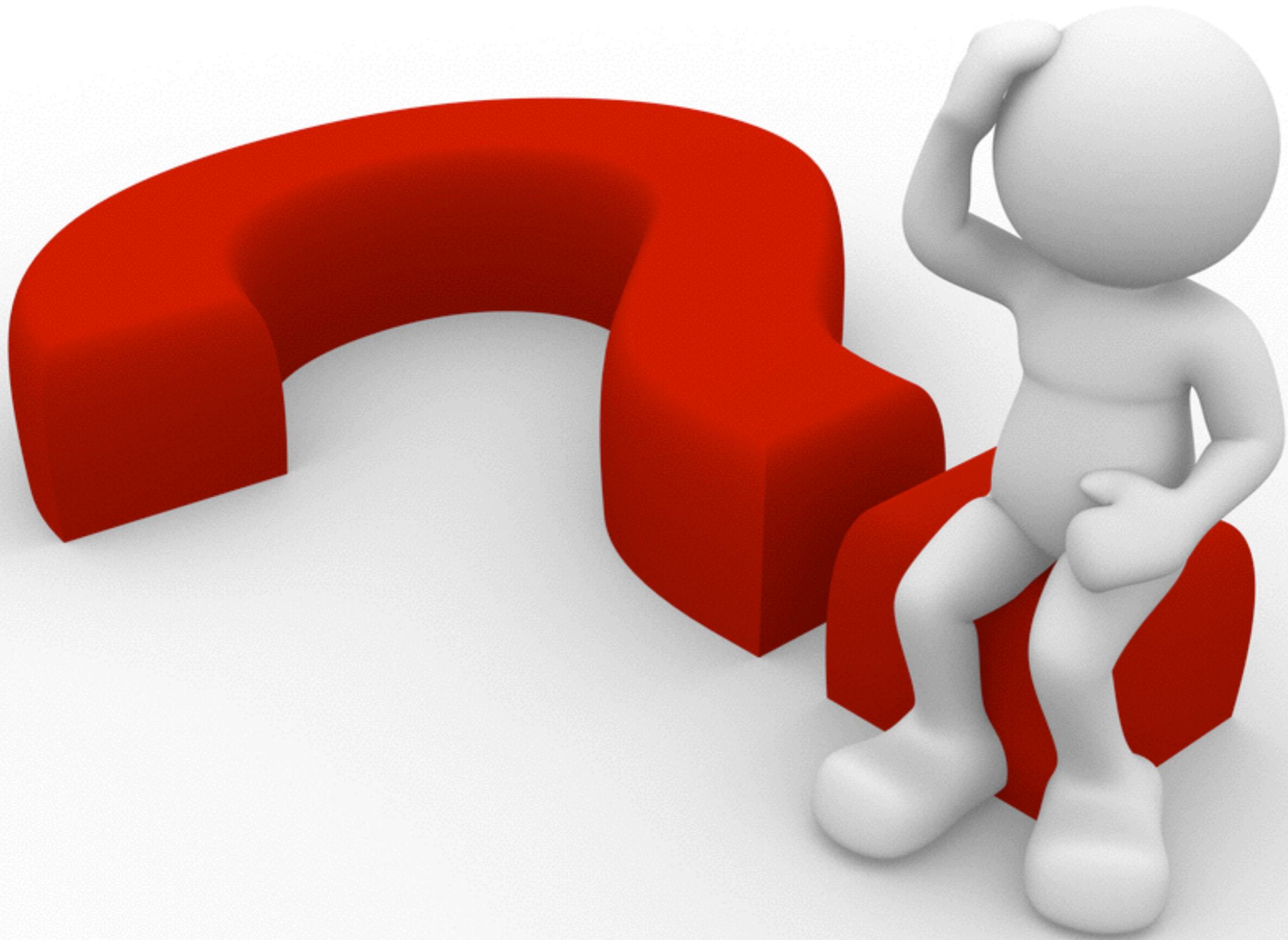
H. Ebbinghaus: Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie, 1885.

Interferenztheorie



Interferenztheorie

- **Proaktive Interferenz/Hemmung:**
 - früheres Wissen beeinträchtigt später hinzugefügtes Wissen, z.B. DM vs. EUR
- **Retroaktive Interferenz/Hemmung:**
 - neues Wissen überschreibt früheres Wissen, z.B. PIN oder Passwörter





Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Aufmerksamkeit und Belastung

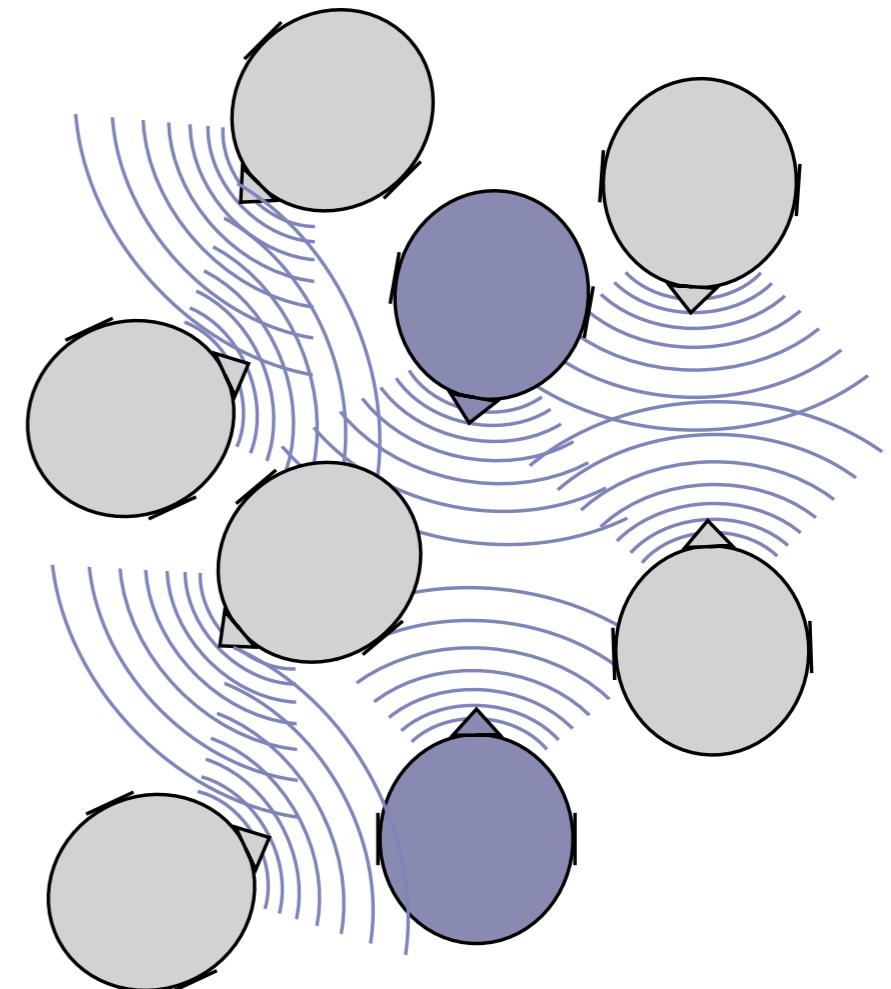
Aufmerksamkeit

- **Aufmerksamkeit** ist Zuweisung von Bewusstseinsressourcen auf Inhalte bzw. Aufgaben
- **Konzentration** ist Maß für Intensität und Dauer der Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit

Bsp: Bewusste Zuwendung

- **Cocktail-Party-Effekt**
beschreibt Fähigkeit
des Menschen
geregelte
Unterhaltung trotz
Stimmengewirr zu
führen



- Andere Stimmen werden um bis zu 15dB in Wahrnehmung (nicht physikalisch) gedämpft



Kognitive Belastung

- **Kognitive Ressourcen** sind beschränkt
- **Kognitive Belastung** wird spürbar, wenn
 - Aufgaben unter Zeitdruck zu lösen sind
 - mehrere Aufgaben gleichzeitig anstehen
 - Entscheidungen unter starker emotionaler Belastung getroffen werden
 - ...

Kognitive Belastung

Arten

- **Lernbezogene Belastung**, z.B. Lernen der Bedienung einer Software
- **Intrinsische Belastung** ist mit Aufgabe verbunden, z.B. Formulieren eines Textes
- **Extrinsische Belastung** wird durch Medium verursacht, z.B. schlecht gestaltete Schnittstelle

Kognitive Belastung

Arten

Extrinsische Belastung

- durch Form der Darbietung bzw. Vermittlung

Intrinsische Belastung

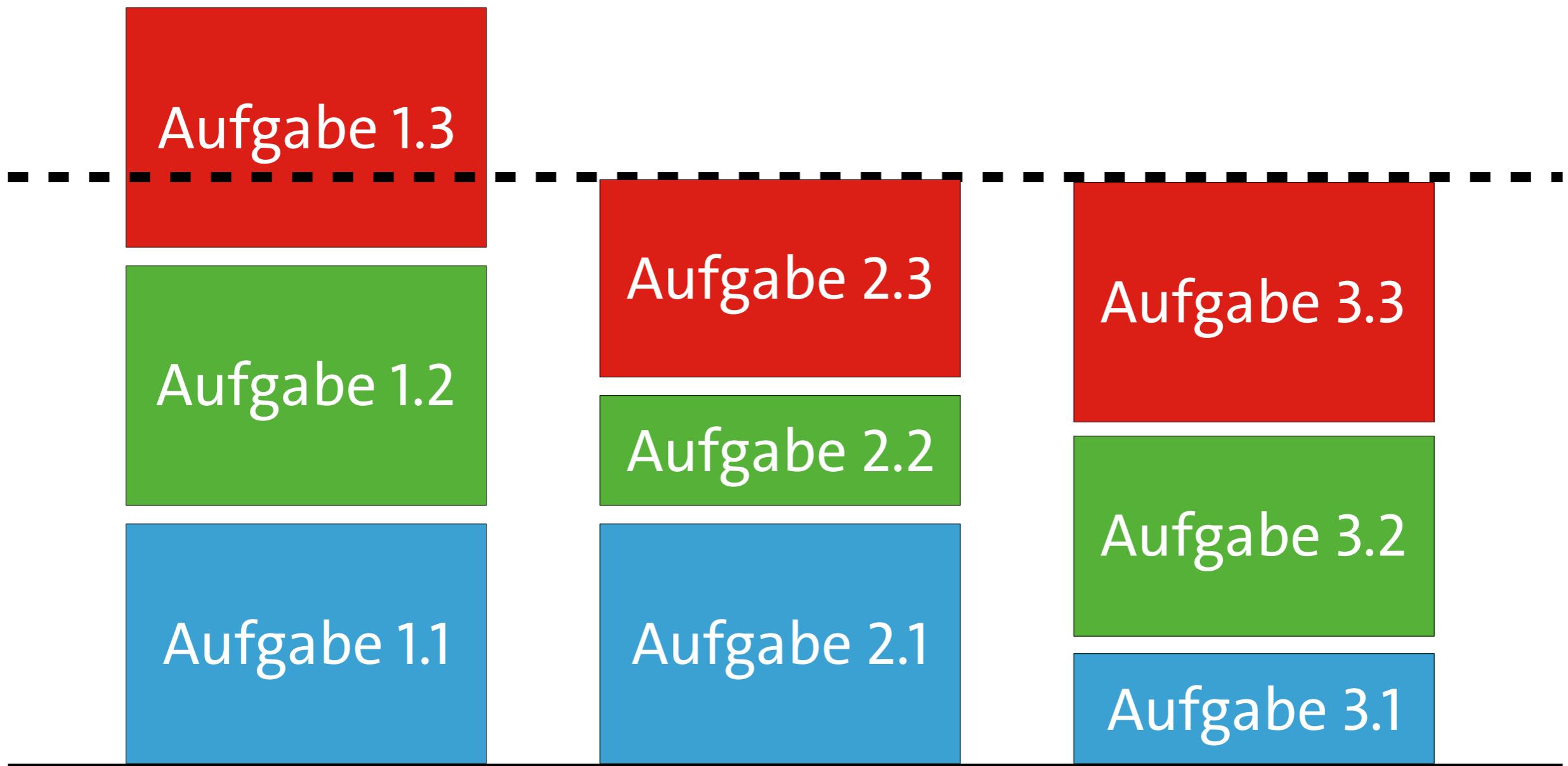
- durch Aufgabe selbst

Lernbezogene Belastung

- durch Lernen & Automatisieren

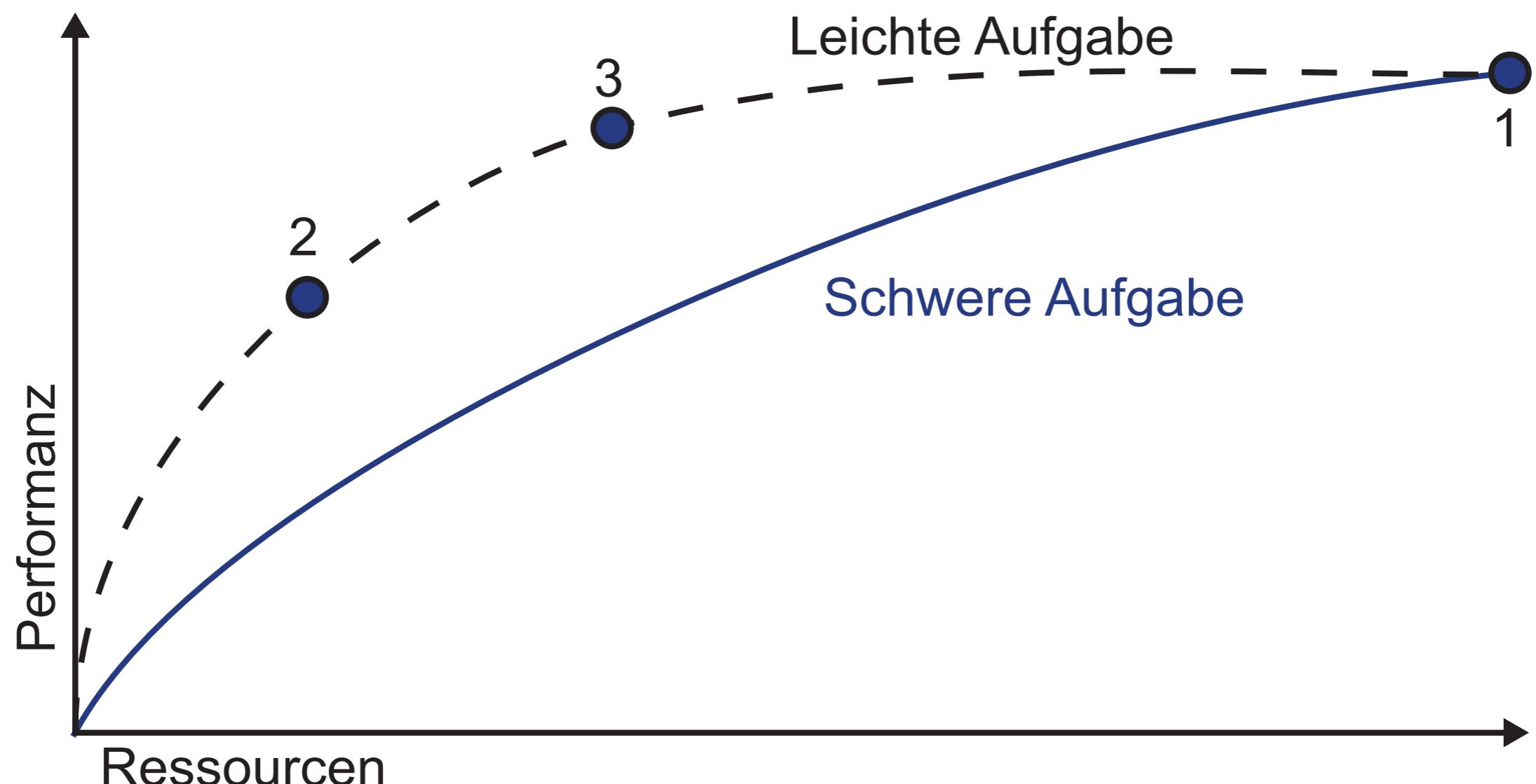
Kognitive Belastung

Mehrfachaufgaben



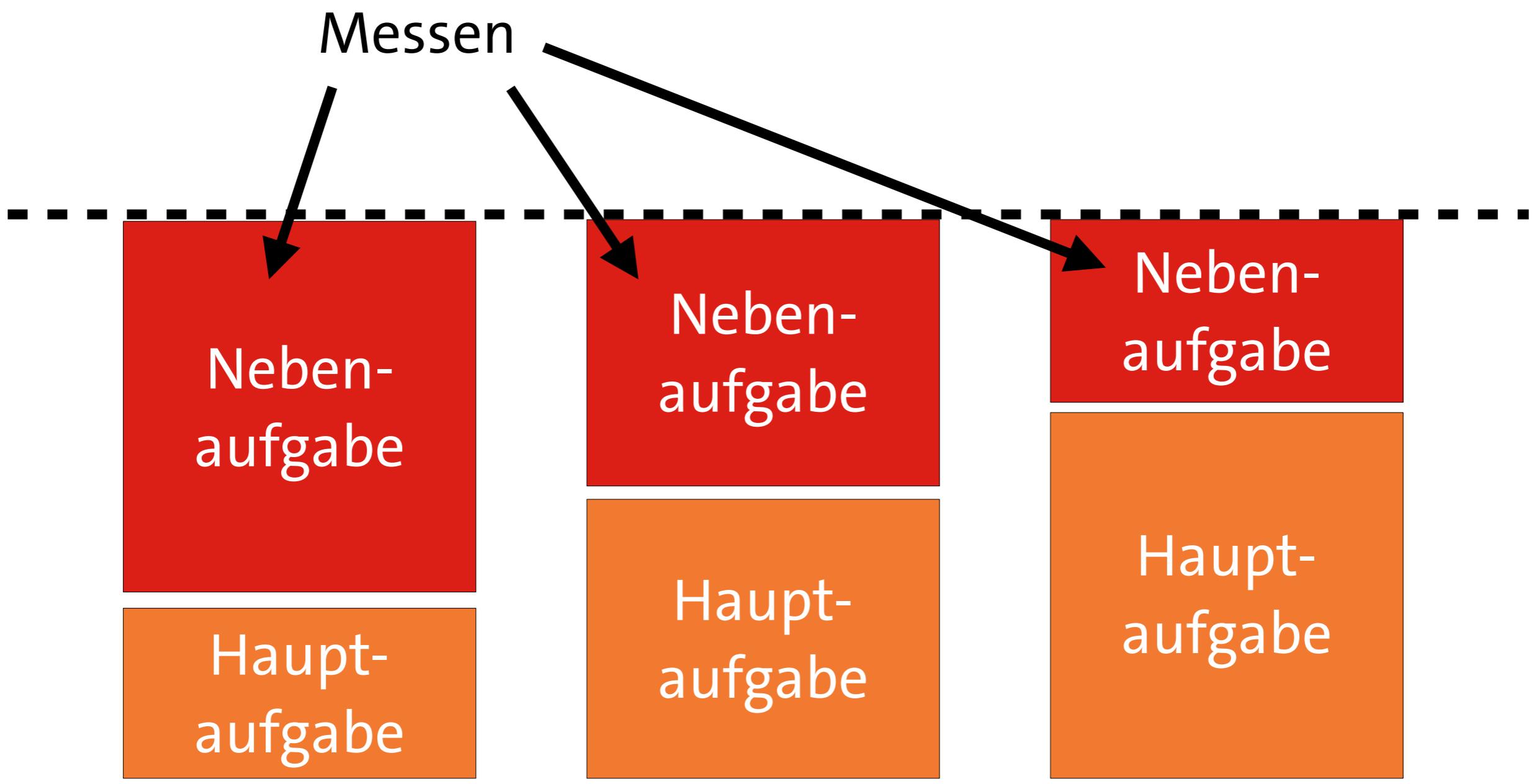
Kognitive Belastung

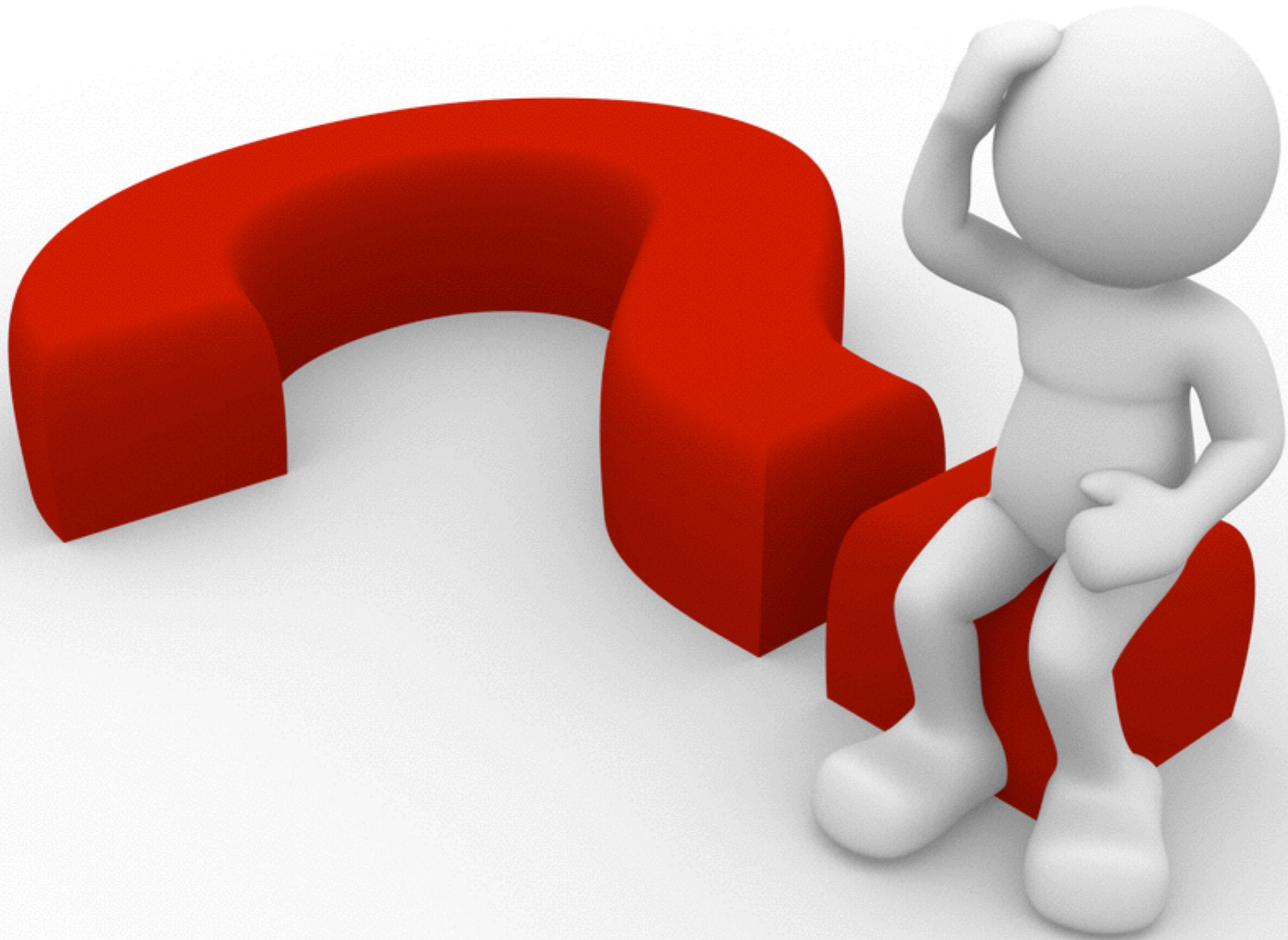
Performance-Resource Funktion



Kognitive Belastung

Messung







Interaktionsdesign

Menschliche Kognition

Entscheidungen treffen

Gruppenarbeit



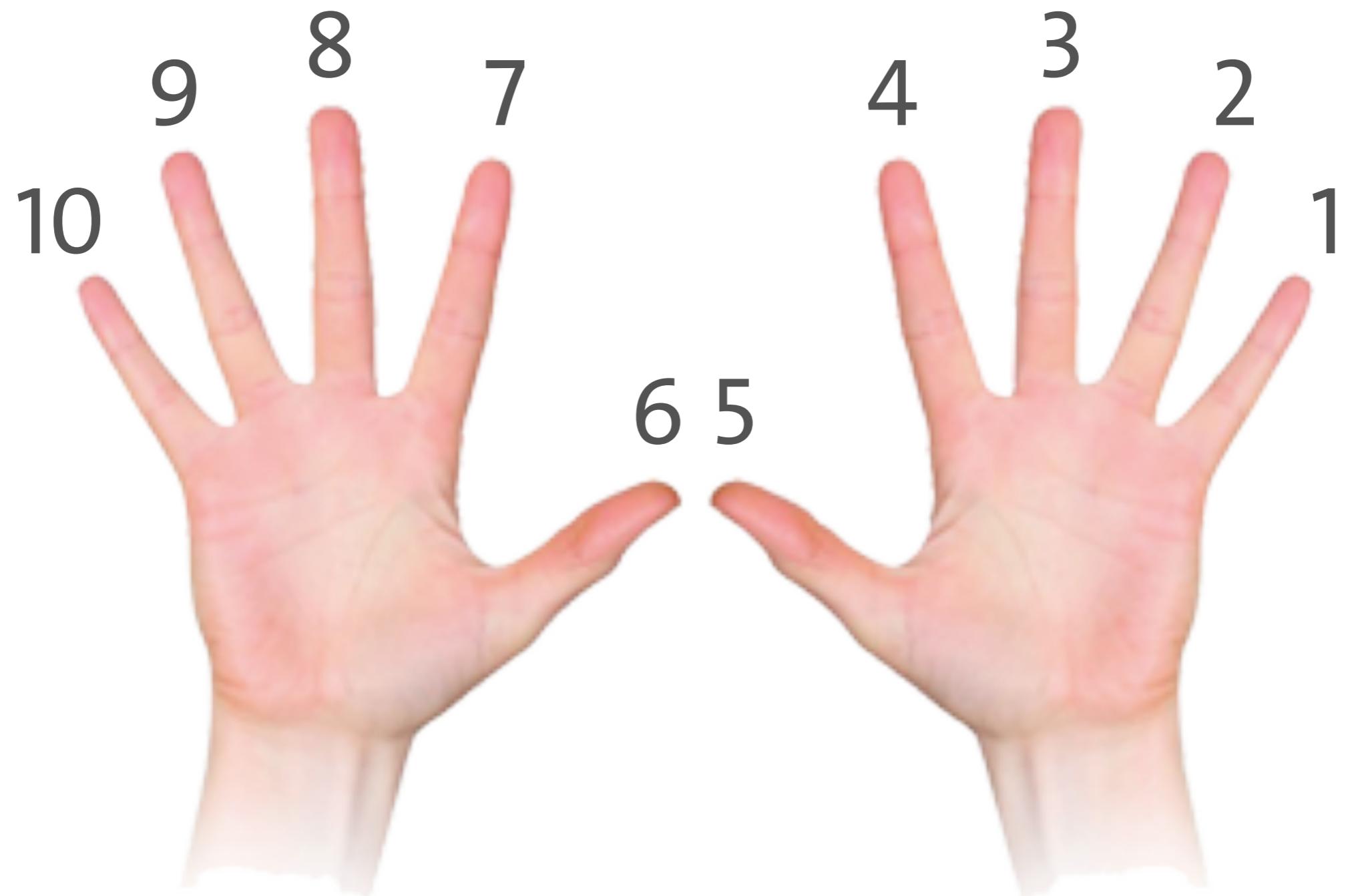
Klopfen Sie bei ungerade Zahl linke und bei gerader Zahl die rechte Hand auf den Tisch!

Φ

Gruppenarbeit



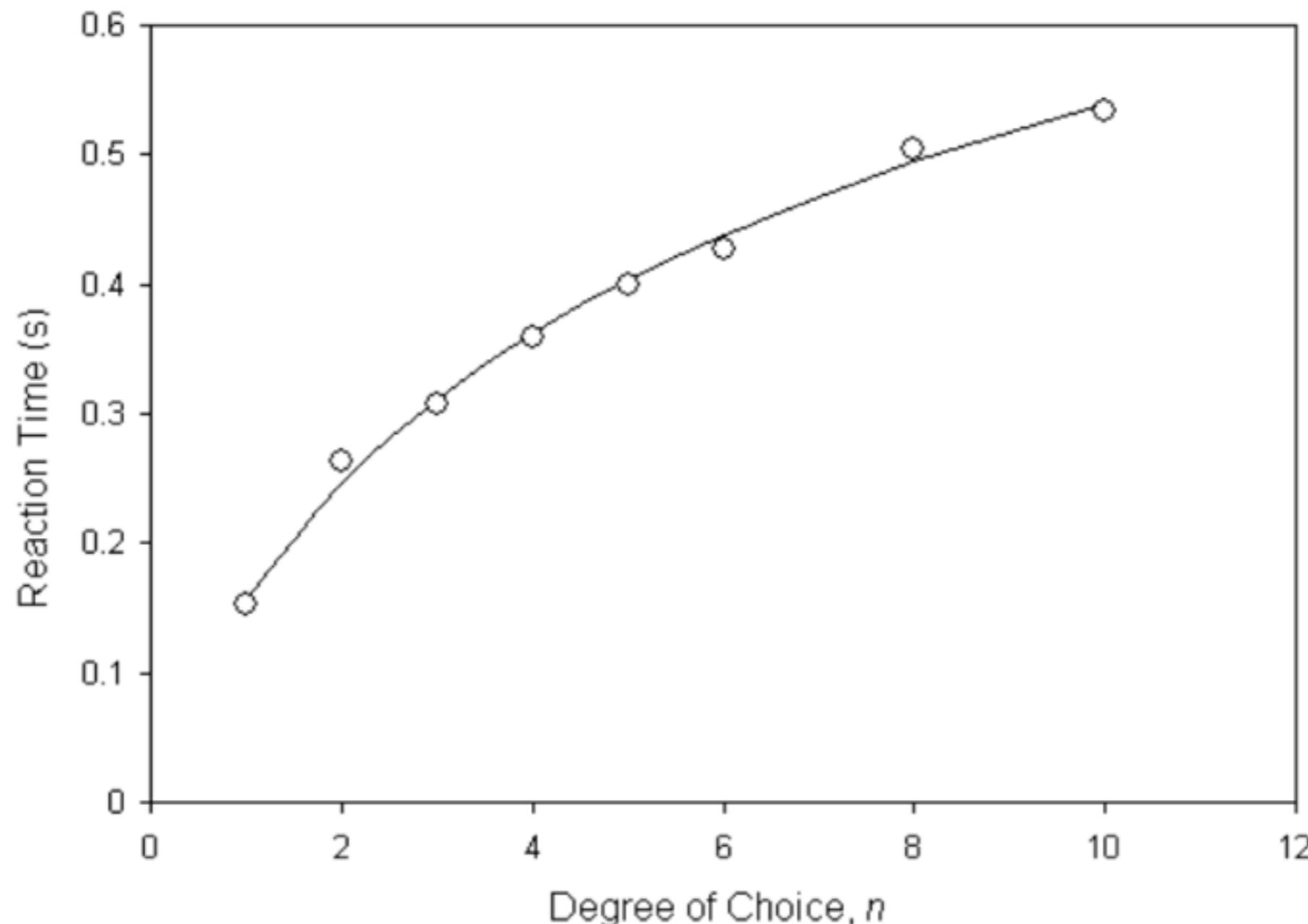
Tippen Sie mit dem jeweiligen Finger auf den Tisch!



Б

Ergebnisse

Beispiel: Hick



Gesetz von Hick

- **Gesetz von Hick** aka. **Gesetz von Hick-Hymann** sagt Zeit T (in Sekunden) voraus, die Person benötigt, um Entscheidung aus Menge mit Anzahl n zu treffen

$$T = b \cdot \log_2 (n + 1)$$

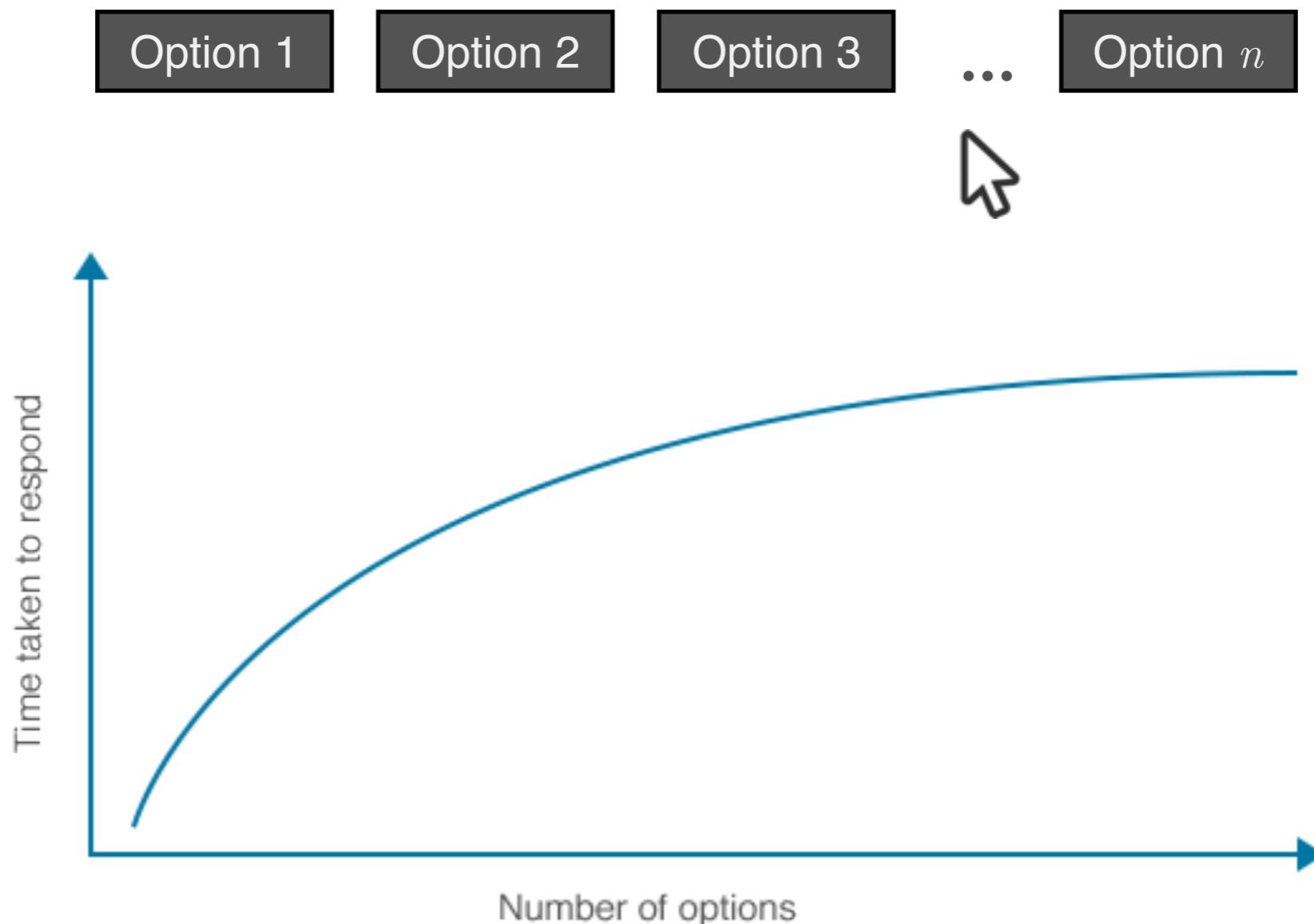
- b wird empirisch bestimmt

[1] W.E. Hick: *On the rate of gain of information*. Quarterly Journal of Experimental Psychology 4(1):11–26, 1952

[2] R. Hyman: *Stimulus information as a determinant of reaction time*" by, Journal of Experimental Psychology 45, 1953

Gesetz von Hick

Beispiel



[1] W.E. Hick: *On the rate of gain of information*. Quarterly Journal of Experimental Psychology 4(1): 11–26, 1952

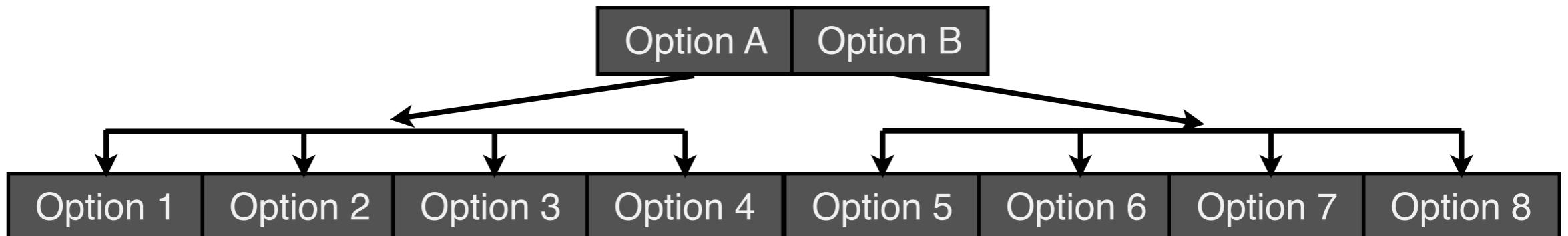
[2] R. Hyman: "Stimulus information as a determinant of reaction time" by, Journal of Experimental Psychology 45, 1953

Fokus: IxD

Beispiel: Menu-Auswahl



VS.



Fokus: IxD

Beispiel: Menu-Auswahl

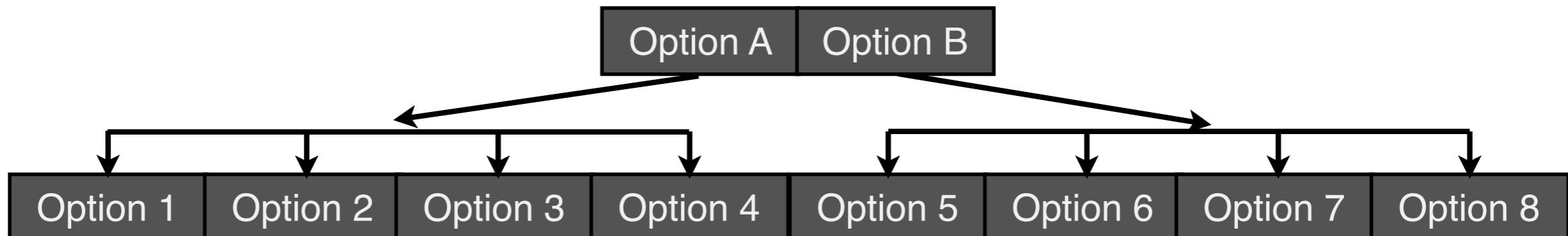
- Für 8 Alternativen ergibt sich:

$$T = b \cdot \log_2(8 + 1) = b \cdot 3.17$$



- Für 1×2 und 1×4 Alternativen ergibt sich:

$$T = b \cdot \log_2(2 + 1) + b \cdot \log_2(4 + 1) = b \cdot 3.91$$



Fokus: IxD

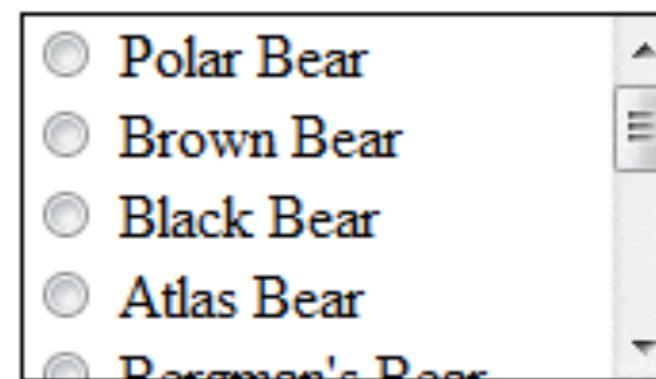
Gesetz von Hick

- Auswahl aus komplexen Alternativen kostet mehr Zeit als bei wenigen Alternativen
- Auswahl aus größerer Anzahl an Optionen zu wählen geht schneller als verschachtelte Auswahloptionen
 - Grenzen werden allerdings durch STM und Bildschirmgröße gebildet

Gesetz von Hick

Beispiel: Menu-Auswahl

- Polar Bear
- Brown Bear
- Black Bear
- Atlas Bear
- Bergman's Bear
- Blue Bear
- Gobi Bear
- Kodiak Bear
- Spectacled Bear
- Sun Bear
- Grizzly Bear



- Polar Bear
- Brown Bear
- Black Bear
- Other

langsam



schnell



schneller

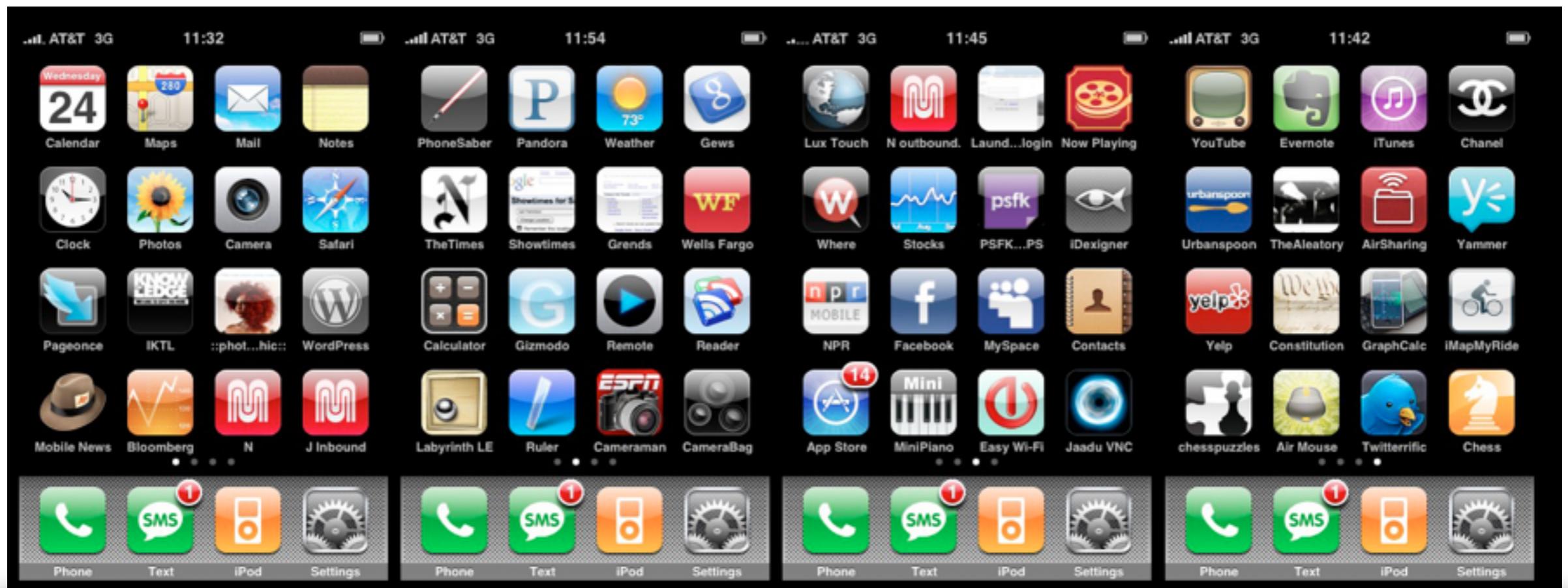
Gesetz von Hick

Beispiel: Menu-Auswahl



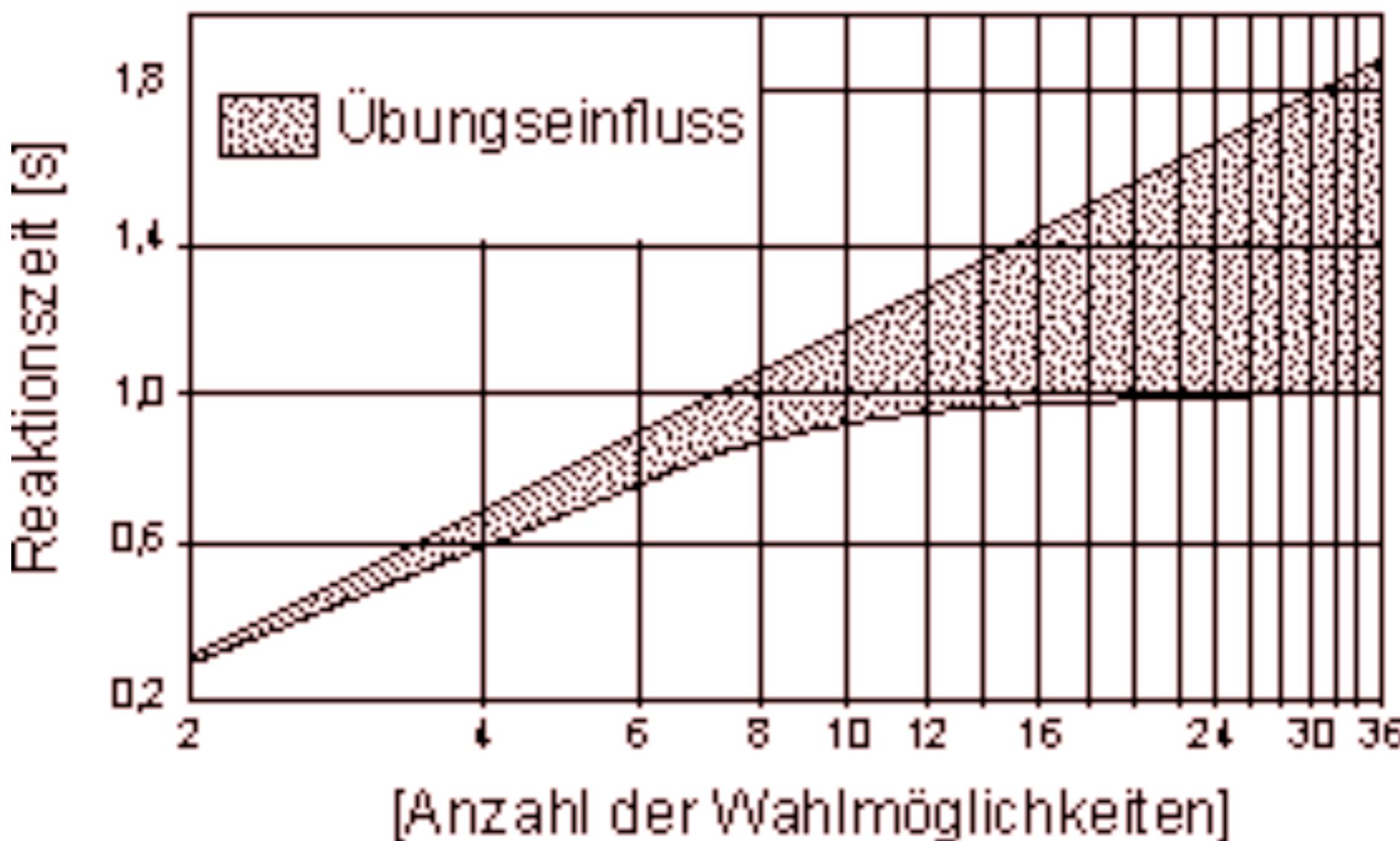
Gesetz von Hick

Beispiel: Menu-Auswahl

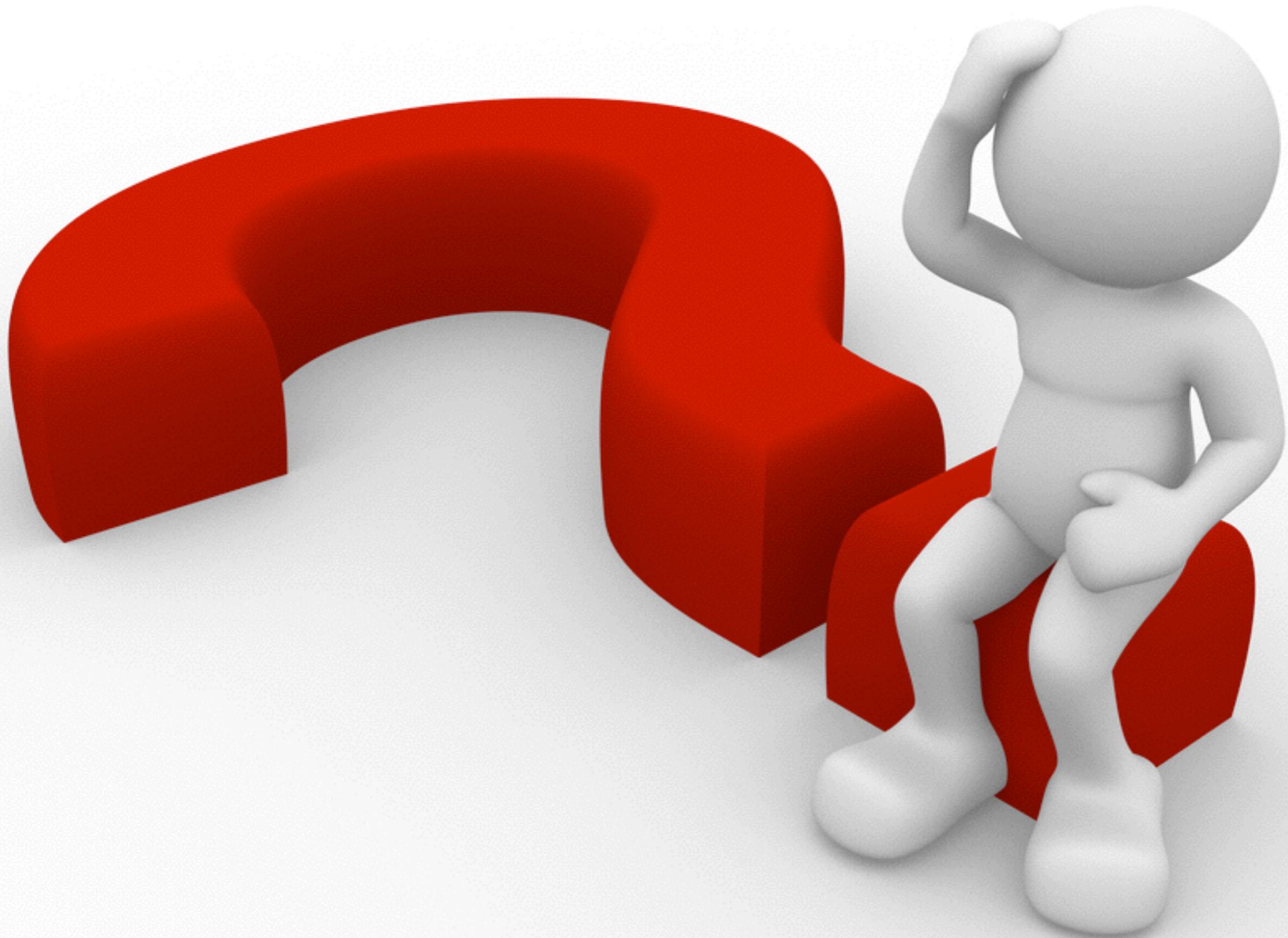


Gesetz von Hick

Übungseinfluss



W.E. Hick.: *On the rate of gain of information.*
Quarterly Journal of Experimental Psychology 4(1): 11–26, 1952





Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Kommunikation & Handeln

IKON 1

- Kommunikation: Sprachsystem
- Handeln: Handlungsregulation auf mehreren Ebenen

MCI-Modelle

- Primär genutzte Modalitäten/Kanäle sind z.B. sehen, hören, sprechen hantieren (tippen, zeigen), sprechen ...
- Zwei Paradigmen:
 - **Mensch-Computer-Kommunikation**
 - ▶ Computer als Kommunikationspartner
 - **Mensch-Computer-Interaktion**
 - ▶ Computer als Handlungsraum

Kommunikationssicht

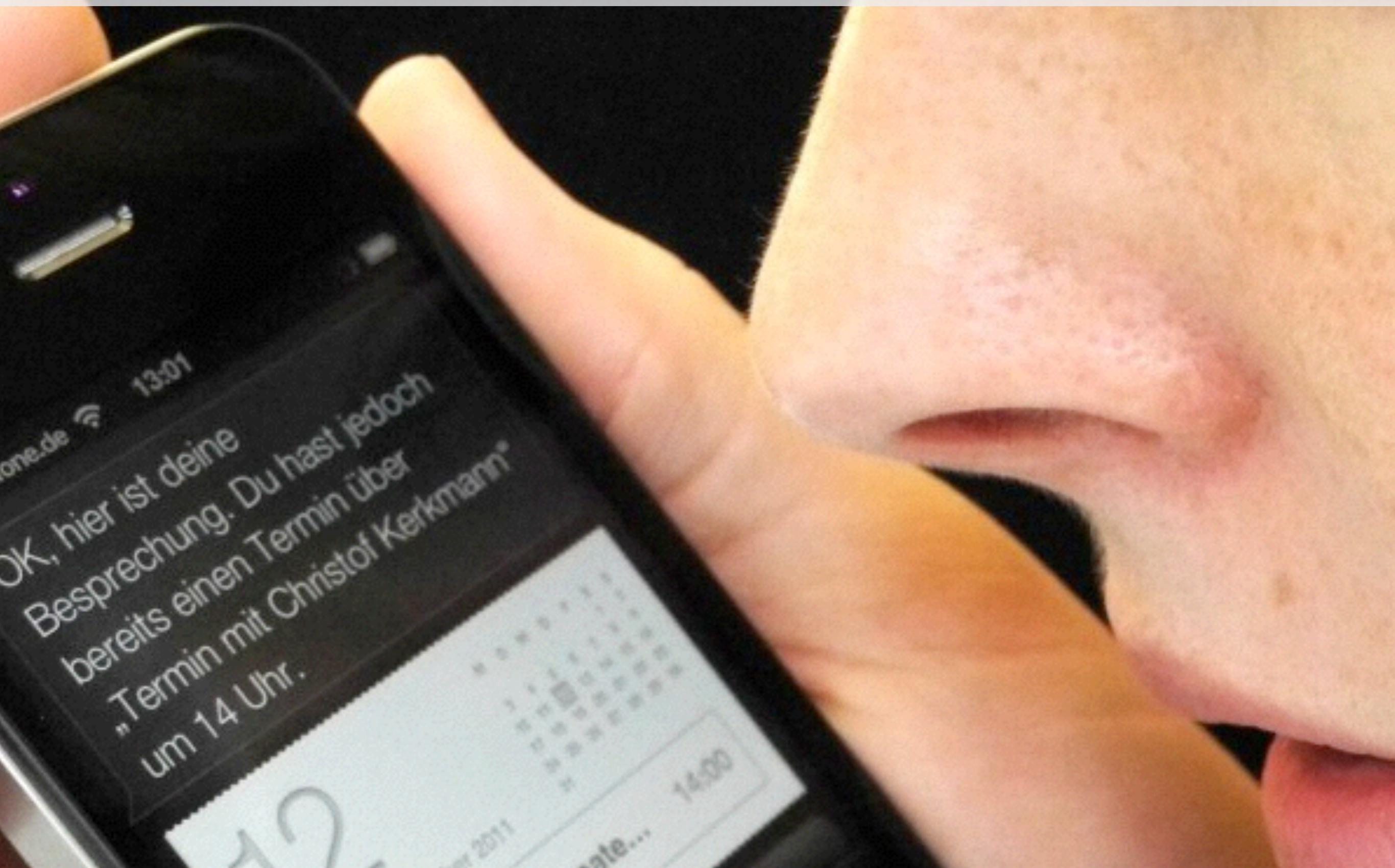
- Sobald jemand oder etwas Menschen sprachlich gegenübertritt, wird er als **Kommunikationspartner** wahrgenommen

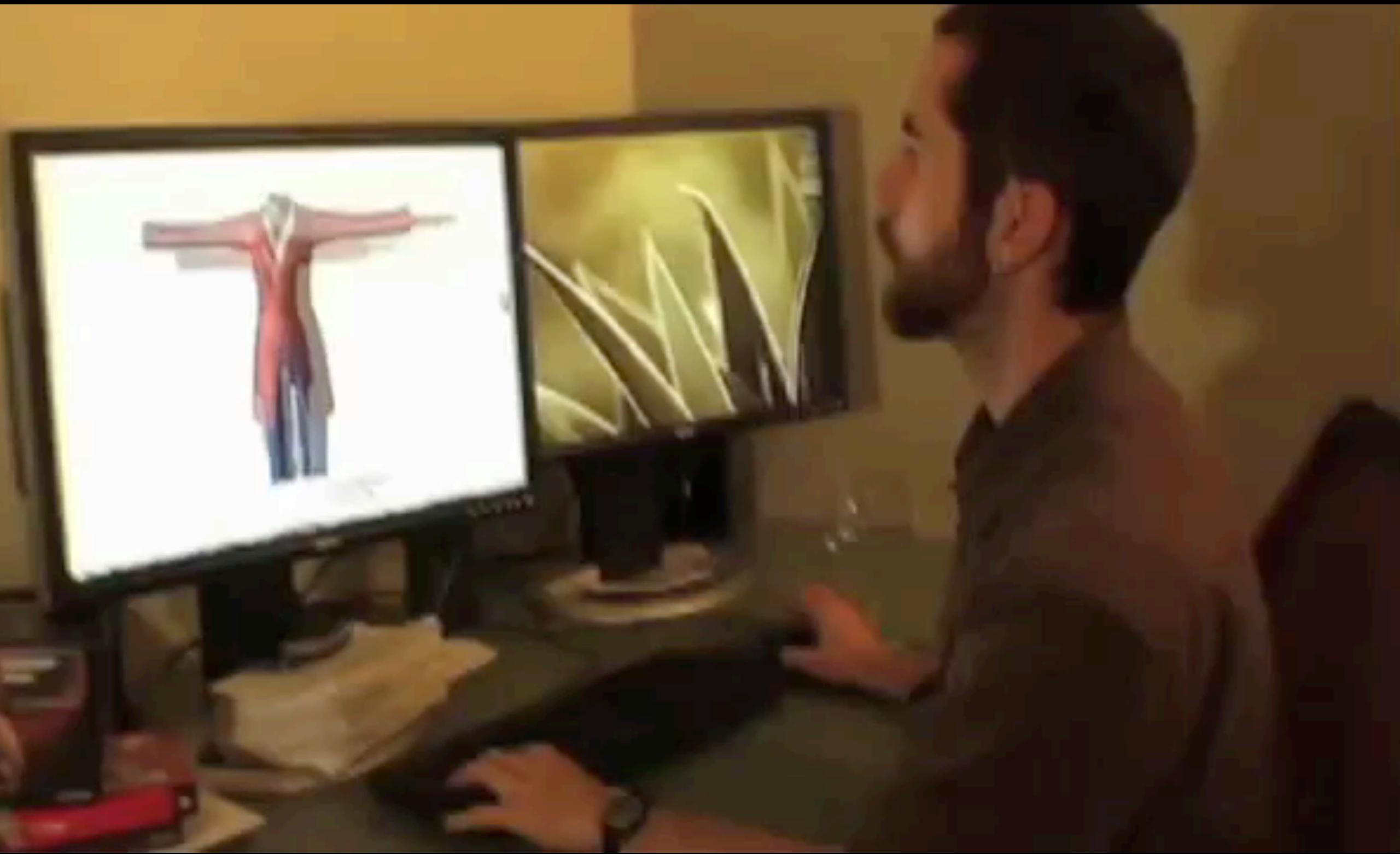
→ **Konversationsmodell**

```
Eliza
Original by Creative Computing
BB remake by WolRon

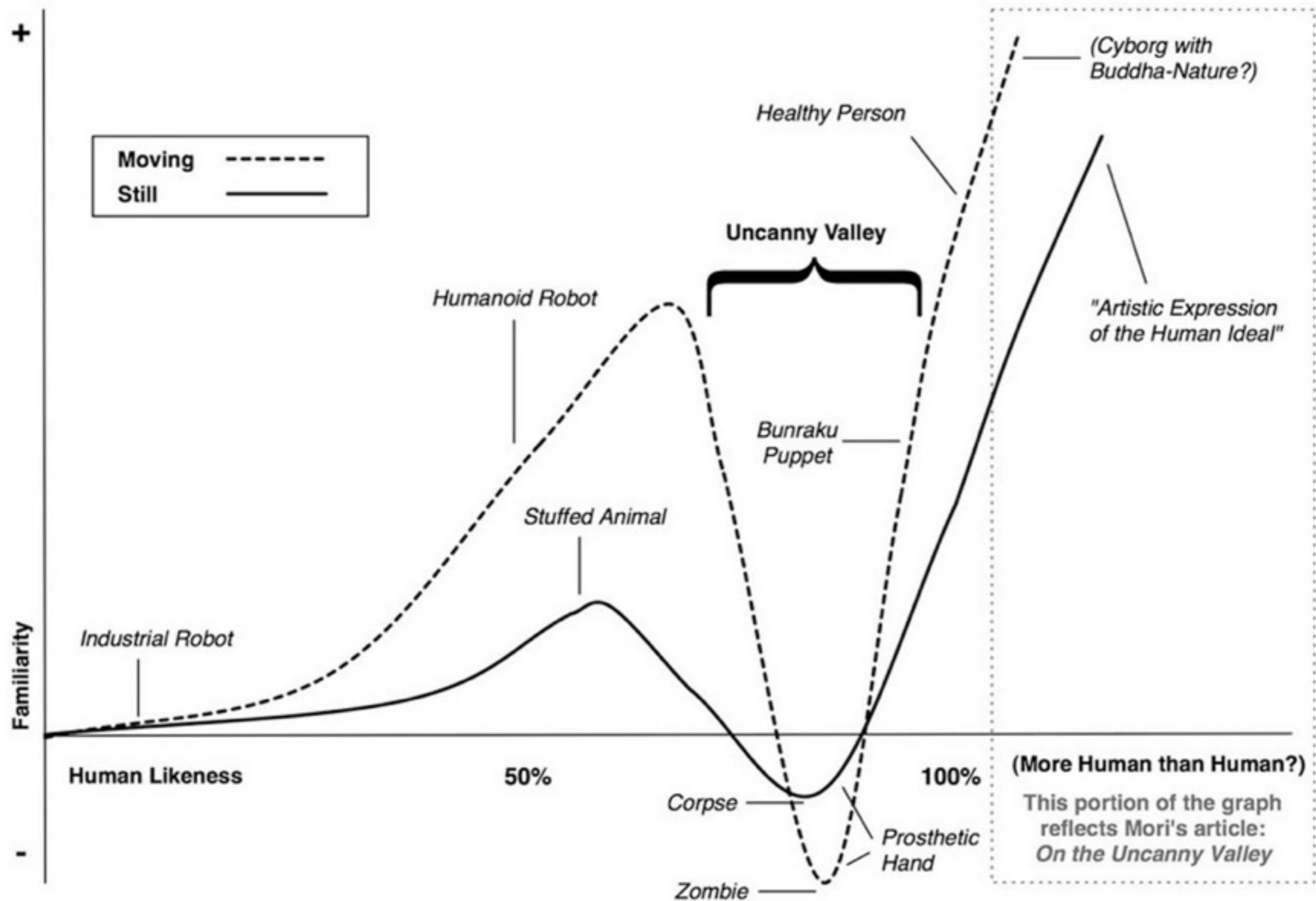
HI, I'M ELIZA.  WHAT'S YOUR PROBLEM?
I don't have any friends.
DON'T YOU REALLY HAVE ANY FRIENDS.
and the friends that I do have, aren't very nice.
WHY DO YOU BRING UP THE TOPIC OF FRIENDS?
some of them call me names
NAMES DON'T INTEREST ME.
```

Interaktives System als Kommunikationspartner





Virtual Humans, ICT, 2010



M. Mori: Uncanny Valley, 1970



R. Zemeckis: Beowulf, 2007



B. Bird: The Incredibles, 2004

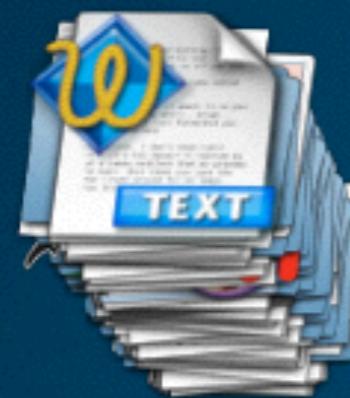
Interaktionssicht

- Bei Verwendung von **räumlichen Metaphern** bei interaktiven Systemen, wird System als Ort wahrgenommen, an dem sich Gegenstände befinden, mit denen wir hantieren können
 - Beispiele: Schreibtisch, Ordner, Speicher, Mappe, Archiv ...
- Weltmodell



New note

Interaktives System als Interaktionsraum



Stones_final.avi

Screen shot
2010-0...05.png



Screen shot
2010-0...14.png



german_dictionary-2.0....+fn.xpi



20



privat.ics



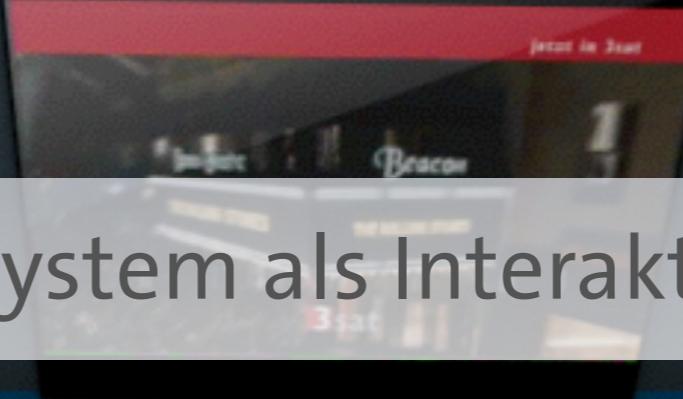
GZ
2011-03-21

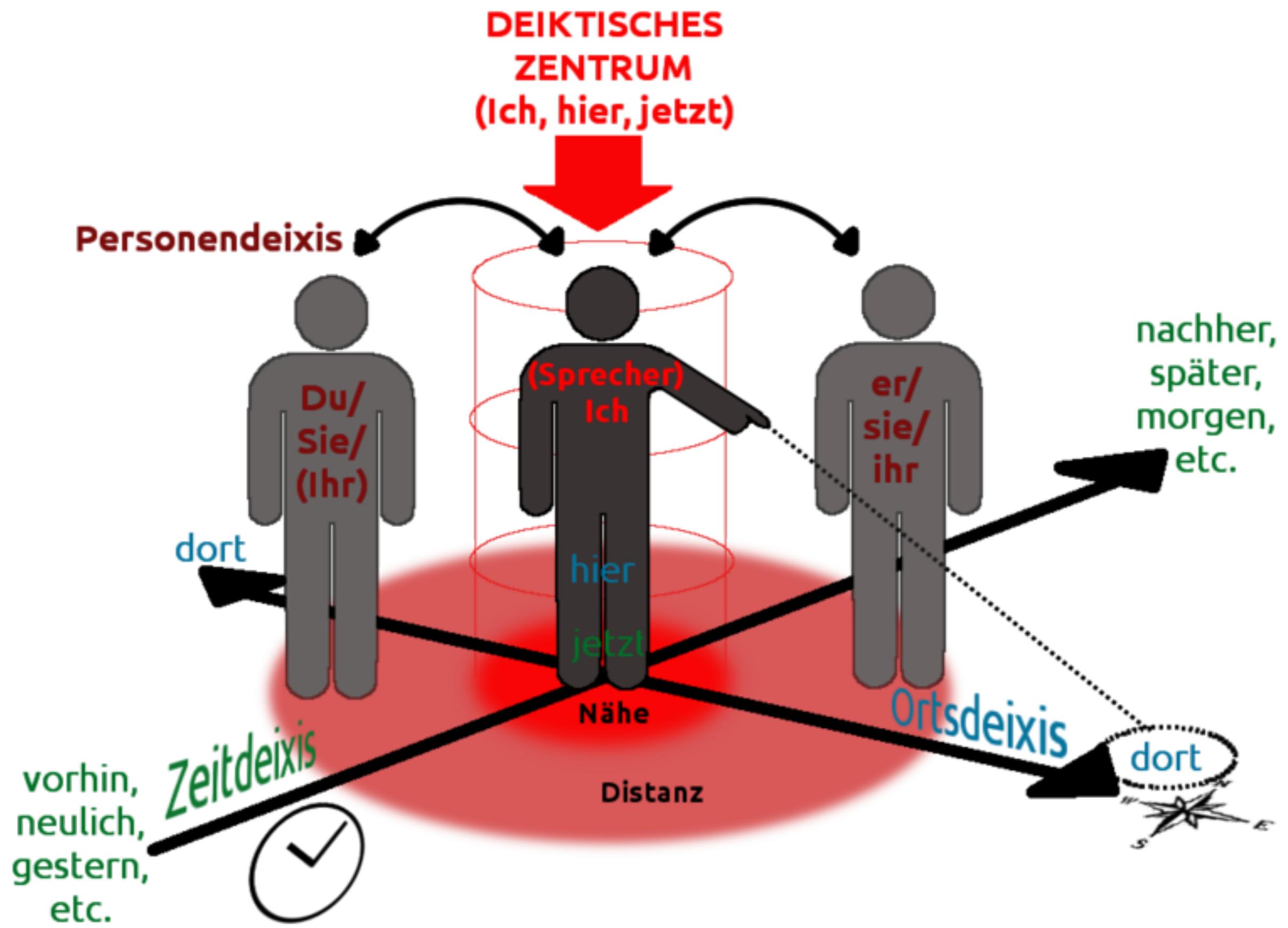


git-1.7.0.t



ePaper_49.pdf





Gruppenarbeit



Welches Modell (Konversationsmodell oder Weltmodell) erfordert Erinnern bzw. Wiedererkennen?

Interaktionsformen

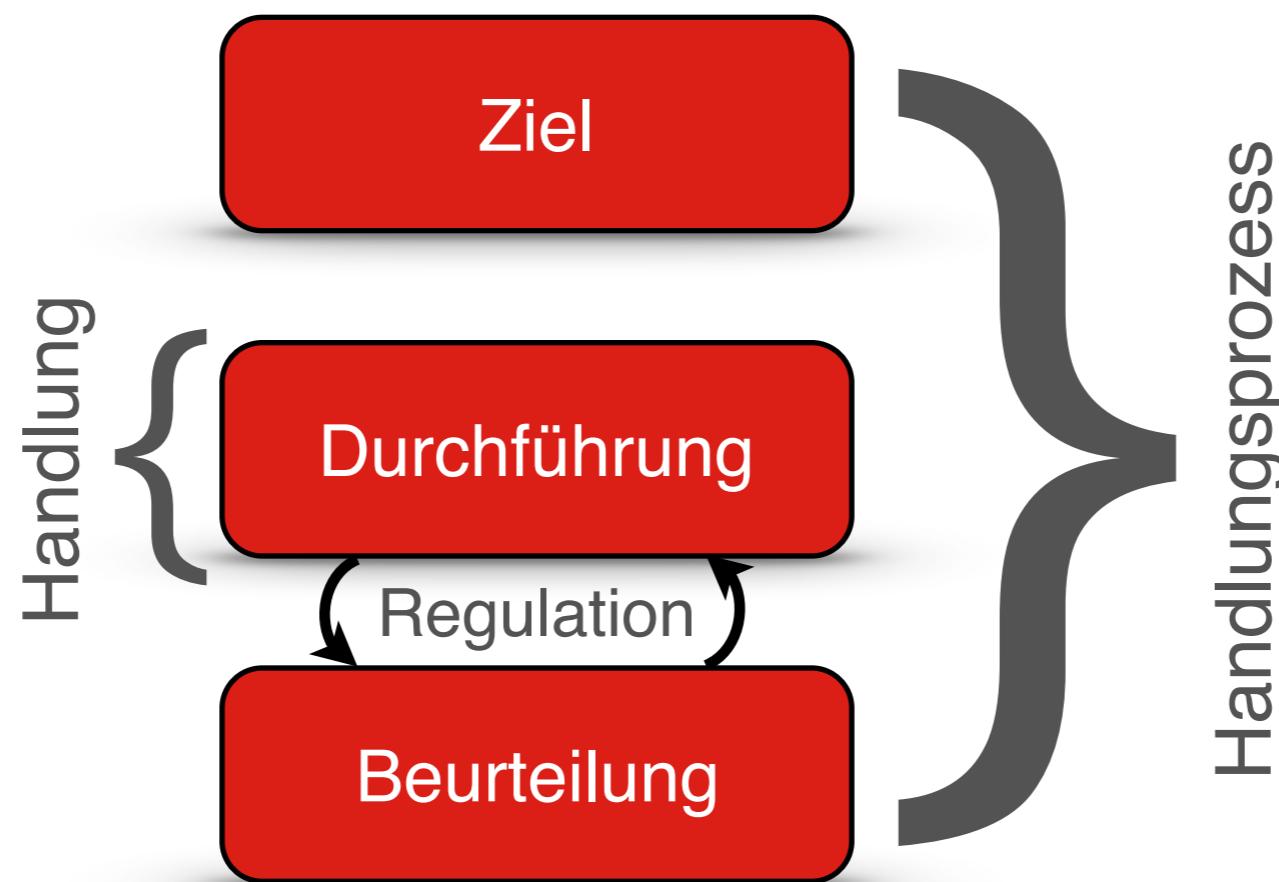
- **Deskriptive Interaktionsformen**
 - sprachliche Beschreibungen
 - erfordert i.d.R. **Erinnern** (engl. *Recall*)
- **Deiktische Interaktionsformen**
 - Selektion mittels Zeigehandlung
 - erfordert i.d.R. **Wiedererkennen** (engl. *Recognition*)

Weitere Paradigmen

- Computer als **Arbeitsmittel** (Ressource) oder **Werkzeug** (Automat): Mensch setzt Computer ein oder bedient ihn
- Computer als **Medium** (Mittler zur Anwendungswelt): Mensch interagiert über den Computer
- Computer als **Künstliche Realität**: Mensch bewegt sich in künstlicher Welt

Handlungssysteme

- **Handlung** ist kleinste Einheit des Verhaltens in Bezug auf bewusstes Ziel

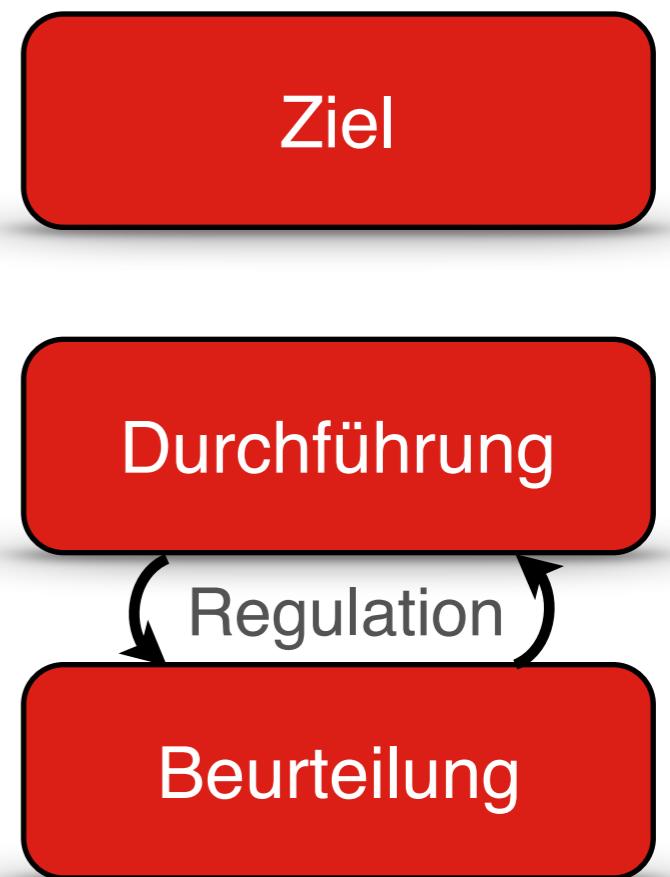


Handlungssysteme

- Zur Bearbeitung von Gegenständen werden **Werkzeuge** verwendet
 - wenn Umgang mit Werkzeugen zur Routine wird, verschwinden sie aus Bewusstsein
- Aktivitäten werden auf **unterschiedlichen Ebenen** geplant und interpretiert

Handlungsregulation

- **intellektuelle Ebene:**
bewusste Regulation
- **sensomotorische Ebene:**
automatisierte Regulation
- **flexible Handlungsmuster:**
kombiniert intellektuelle
und sensomotorische
Routinehandlungen





Handlungsregulation beim Schreiben einer SMS

Beispiel: SMS

Intellectuelle Regulation

- unerfahrener Benutzer schreibt SMS
 - volle Konzentration ist darauf gerichtet
richtige Tasten zu drücken

Beispiel: SMS

Sensomotorische Regulation

- **Experte beantwortet SMS**
 - Drücken der "Antwort"-Taste
 - Tippen von "ok"
 - Abschicken der SMS vollständig automatisiert ab

Beispiel: SMS

Flexible Handlungsmuster

- **Routinebenutzer schreibt SMS**
 - Eintippen wird nur durch Lesen eingegebener Wörter kontrolliert
 - Beanspruchung der Aufmerksamkeit ist sehr gering und bezieht sich mehr auf zu schreibenden Inhalt als auf Handlung des Schreibens

Beispiel: Fehler

Intellektuelle Ebene

- Planungsphase - Denkfehler
- Durchführungshase - Merkfehler/
Gedächtnisfehler
- Beurteilungsphase - Interpretationsfehler



Beispiel: Fehler

Sensomotorische Ebene

- mangelnde Abstimmung zwischen Sensorik und Motorik
- Fehler bei Durchführungshase, z.B. wegen mangelnder Konzentration



Beispiel: Fehler

Flexible Handlungsmuster

- Ziel-Planung - Gewohnheitsfehler
- Durchführung - Unterlassungsfehler / Übereile
- Beurteilungsphase - Erkennungsfehler



Betrachtungsebenen

- **Intentionale Ebene**
 - Was will ich erreichen?
- **Pragmatische Ebene**
 - Welche Ziele und Unterziele muss ich dazu erreichen?

Betrachtungsebenen

- **Semantische Ebene**

- Welche Gegenstände und Operationen sind nötig?

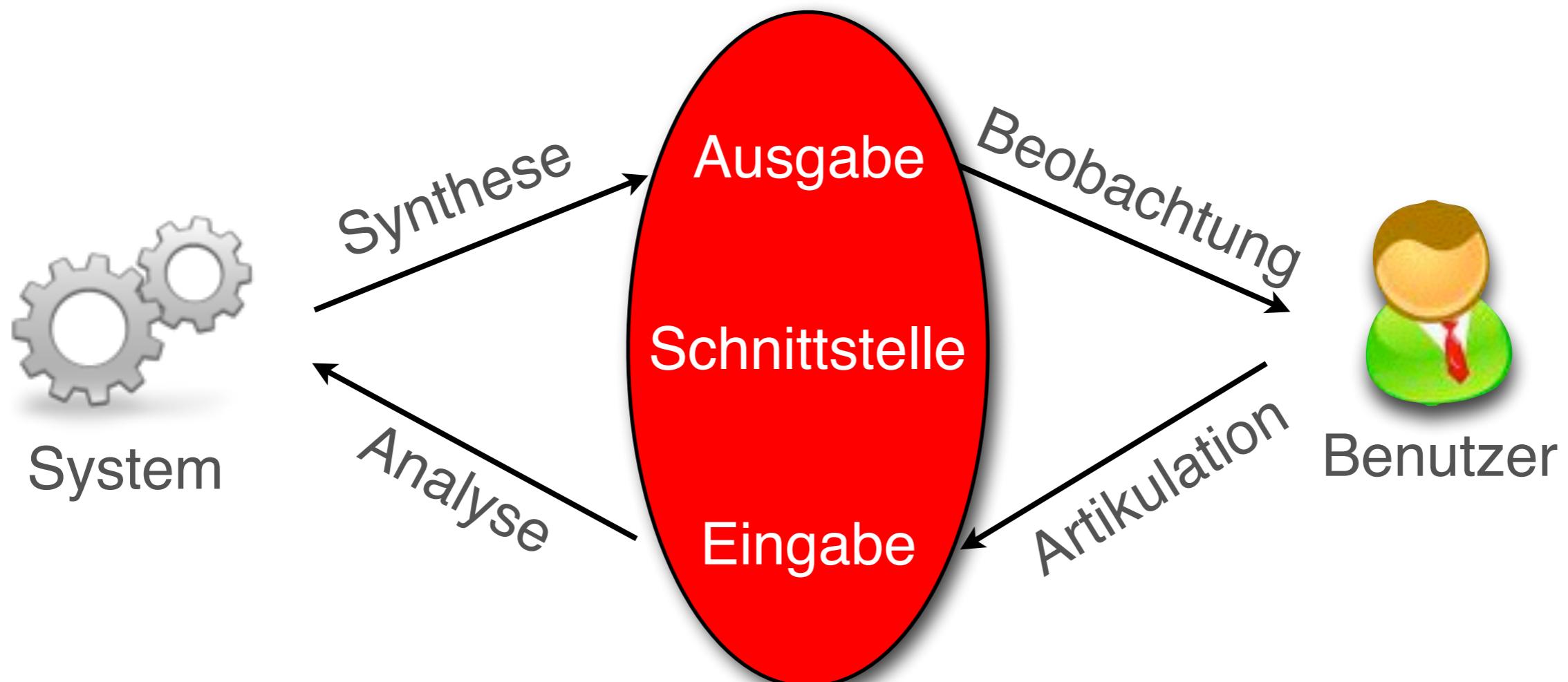
- **Syntaktische Ebene**

- Wie muss ich meine Äußerung / Handlung formulieren
 - Welche Regeln sind einzuhalten?

Betrachtungsebenen

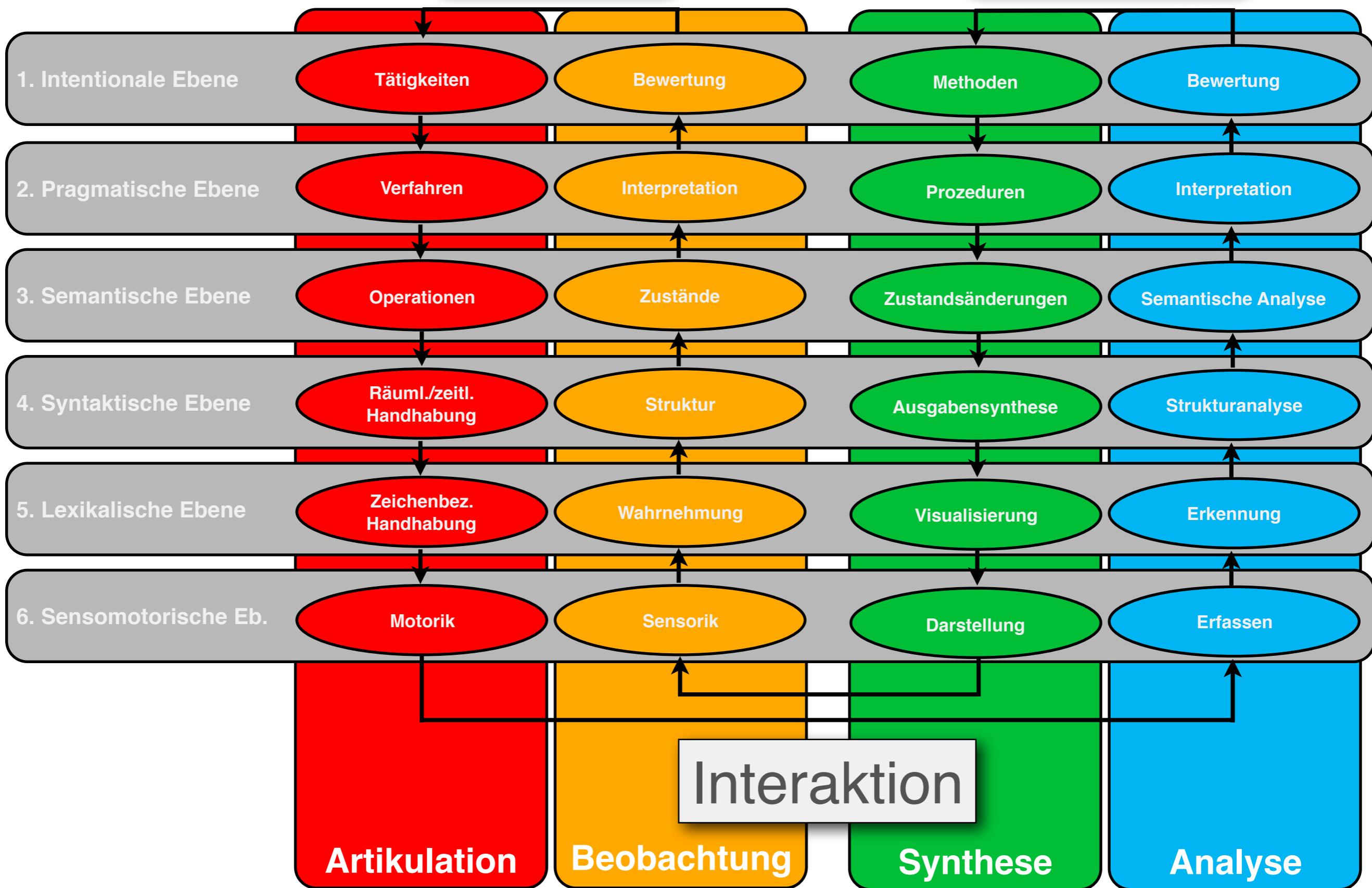
- **Lexikalische Ebene**
 - Welche Zeichen / Operationen stehen zur Verfügung?
- **Sensomotorische Ebene**
 - Welche Töne / Signale / Handgriffe muss ich durchführen?

Interaktionsframework



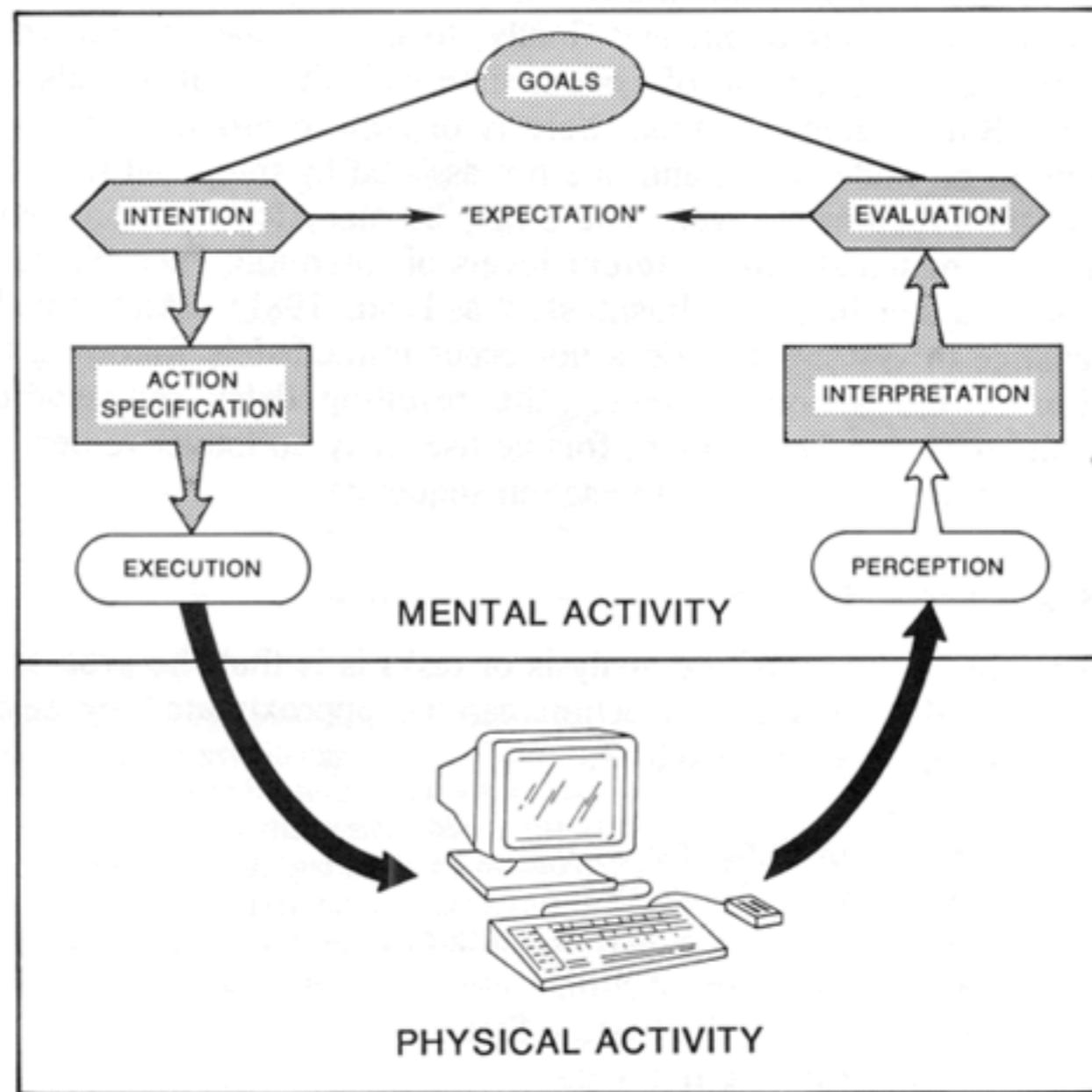
Mensch

Computer



Handlungsstufen

Bsp: Human Action Cycle



Handlungsstufen

Bsp: Human Action Cycle

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Goal formation | Conceptual Design |
| 2. Forming the intention with actions to achieve goals | |
| 3. Sequencing tasks to create action sequence | Interaction Design |
| 4. Executing action sequence | |
| 5. Perceiving results after having executed action sequence | |
| 6. Interpreting actual outcomes | Information Design |
| 7. Comparing what happened with what user wished to happen | |

Gruppenarbeit



Wie wird ein Icon nach dem HAC gelöscht?

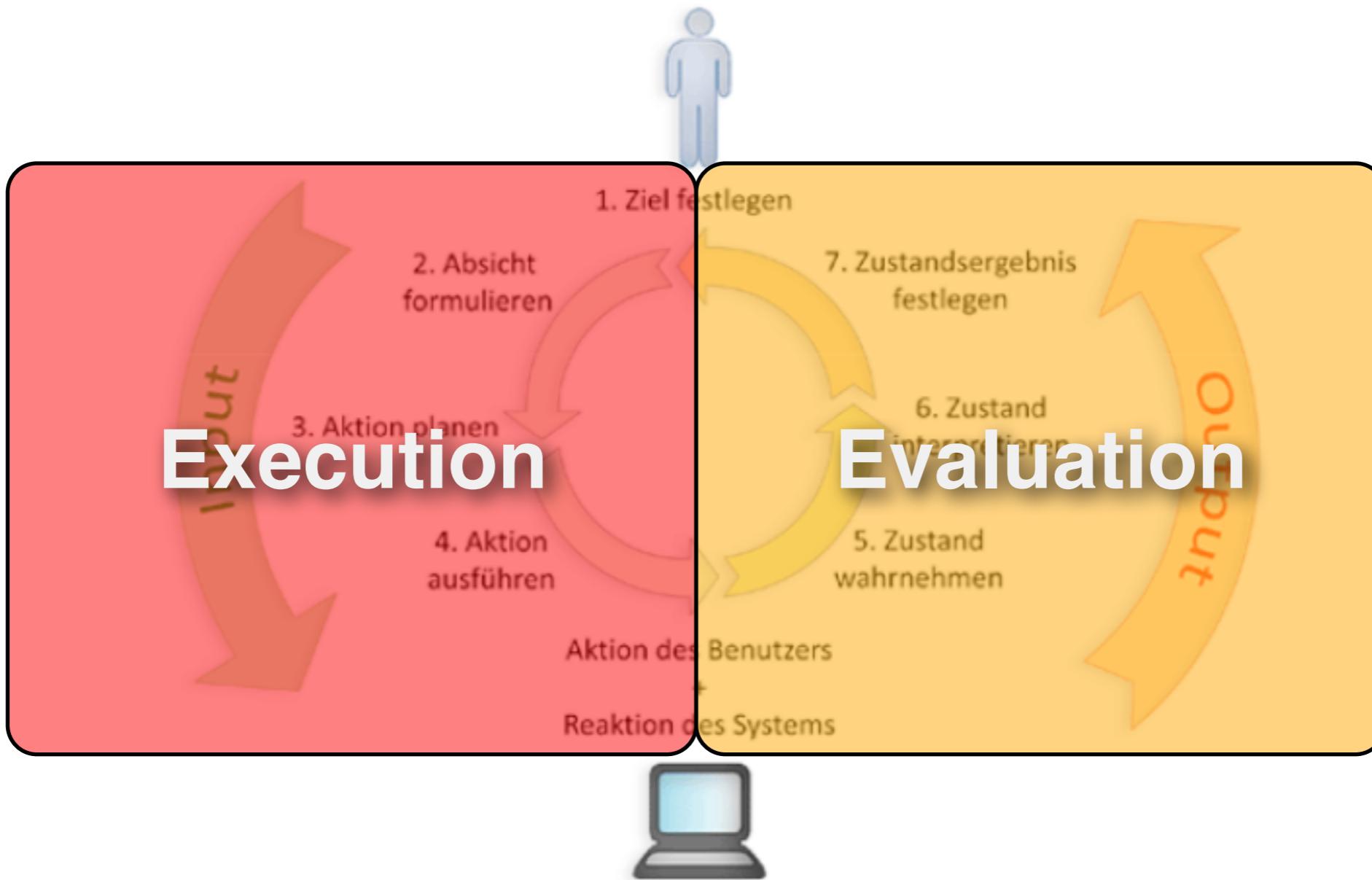
Handlungsstufen

Beispiel: *Delete Icon*



Handlungsstufen

Bsp: Human Action Cycle

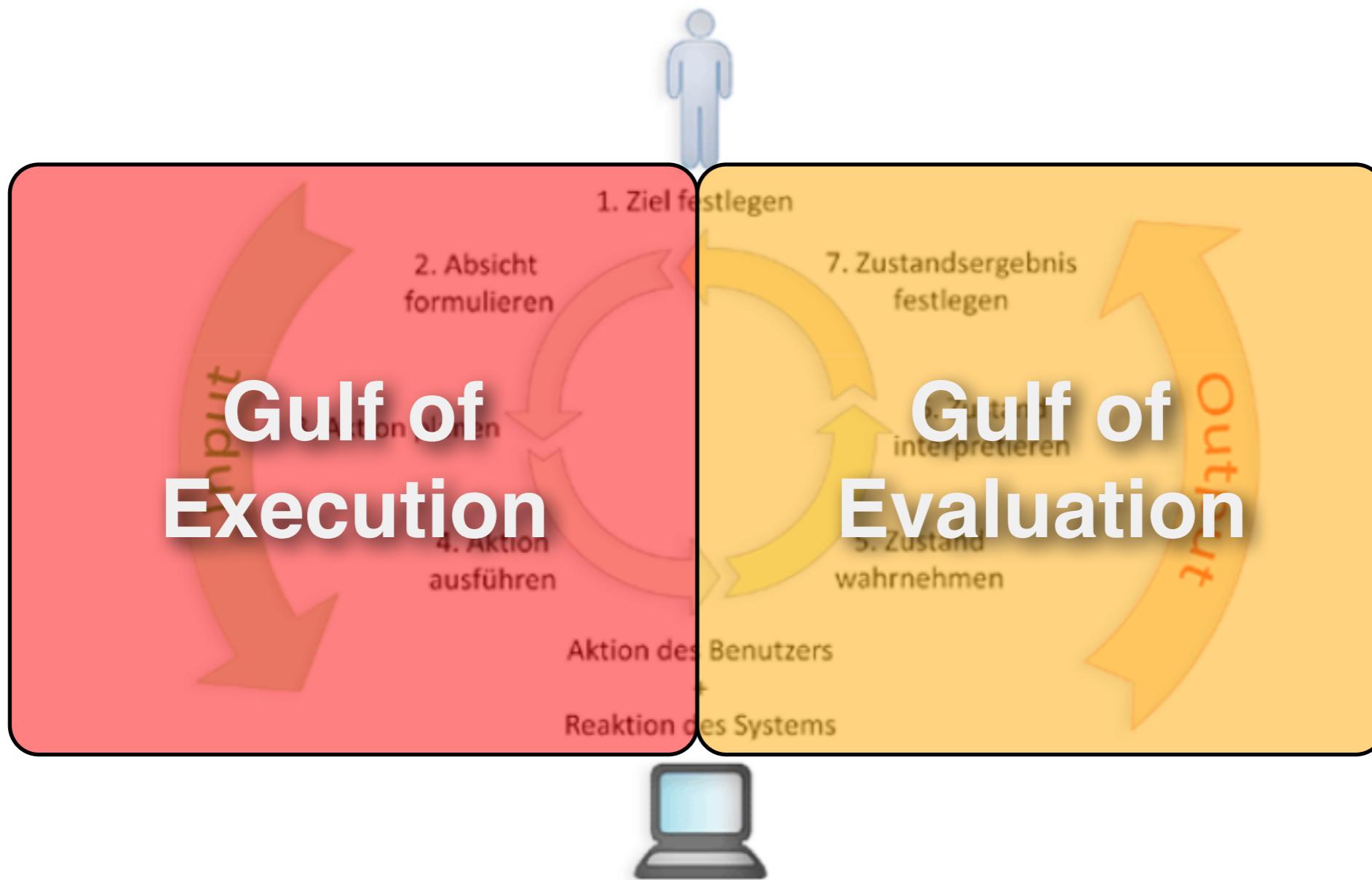


D.. A. Norman: *The Design of Everyday Things*, 1988

Transformationsdistanz

- **Transformationsdistanz** oder **Kluft** (engl. *Gulf*) bezeichnet Schwierigkeit beim Übergang von einer zur nächsten Handlungsebene
- Unterscheidung zwischen
 - **Gulf of Execution**
 - **Gulf of Evaluation**

Handlungsstufen Transformationsdistanzen



D.. A. Norman: *The Design of Everyday Things*, 1988

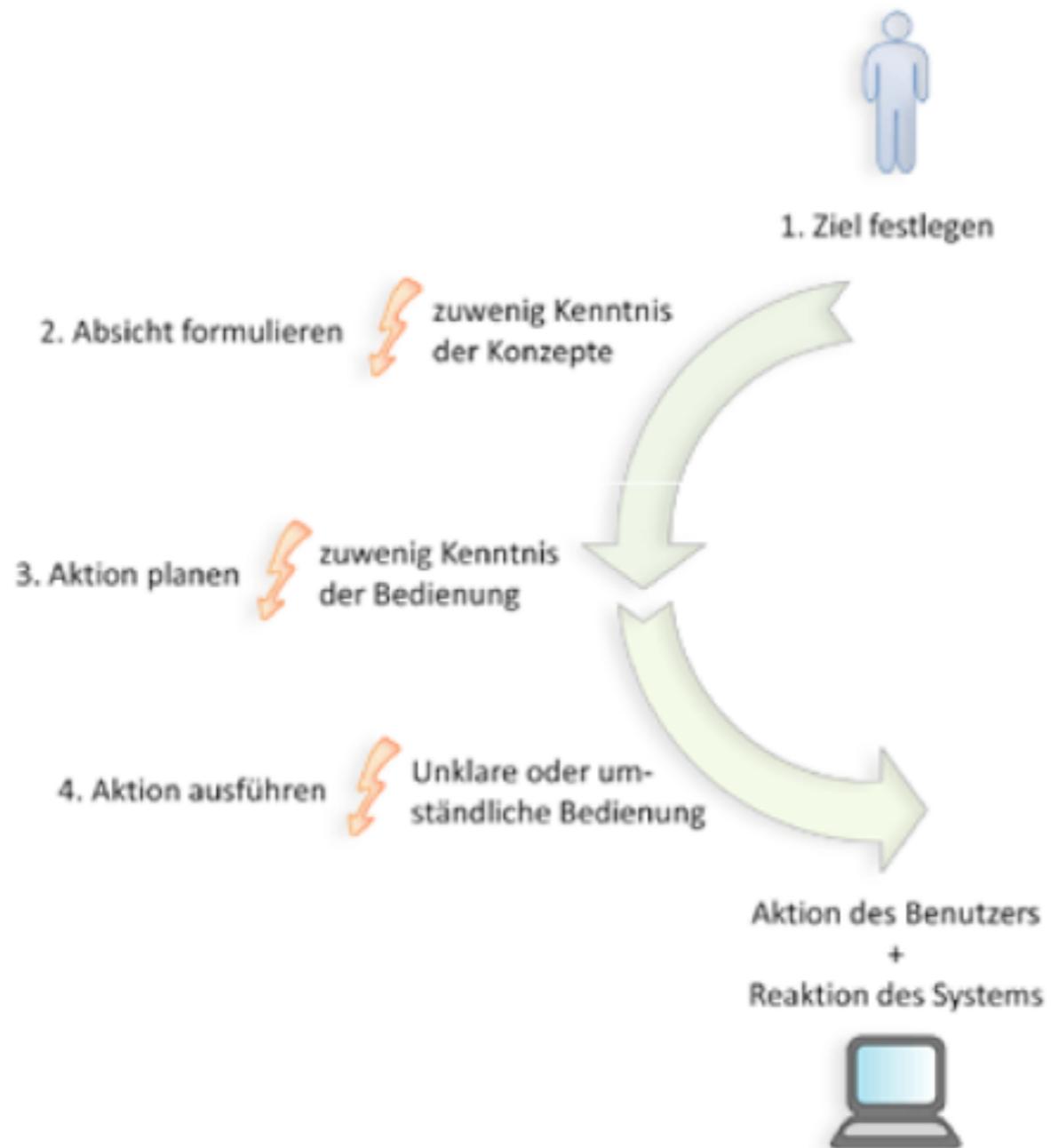
Transformationsdistanz

Beispiele

- In welcher Reihenfolge müssen Aktionen erfolgen?
- Icons sind schwer zu treffen
- Feedback ist nicht lesbar, erkennbar oder unverständlich
- Ergebnis von Operationen ist unerwartet
- ...

Human Action Cycle

Kluften



D.. A. Norman: *The Design of Everyday Things*, 1988

Human Action Cycle

Kluften



Benutzungsfehler

Fehlerarten

- **Performanzfehler** (engl. *Mistakes*) resultieren aus falscher Wahl der Methode (Denkfehler, Verständnisfehler ...)
- **Ausrutscher** (engl. *Slips*) resultieren aus Fehler bei Durchführung bei gewählter Methode (Gewohnheitsfehler, Ungenauigkeiten...)

Gruppenarbeit

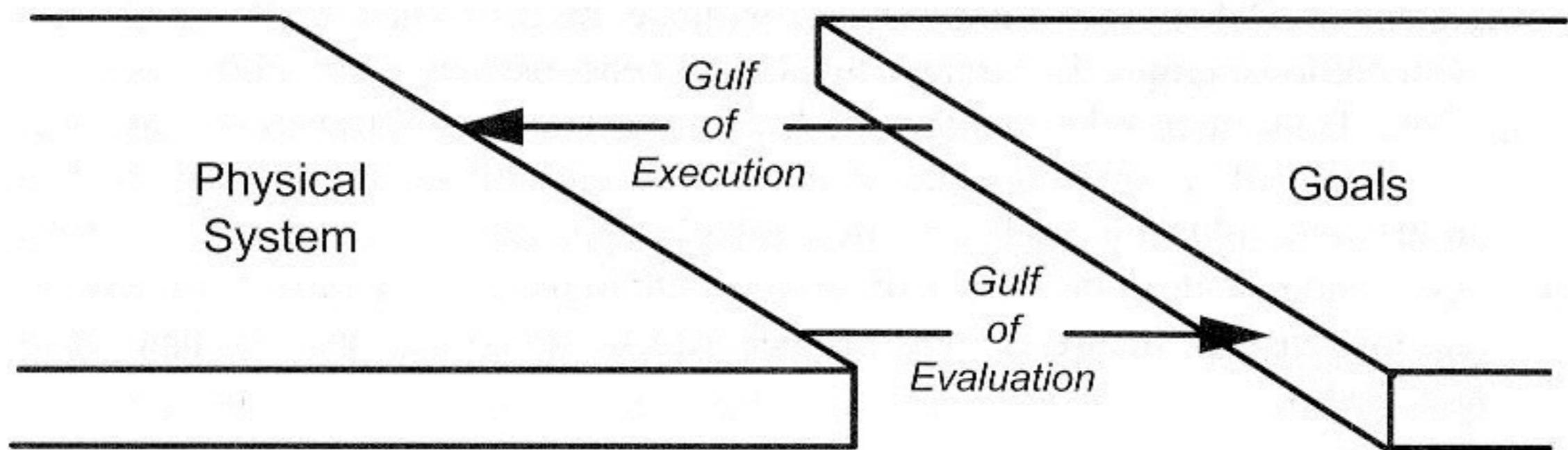


Welche Performanzfehler oder Ausrutscher können beim Löschen eines Icons passieren?

Benutzungsfehler

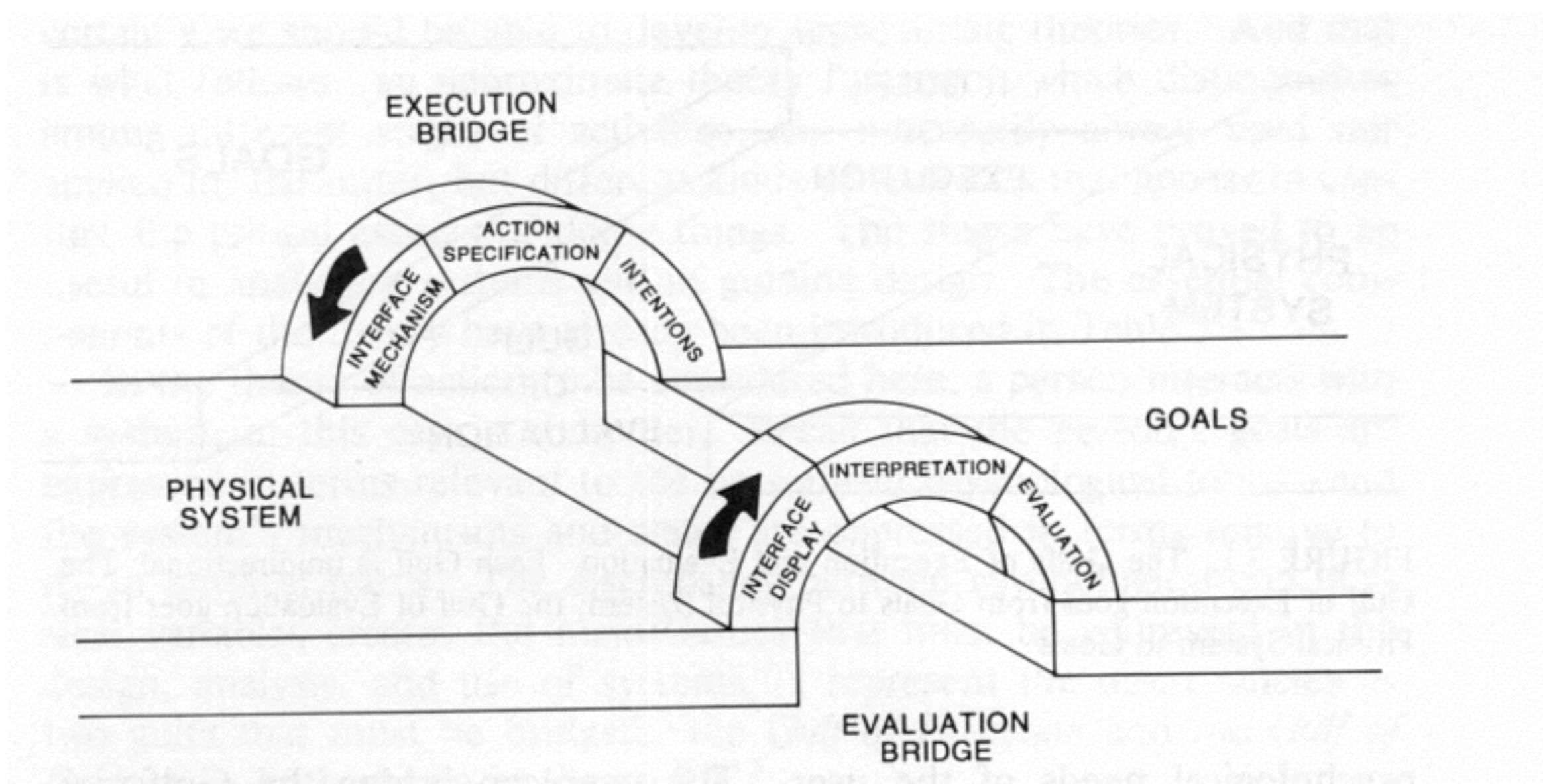
- Wichtigste Fragestellungen für Handlungsmodelle
 - Welche Art von Benutzungsfehler?
 - Woher röhren Benutzungsfehler?
 - Woher röhrt erhöhter Benutzungsaufwand?
 - ...

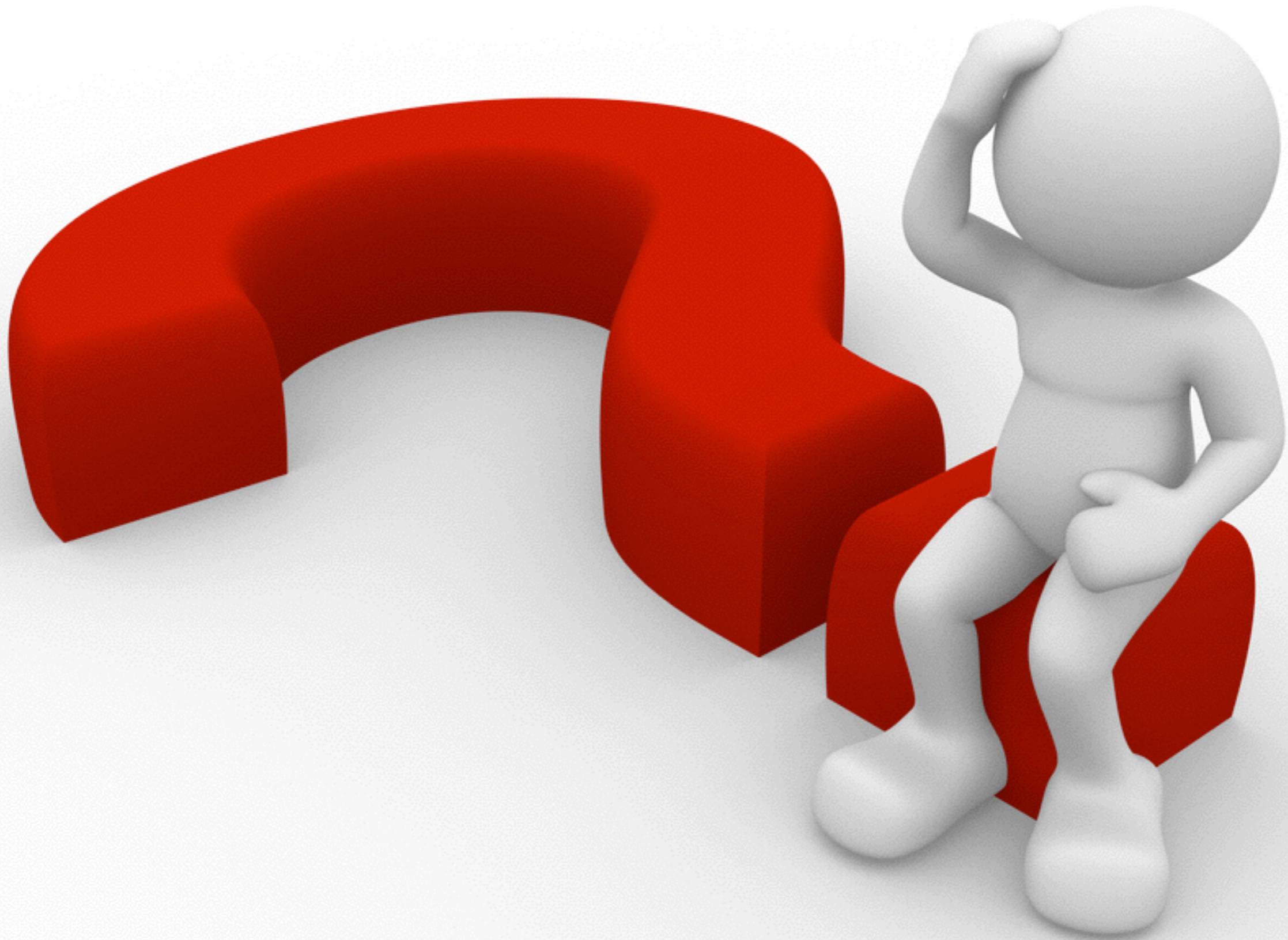
Kluften



Interaktionsdesign

aka Brücken bauen







Interaktionsdesign

Kapitel MCI-Grundlagen

Aktion und Motorik

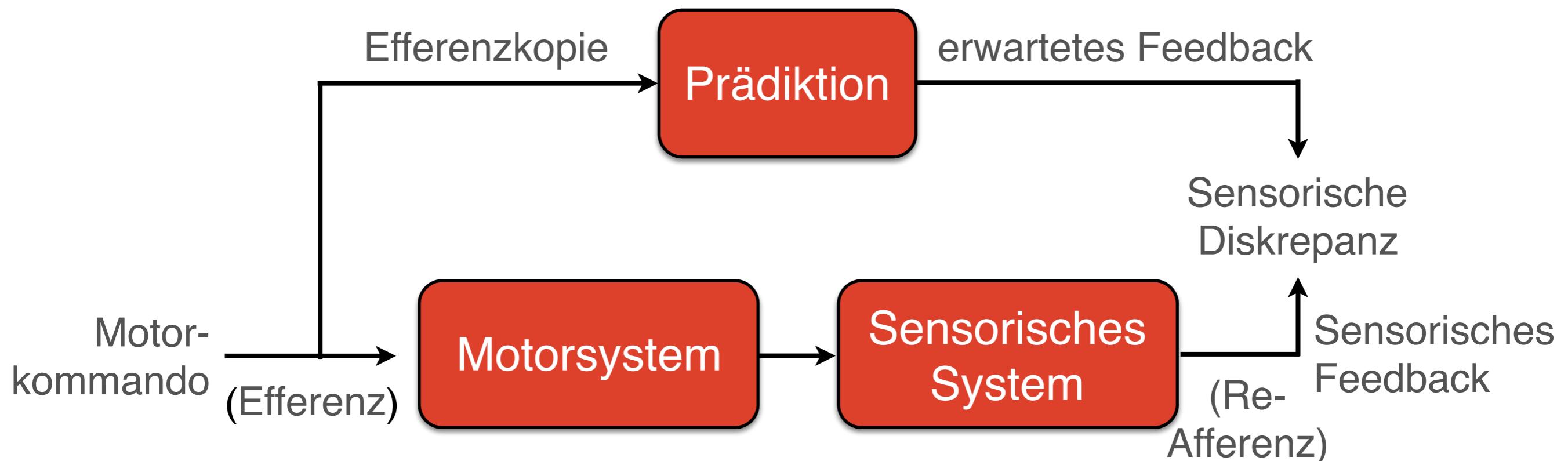
Motorische System

- Teil des *zentralen Nervensystems* (ZNS), welches für Bewegungen zuständig ist
 - **pyramidalem System:** steuert willkürlichen und Teil der unwillkürlichen ablaufenden Bewegungen
 - **extrapyramidales System:** steuert größer erscheinende Bewegungsabläufe z.B. Halte- und Stützmotorik

Reafferenzprinzip

- Befehl vom ZNS an Muskel (**Efferenz**)
- Feedback basiert auf sieben Sinne
 - traditionellen fünf Sinne (Sehen, Hören, Fühlen, Riechen, Schmecken)
 - weitere Sinne (Propriozeption, Kinesthetik, vestibulärer Sinn)
- Kopie (**Efferenzkopie**) für Prädiktion und Vergleich mit sensorischem Feedback

Reafferenzprinzip



von Holst E., Mittelstaedt H. (1950). The reaffection principle. Interaction between the central nervous system and the periphery. *The Behavioural Physiology of Animals and Man*, 1:1 39-73.

Gruppenarbeit



Kitzeln Sie sich selber!

Gruppenarbeit



Kitzeln Sie Ihren Nachbarn!

Keystroke-Level Model

- **Keystroke-Level Model (KLM)** ist Methode zur Zeitabschätzung einfacher Interaktionsaufgaben mit Computer und Tastatur bzw. Maus
- Idee ist Zerlegung von Interaktionsaufgaben in **atomare Aktionen**, für die Zeit empirisch abgeschätzt wird

Operationen & Zeit

- K - Tastendruck: 0.28 Sek.
- $T(n)$ - Eintippen einer Sequenz von n Buchstaben auf Keyboard: $n \times K$ Sek.
- P - Zeigen mit Maus auf Ziel auf Display: 1.1 Sek.
- B - Button-Press oder -Release: 0.1 Sek.

Operationen & Zeit

- BB - Button-Press und -Release: 0.2 Sek.
- H - Hände zum Tastatur oder Maus bewegen: 0.4 Sek.
- M - Mentaler Akt von Routine-Denken oder Wahrnehmen: 1.2 Sek.
- $W(t)$ - Warten auf Systemantwortzeit:
Zeit t muss bestimmt werden

KLM-GOMS

Beispiel: Delete File

GOAL: DRAG-AND-DROP-METHOD

MOVE-CURSOR-OVER-FILE-ICON P

PRESS-LEFT-.MOUSE-BUTTON B

LOCATE-RECYCLING-BIN M

MOVE-CURSOR-TO-RECYCLING-BIN P

RELEASE-LEFT-.MOUSE-BUTTON] B

$$\begin{aligned}\text{Total time} &= 2 * P + 2 * B + 1 * M \\ &= 2 * 1.1 + 2 * .1 + 1 * 1.2 \\ &= 3.6 \text{ sec}\end{aligned}$$

KLM-GOMS

IxD-Folgerungen

- Viele Ms sind Hinweise auf Stockungen im Arbeitsablauf
- Viele Hs deuten auf zu häufigen Wechsel zwischen Maus und Keyboard hin
- Viele Ps statt wenige Ks deuten auf langsame Bedienung hin

Bewegungen

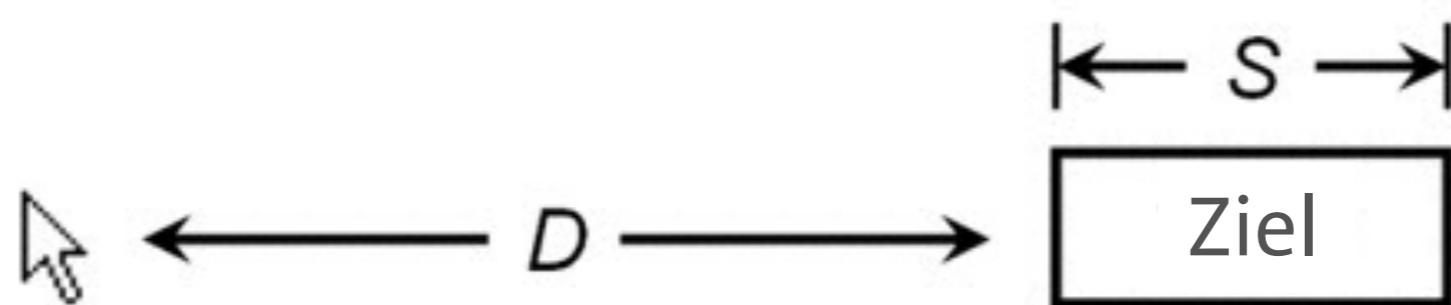
- Hauptaspekte: **Geschwindigkeit** und **Genauigkeit**
 - alle Komponenten des Prozessors benötigen Zeit
- Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit

Fitts' Gesetz

- Zeit T (in Sekunden), die benötigt wird, um Ziel zu treffen, ist abhängig von Größe S des und Distanz D zum Ziel

$$T = a + b \cdot \log_2 \left(\frac{D}{S} + 1 \right)$$

Index of
Difficulty (ID)



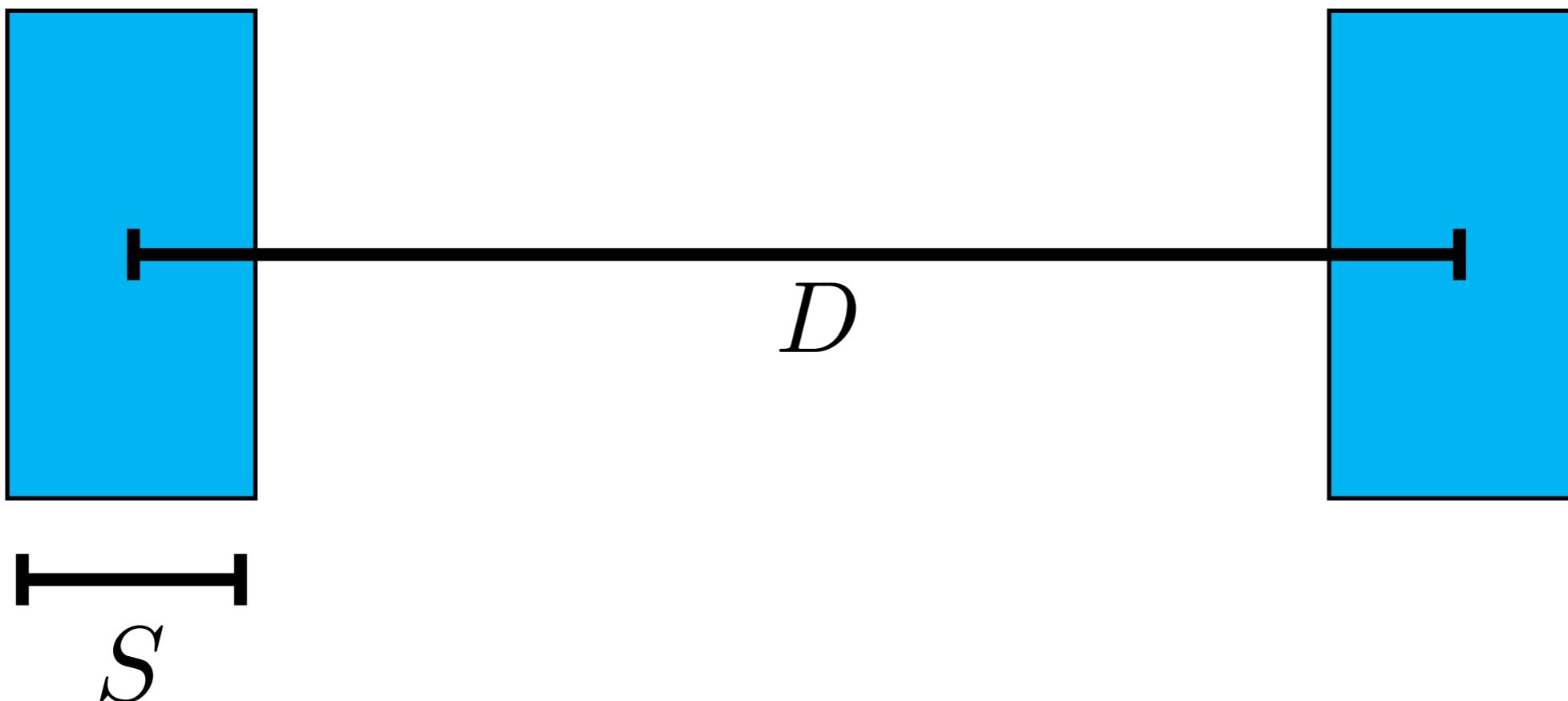
- a und b werden empirisch bestimmt

Paul M. Fitts (1954). *The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement*. *Journal of Experimental Psychology*, volume 47, number 6, June 1954, pp. 381–391.

Fitts' Gesetz

Beispiel

$$ID = \log_2 \left(\frac{D}{S} + 1 \right)$$

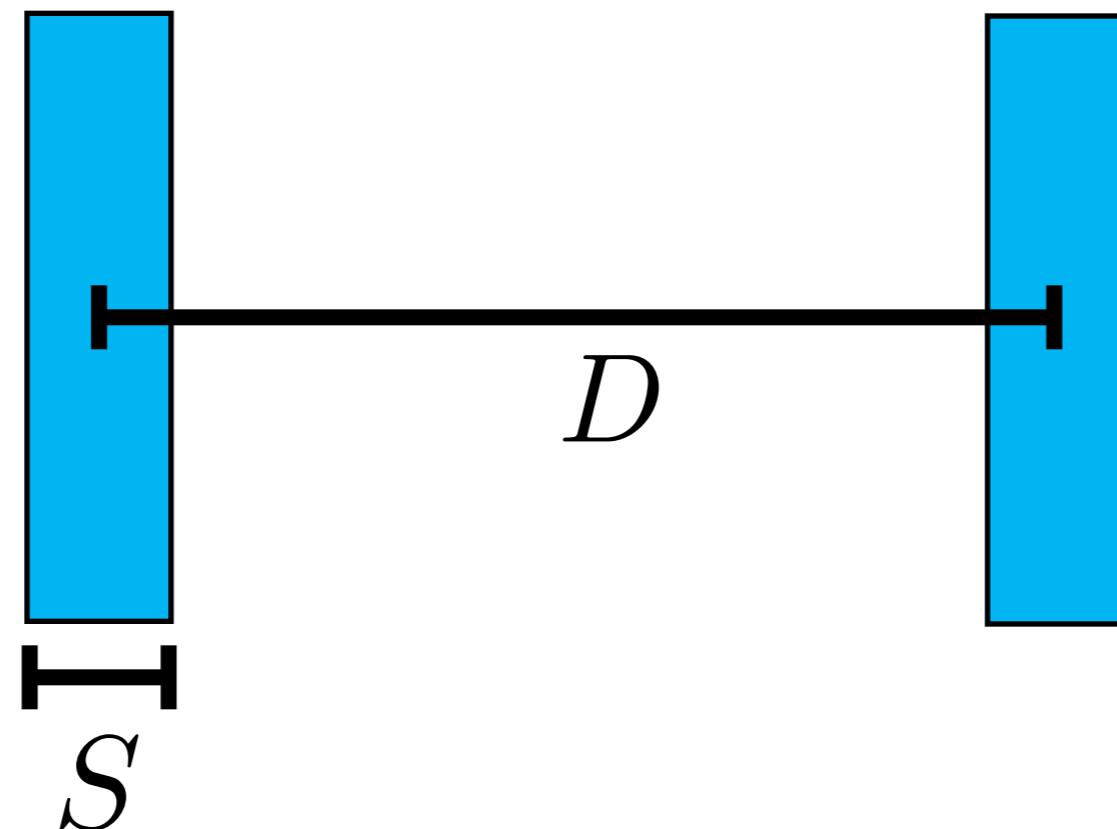


Paul M. Fitts (1954). *The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement*. *Journal of Experimental Psychology*, volume 47, number 6, June 1954, pp. 381–391.

Fitts' Gesetz

Beispiel

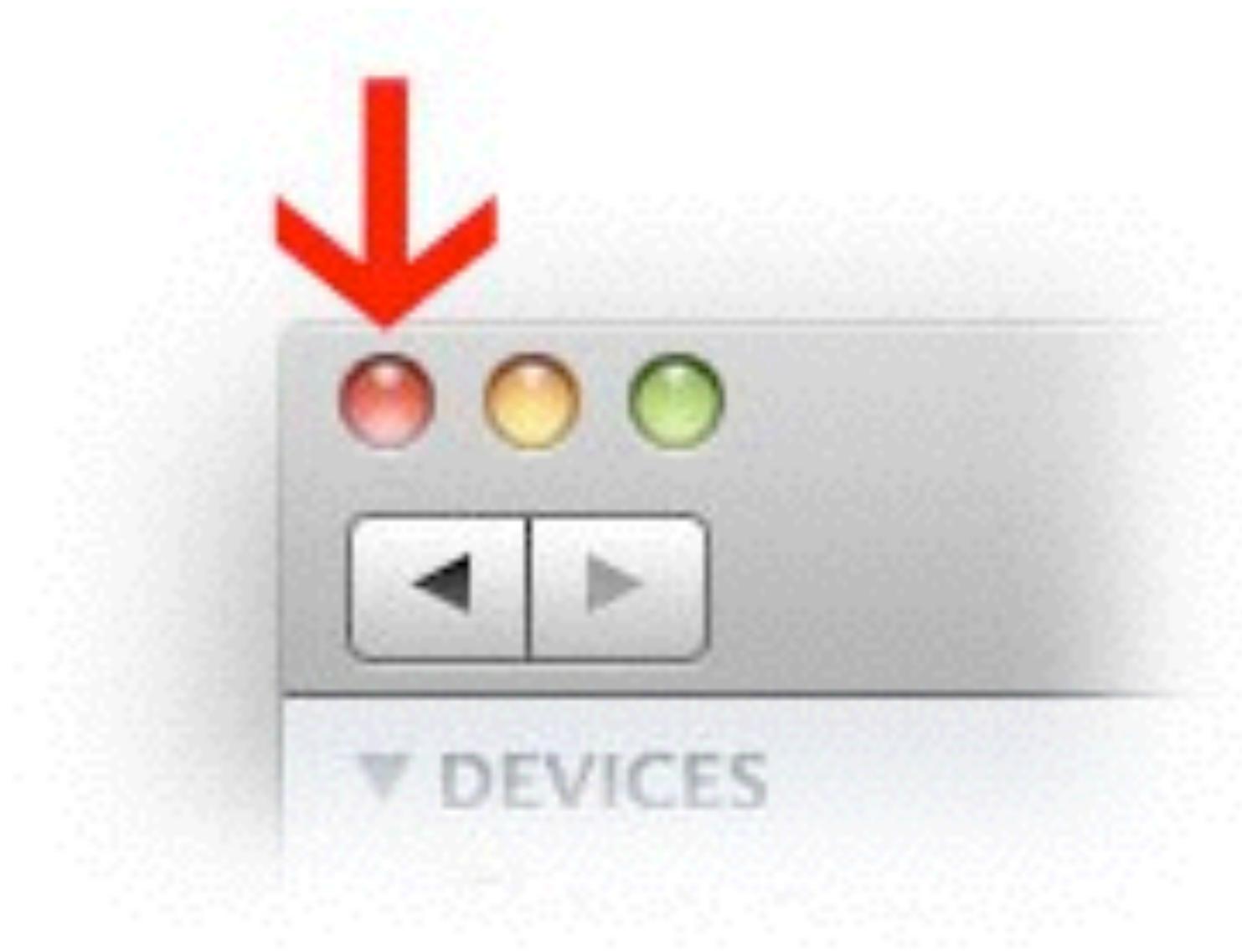
$$ID = \log_2 \left(\frac{D}{S} + 1 \right)$$



Paul M. Fitts (1954). *The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement*. *Journal of Experimental Psychology*, volume 47, number 6, June 1954, pp. 381–391.

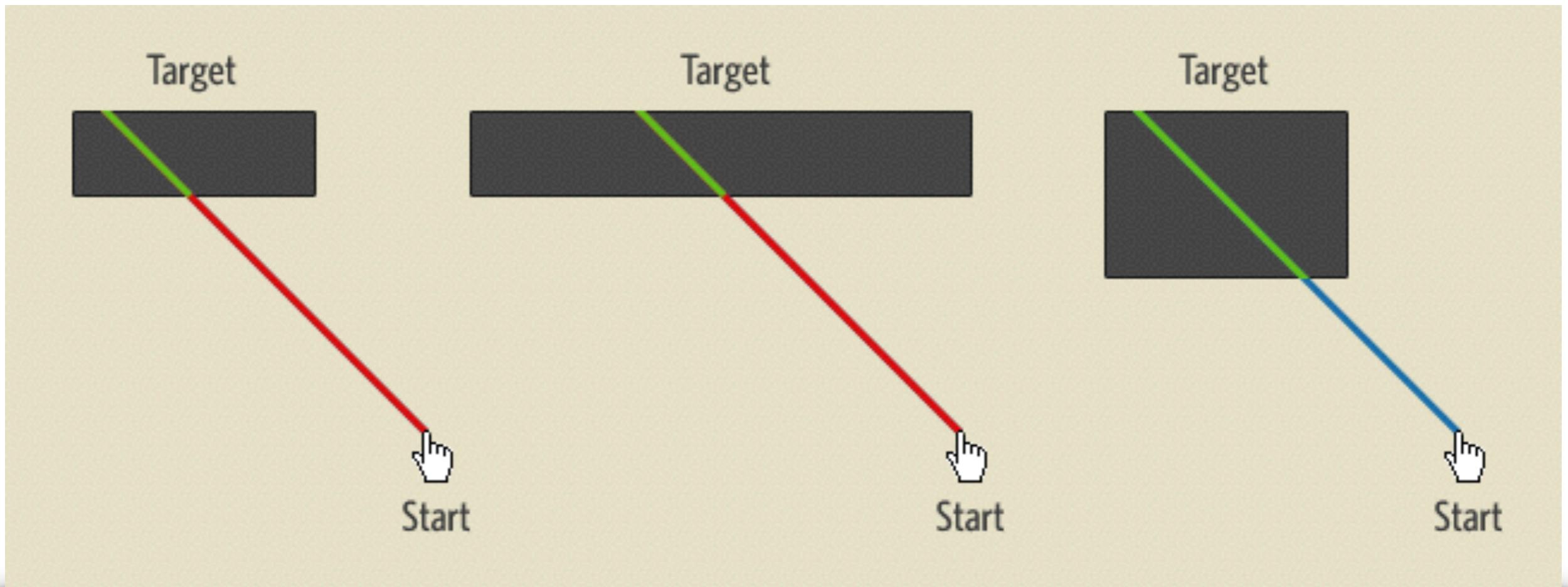
Diskussion

Shame or Fame?



Fitts' Law

IxD-Folgerungen

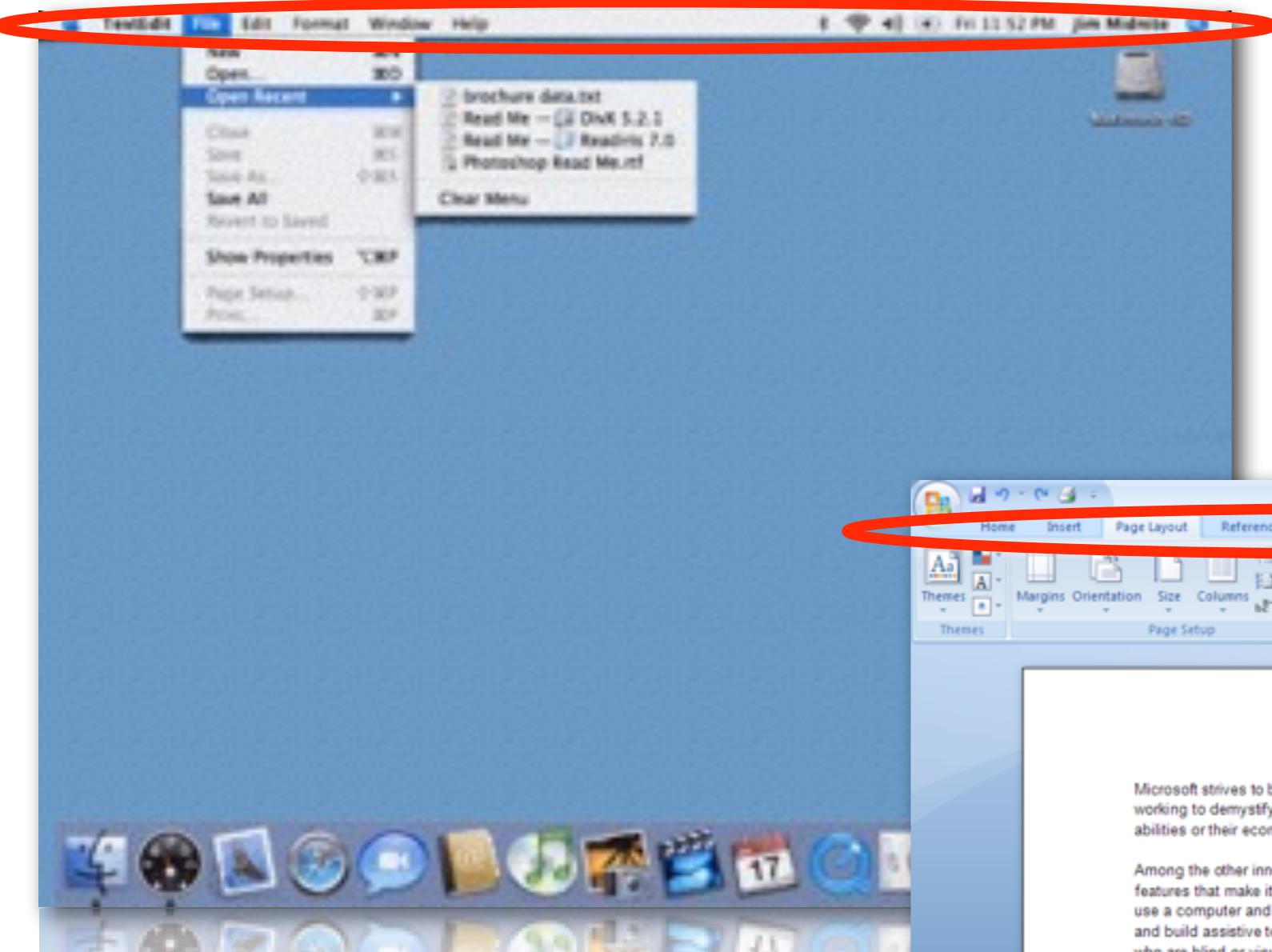


Gruppenarbeit

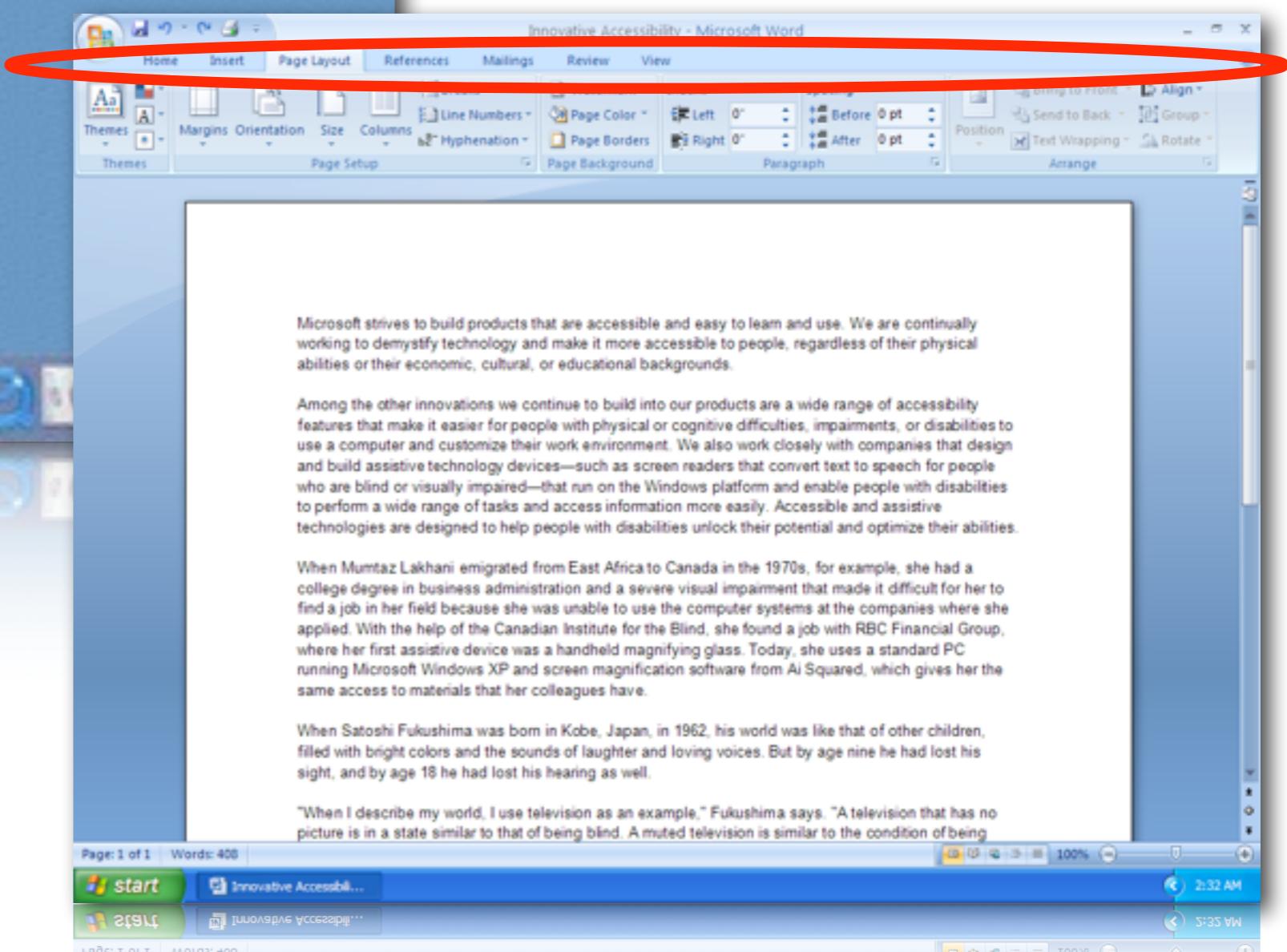


Welche Menueinträge werden im Mittel schneller getroffen?

Mac OS X

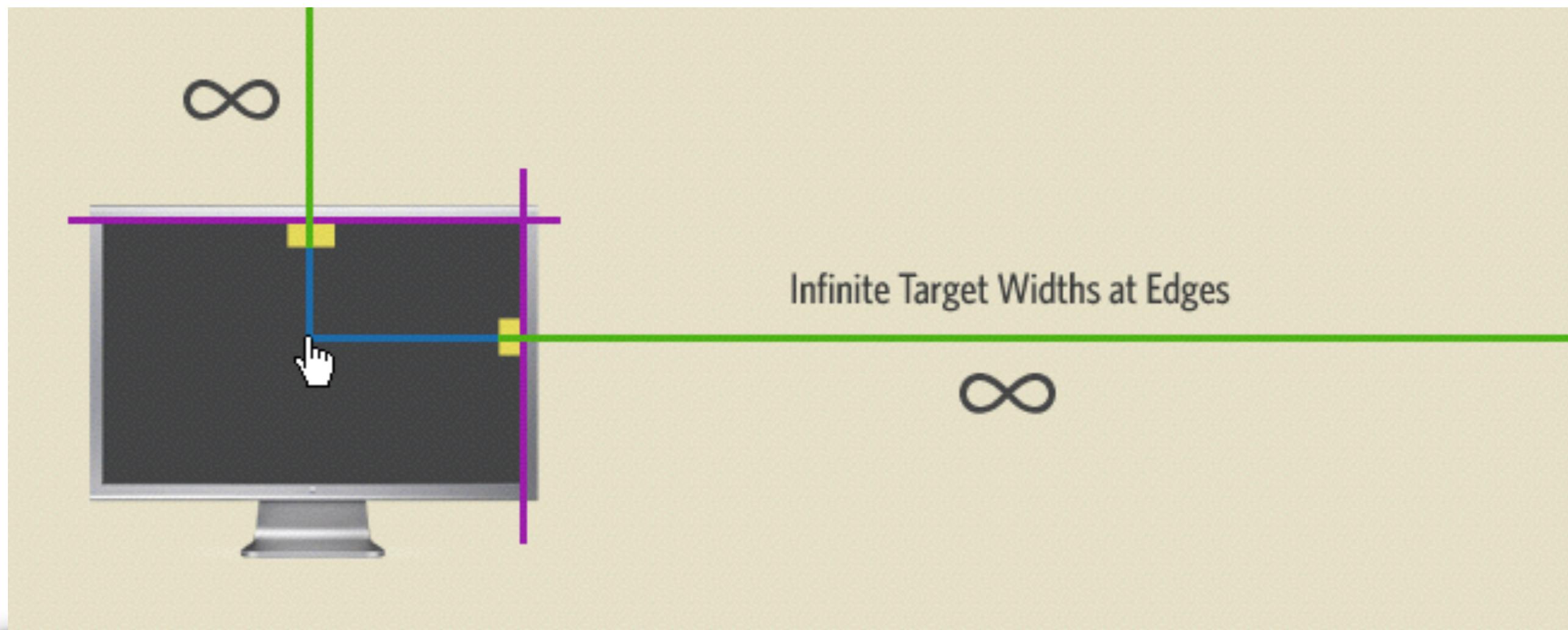


Windows XP



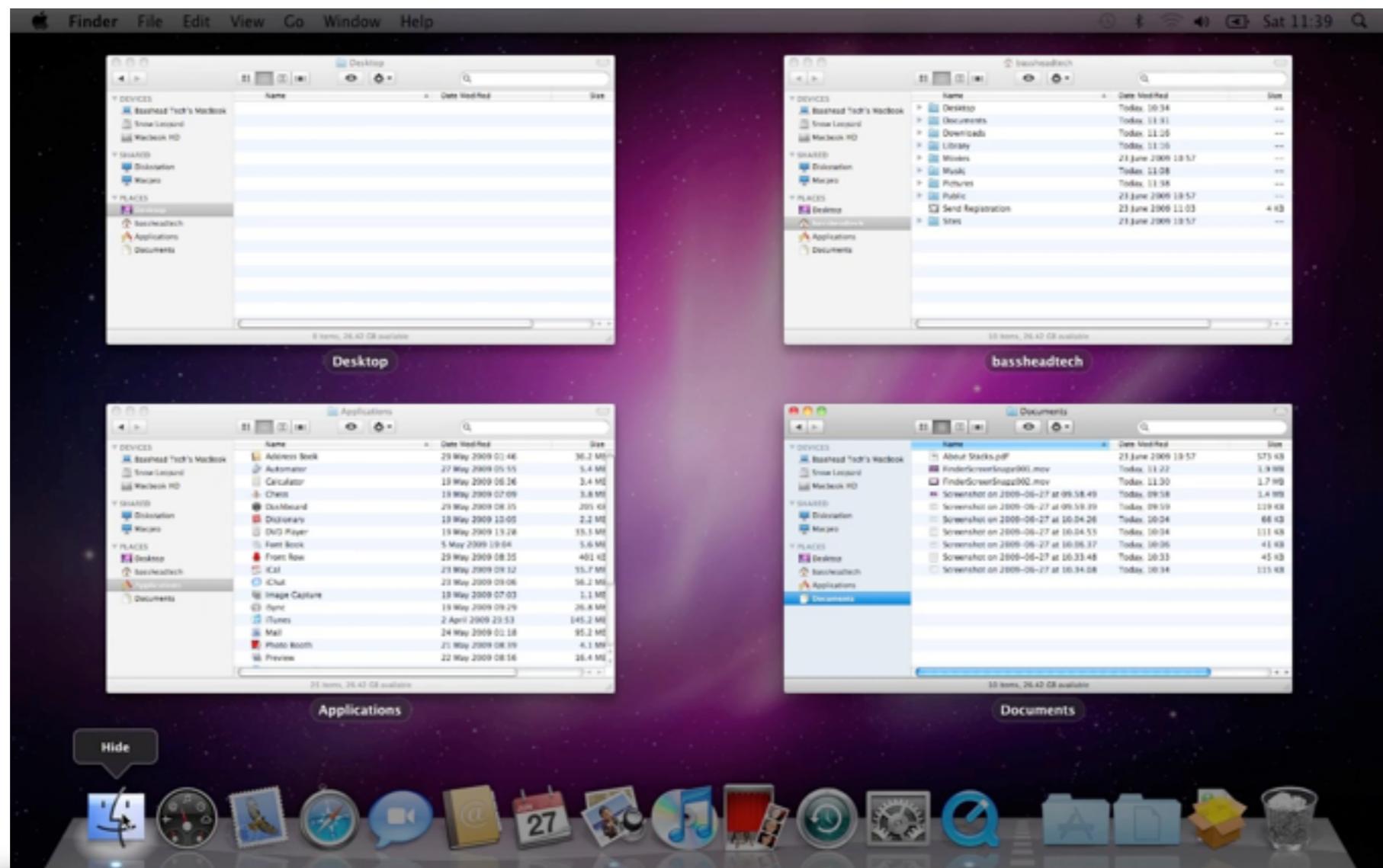
Fitts' Law

IxD-Folgerungen



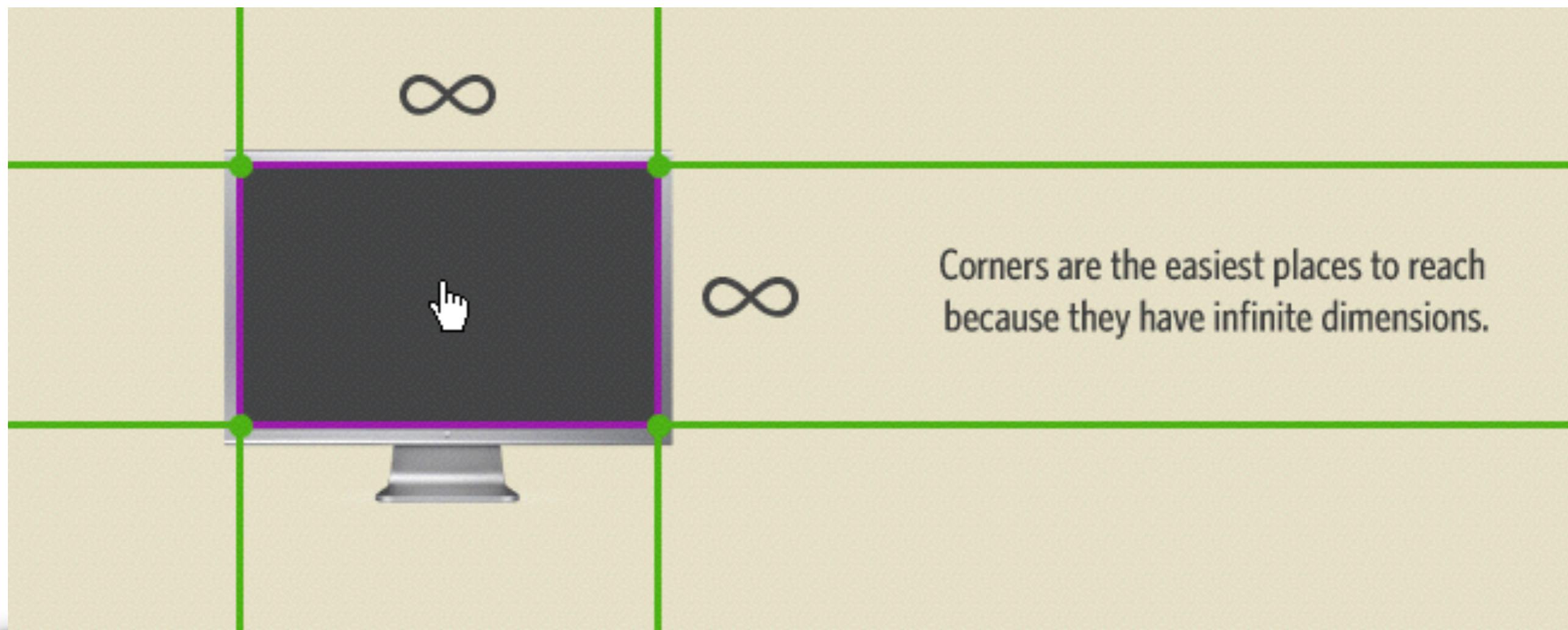
Diskussion

Shame or Fame?



Fitts' Law

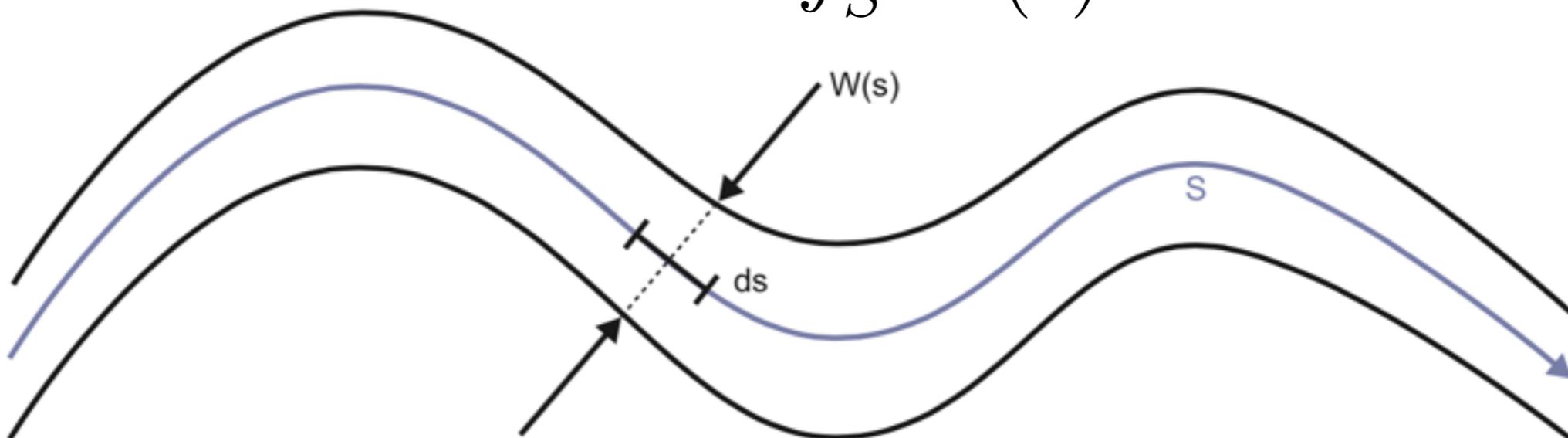
IxD-Folgerungen



Steering Law

- **Steering Law** prädiziert Zeit T , die notwendig ist, um Maus-Cursor durch zweidimensionalen Pfad zu navigieren

$$T = a + b \cdot \int_S \frac{1}{W(s)} ds$$

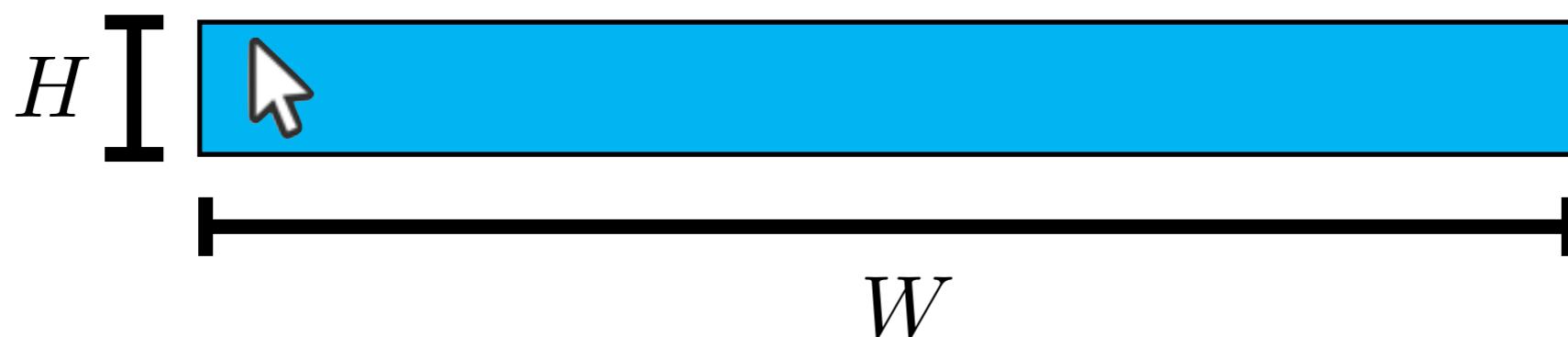


Steering Law

Beispiel

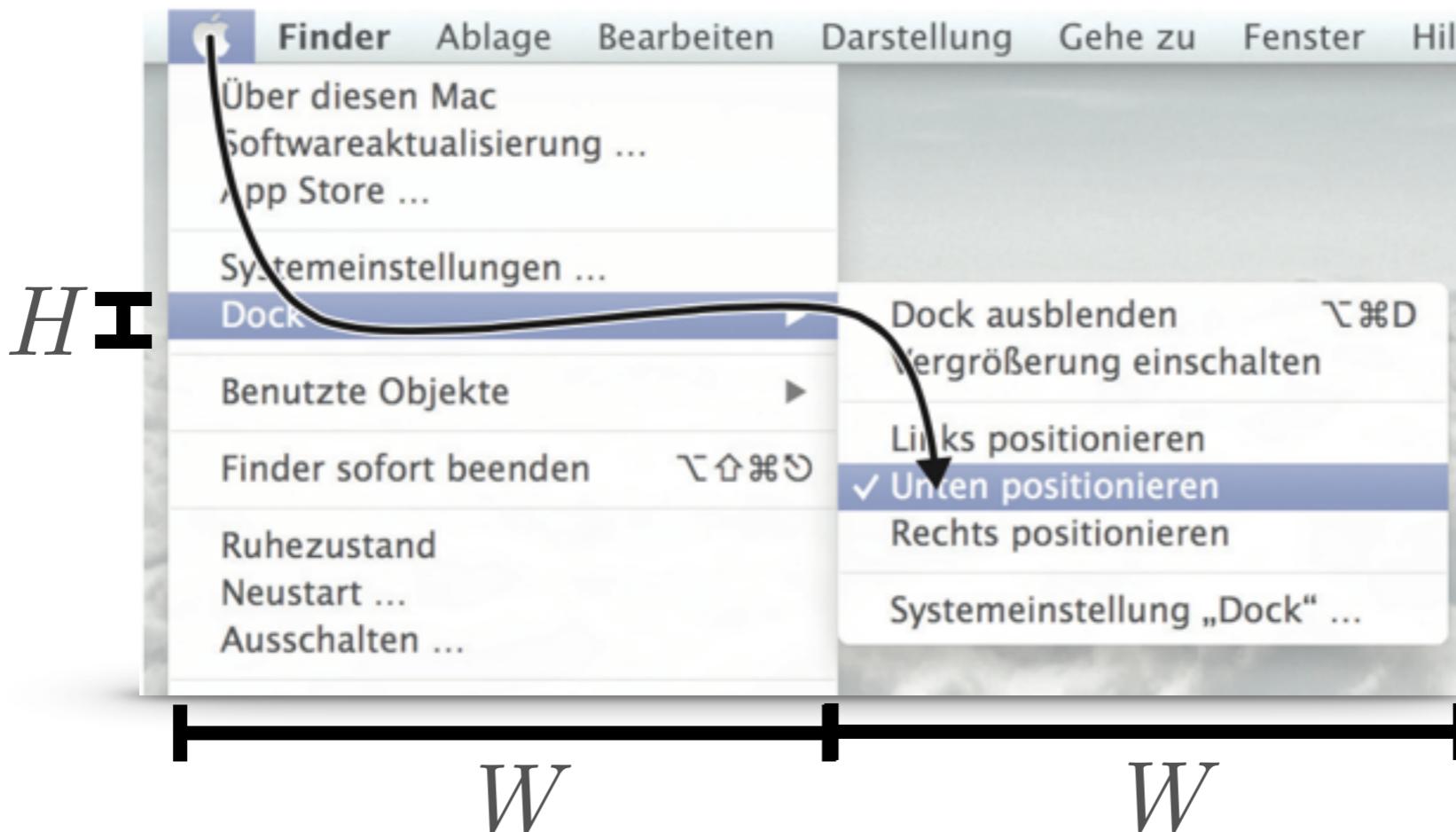
- Bei gerader Strecke mit Weite W und Höhe H vereinfacht sich Steering Law zu:

$$T = a + b \cdot \frac{W}{H}$$



Maus-Navigation

Beispiel



$$T = a_1 + b_1 \cdot \log_2 \left(\frac{n \cdot H}{H} + 1 \right) + a_2 + b_2 \cdot \frac{W}{H} + \dots$$

Diskussion

Shame or Fame?



Fitts' & Steering Law

IxD-Folgerungen

- Ziele sollten nicht klein sein, müssen erkannt und gefunden werden
- bei fortlaufenden Aktionen sollten Ziele nahe zusammen sein
- häufig gesuchte Ziele sollten immer an gleicher Stelle sein
- möglichst wenig entfernte Ziele

