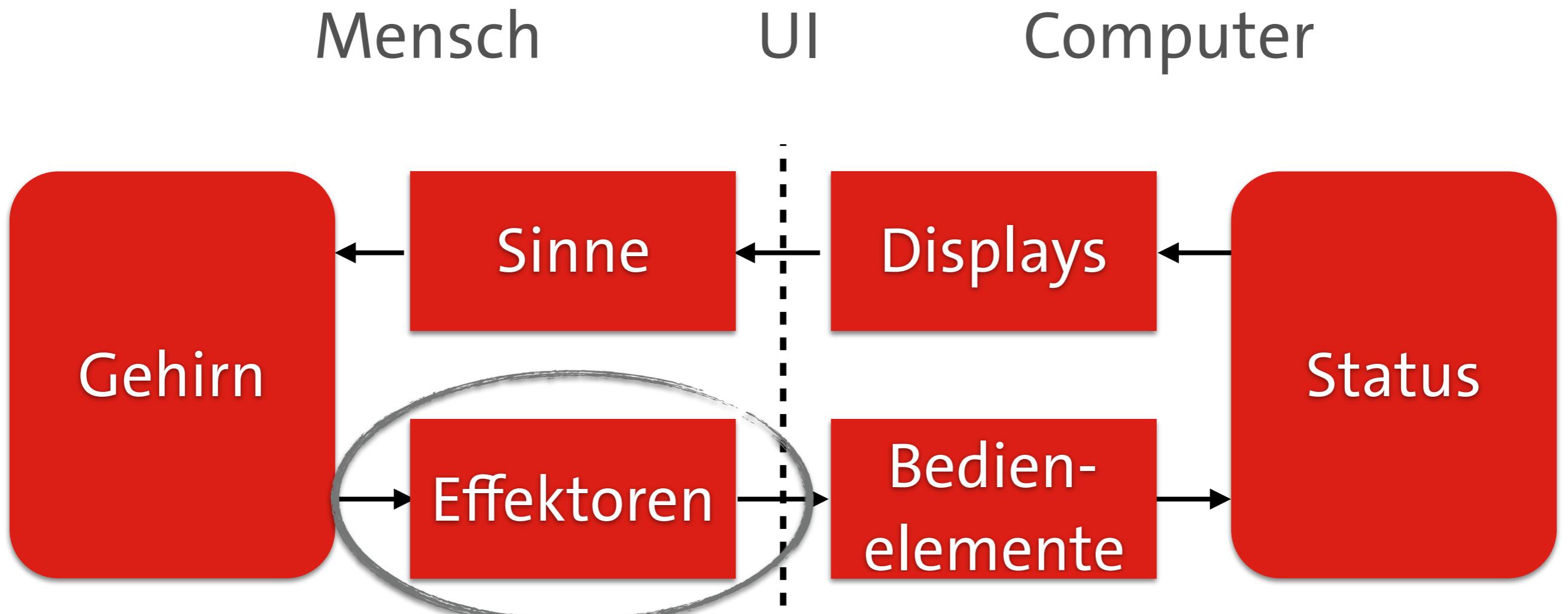


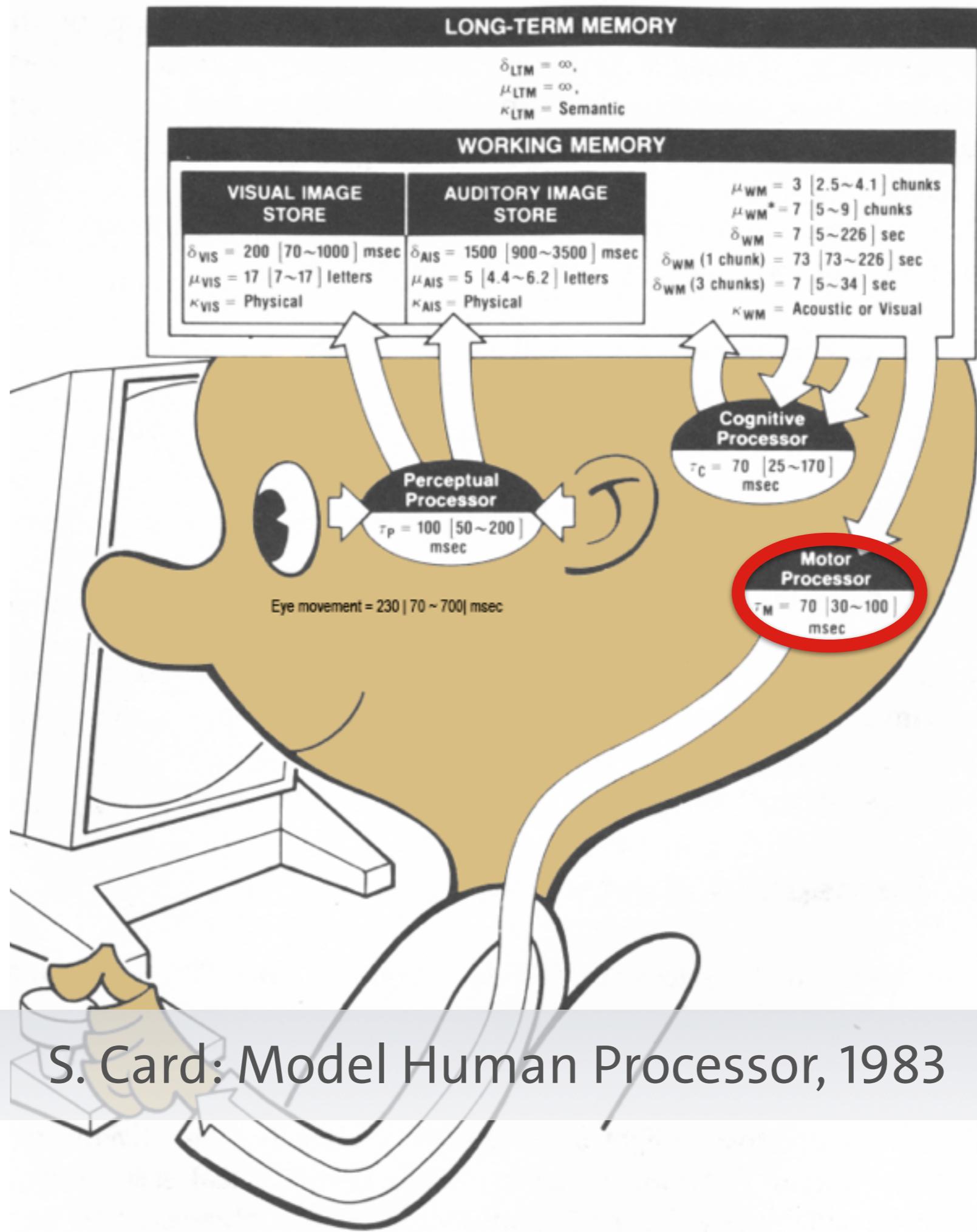
IKON 1



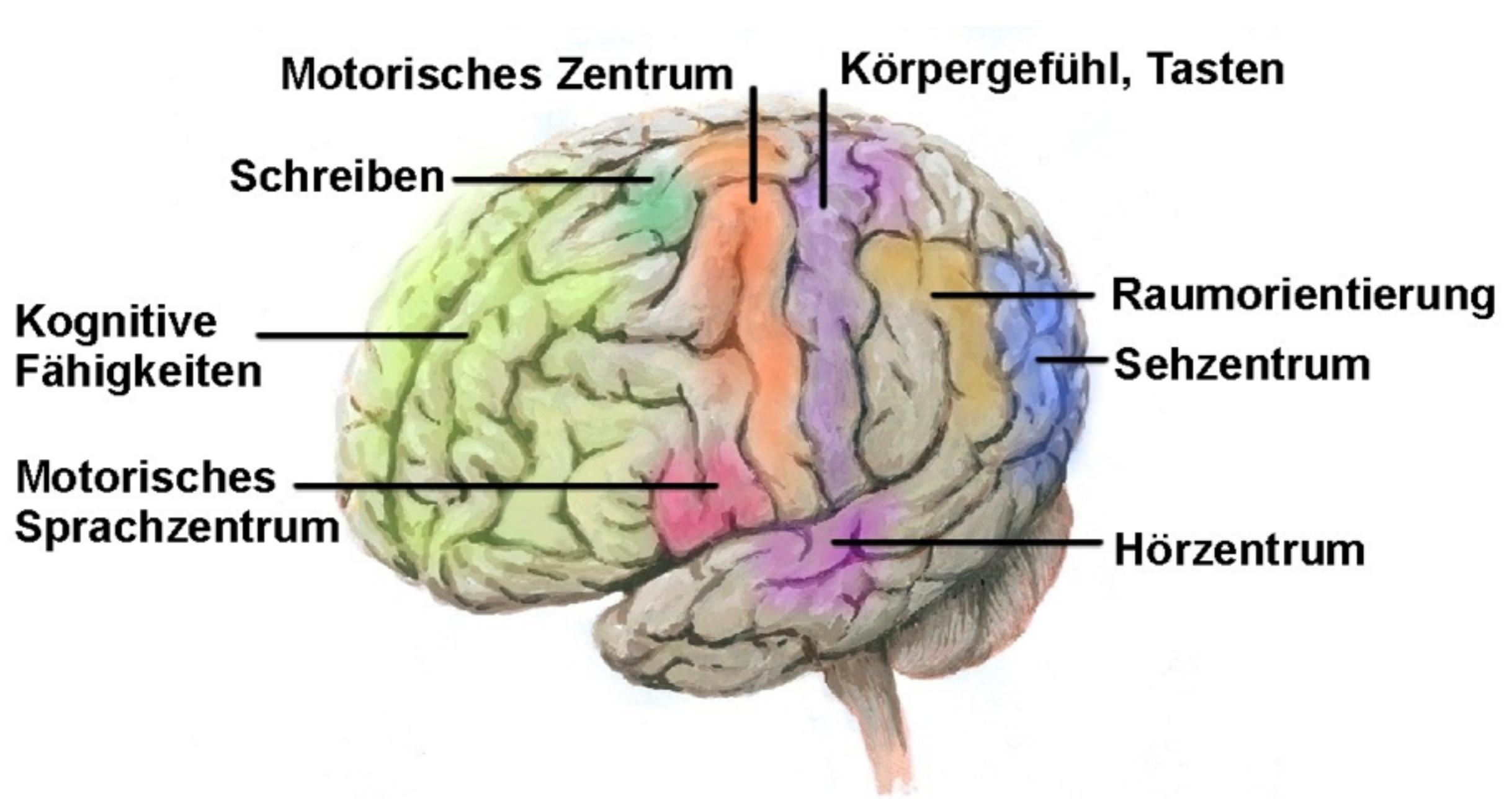
Prof. Dr. Frank Steinicke
Human-Computer Interaction
Fachbereich Informatik
Universität Hamburg

HCI





Gehirn





Mensch-Computer-Interaktion

Kommunikation & Handlung

Prof. Dr. Frank Steinicke

Human-Computer Interaction, Universität Hamburg

Inhalte

- Kommunikation
- Handlung
- Fehler
- Aktion und Motorik
- Modelle

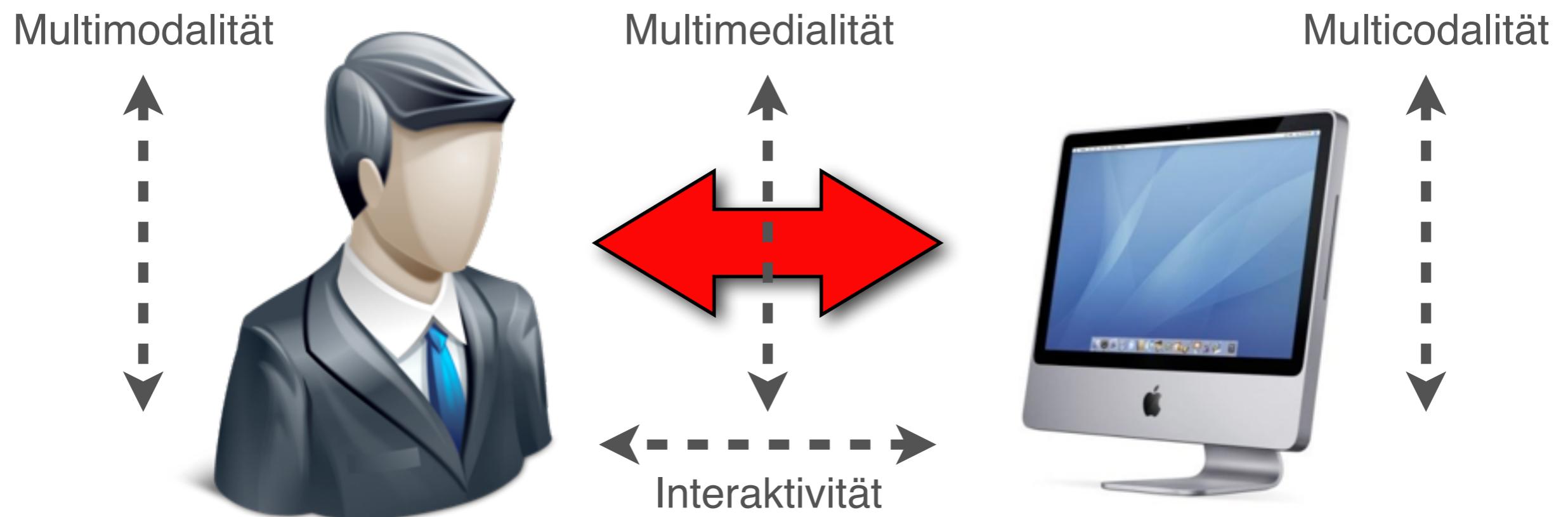


Mensch-Computer-Interaktion

Kommunikation & Handlung

Kommunikation

Modal / Medial / Codal



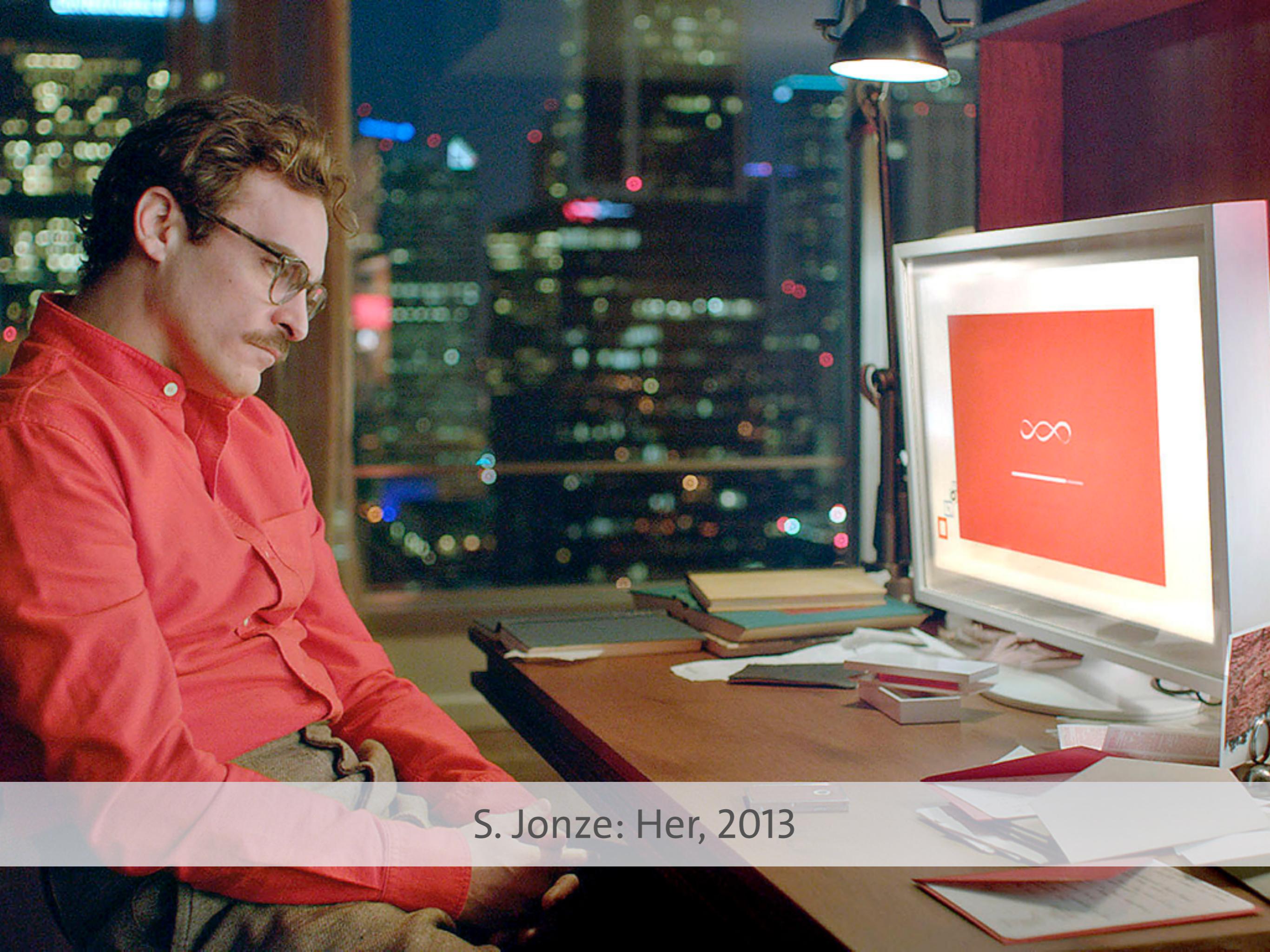
Kommunikation /
Interaktion

Mensch ↔ Computer

- Austausch zwischen Mensch und Computer:
 1. Mensch-Computer-Kommunikation
 - ▶ Computer als *Kommunikationspartner*, z.B. hören, sprechen ...
 2. Mensch-Computer-Interaktion
 - ▶ Computer als *Handlungsraum*, z.B. hantieren, zeigen ...

Media Equation

- **Media Equation** besagt, dass Menschen dazu tendieren Computer und Medien als reale Personen oder reale Orte wahrzunehmen und derart zu behandeln
- *Achtung: während 200.000 Jahre Evolution war Unterscheidung zwischen real und virtuell/digital für Menschen nicht notwendig*



S. Jonze: Her, 2013

Mensch \longleftrightarrow Computer

Weitere Sichten

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

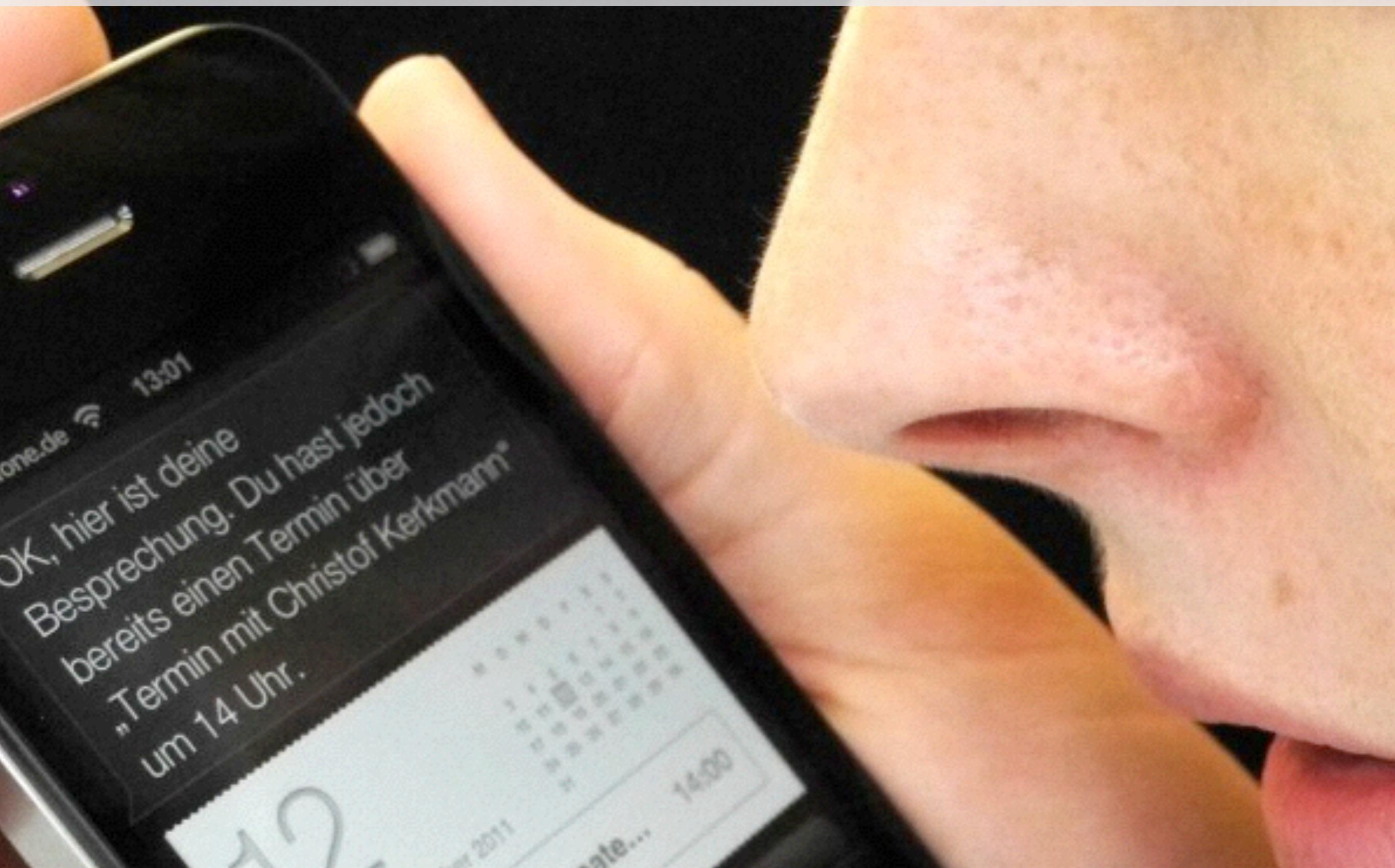
Kommunikationssicht

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

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

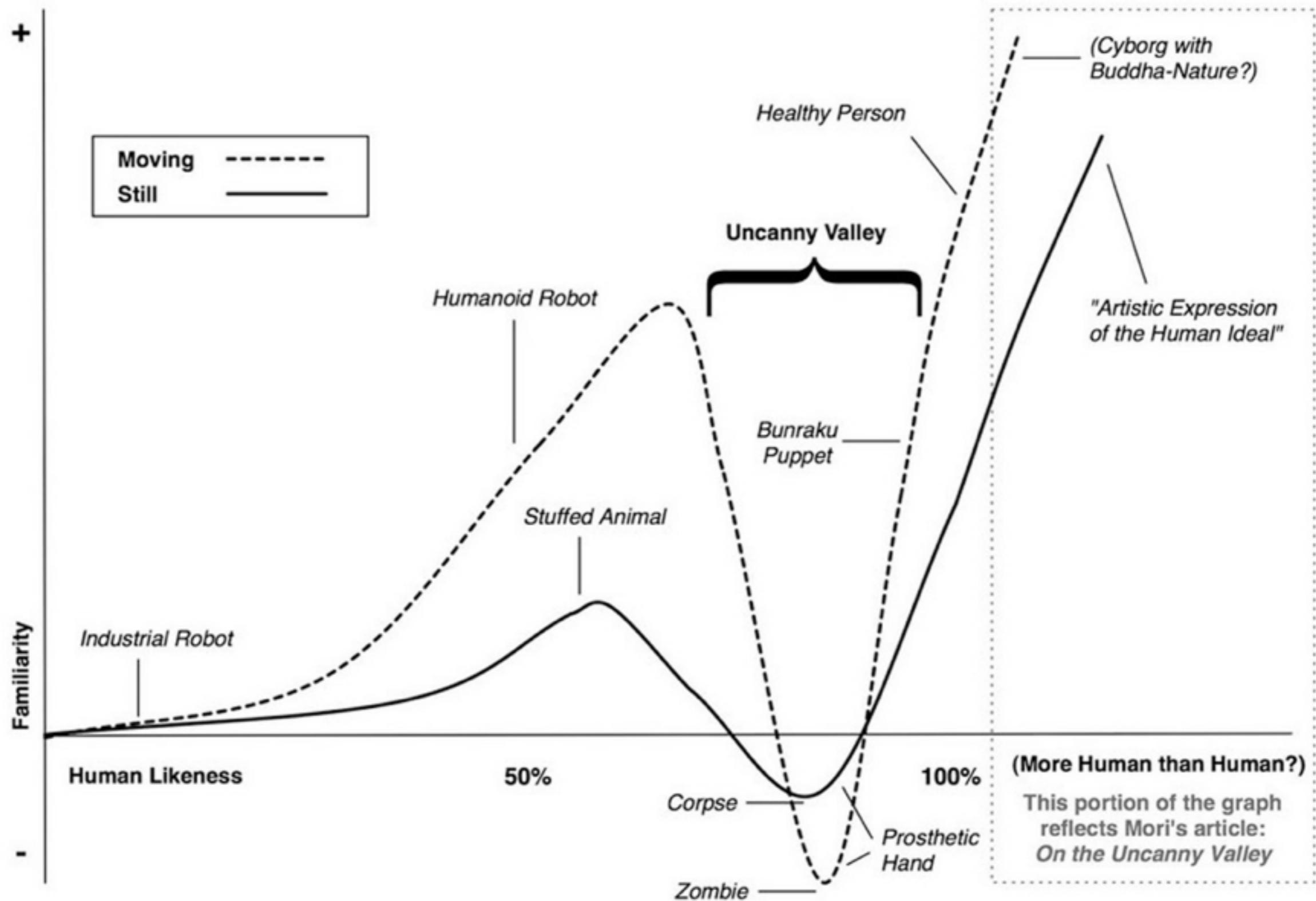
HI, I'M ELIZA.  WHAT'S YOUR PROBLEM?
I don't have any friends.
DON'T YOU REALLY HAVE ANY FRIENDS.
and the friends that I do have, aren't very nice.
WHY DO YOU BRING UP THE TOPIC OF FRIENDS?
some of them call me names
NAMES DON'T INTEREST ME.
```

Interaktives System als Kommunikationspartner





Virtual Humans, ICT, 2010



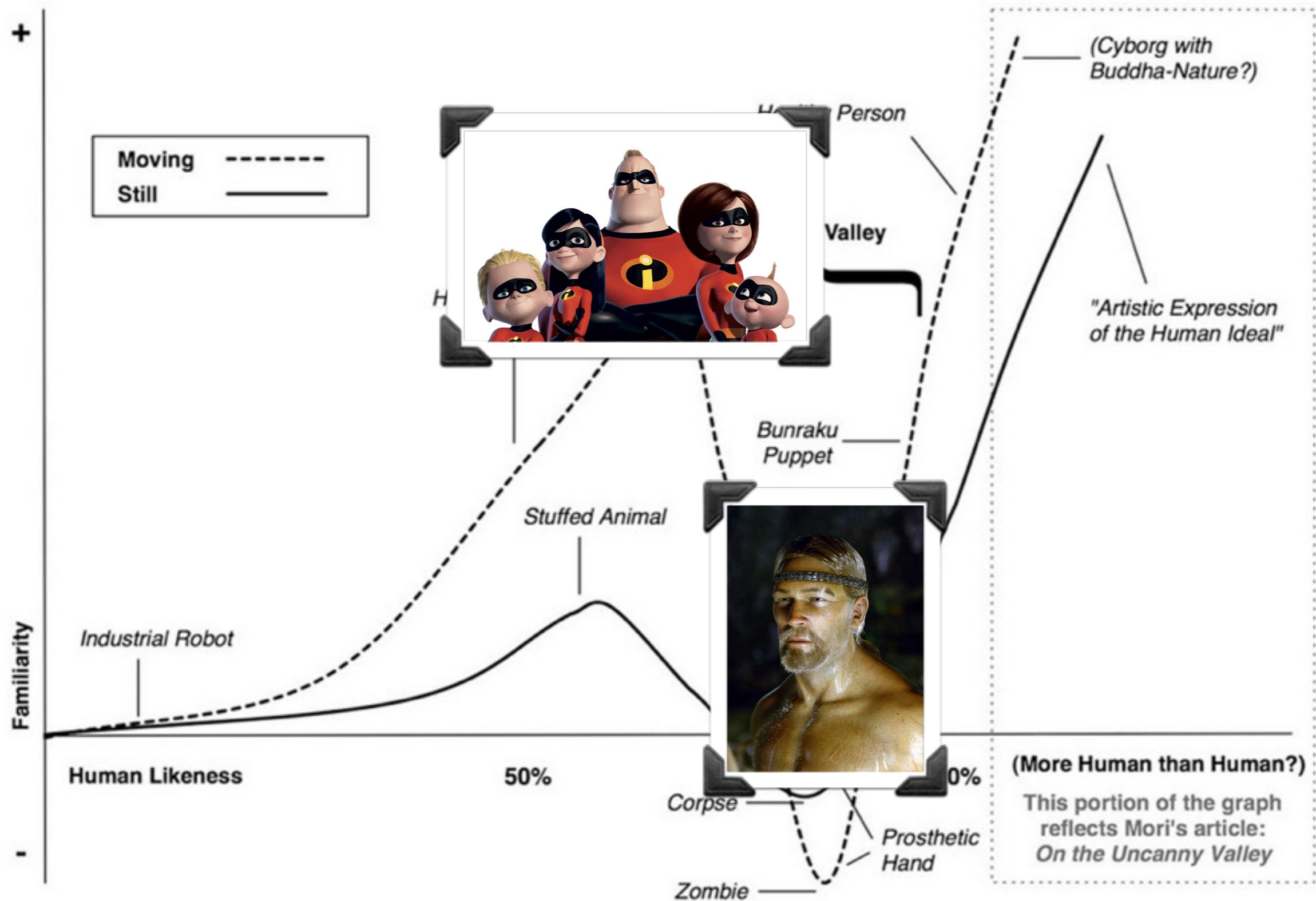
M. Mori: Uncanny Valley, 1970



R. Zemeckis: Beowulf, 2007



B. Bird: The Incredibles, 2004



M. Mori: Uncanny Valley, 1970

Konversationsmodell II

Betrachtungsebenen

- **Intentionale Ebene**
 - Was soll erreicht werden?
- **Pragmatische Ebene**
 - Welche Ziele und Unterziele müssen dazu erreicht werden?

Konversationsmodell II

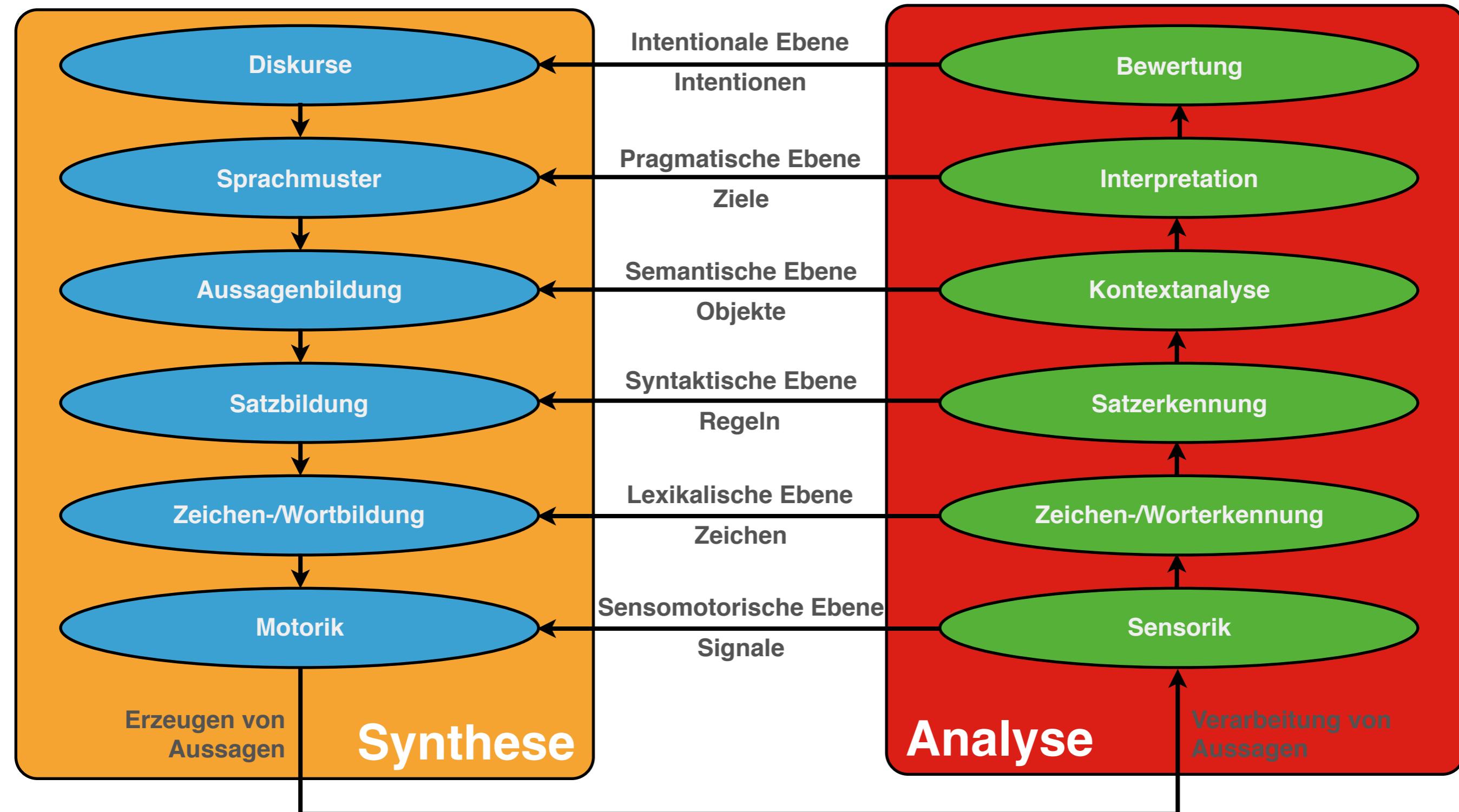
Betrachtungsebenen

- **Semantische Ebene**
 - Welche Gegenstände und Operationen sind nötig?
- **Syntaktische Ebene**
 - Wie müssen Äußerungen / Handlungen formuliert werden?
 - Welche Regeln sind einzuhalten?

Konversationsmodell II

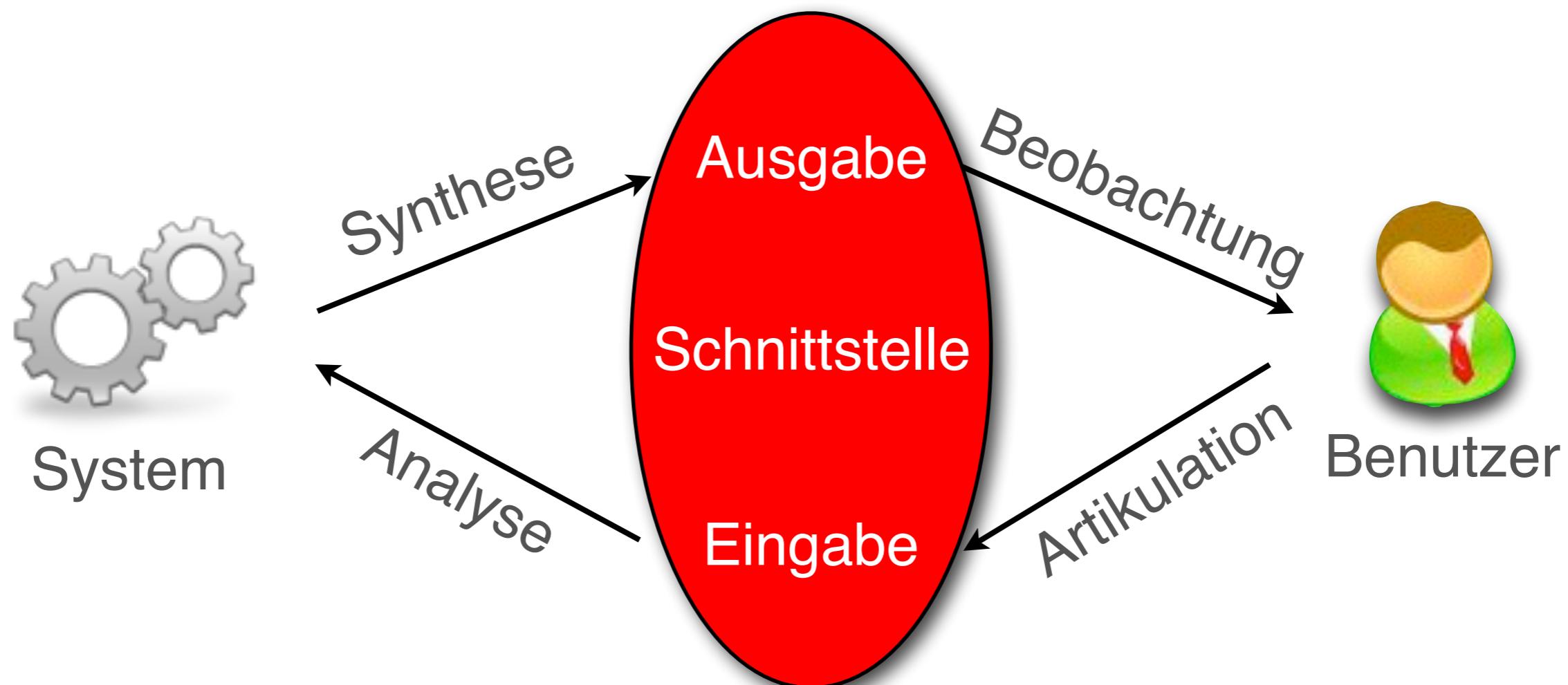
Betrachtungsebenen

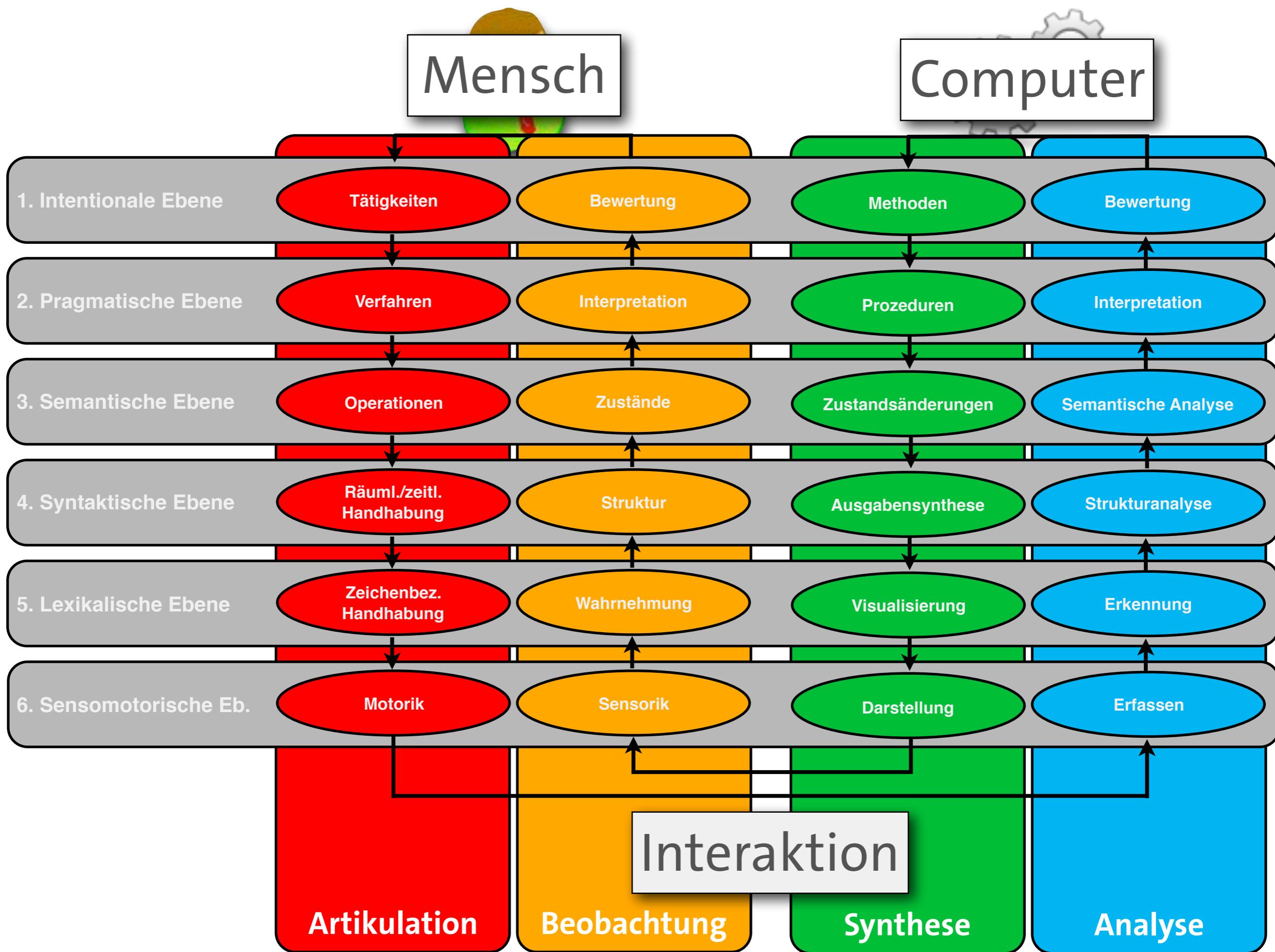
- **Lexikalische Ebene**
 - Welche Zeichen / Operationen stehen zur Verfügung?
- **Sensomotorische Ebene**
 - Welche motorischen Aktionen müssen durchgeführt werden?



Herczeg: Kommunikationsmodell, 2009

Interaktionsframework





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

Example ViewPoint Document

Close Save Reset Save&Edit

XEROX 6085 Workstation

User-Interface Design

To make it easy to compose text and graphics, to do electronic filing, printing, and mailing all at the same workstation, requires a revolutionary user interface design.

Bit-map display - Each of the pixels on the 19" screen is mapped to a bit in memory; thus, arbitrarily complex images can be displayed. The 6085 displays all fonts and graphics as they will be printed. In addition, familiar office objects such as documents, folders, file drawers and in-baskets are portrayed as recognizable images.

The mouse - A unique pointing device that allows the user to quickly select any text, graphic or office object on the display.

See and Point

All functions are visible to the user on the keyboard or on the screen. The user does filing and retrieval by selecting them with the mouse and touching the MOVE, COPY, DELETE or PROPERTIES command keys. Text and graphics are edited with the same keys.



Shorter Production Times

Experience at Xerox with prototype workstations has shown shorter production times and thus lower costs, as a function of the percentage of use of the workstations. The following equation can be used to express this:

YEAR	PERCENT USE	6085
1978	95.2	15.8
1980	61.1	39.9
1982	45	55
1984	30	70
1986	10	90
1988	5	95

Table 1: Percentages of use of methods.

Activity under the old and the new methods

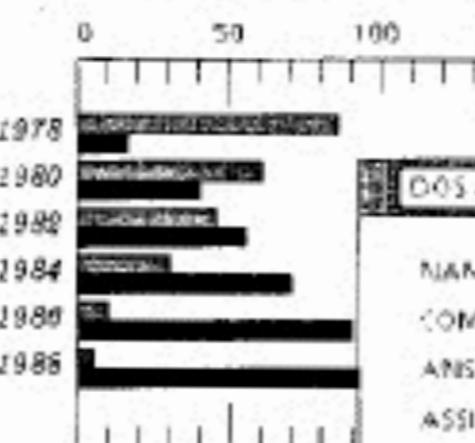


Figure 2: Data from Table 1 drive

$$R(\%) = \sum_{n=1}^N \frac{P_n}{\text{Total}} \times 100$$

Workstation usage percentages Table 1 and illustrated in Figure 2. Xerox 6085 users are likely to do the composition and layout, entire process including printing and di-

NAME	EXTENSION	SIZE	DATE
COMMAND	COM	22677	15-Nov-86
ANSI	SYS	2556	18-Sep-86
ASSIGN	COM	864	28-Jul-86
ATTRIB	EXE	15091	14-Nov-86
BACKUP	COM	17024	20-Aug-86
CHKDSK	COM	9435	24-Oct-86
CHMOD	COM	6529	27-Jul-86
COMP	COM	3018	10-Nov-86
DEBUG	EXE	15364	15-Nov-86

Text and Graphics

To replace typesetting, the 6085 offers a choice of type fonts and sizes, from 6 point to 36 point:

Here is a sentence of 4-point text.

Here is a sentence of 10-point text.

Here is a sentence of 16-point text.

Here is a sentence of 24-point text.

Here is a sentence of 36-point text.

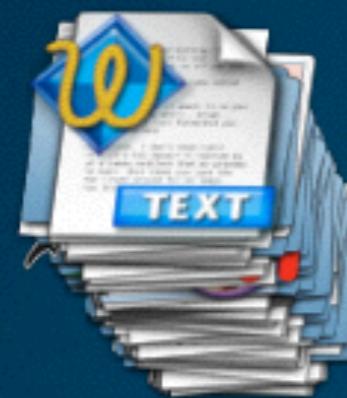
24-point text.
36-point text.

Xerox SDD: Star Interface, 1981



New note

Interaktives System als Interaktionsraum

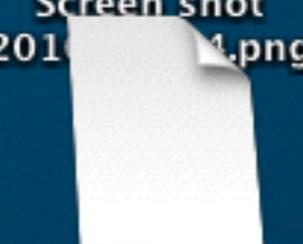


Stones_final.avi

Screen shot
2010-0...05.png



Screen shot
2010-0...14.png



german_dictionary-2.0....+fn.xpi



BumpTop



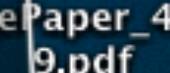
IMPORTANT.ics

20

GZ
git-1.7.0.tan
eclipse



privat.ics



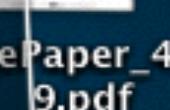
ePaper_49.pdf



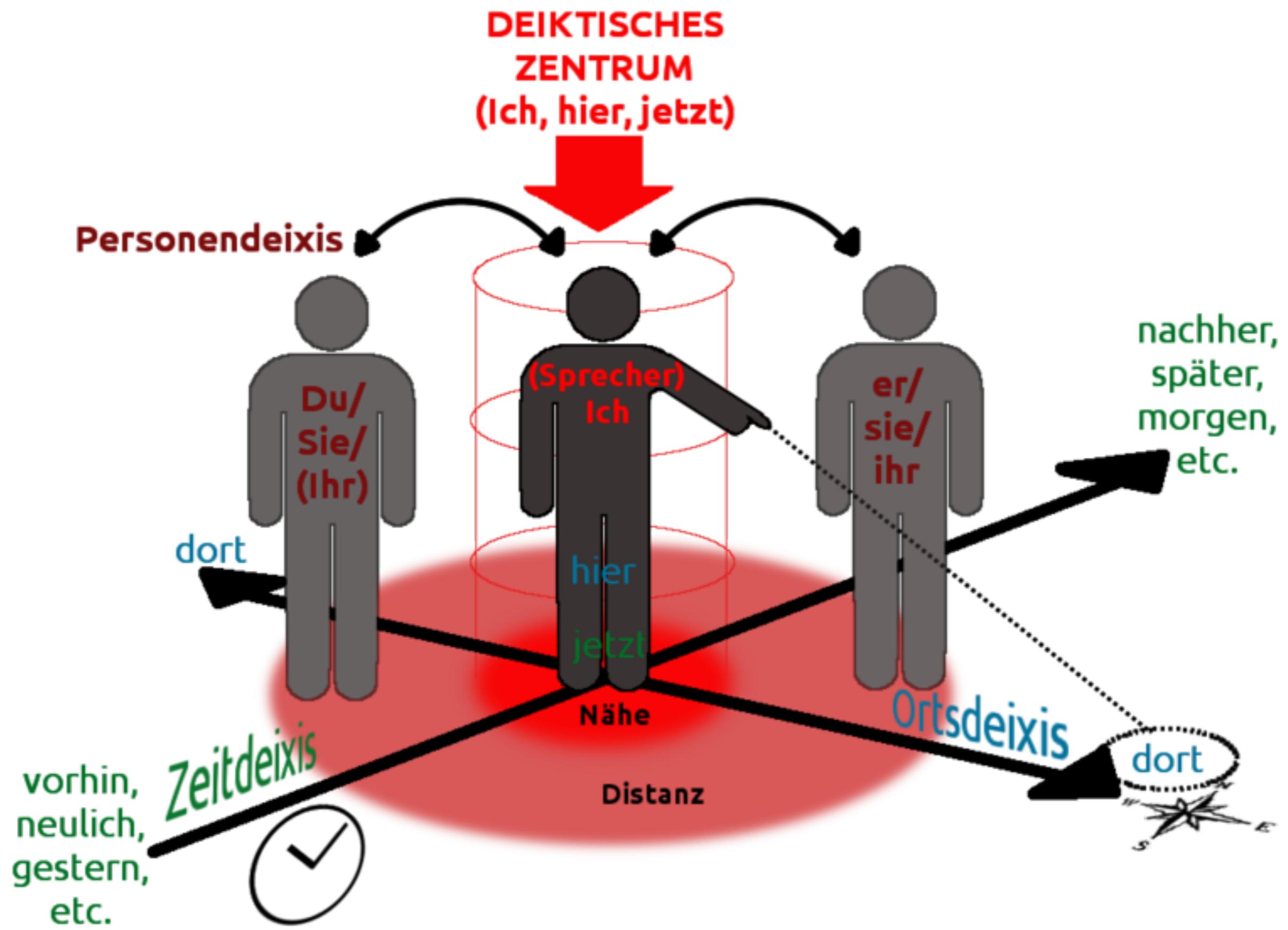
2011-0...03



hot



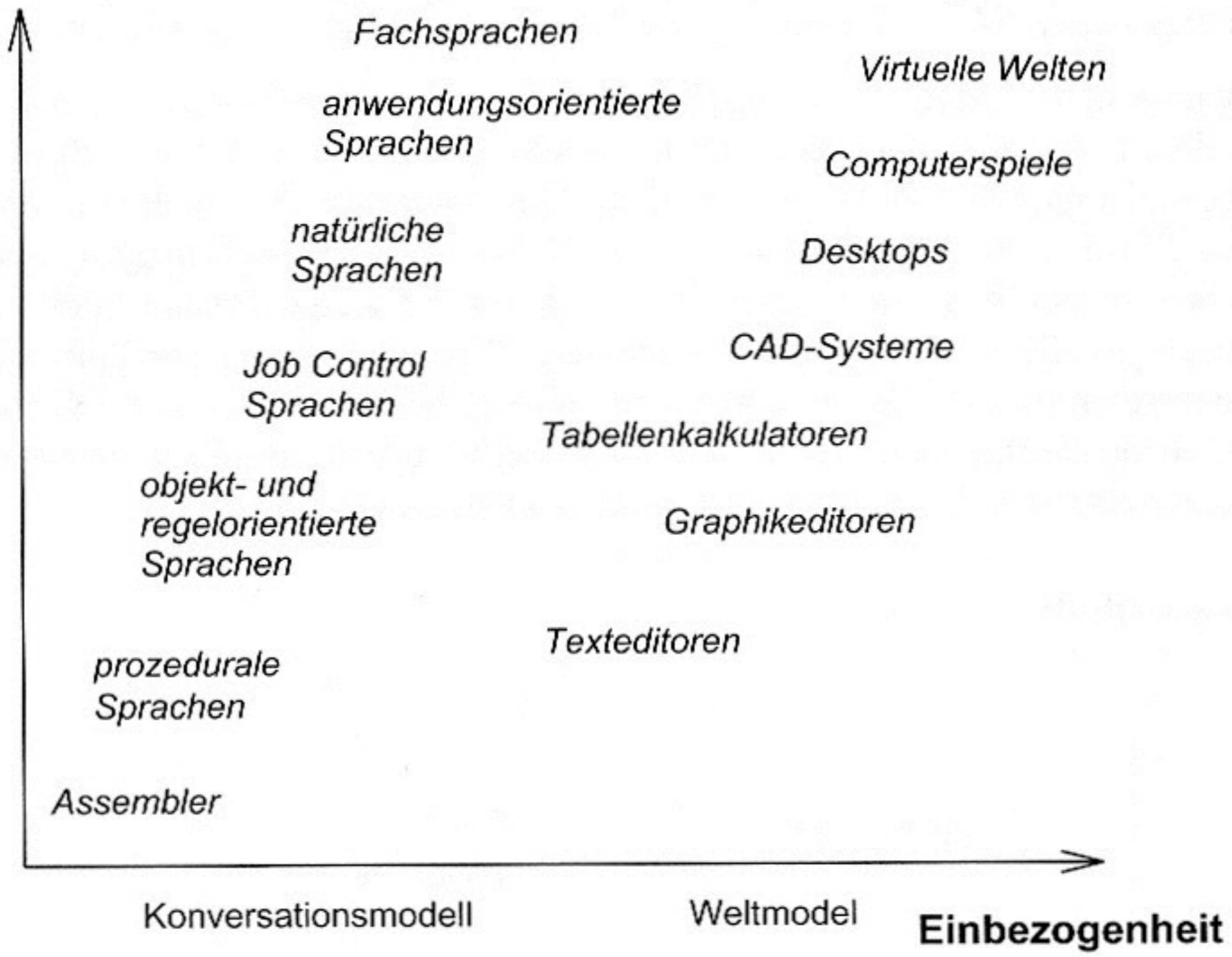
DE-2011-0...03.p

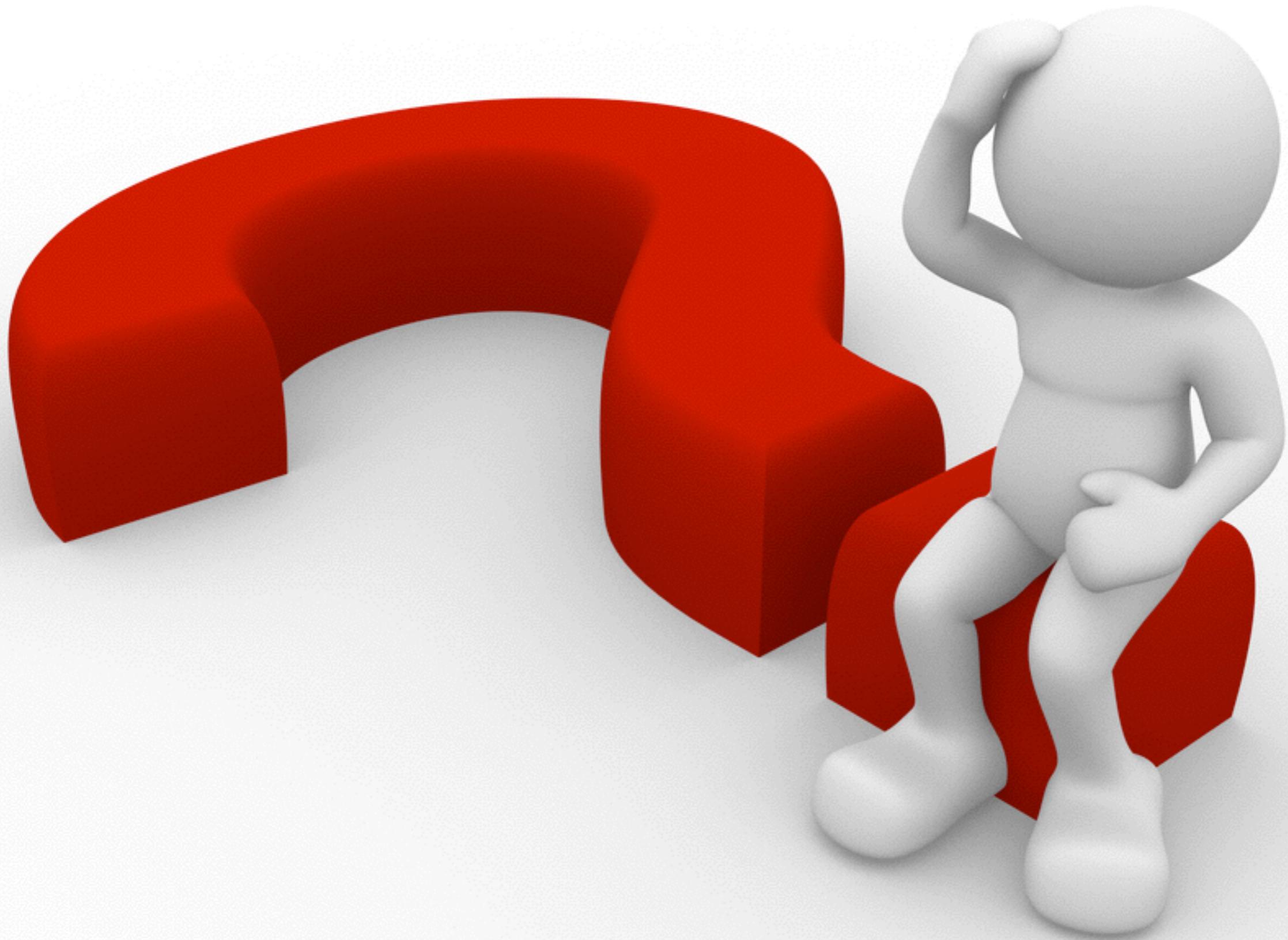


Interaktionsformen

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

Direktheit







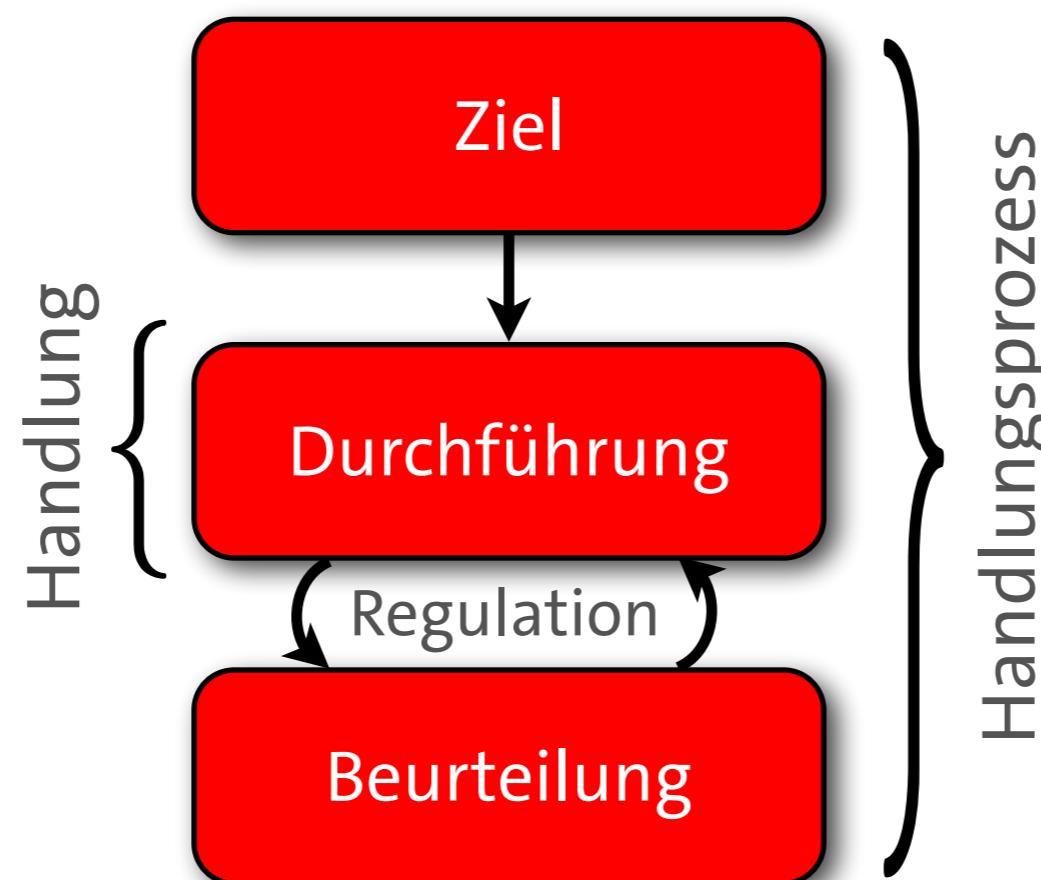
Mensch-Computer-Interaktion

Kommunikation & Handlung

Handeln

Handlungssysteme

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



Handlungssysteme

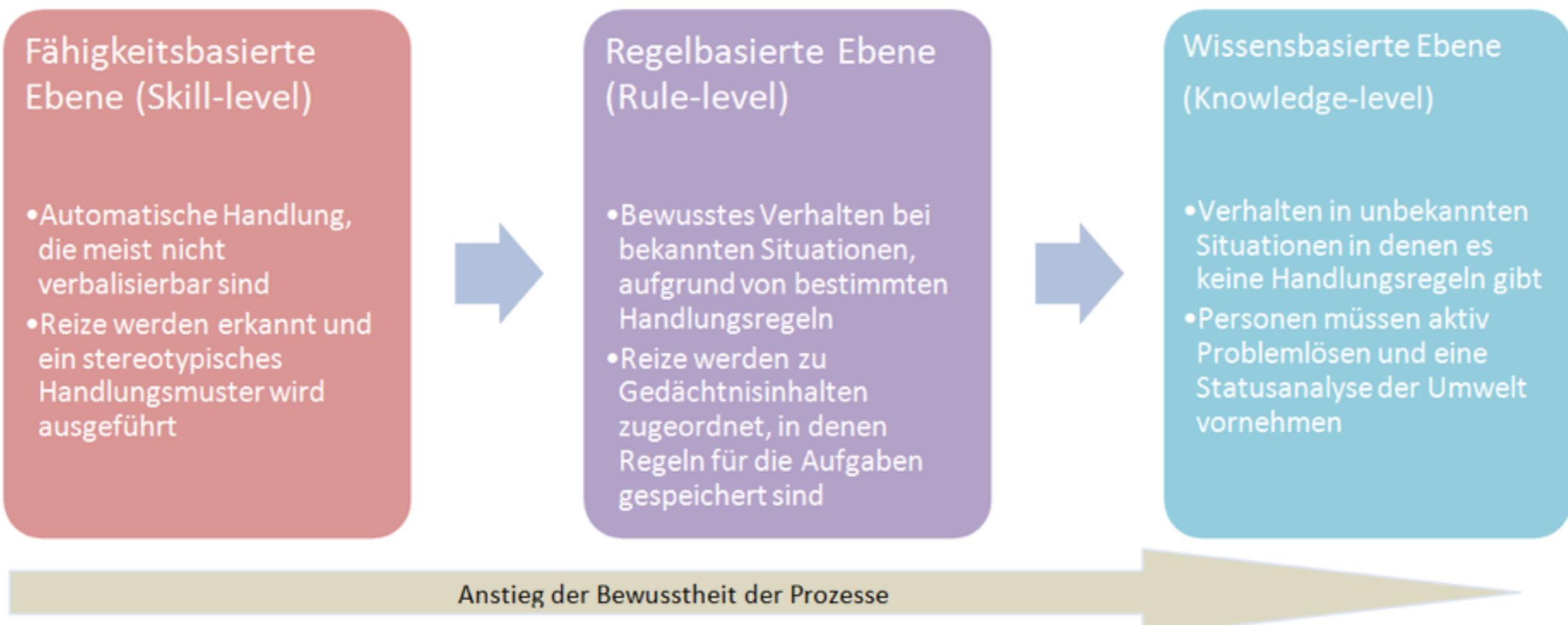
- Zur Handlung und bei Bearbeitung werden häufig **Werkzeuge** verwendet
 - Wenn Umgang mit Werkzeugen geübt wird (vgl. VL IKON 1 - *Kognition: Lernen und Gedächtnis*), wird Nutzung zur Routine und Werkzeuge verschwinden aus Bewusstsein
- Aktivitäten werden auf **unterschiedlichen Ebenen** geplant und interpretiert

Handlungsregulation

- **Intellektuelle Ebene:** bewusste Regulation
- **Sensomotorische Ebene:** automatisierte Steuerung
- **Flexible Handlungsmuster:** kombiniert intellektuelle und sensomotorische Routinehandlungen

Handlungsregulation

Skill-Rules-Knowledge-Modell



Beispiel: Handlungsregulation beim Schreiben einer SMS



Wissensbasierte Ebene

Beispiel: SMS Schreiben

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

Regelbasierte Ebene

Beispiel: SMS Schreiben

- **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

Fähigkeitsbasierte Ebene

Beispiel: SMS Schreiben

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

Wissensbasierte Ebene

Beispiel: Fehler

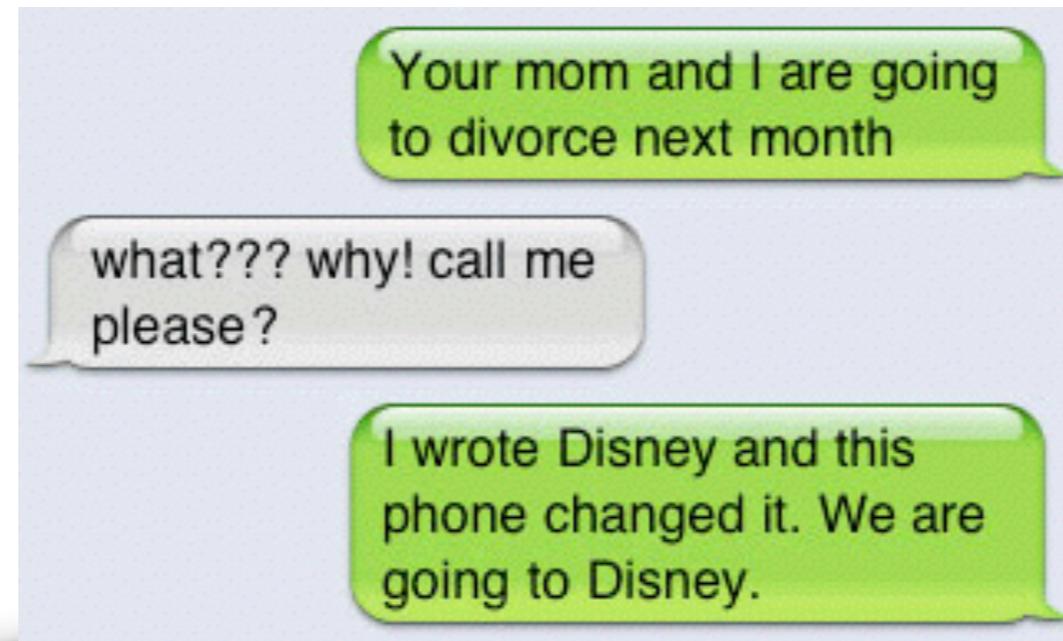
- **Arbeitsfehler** durch mangelndes Verständnis vom System, z.B. Denkfehler in Planungsphase oder Interpretationsfehler während Beurteilungsphase



Regelbasierte Ebene

Beispiel: Fehler

- **Ausrutscher** durch Fehler bei Durchführungsphase, z.B. wegen mangelnder Konzentration oder Erkennungsfehler wegen falscher Beurteilung



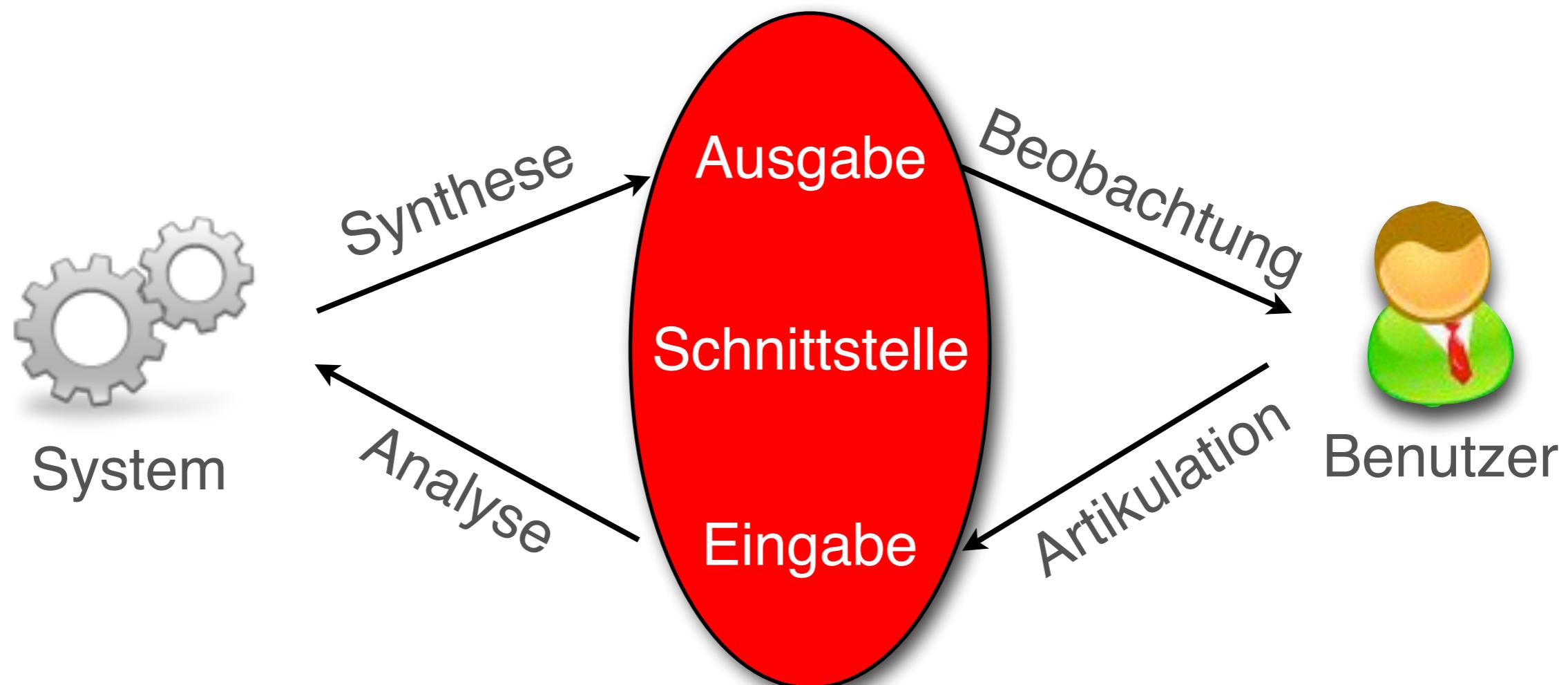
Fähigkeitsbasierte Ebene

Beispiel: Fehler

- **Motorische Fehler** wegen mangelnder Abstimmung zwischen Sensorik und Motorik, z.B. Misslingen wegen Unterlassungsfehler oder Übereile bei Durchführung

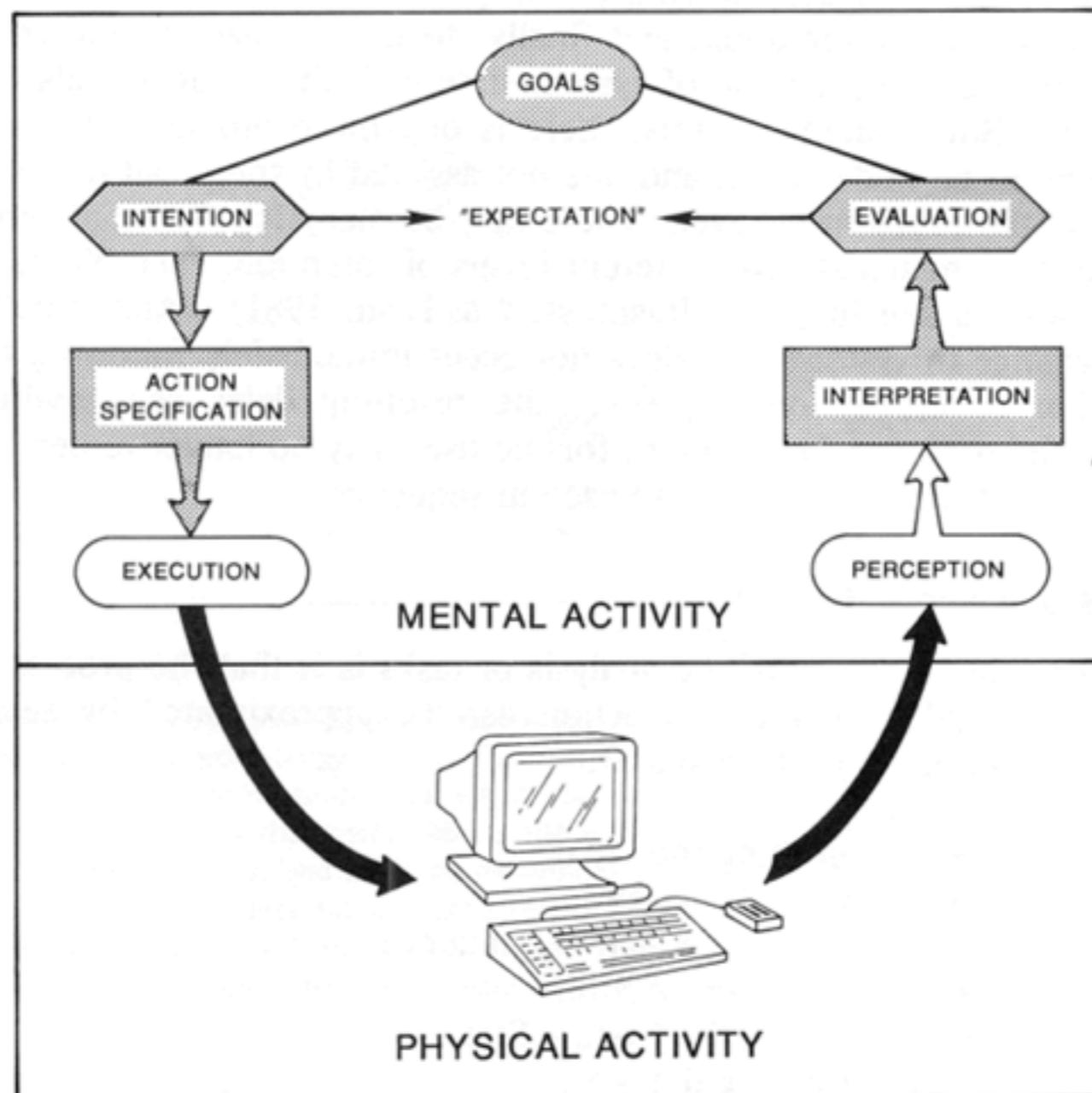


Interaktionsframework



Handlungsstufen

Bsp: Human Action Cycle



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

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 HAC gelöscht?

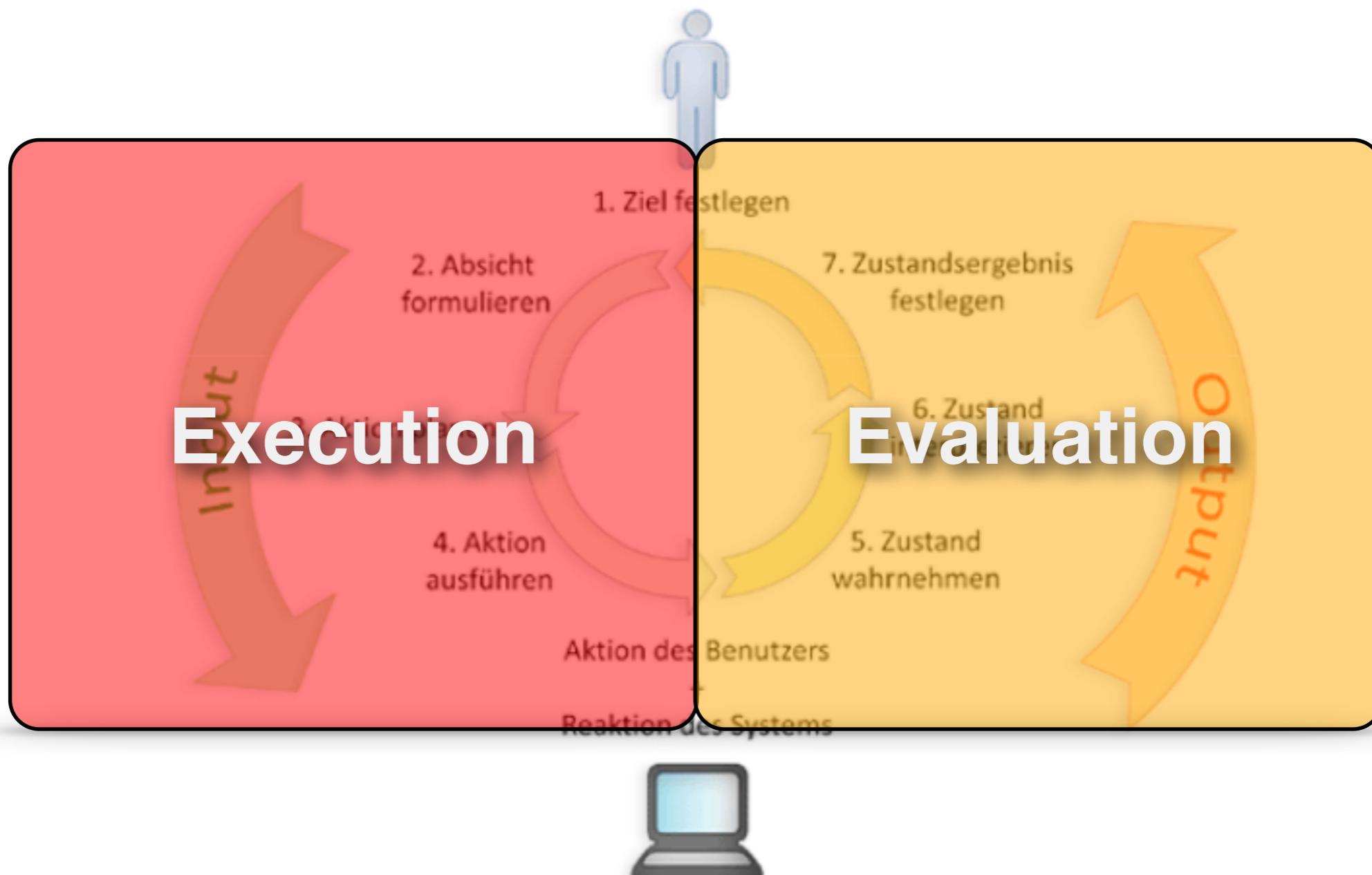
Handlungsstufen

Beispiel: Icon Löschen

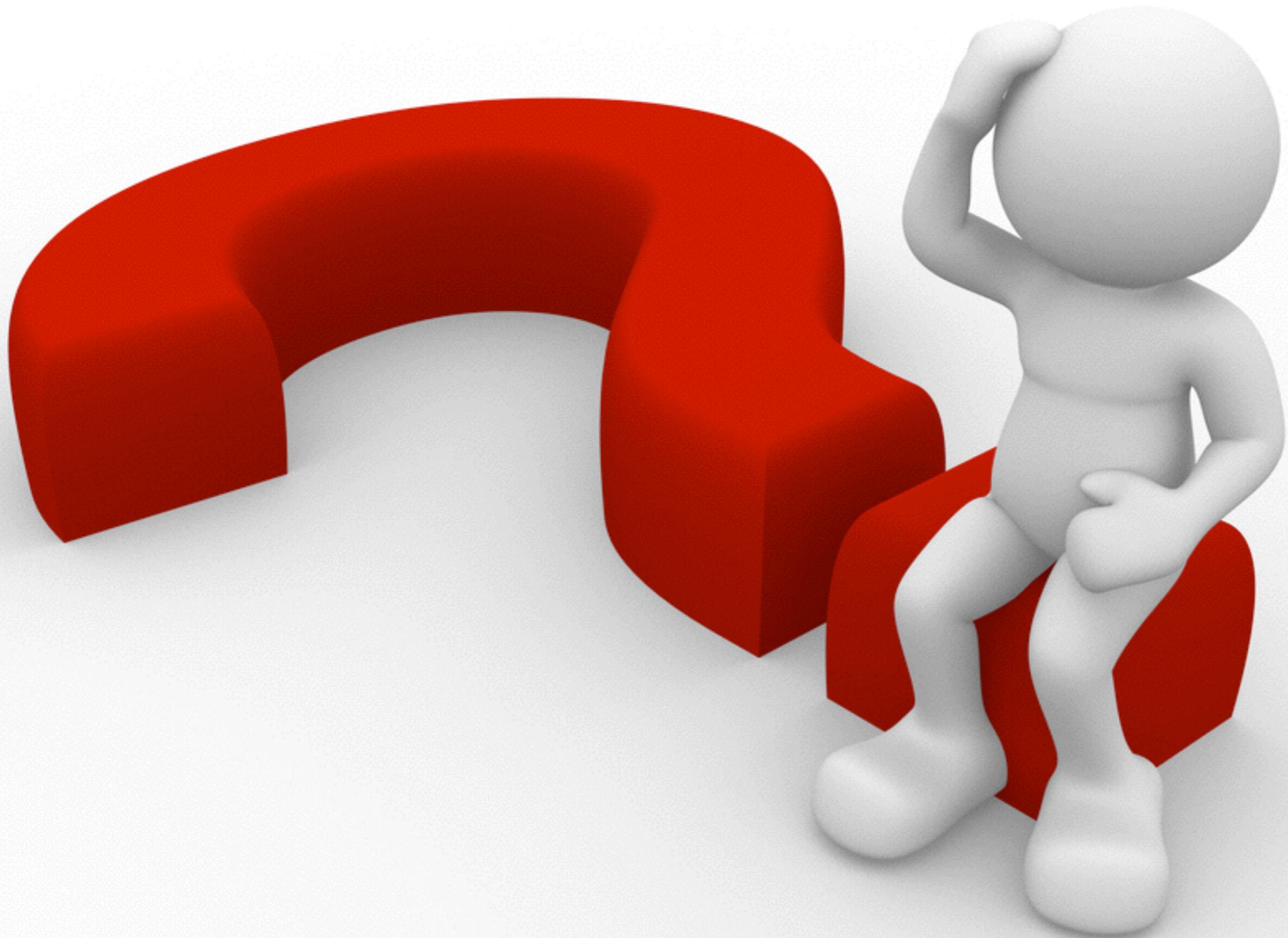


Handlungsstufen

Beispiel: Human Action Cycle



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





Mensch-Computer-Interaktion

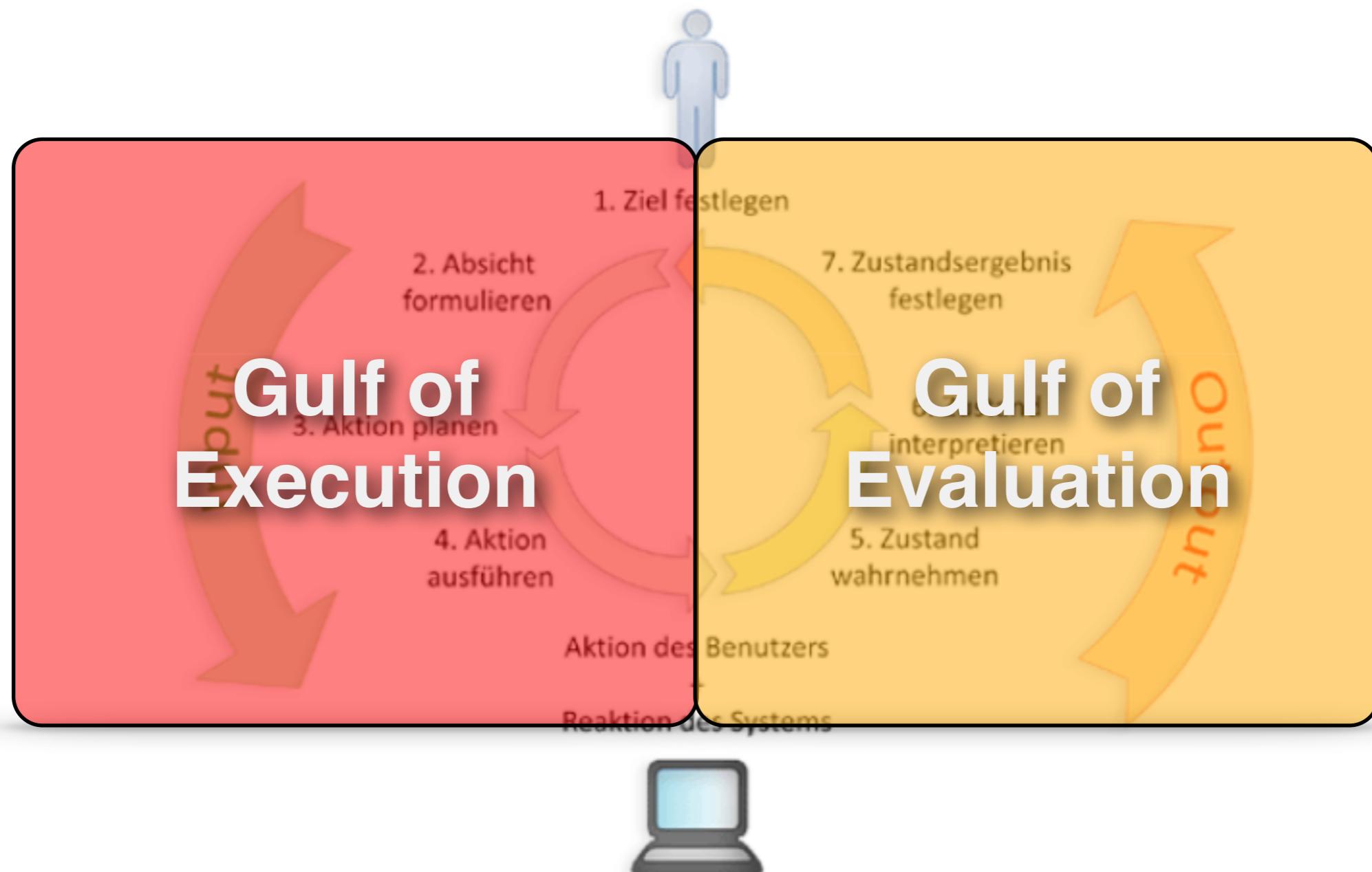
Kommunikation & Handlung

Fehler

Transformationsdistanz

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

Handlungsstufen Transformationsdistanzen



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

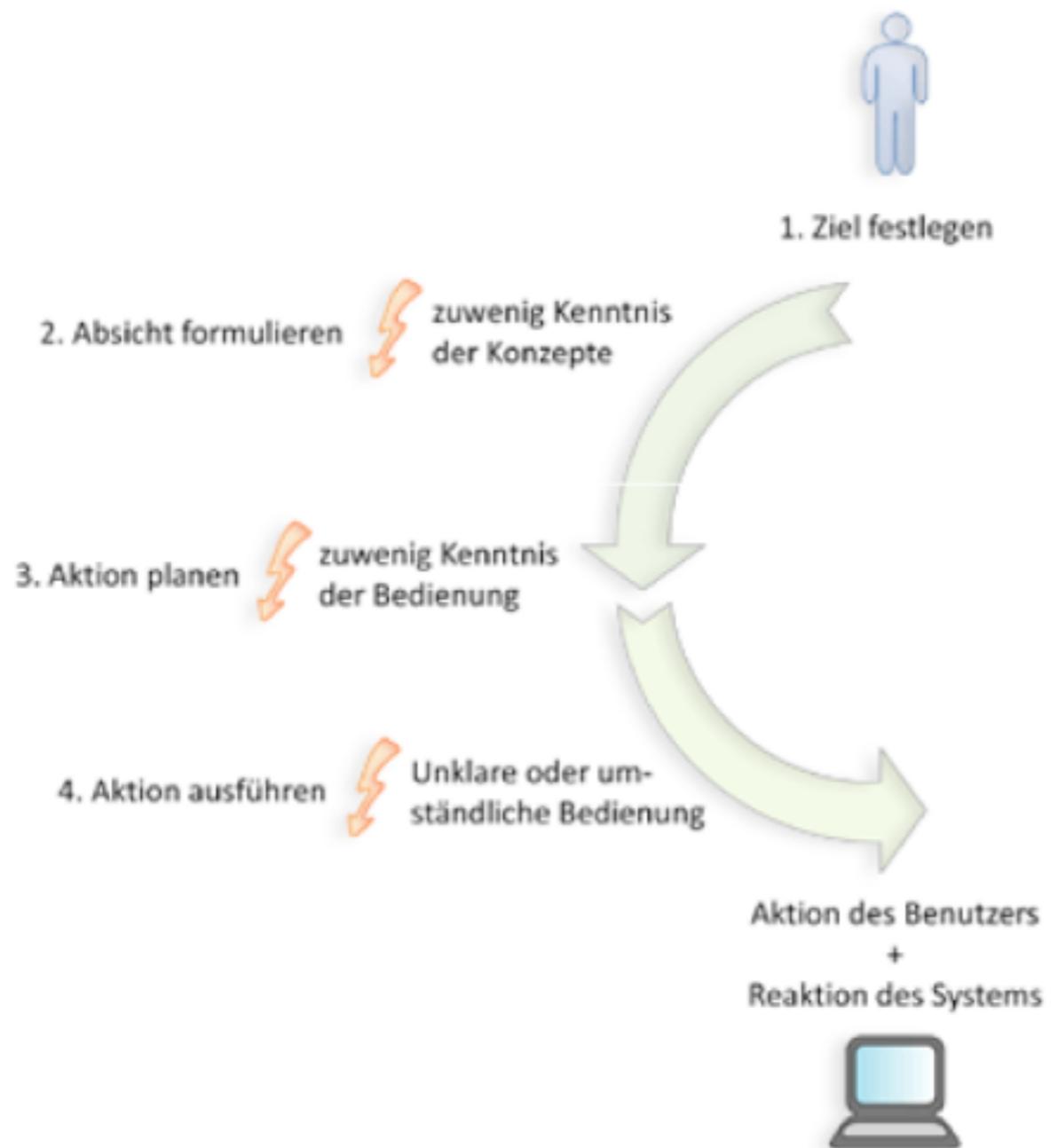
Transformationsdistanz

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



Fehlerklassifikation

- Unterscheidung der Fehlerarten nach
 - Zeitpunkt
 - ▶ Perzeption → Kognitive → Motorik
 - Art
 - ▶ Arbeitsfehler
 - ▶ Flüchtigkeitsfehler/Versehen
 - ▶ Scheitern/Misslingen

Fehlerklassifikation

Zeitpunkt

- **Perzeptuelle Fehler**
 - fehlerhafte Wahrnehmung von Hinweisen
- **Kognitive Fehler**
 - Überbeanspruchung kognitiver Ressourcen
 - **Motorische Fehler**
 - mangelnde motorische Fähigkeiten

Fehlerarten

Arbeitsfehler

- **Arbeitsfehler** (engl. *Mistake*) entsteht durch mangelndes Verständnis vom oder falsches mentales Modell über System
- Beispiel:
 - Löschen einer Datei durch Löschen der Verknüpfung (engl. *Short-Cuts*)

Fehlerarten

Flüchtigkeitsfehler/Versehen

- **Flüchtigkeitsfehler** (engl. *Slip*) oder **Versehen** (engl. *Lapses*) entstehen durch Unaufmerksamkeit, Ablenkung oder Gewohnheit, die zu Fehlern während Durchführung oder Verarbeitung führen
- Beispiele:
 - Gewohnheitsfehler, Ungenauigkeiten, falsche Tasten gedrückt, ...

Slips/Lapses

Beispiele

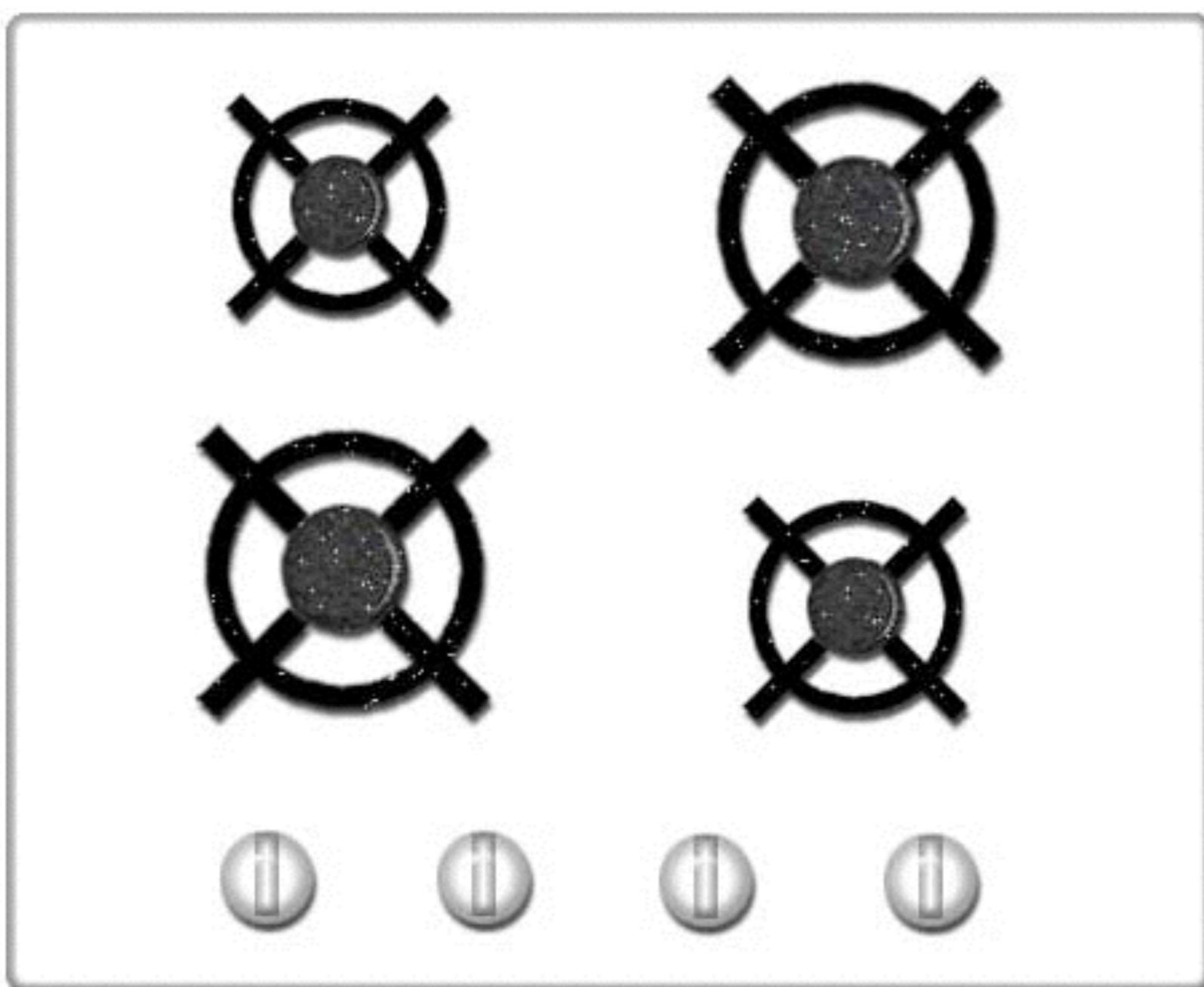
- **Capture Error:** Vertraute Aktionen kapert eigentlich intendierte Aktion, z.B. Büroschlüssel für Haustür verwenden
- **Description Error:** Aktionen werden am falschen Objekt durchführt, z.B. Herdschalter
- **Mode Error:** korrekte Aktion wird im falschen Modus ausgeführt, z.B. Landung in Sinkflugmodus

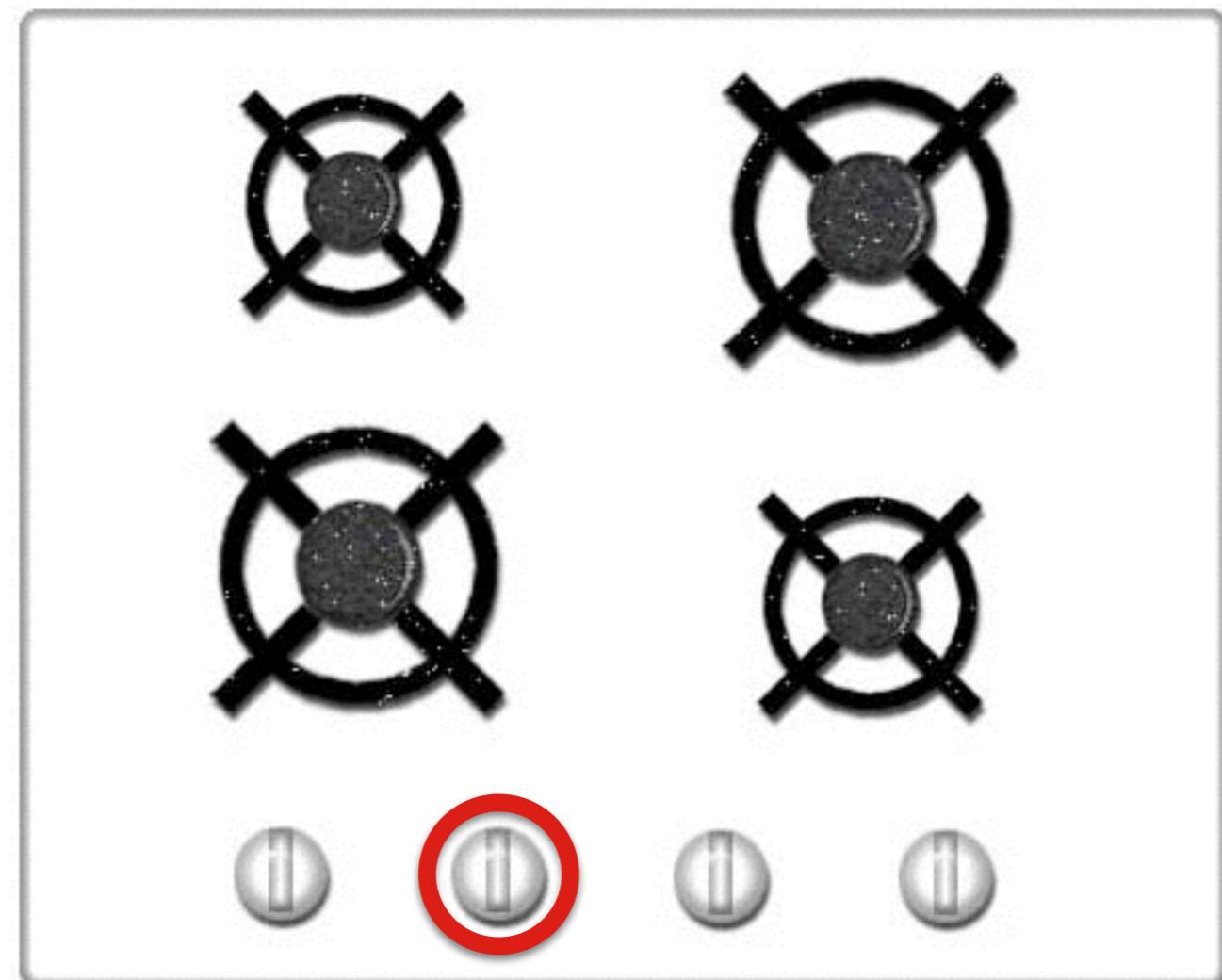


Capture Error: Facebook-Webseite statt Moodle öffnen

Slips/Lapses

Beispiel: Description Error





Welche Herdplatte wird mit dem Knopf bedient?

A Oben links

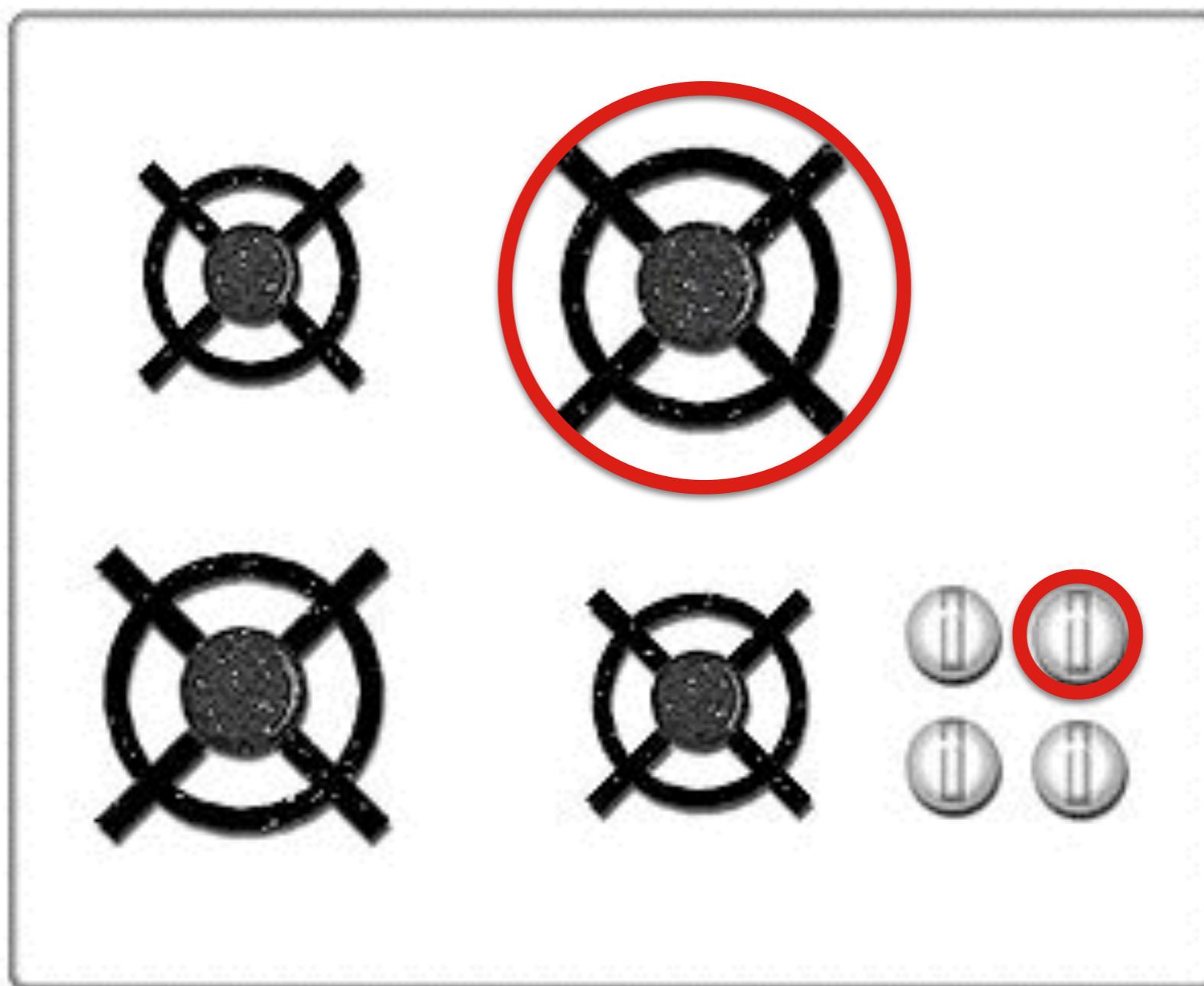
B Oben rechts

C Unten links

D Unten rechts

Fokus IxD

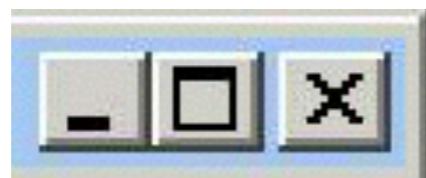
Mappings



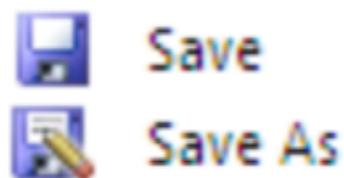
Slips/Lapses

Beispiel: Description Error

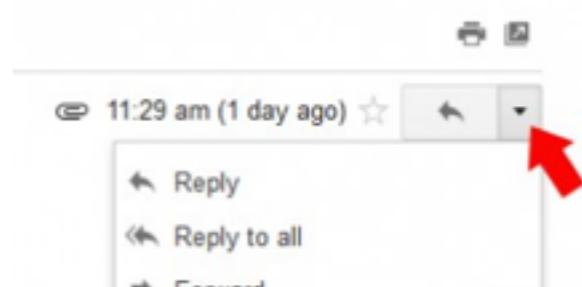
- **Description Error** können aufgrund **räumlicher, repräsentierter oder semantischer Ähnlichkeit entstehen**
- Beispiele:



räumlich



repräsentiert



semantisch



Frank Steinicke



Mode Error: Passworteingabe bei gedrückter Feststelltaste

Slips/Lapses

Beispiele

- Versehentlich Video statt Foto aufnehmen
→ ???
- Passwort im Feld „Benutzername“ eintragen
→ ???
- Klicken auf „Senden“ ohne Dateianhang
→ ???

Slips/Lapses

Beispiele

- Versehentlich Video statt Foto aufnehmen
 → Mode Error
- Passwort im Feld „Benutzername“ eintragen
 → Description Error
- Klicken auf „Senden“ ohne Dateianhang
 → Capture Error

Fehlerarten

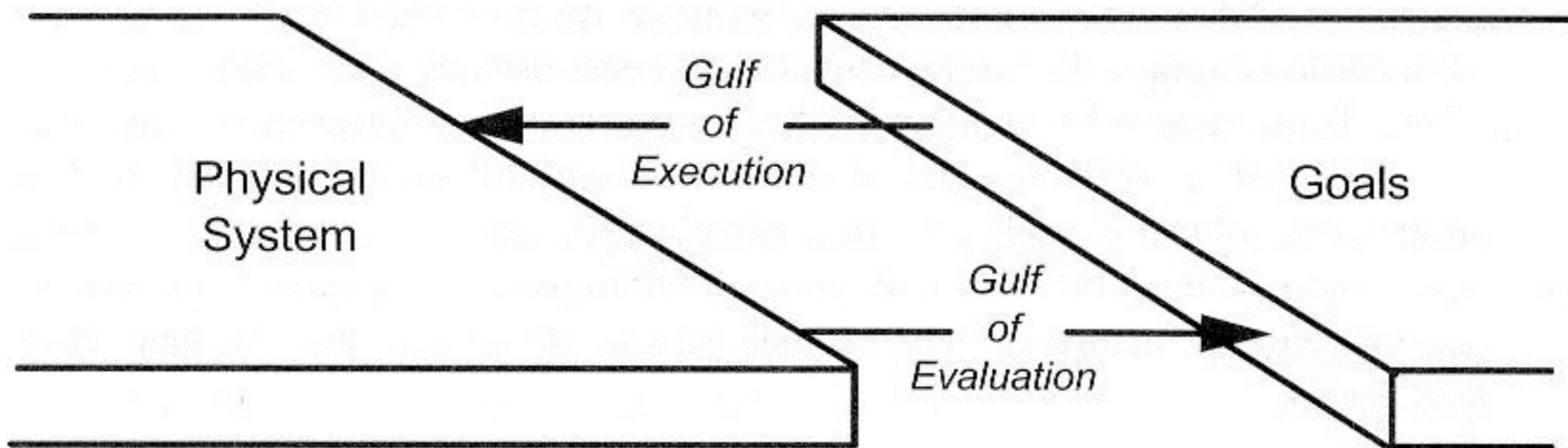
Misslingen/Scheitern

- **Misslingen/Scheitern** (engl. *Failure*)
entsteht durch mangelnde Fähigkeit des Benutzers oder Schwierigkeit der Aufgabe, obwohl Problemlösung bekannt ist
- Beispiele:
 - Zahlen im Kopf addieren, Drag-&-Drop mit Touchpad, doppelter Doppel-Klick ...

Benutzungsfehler

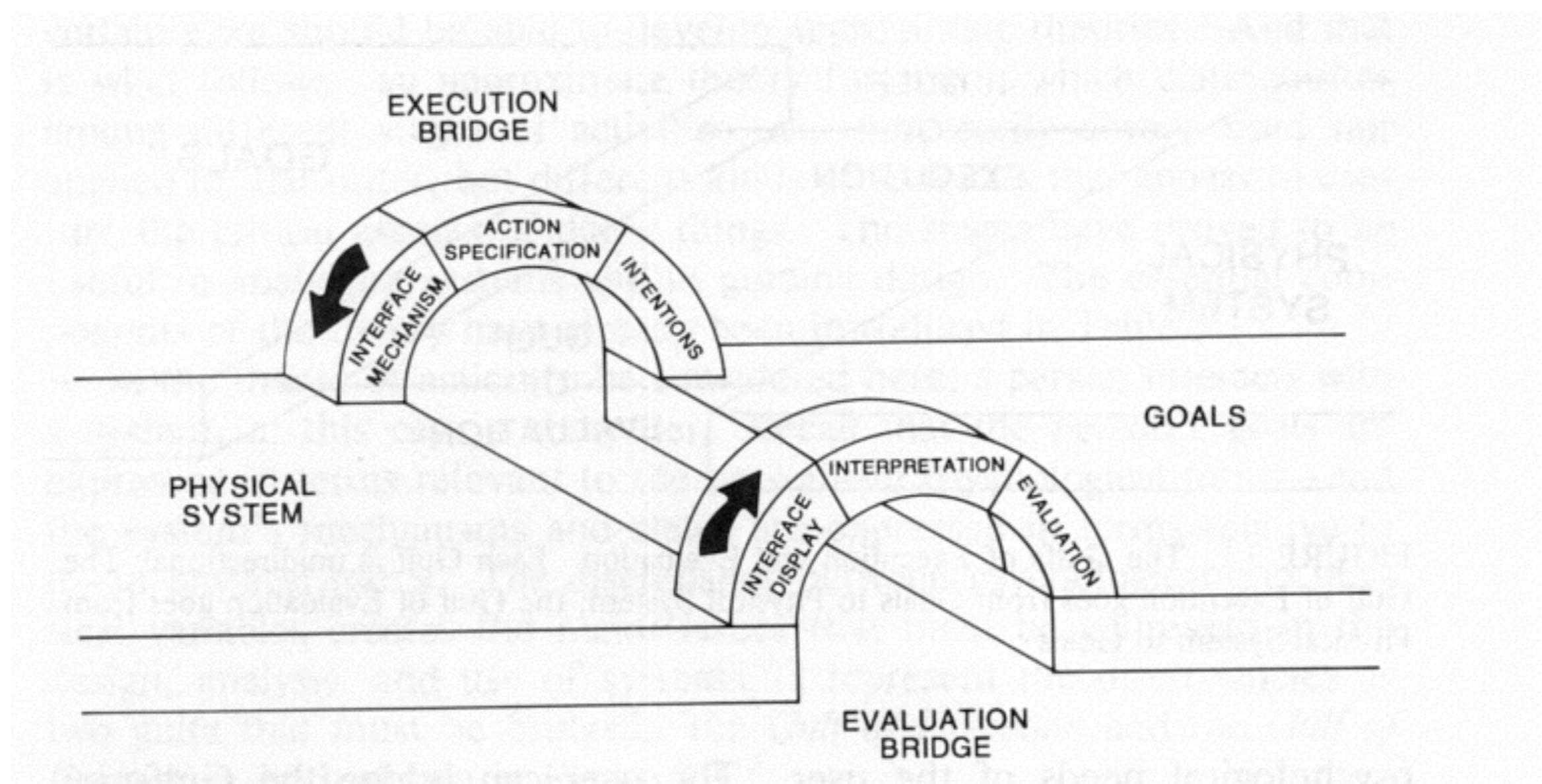
- Wichtigste Fragestellungen für Handlungsmodelle
 - Welche Art von Benutzungsfehler?
 - Woher röhren Benutzungsfehler?
 - Woher röhrt erhöhter Benutzungsaufwand?
 - ...

Kluften



Interaktionsdesign

aka Brücken bauen



Barrierefreiheit

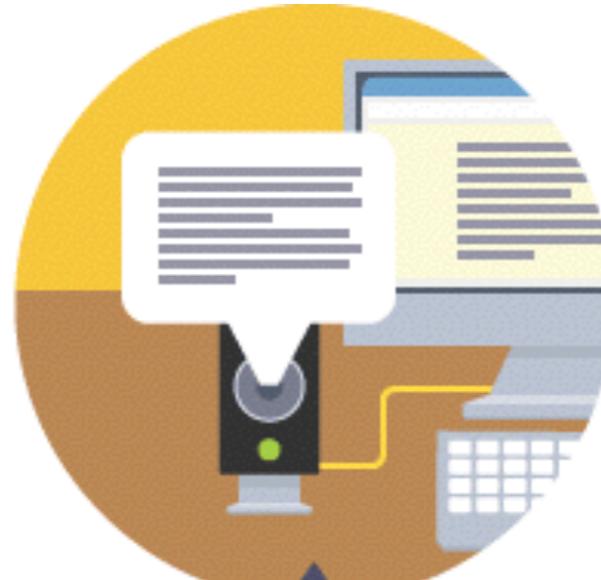
- Barrierefreiheit / Zugänglichkeit (engl. *Accessibility*) basiert auf Unterstützungstechnologien (engl. *assistive technology*), die primär Hilfsmitteln für Menschen mit Behinderungen bereitstellt
- Beispiel: Screenreader, Spracheingaben, Vergrößerungssoftware ...

Barrierefreiheit

Beispiele



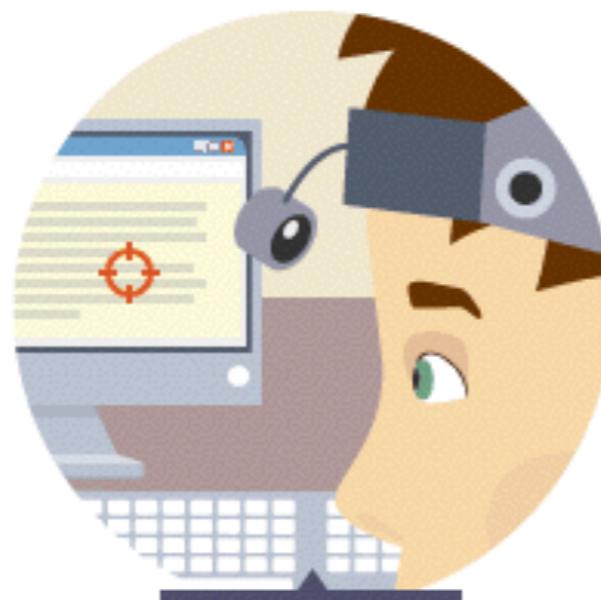
Voice recognition software



Screen reader



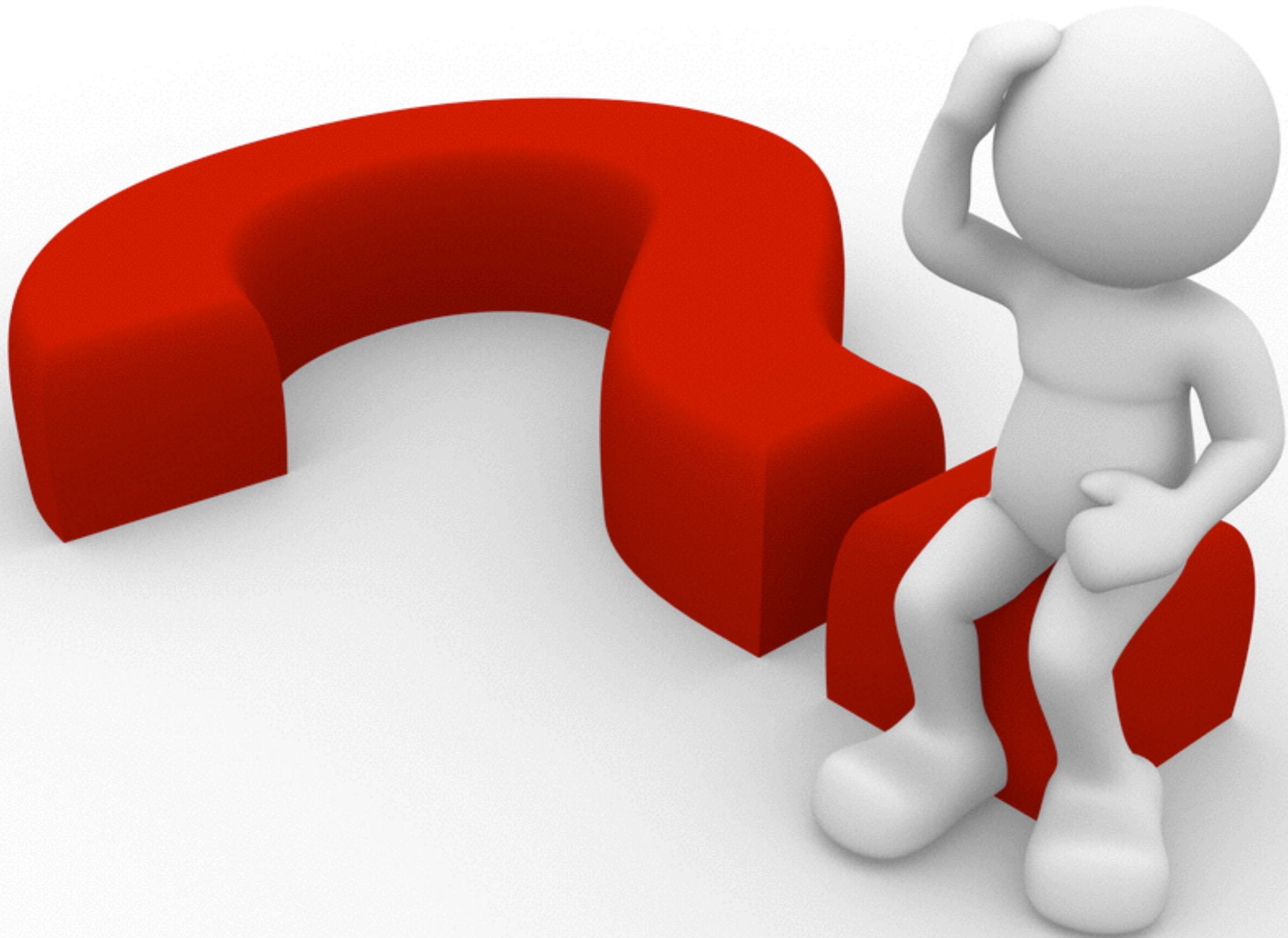
Head wand



Eye tracking



Braille keyboard





Mensch-Computer-Interaktion

Kommunikation & Handlung

Aktion und Motorik

Motorische System

- **Motorische System** ist Teil des ZNS, welches für Bewegungen zuständig ist
- Bewegungsvorgänge werden unterschieden:
 1. **Zielmotorik**: bewusste motorische Äußerungen gegenüber der Umwelt
 2. **Stütz- oder Haltemotorik**: Aufrechterhaltung der Körperstellung und erlernte Bewegungsautomatismen

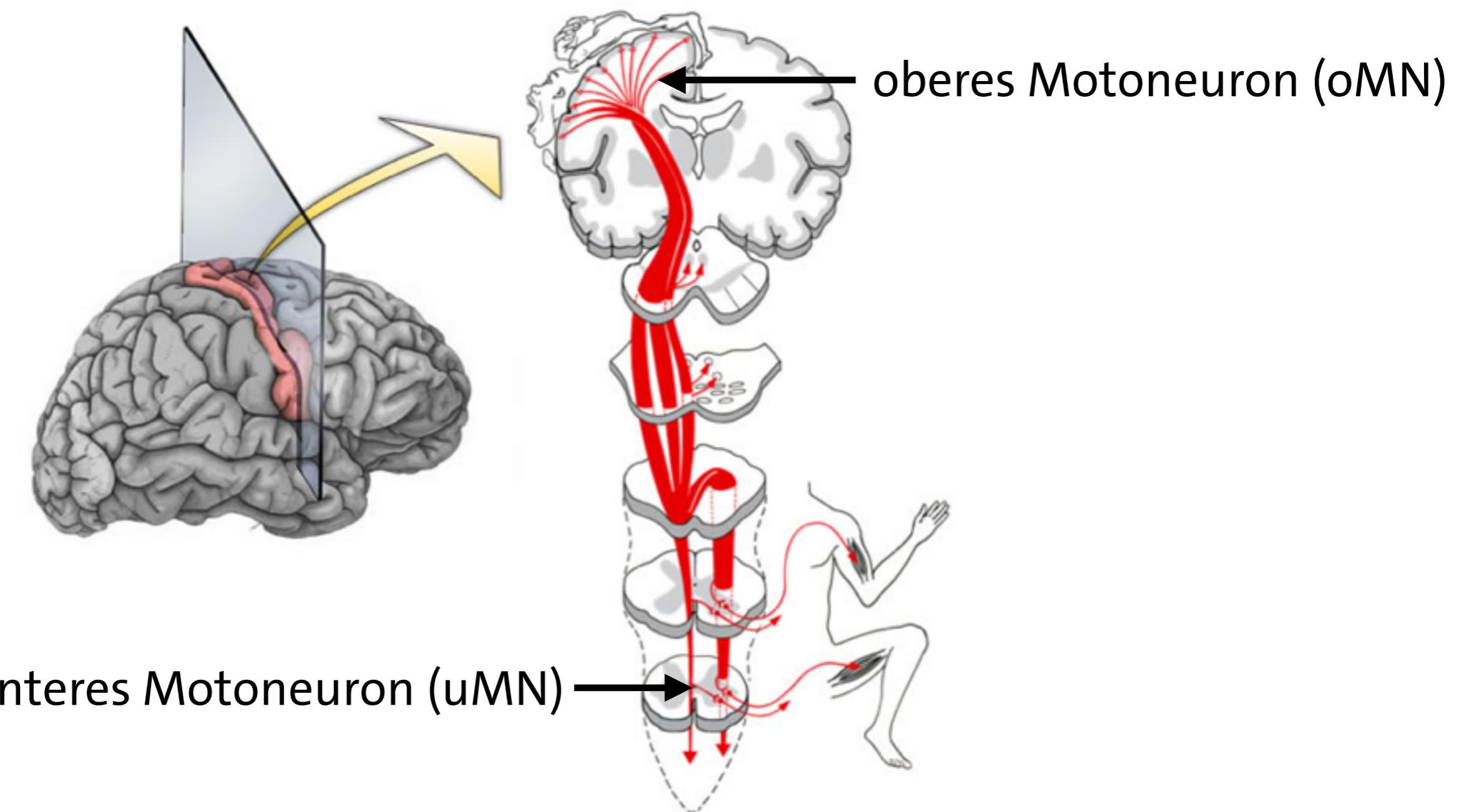
Motorische System

Zielmotorik

- **Zielmotorik** umfasst hauptsächlich distale Muskulatur, die für Feinbewegungen verantwortlich ist
- Bewegung wird geplant (aka. **Willkürmotorik**) und über **Pyramidenbahnsystem** vermittelt

Motorische System

Pyramidenbahnsystem



Motorische System

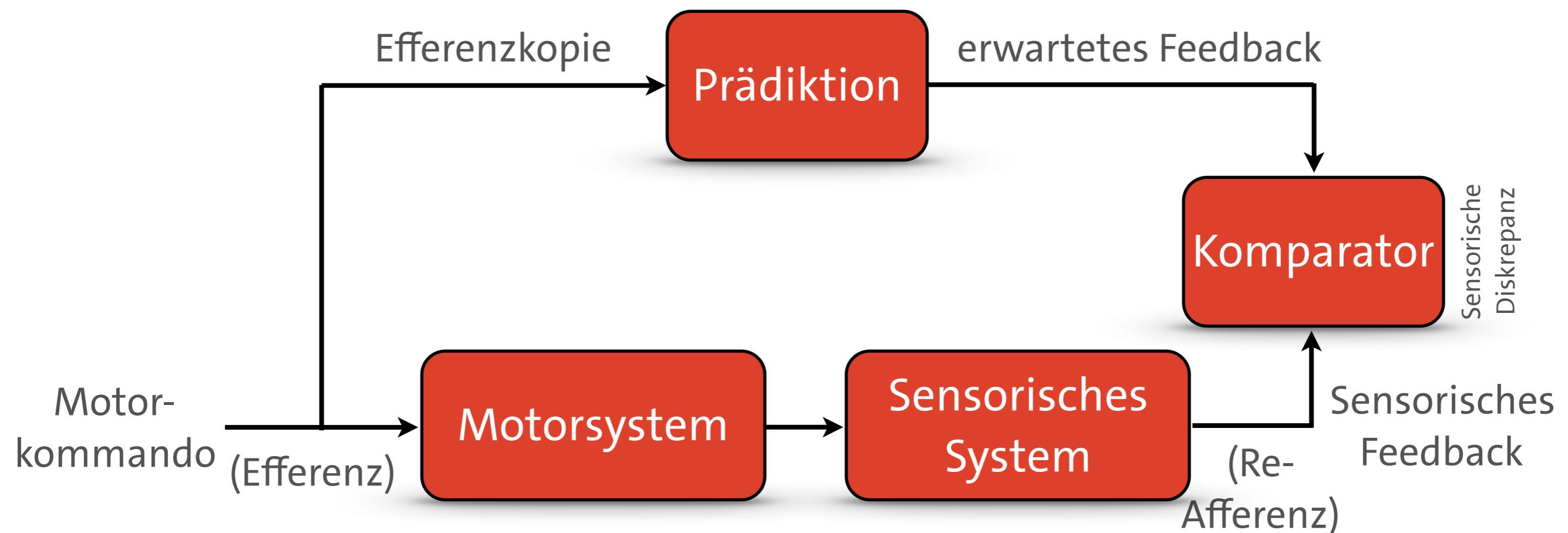
Stütz- oder Haltemotorik

- **Stütz- oder Haltemotorik** umfasst hauptsächlich proximale Muskulatur (Stamm- oder Axalmuskulatur), deren Aktivierung durch propriozeptive Eingänge bestimmt wird
- Bewegungskomponenten laufen weitgehend **unwillkürlich (reflektorisch)** ab (aka. **Reflexmotorik**)

Reafferenzprinzip

- Motorisches System schickt Befehl vom ZNS an Muskel (**Efferenz**)
- Kopie (**Efferenzkopie**) wird gleichzeitig für Prädiktion und Vergleich mit sensorischem Feedback erstellt
- sensorisches Feedback basiert auf multisensorischer Wahrnehmung (Sehen, Hören, Propriozeption, vestibulärer Sinn ...)

Reafferenzprinzip



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

Gruppenarbeit

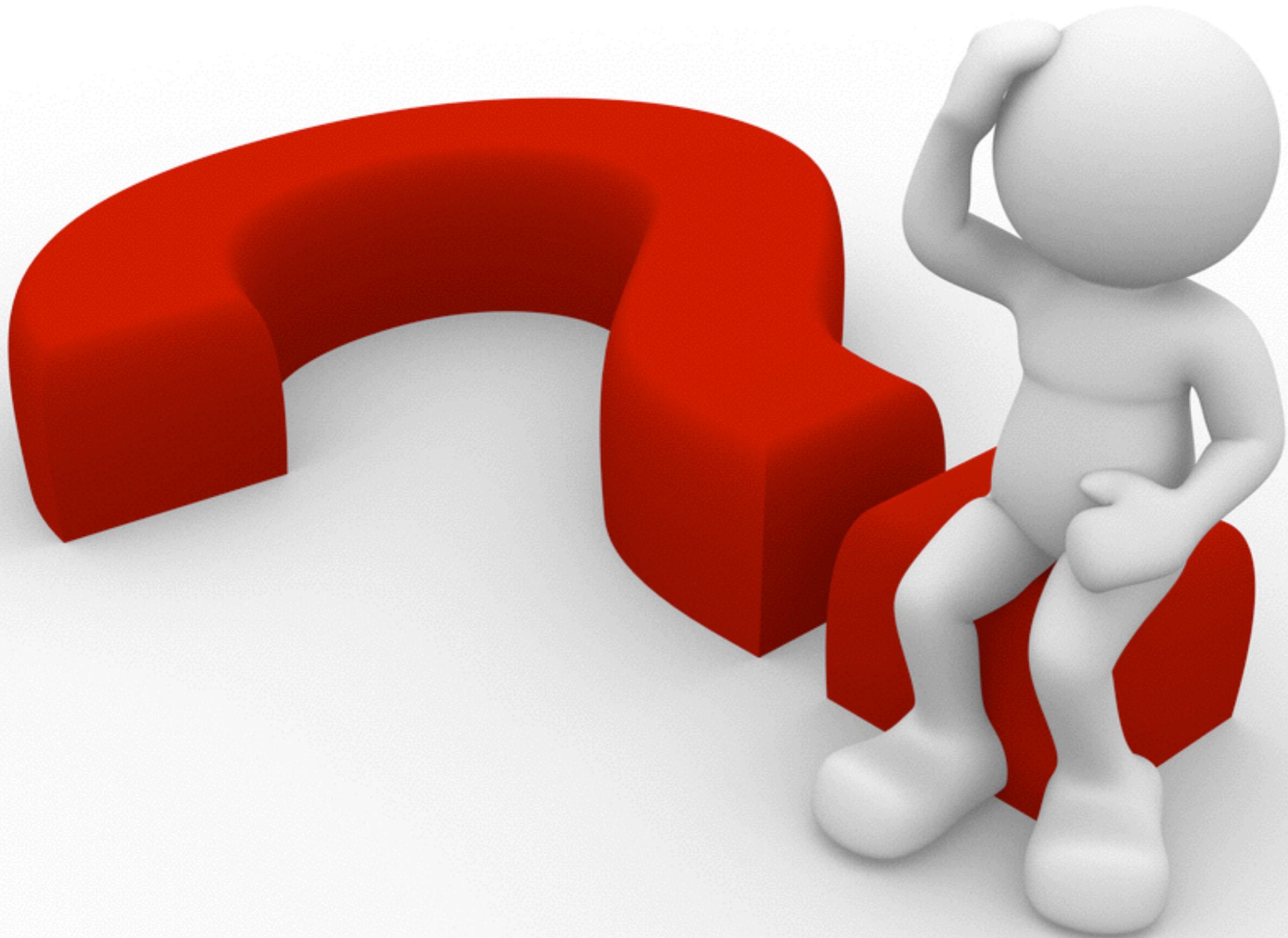


Kitzeln Sie sich selber!

Gruppenarbeit



Kitzeln Sie Ihren Nachbarn!





Mensch-Computer-Interaktion

Kommunikation & Handlung

Modelle

GOMS

- **GOMS** (engl. *Goals, Operators, Methods, Selection Rules*) ist spezialisiertes Modell für menschliche Informationsverarbeitung
- **GOMS** zerlegt Benutzerinteraktion in elementare **perzeptuelle, kognitive und motorische Aufgaben**

GOMS

- **GOMS** betrachtet Interaktionsaufgabe als durch den Benutzer ausgeführte **Selektion** aus Menge von **Methoden**, die aus **Operationen** zusammengesetzt sind, um **Ziele** zu erfüllen
- **GOMS**-Varianten:
 - CMN-GOMS, KLM-GOMS ...

CMN-GOMS

Auswahl von Methoden

Selection

Sequenzen von Operationen

Method

Operator

Operator

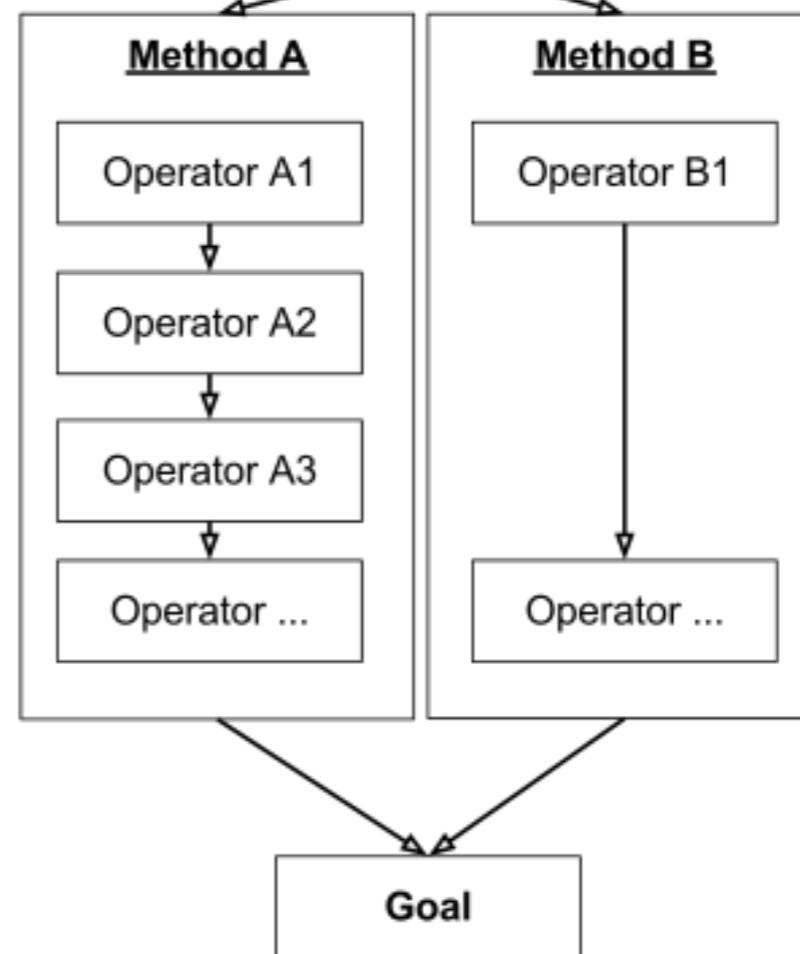
Ziele

Goal

(Initial situation)



Selection



CMN-GOMS

- ***Goal:*** Ziele des Benutzers
- ***Operators:*** Aktionen, die Benutzer tätigt, um einzelne Ziele zu erreichen
- ***Methods:*** Sequenzen von Operationen
- ***Selection Rules:*** Regeln nach denen Operatoren oder Methoden ausgewählt werden (nur falls notwendig)

CMN-GOMS

Beispiel: Zum Flughafen

- ***Goal:*** Benutzer will zum Flughafen
- ***Methods:*** A: Laufen, B: Bus, C: Taxi, D: Zug ...
- ***Operators:*** B1: Bushaltestelle finden, B2: Zur Bushaltestelle gehen, B3: auf Bus Warten, B4: in Bus einsteigen ...
- ***Selection Rules:*** Falls genügend Geld vorhanden, dann wähle Methode C: Taxi ...

CMN-GOMS

Beispiel: Fenster schliessen

GOAL: CLOSE-WINDOW

Welche Methode: Maus oder Tastatur?

GOAL: USE-CLOSE-METHOD

GOAL: USE-CTRL-W-METHOD

CMN-GOMS

Beispiel: Fenster schliessen

GOAL: CLOSE-WINDOW

[select:

GOAL: USE-CLOSE-METHOD

MOVE-MOUSE-TO-FILE-MENU

PULL-DOWN-FILE-MENU

MOVE-MOUSE-TO-CLOSE-OPTION

CLICK-CLOSE-OPTION

GOAL: USE-CTRL-W-METHOD

PRESS-CONTROL-W-KEYS

]

CMN-GOMS

Beispiel: Delete File

GOAL: DELETE-FILE

GOAL: SELECT-FILE

Welche Methode: Maus oder Tastatur?

GOAL: ISSUE-DELETE-COMMAND

**Welche Methode:
Drag-&-Drop oder Delete-Taste?**

CMN-GOMS

Beispiel: Delete File - 1

GOAL: DELETE-FILE

GOAL: SELECT-FILE

[select*: GOAL: KEYBOARD-TAB-METHOD
 GOAL: MOUSE-METHOD]

...

*Selection rule for GOAL: SELECT-FILE:

```
If (hands are on keyboard) {  
    use KEYBOARD-TAB-METHOD  
} else {  
    use MOUSE-METHOD  
}
```

CMN-GOMS

Beispiel: Delete File - 2

...

GOAL: ISSUE-DELETE-COMMAND

[select*: **GOAL: KEYBOARD-DELETE-METHOD**

PRESS-DELETE

GOAL: CONFIRM-DELETE

GOAL: DRAG-AND-DROP-METHOD

PRESS-LEFT-MOUSE-BUTTON

LOCATE-RECYCLING-BIN

MOVE-MOUSE-TO-RECYCLING-BIN

RELEASE-LEFT-MOUSE-BUTTON

GOAL: CONFIRM-DELETE

GOAL: DROP-DOWN-MENU-METHOD

CLICK-RIGHT-MOUSE-BUTTON

...]

Keystroke-Level Model

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

Operationen & Zeit

Beispiele

- 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

Beispiele

- 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)

CMN-GOMS

Beispiel: Fenster schliessen

GOAL: CLOSE-WINDOW

[select:

 GOAL: USE-CLOSE-METHOD

 MOVE-MOUSE-TO-FILE-MENU

 PULL-DOWN-FILE-MENU

 MOVE-MOUSE-TO-CLOSE-OPTION

 CLICK-CLOSE-OPTION

 GOAL: USE-CTRL-W-METHOD

 PRESS-CONTROL-W-KEYS

]

KLM-GOMS

Beispiel: Fenster schliessen

USE-CLOSE-METHOD		USE-CTRL-W-METHOD	
P (to Menu)	1.1 s	M	1.2s
B (LEFT down)	0.1 s	K (CTRL & W)	0.28s
M	1.2s		
P (to Close)	1.1 s		
B (LEFT up)	0.1 s		
Total:	3.6s	Total:	1.48s

KLM-GOMS

Beispiel: Delete File

GOAL: DRAG-AND-DROP-METHOD

MOVE-CURSOR-OVER-FILE-ICON
PRESS-LEFT-.MOUSE-BUTTON
LOCATE-RECYCLING-BIN
MOVE-CURSOR-TO-RECYCLING-BIN
RELEASE-LEFT-.MOUSE-BUTTON]

DRAG-AND-DROP-METHOD

P (to Icon)	1.1 s
B (LEFT down)	0.1 s
M (Locate Recycling Bin)	1.2s
P (to Recycling Bin)	1.1 s
B (LEFT up)	0.1 s
Total:	3.6s

KLM-GOMS

Beispiel



GUI-CONVERTER-WITH-MOUSE

P (to Fahrenheit Field) 1.1 s

BB (LEFT down & up) 0.2 s

n*K (Temperature) n*1.2s

P (to Convert) 1.1 s

BB (LEFT down & up) 0.2 s

Total: 2.6 + n*1.2s

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



**SPEED ACCURACY
TRADEOFF**

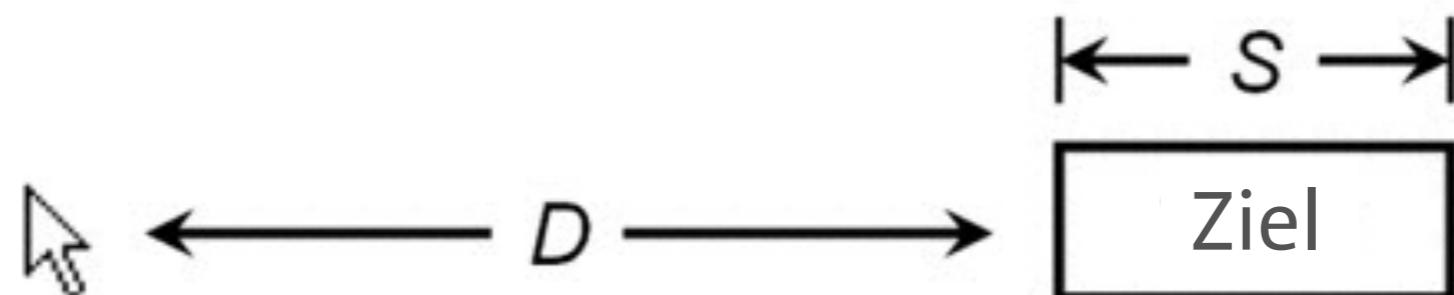
The background shows a person's bare feet on a wooden floor. A large, semi-transparent graphic is overlaid on the image. It features the words "SPEED ACCURACY" in white capital letters above the word "TRADEOFF" in larger white capital letters. The letter "T" is partially obscured by a green square, and the letter "O" is partially obscured by a pink square.

Fitts' Gesetz

- Fitts' Gesetz sagt Zeit T (in Sekunden) voraus, die benötigt wird, um Ziel zu treffen, und 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)



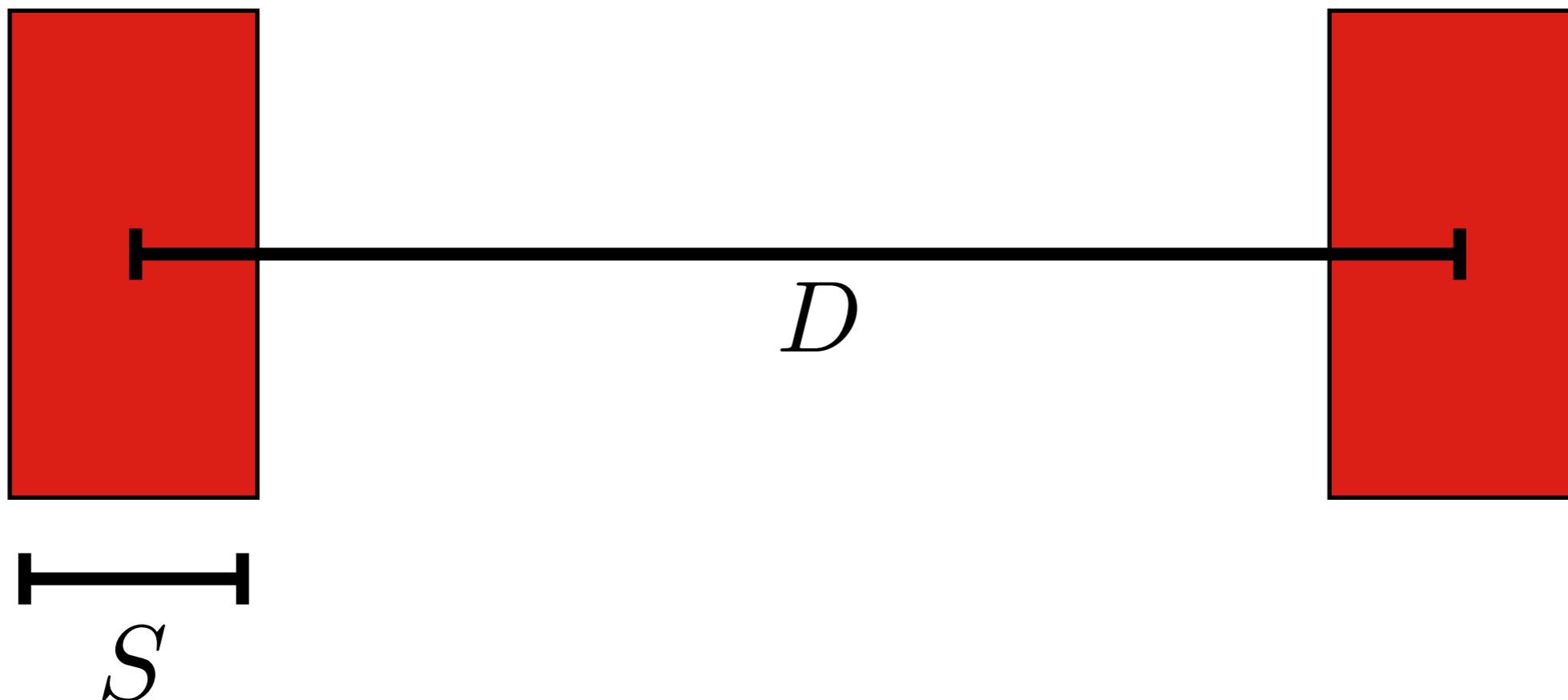
- a und b werden empirisch bestimmt

P. Fitts: The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. Journal of Experimental Psychology, 47(6), pp. 381–391, 1954

Fitts' Gesetz

Beispiel

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

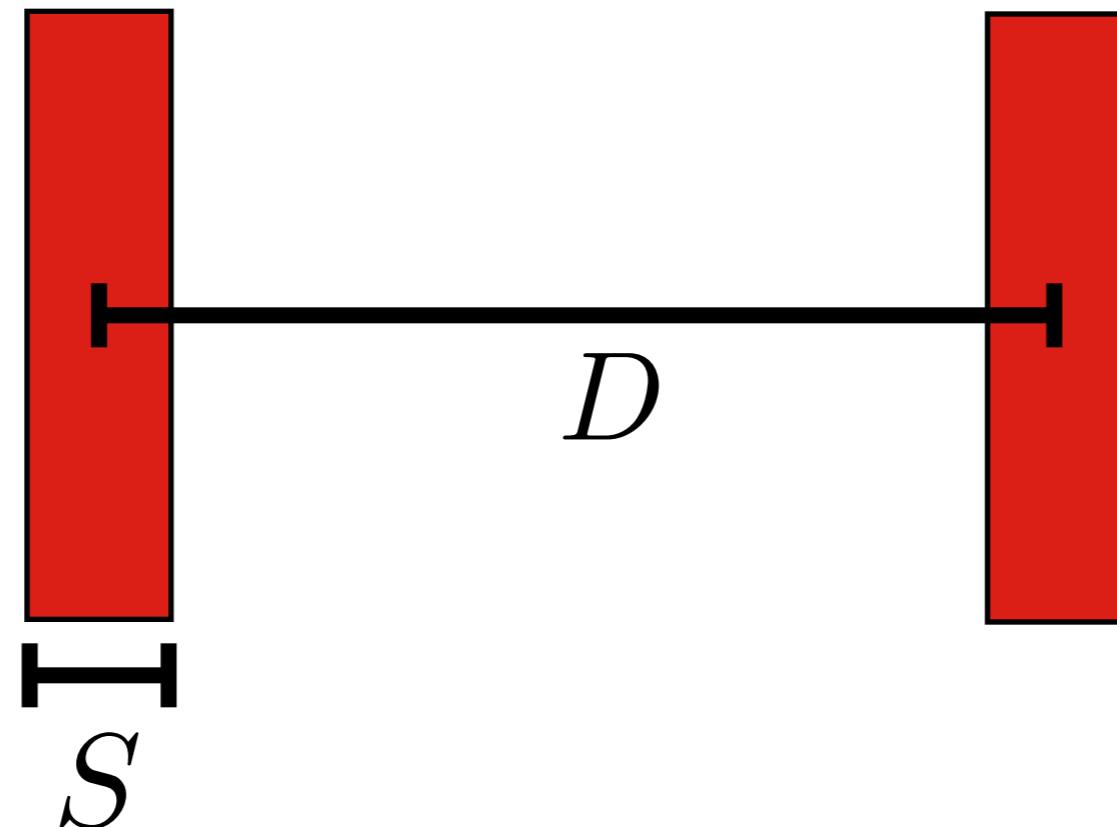


P. Fitts: *The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement*. Journal of Experimental Psychology, 47(6), pp. 381–391, 1954

Fitts' Gesetz

Beispiel

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



Fitts' Gesetz

Performanz und Durchsatz

- **Schwierigkeitsindex** (engl. *Index of Difficulty*)
 ID berechnet sich aus Größe S des und Distanz D zum Ziel

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

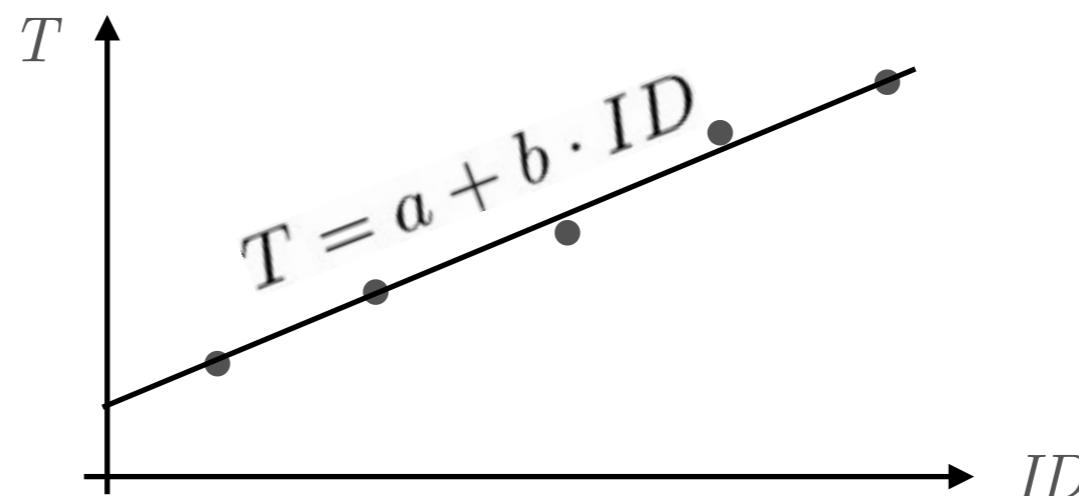
- **Durchsatz** (engl. *Throughput / Index of Performance*) IP berechnet sich Zeit T und ID

$$IP = \frac{ID}{T}$$

Fitts' Gesetz

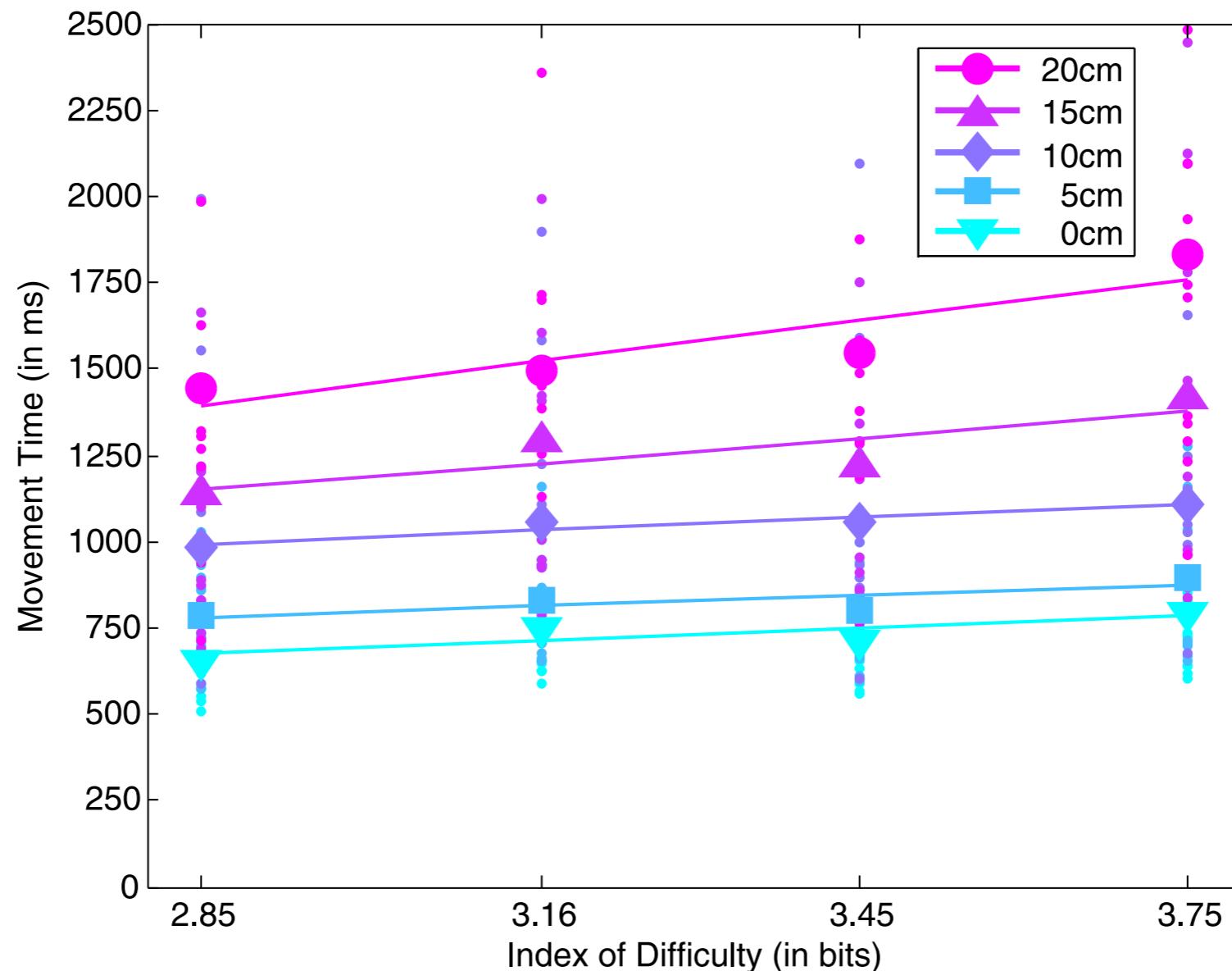
Regression

- Empirische Konstanten über Regression:
 - a (*intercept*): Verzögerung bis Bewegung beginnt
 - b (*slope*): beinhaltet Beschleunigung und gerätespezifische Änderung der Bewegung



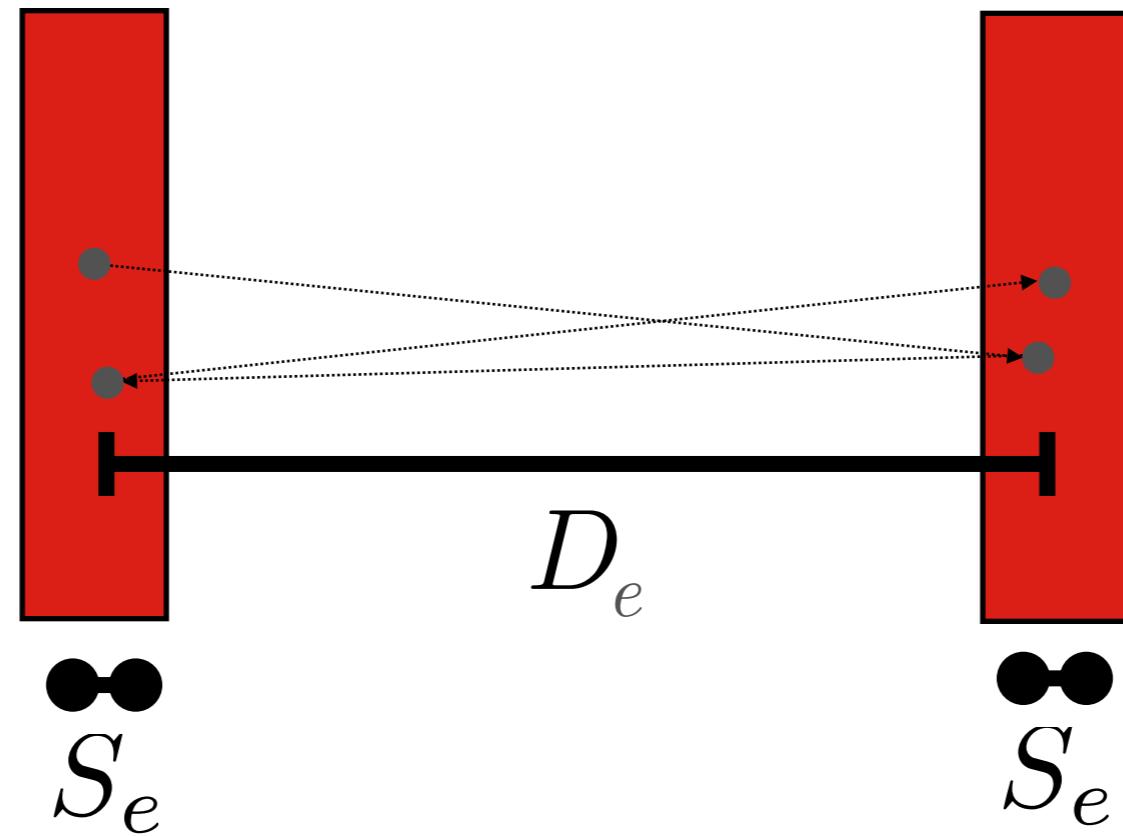
Fitts' Gesetz

Beispiel: Regression



Fitts' Gesetz

Beispiel



$$ID_e = \log_2 \left(\frac{D_e}{S_e} + 1 \right)$$

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

Fitts' Gesetz

Effektiver Durchsatz

- **Effektiver ID** (engl. *Effektive ID*) ID_e berechnet sich aus effektiven Größe S_e des und Distanz D_e

$$ID_e = \log_2 \left(\frac{D_e}{S_e} + 1 \right)$$

- **Effektiver Durchsatz** (engl. *Effektive Throughput*)

$$IP_e = \frac{ID_e}{T}$$

Fitts' Gesetz

Beispiel: Demo



fig. 1a: Test Area: Try to click the red circle as fast as possible but at the same time try to avoid errors.

fig. 1b: Deviation form straight path over path distance in px.

fig. 1c: Movement speed in px/ms over time in ms.

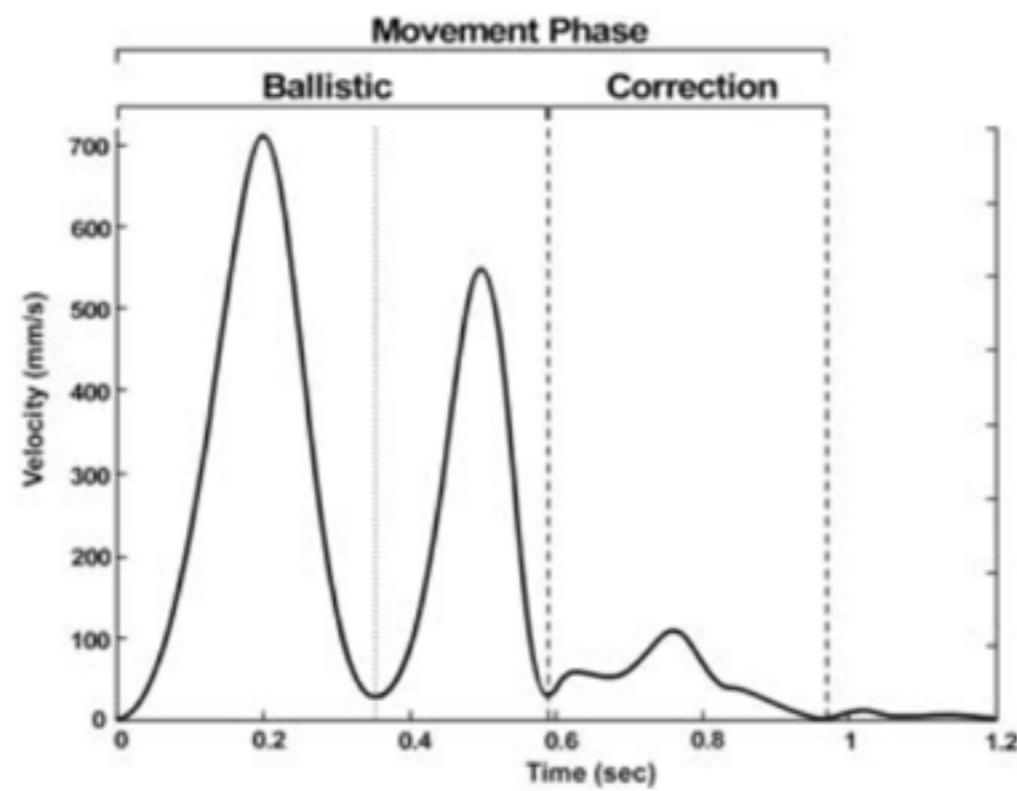
fig. 1d: Click position relative to approach direction.

fig. 1e: Time in ms over ID.

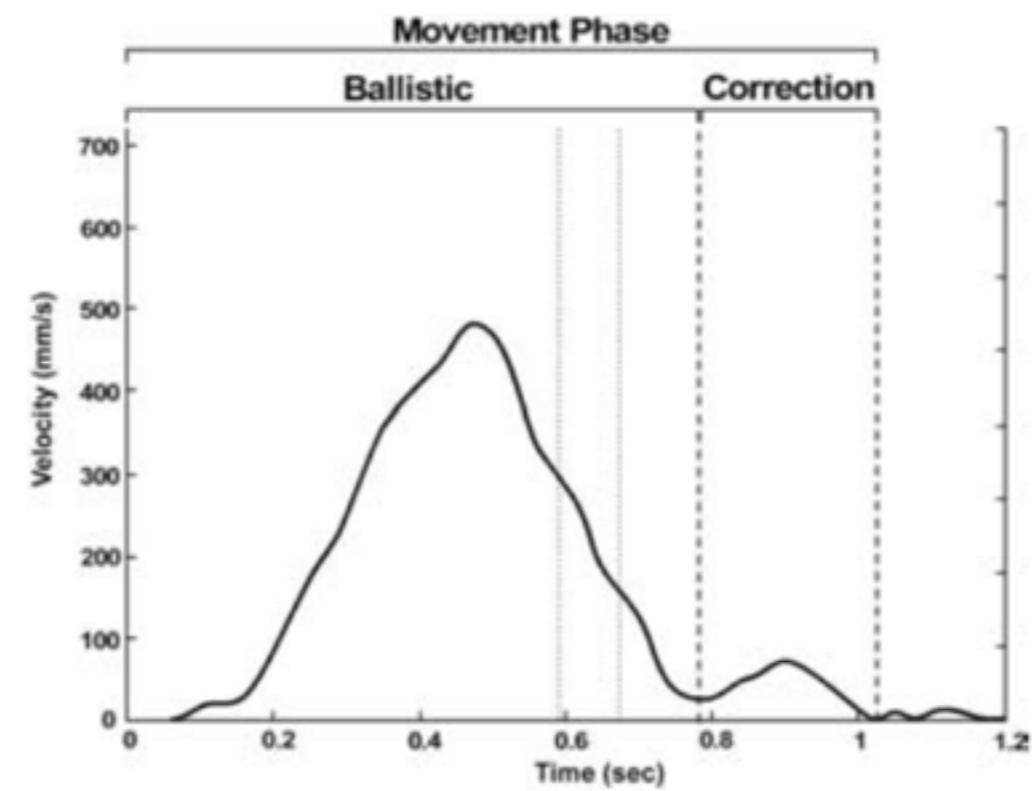
Fitts' Gesetz

Phasen

- Fitts' Law gilt nur für Bewegungen bestehend aus **ballistischer und Korrektionsphase**



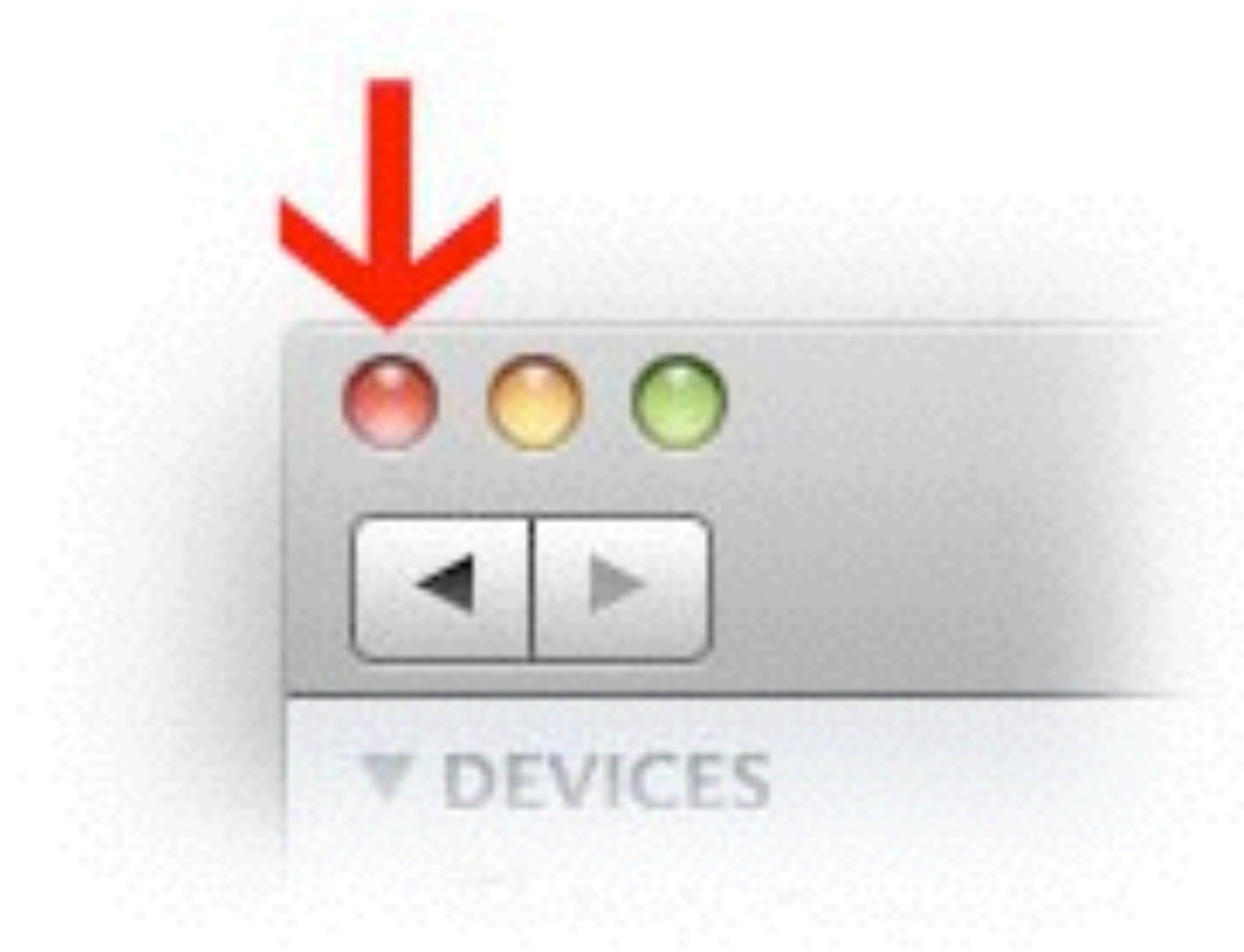
Mouse



Stylus

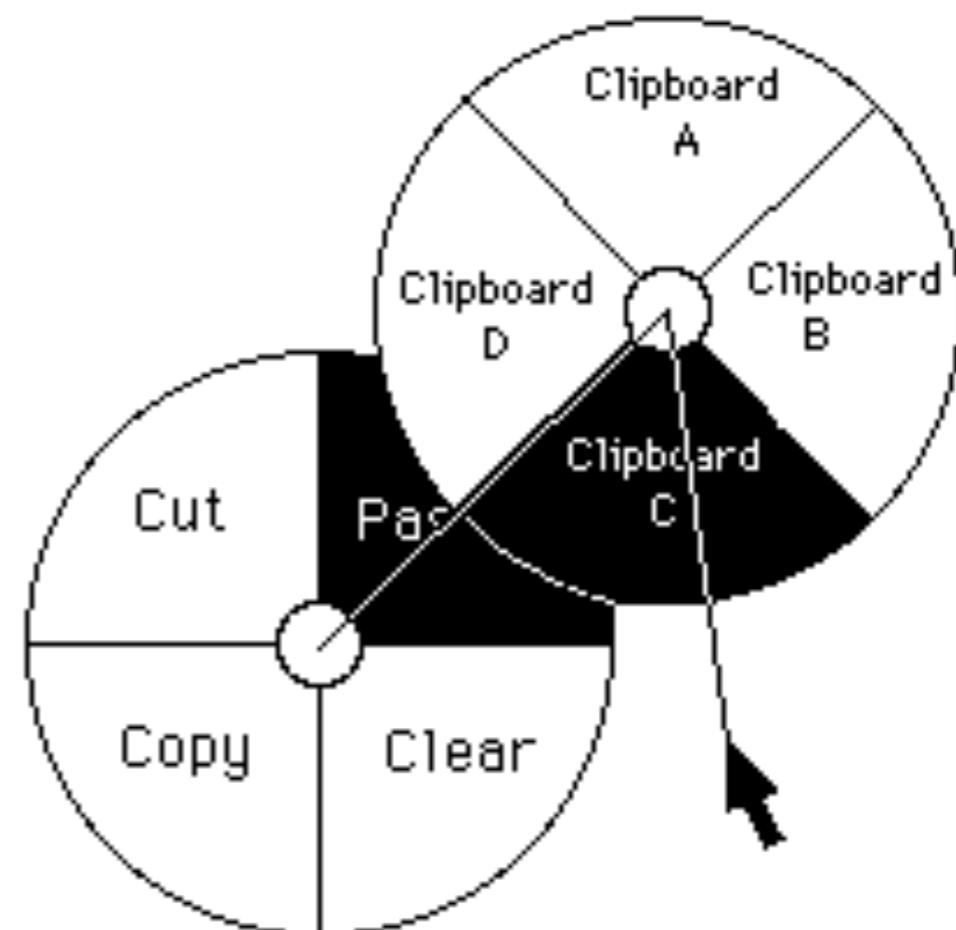
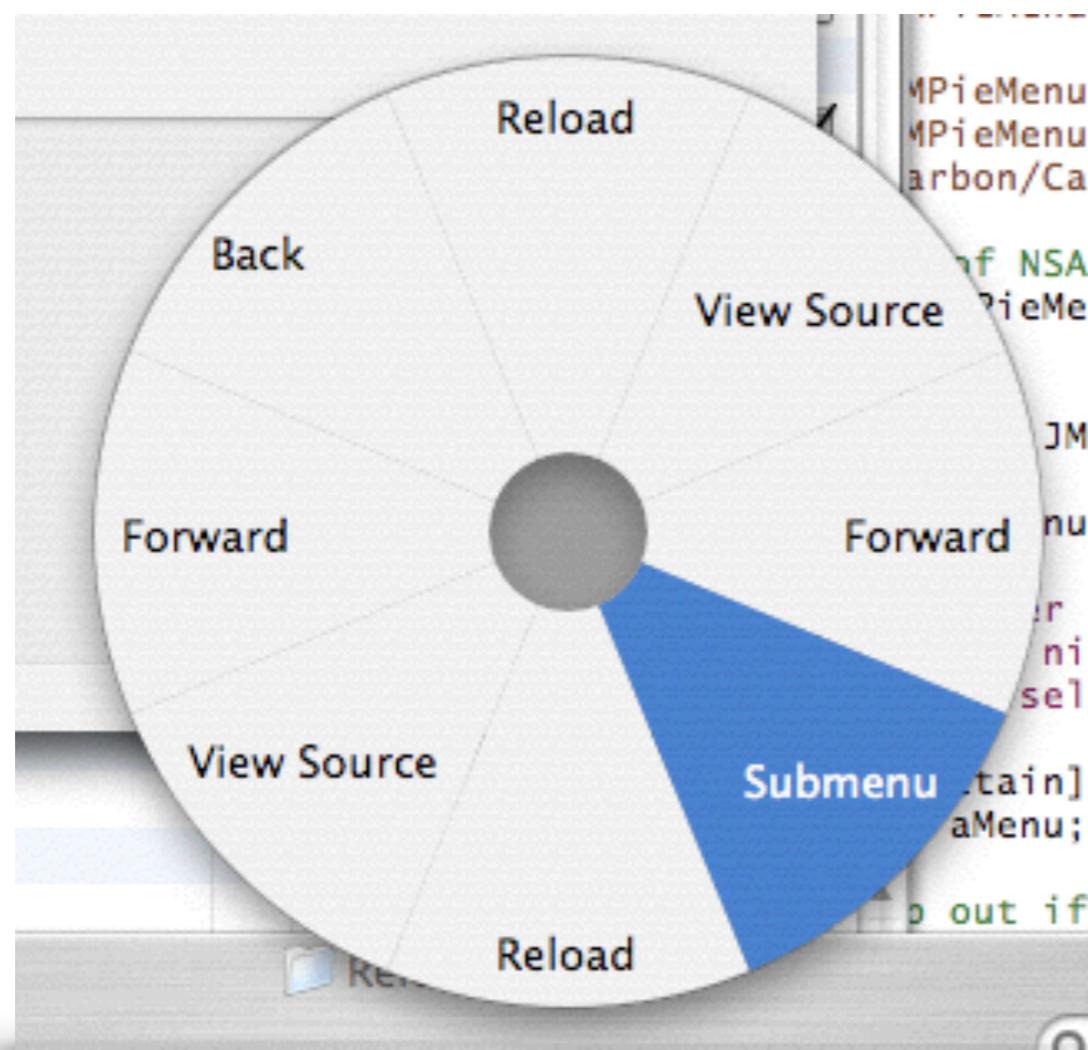
Diskussion

Shame or Fame?



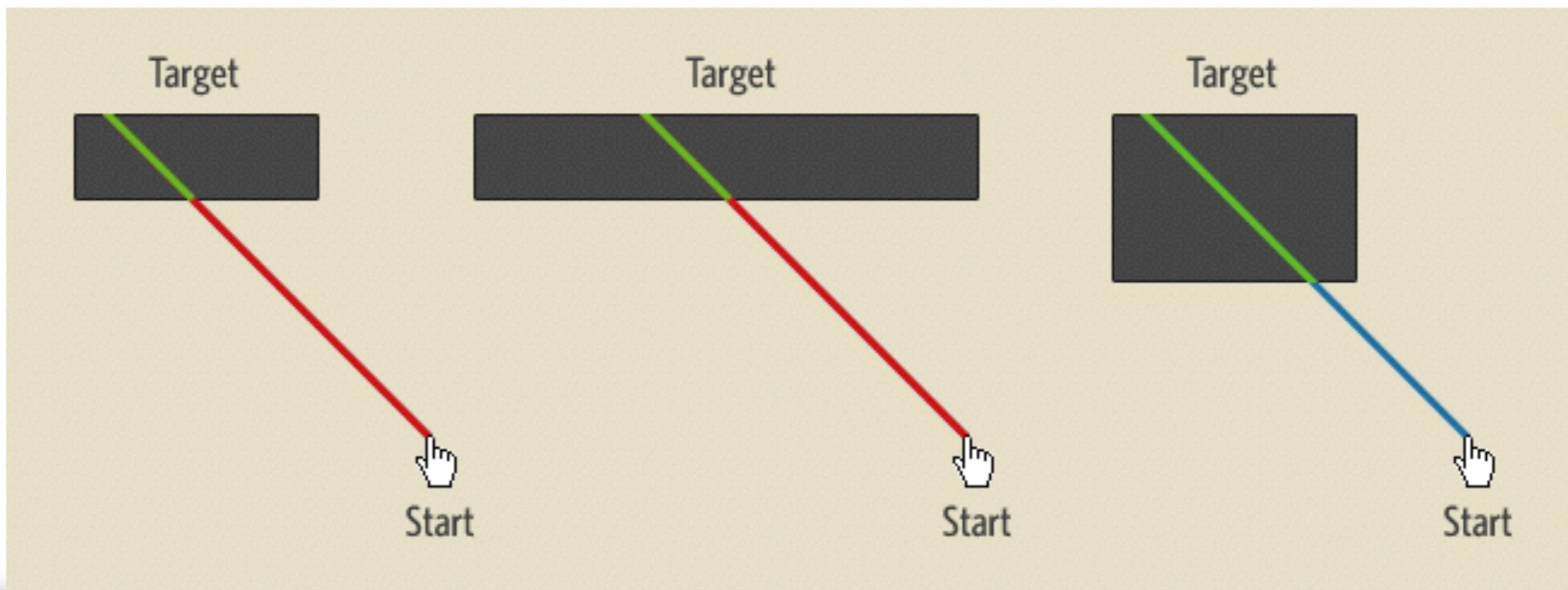
Diskussion

Shame or Fame?

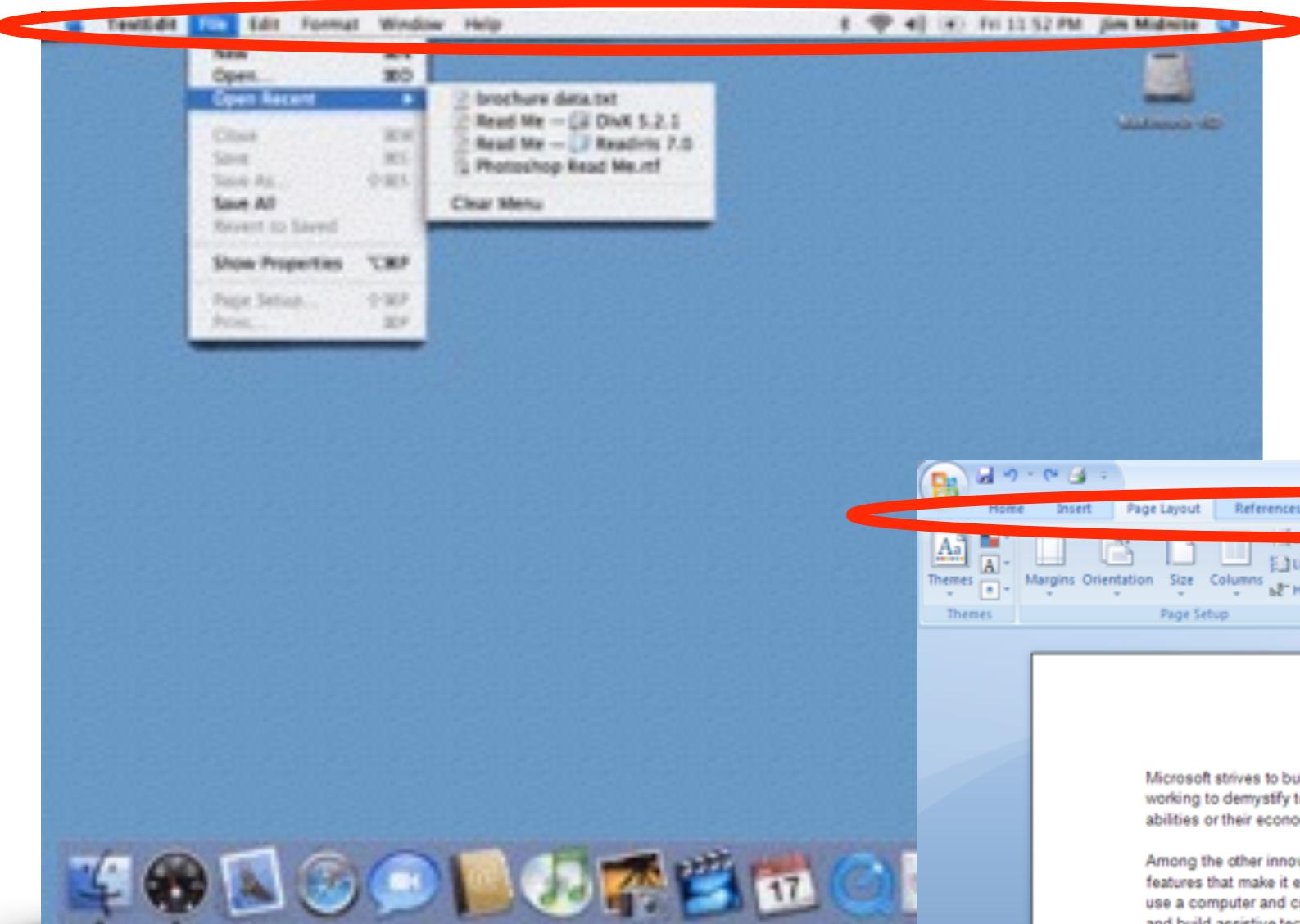


Fitts' Gesetz

IxD-Folgerungen



Mac OS X



Windows XP

A screenshot of a Microsoft Word document titled 'Innovative Accessibility - Microsoft Word'. A red circle highlights the title bar. The document contains several paragraphs of text. The first paragraph discusses Microsoft's commitment to accessibility. The second paragraph features a quote from Mumtaz Lakhani about her work with the Canadian Institute for the Blind. The third paragraph is about Satoshi Fukushima's life story. The footer of the document shows 'Page: 1 of 1' and 'Words: 408'.

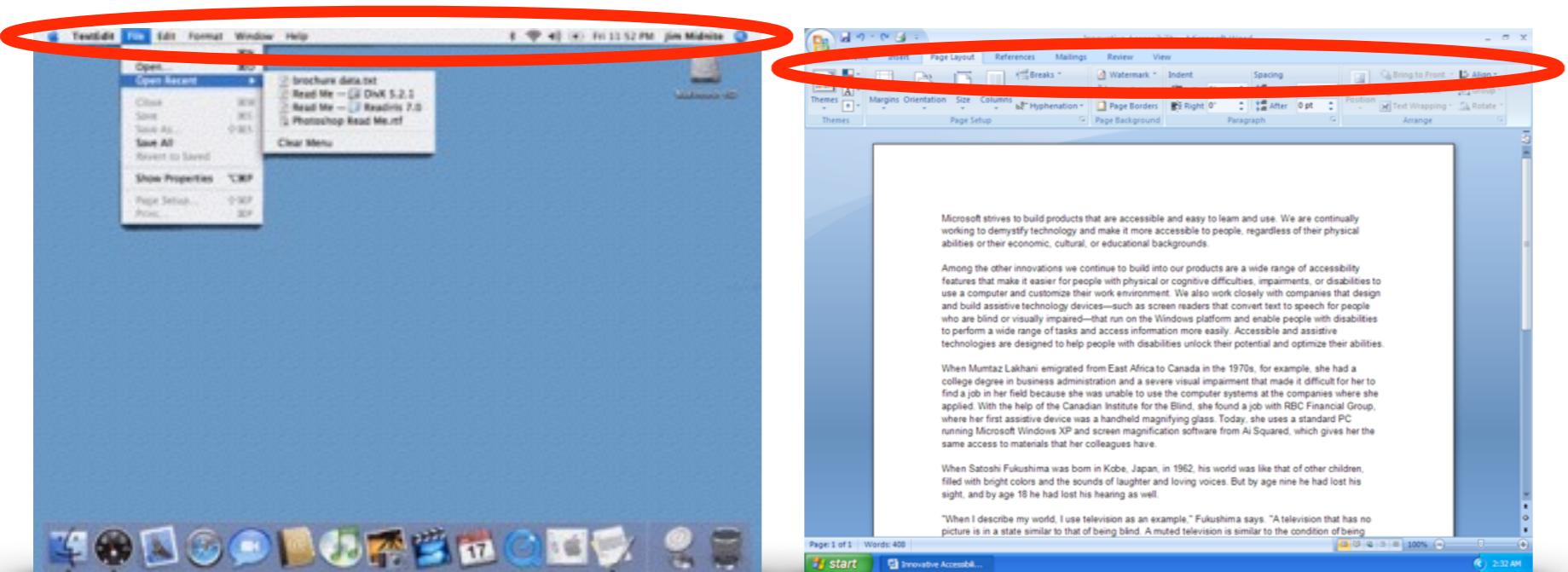
Microsoft strives to build products that are accessible and easy to learn and use. We are continually working to demystify technology and make it more accessible to people, regardless of their physical abilities or their economic, cultural, or educational backgrounds.

Among the other innovations we continue to build into our products are a wide range of accessibility features that make it easier for people with physical or cognitive difficulties, impairments, or disabilities to use a computer and customize their work environment. We also work closely with companies that design and build assistive technology devices—such as screen readers that convert text to speech for people who are blind or visually impaired—that run on the Windows platform and enable people with disabilities to perform a wide range of tasks and access information more easily. Accessible and assistive technologies are designed to help people with disabilities unlock their potential and optimize their abilities.

When Mumtaz Lakhani emigrated from East Africa to Canada in the 1970s, for example, she had a college degree in business administration and a severe visual impairment that made it difficult for her to find a job in her field because she was unable to use the computer systems at the companies where she applied. With the help of the Canadian Institute for the Blind, she found a job with RBC Financial Group, where her first assistive device was a handheld magnifying glass. Today, she uses a standard PC running Microsoft Windows XP and screen magnification software from Ai Squared, which gives her the same access to materials that her colleagues have.

When Satoshi Fukushima was born in Kobe, Japan, in 1962, his world was like that of other children, filled with bright colors and the sounds of laughter and loving voices. But by age nine he had lost his sight, and by age 18 he had lost his hearing as well.

"When I describe my world, I use television as an example," Fukushima says. "A television that has no picture is in a state similar to that of being blind. A muted television is similar to the condition of being



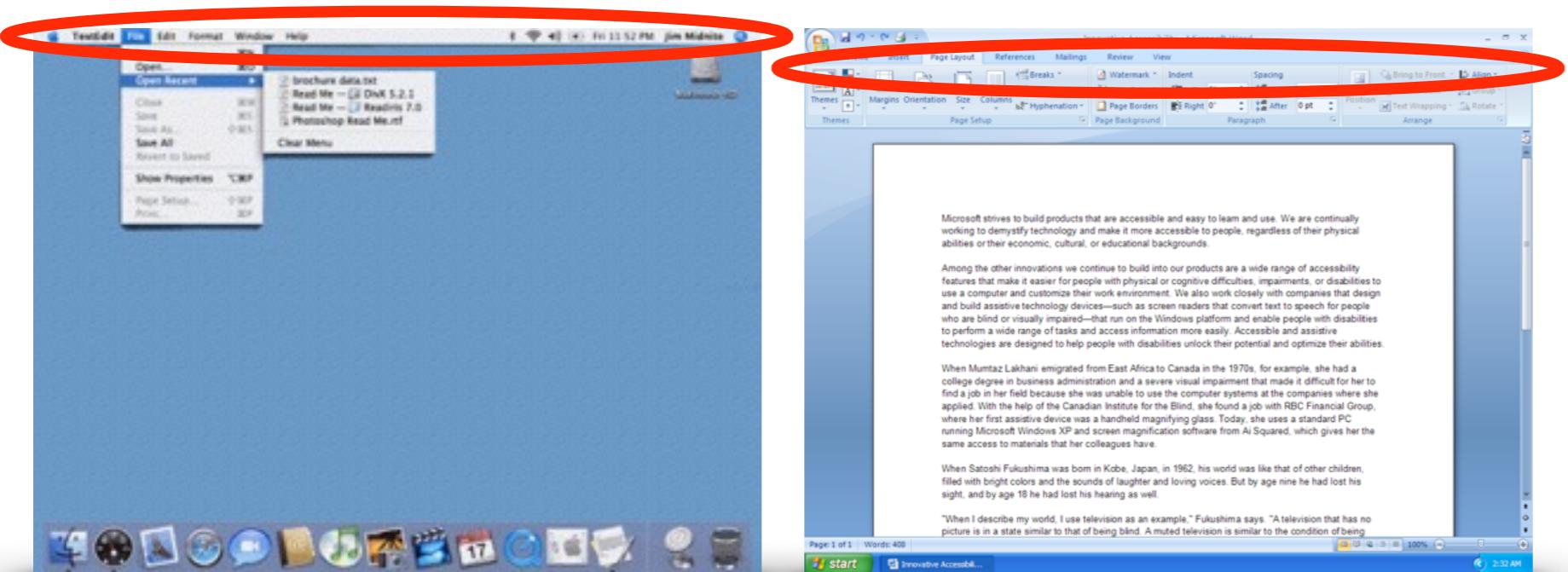
Bei welchem Betriebssystem werden die Menü-Einträge im Mittel schneller getroffen?

A Mac OS X

B Windows XP

C kein Unterschied

D keine Ahnung



Bei welchem Betriebssystem werden die Menü-Einträge im Mittel schneller getroffen?

A Mac OS X

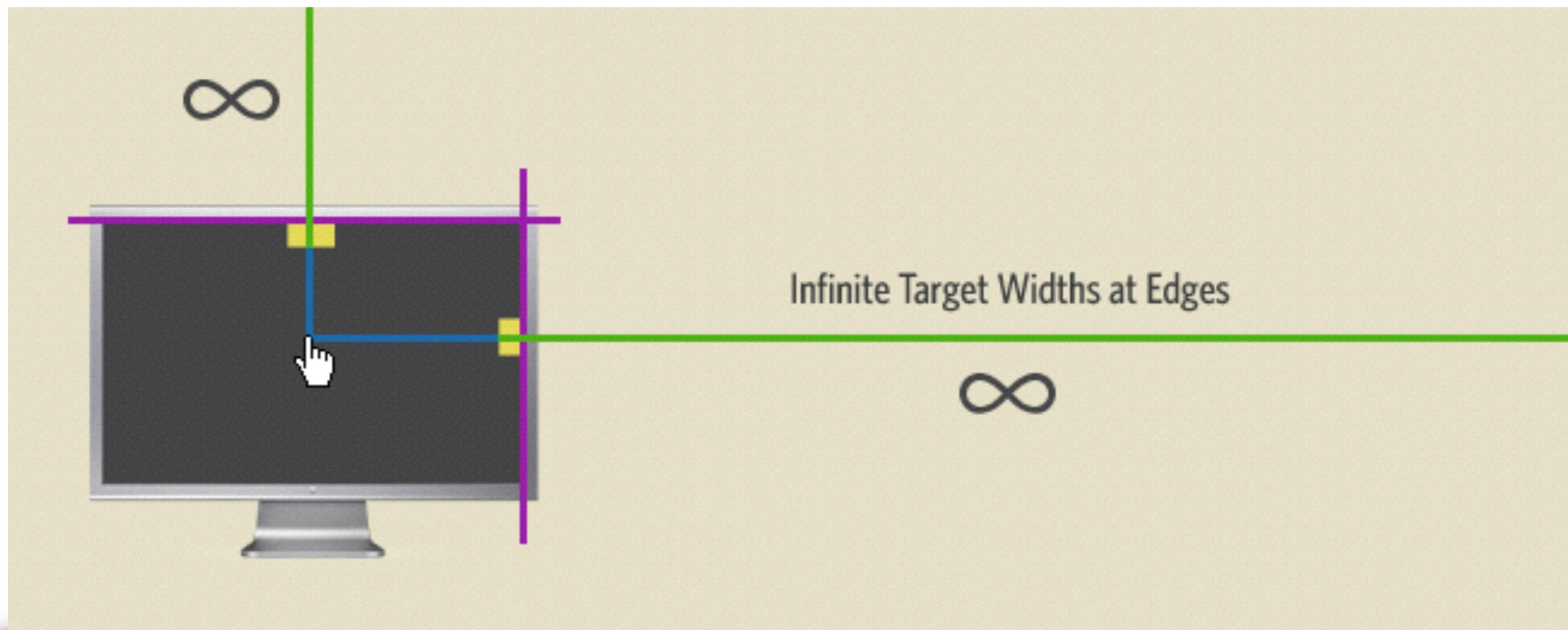
B Windows XP

C kein Unterschied

D keine Ahnung

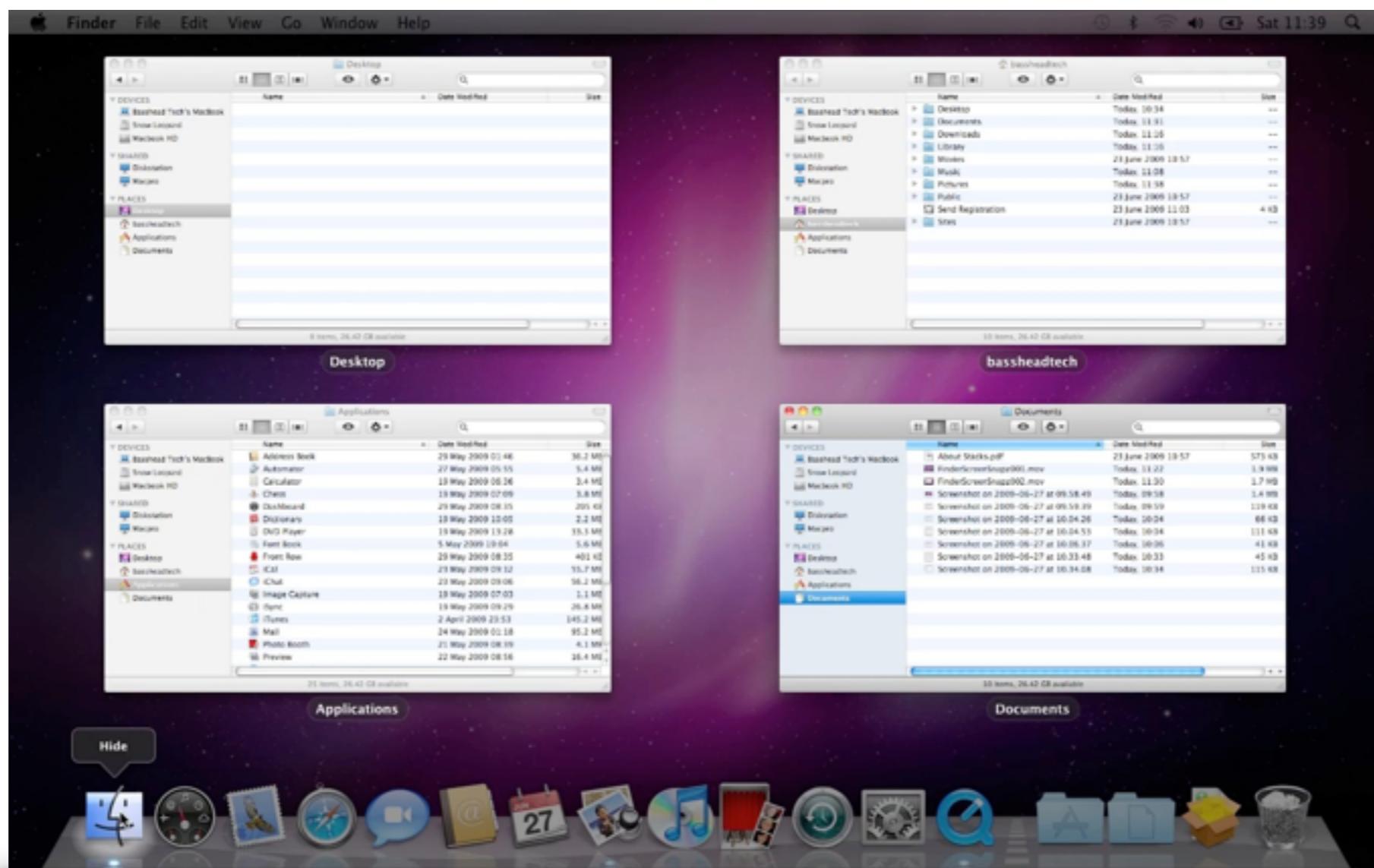
Fitts' Gesetz

IxD-Folgerungen



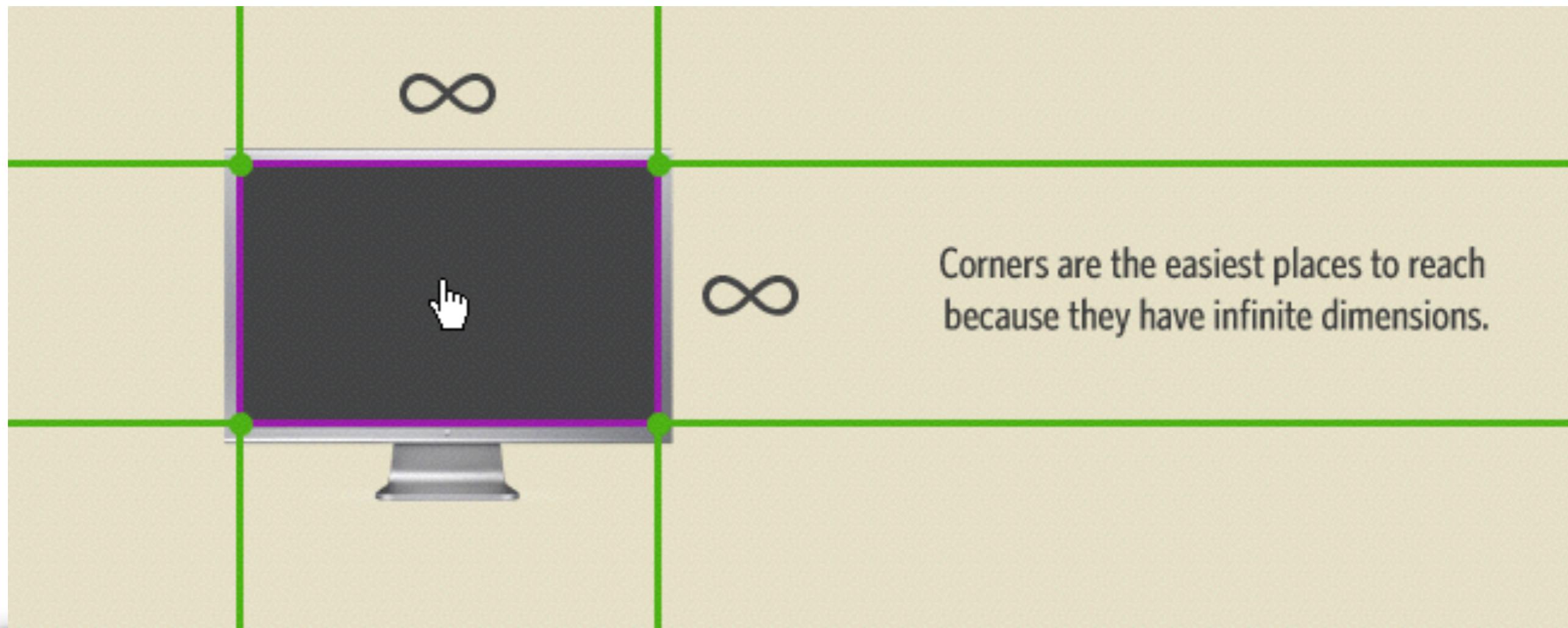
Diskussion

Shame or Fame?



Fitts' Law

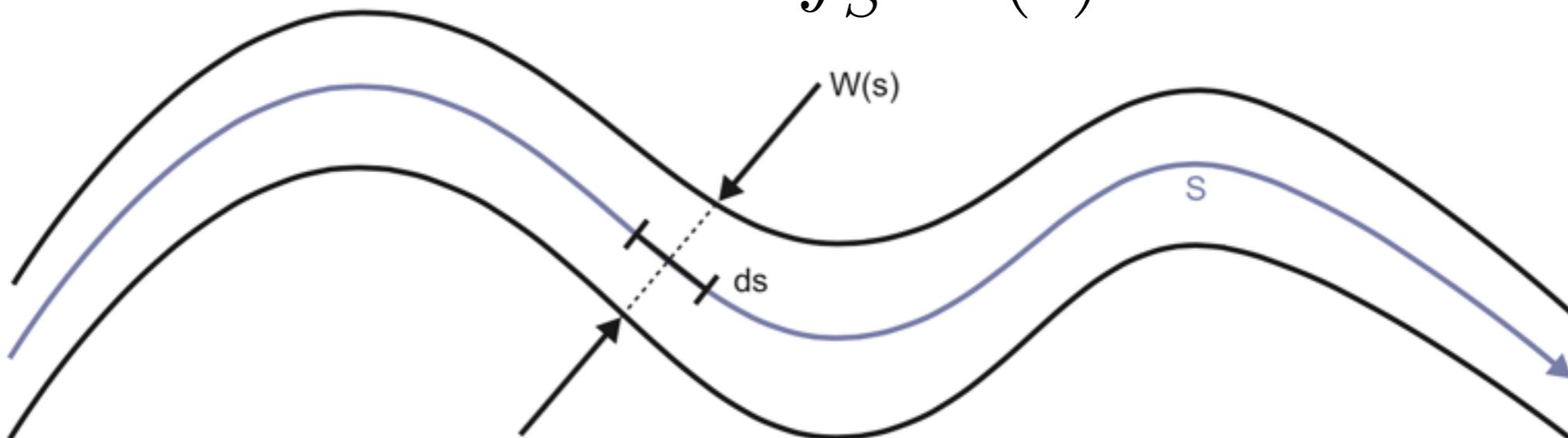
IxD-Folgerungen



Steering Law

- **Steering Law** sagt Zeit T voraus, 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

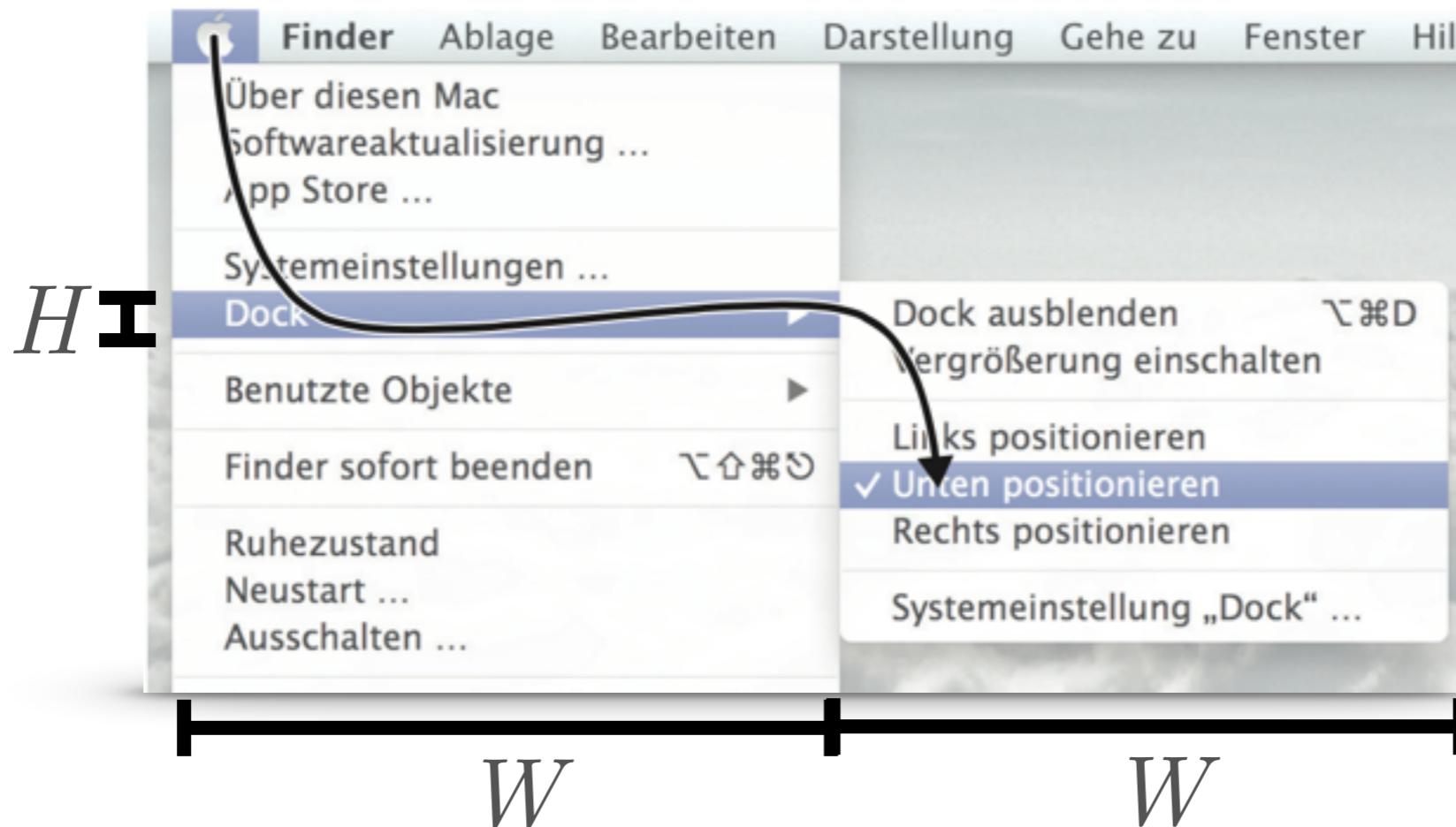
- Bei geradem Tunnel mit Weite W und Höhe H vereinfacht sich **Steering Law** zu:

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



Fokus: IxD

Beispiel: Maus-Navigation

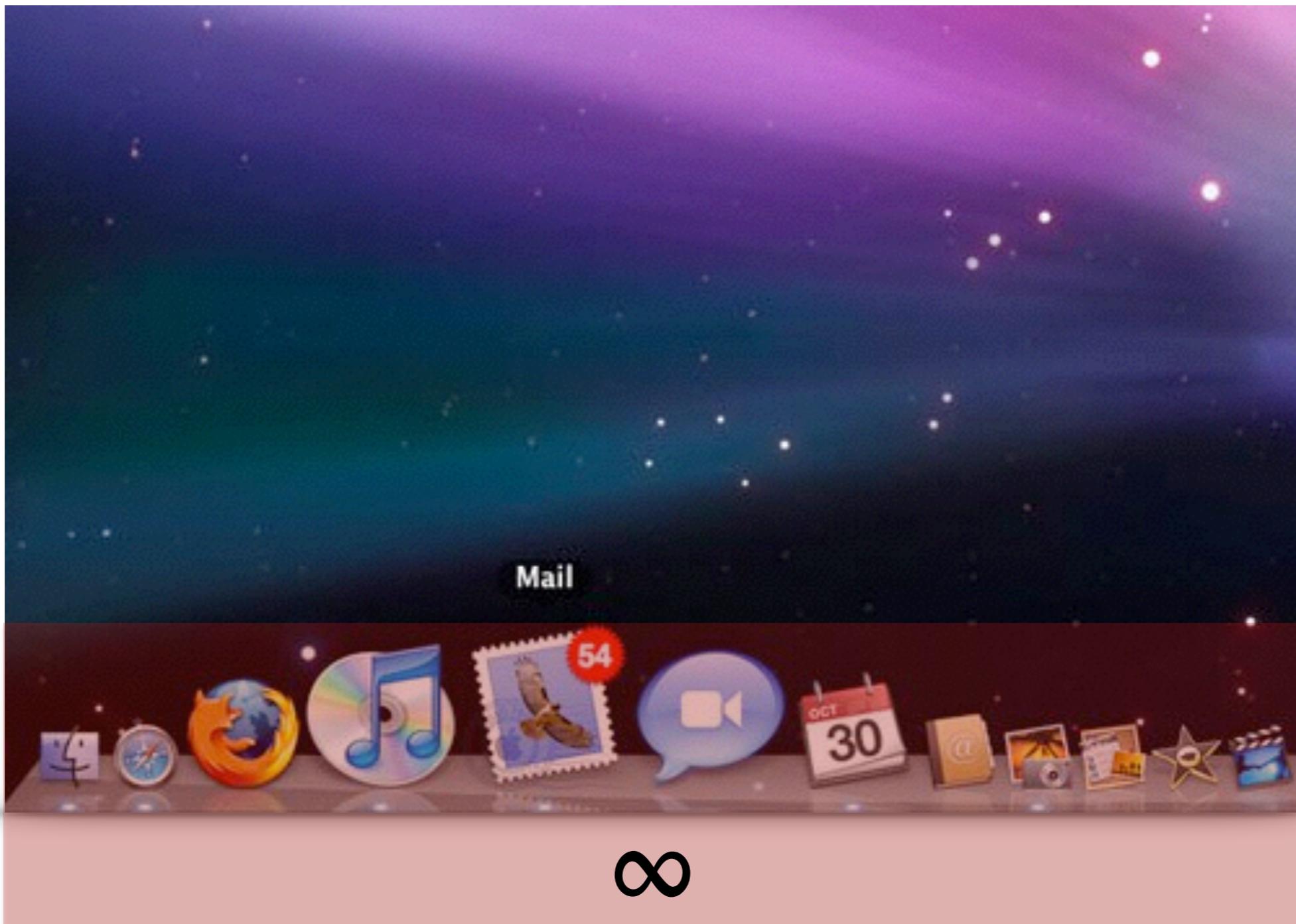


$$T = a_1 + b_1 \cdot \log_2 \left(\frac{n \cdot H}{H} + 1 \right) + a_2 + b_2 \cdot \frac{W}{H} + \dots$$

Fitts' Law **Steering Law**

Diskussion

Shame or Fame?



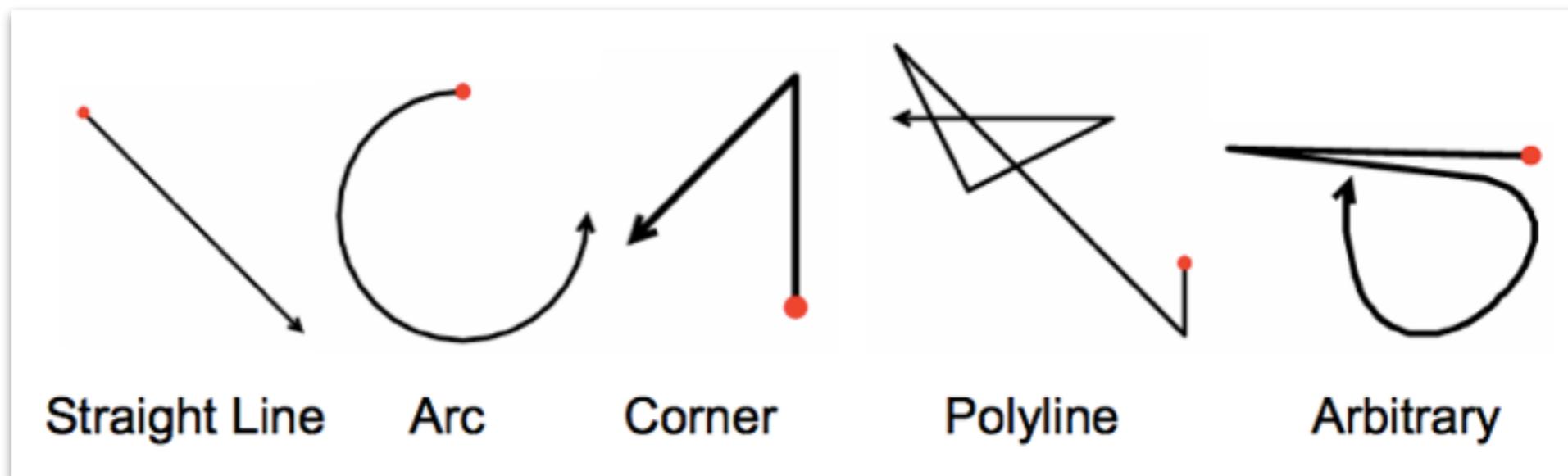
Fitts' & Steering Law

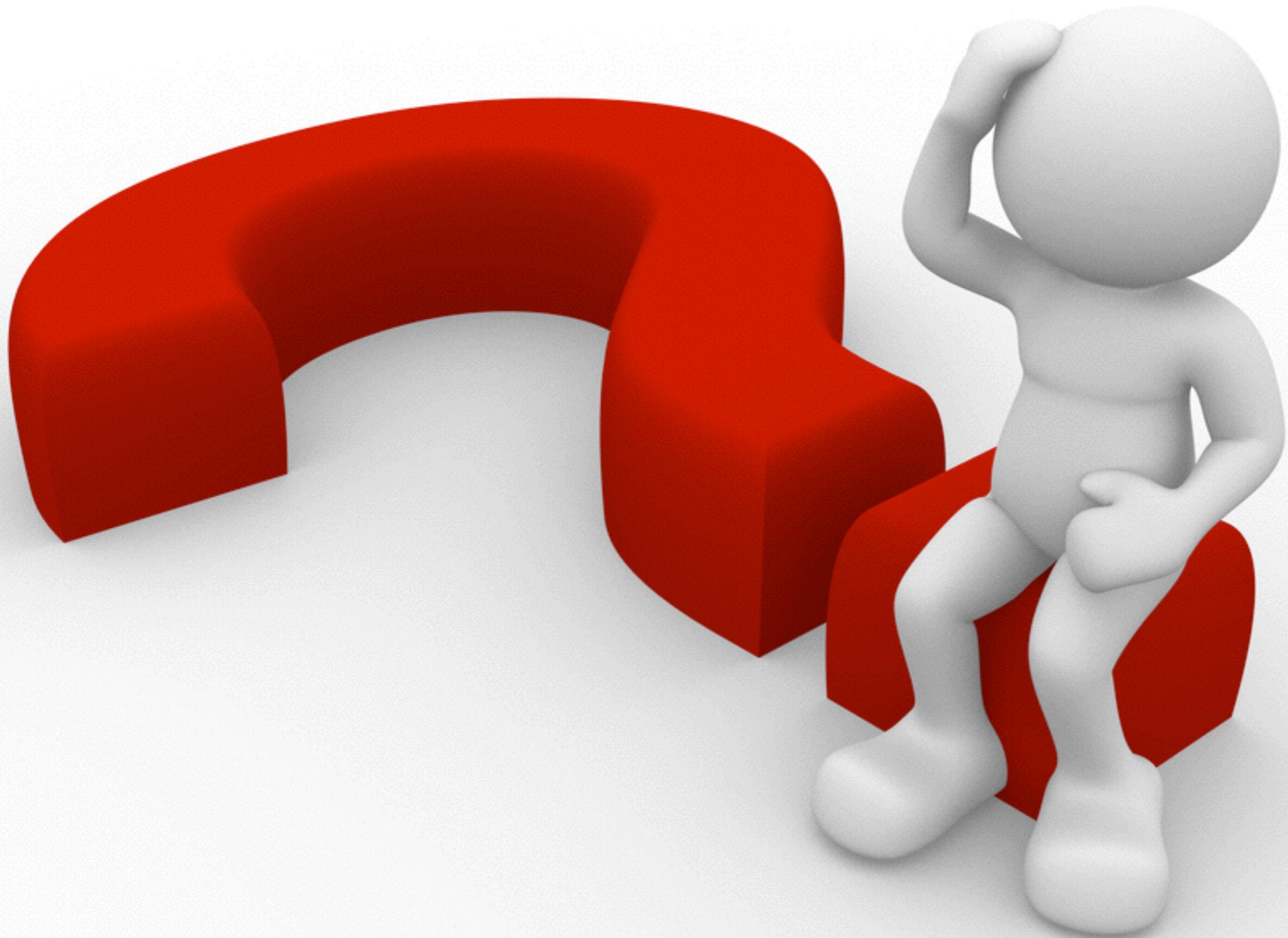
IxD-Folgerungen

- 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

CLC-Model

- Curves, Line segments und Corners
(CLC-)Model befasst sich mit verschiedenen Bewegungsmuster, z.B. für Gesteneingaben







Mensch-Computer-Interaktion Kommunikation & Handlung

Kontrolle-Display Relation



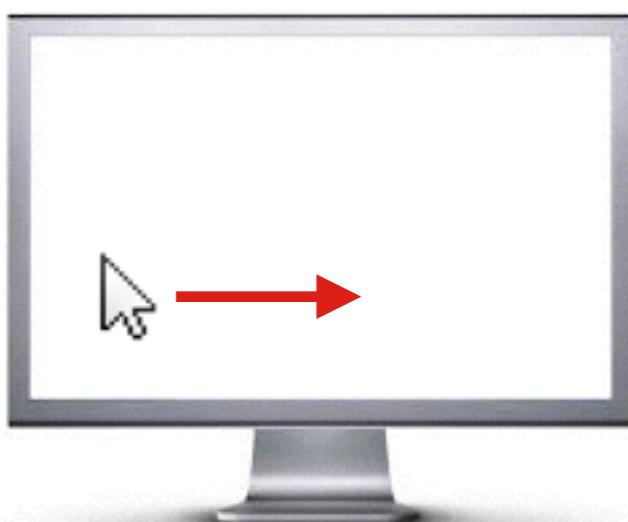
Kontrolle-Display Relation

- Kontrolle-Display Relation (engl. *Control-Display (C/D) Relationship*) beschreibt Transferfunktion zwischen Bewegungen des Eingabegerätes und Bewegungen der virtuellen Repräsentation
- Beispiele:
 - Maus und Mauszeiger
 - Joystick und Spielfigur

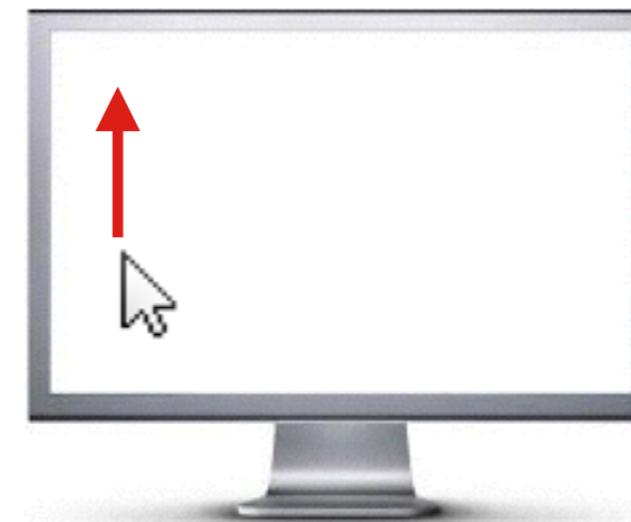
Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation für Maus

horizontal

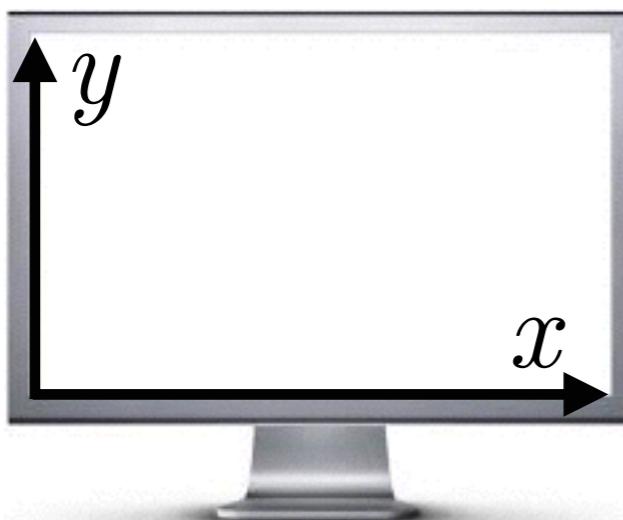


vertikal

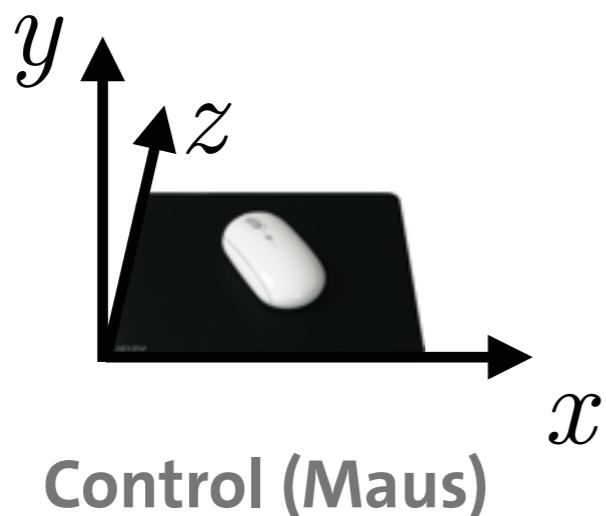


Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation für Maus



Display (Zeiger)

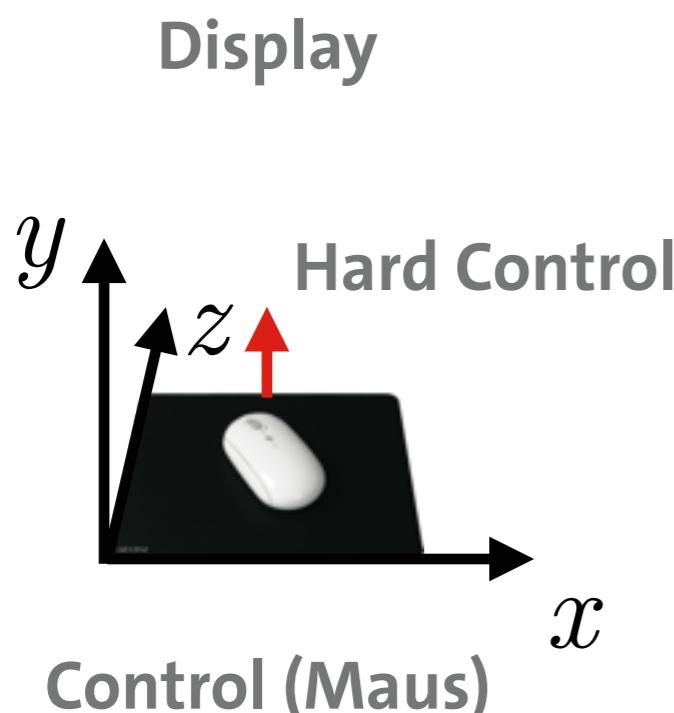
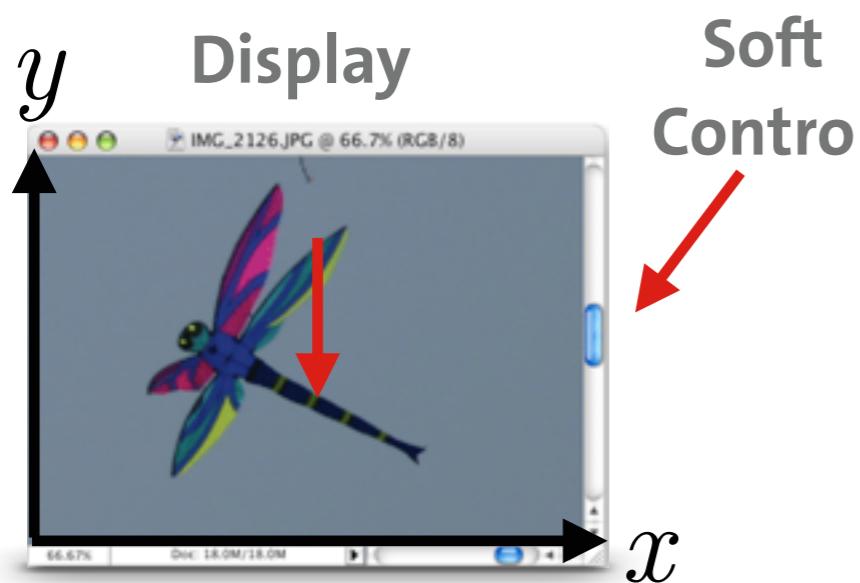


Control (Maus)

Achse	Control (Maus)	Display (Zeiger)
x	+	+
y		+
z	+	

Räumliche Relationen

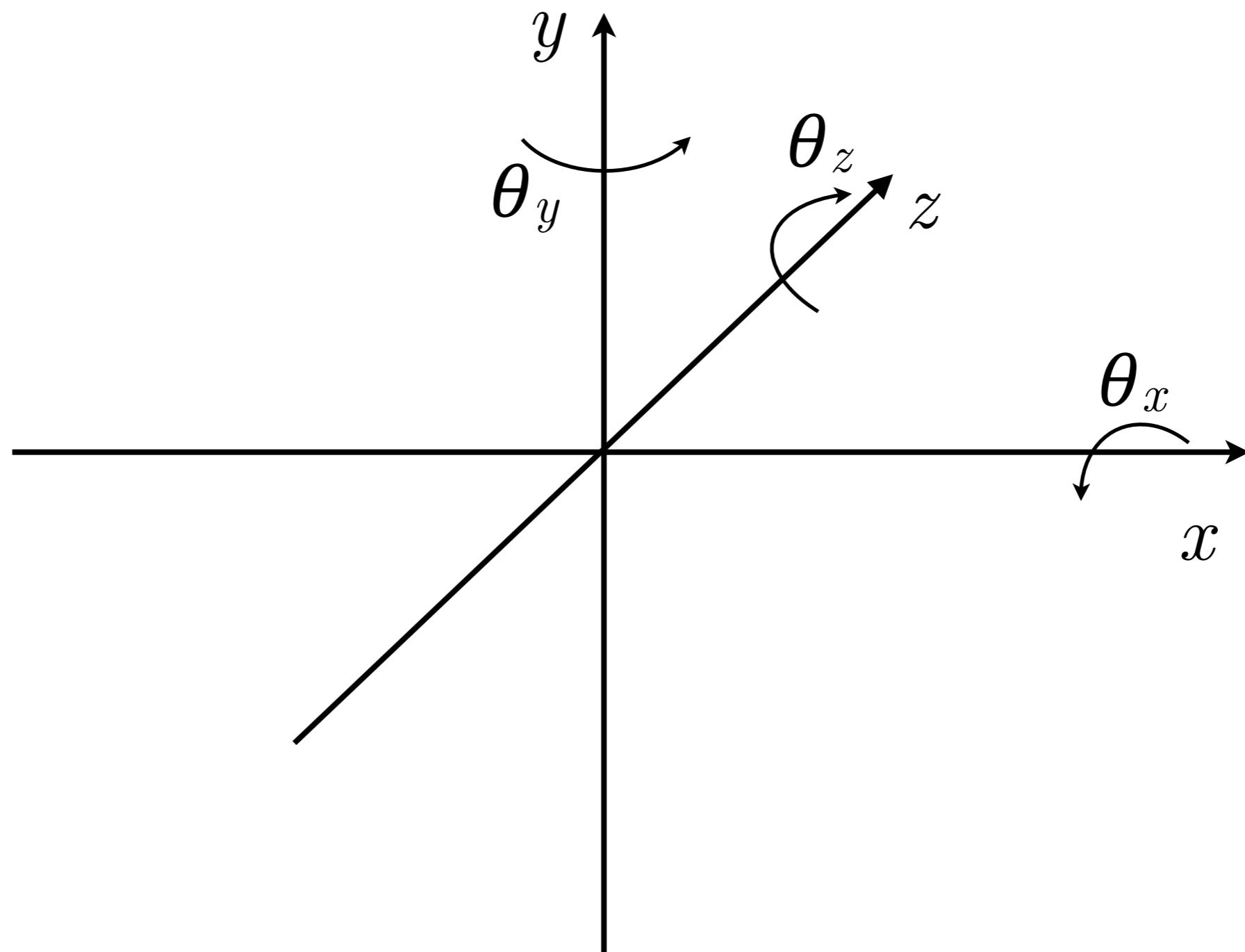
Bsp: C/D Relation für Maus



Achse	Hard Control	Soft Control	Display
x			
y		+ -	
z	+		

Räumliche Relationen

Beispiel: 3D-Vektoren



Räumliche Relationen

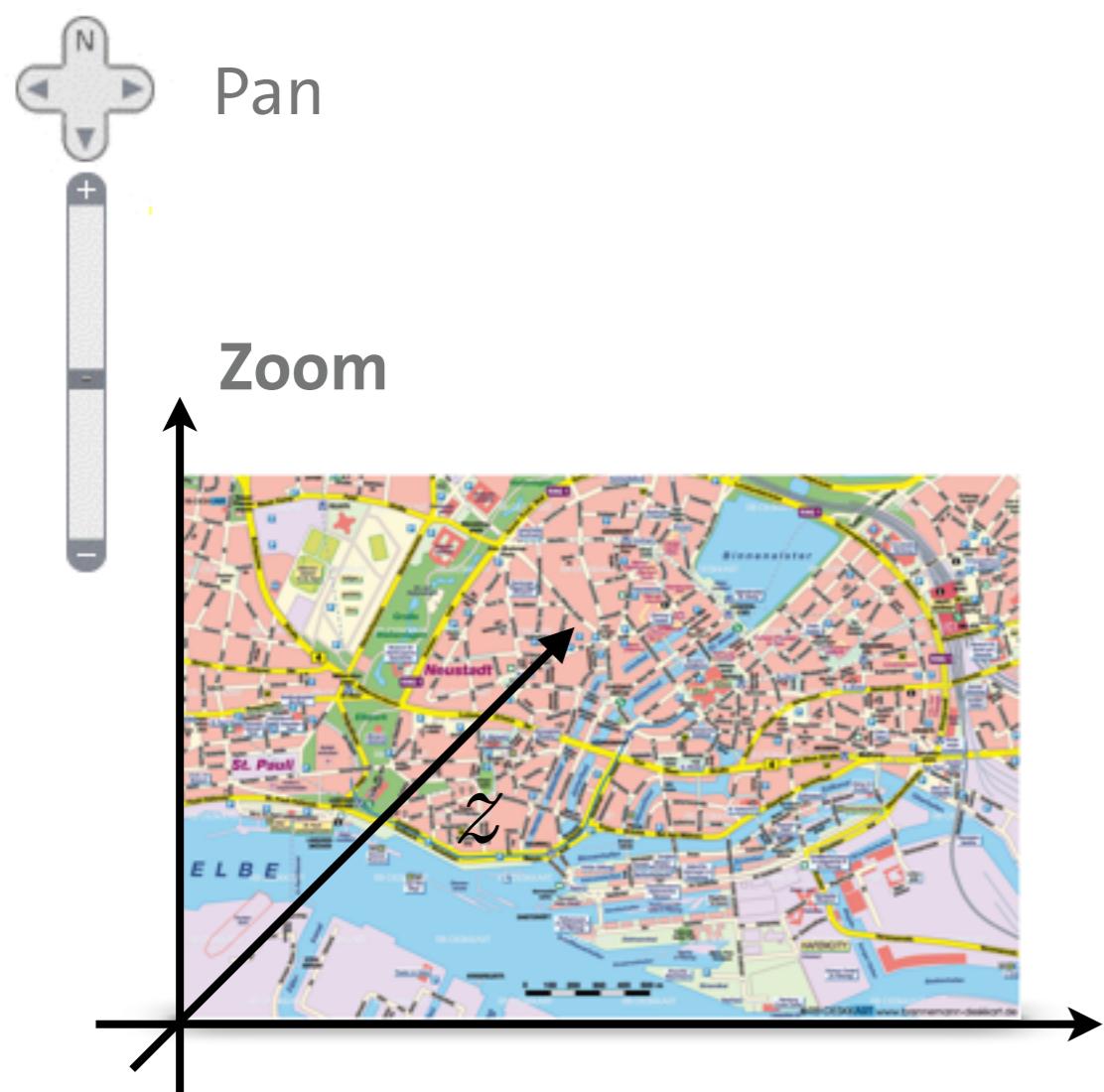
Bsp: C/D Relation für Maus



DOF	(Soft) Control (Pan)	Display
x	+	-
y	+	-
z		
θ_x		
θ_y		
θ_z		

Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation für Maus

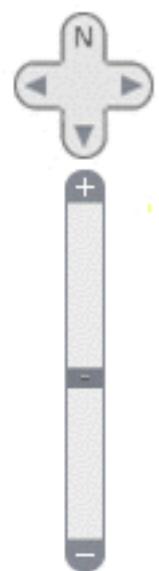


DOF	(Soft) Control (Zoom)	Display
x		
y	+ -	
z		-
θ_x		
θ_y		
θ_z		

Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation für Maus

Pan



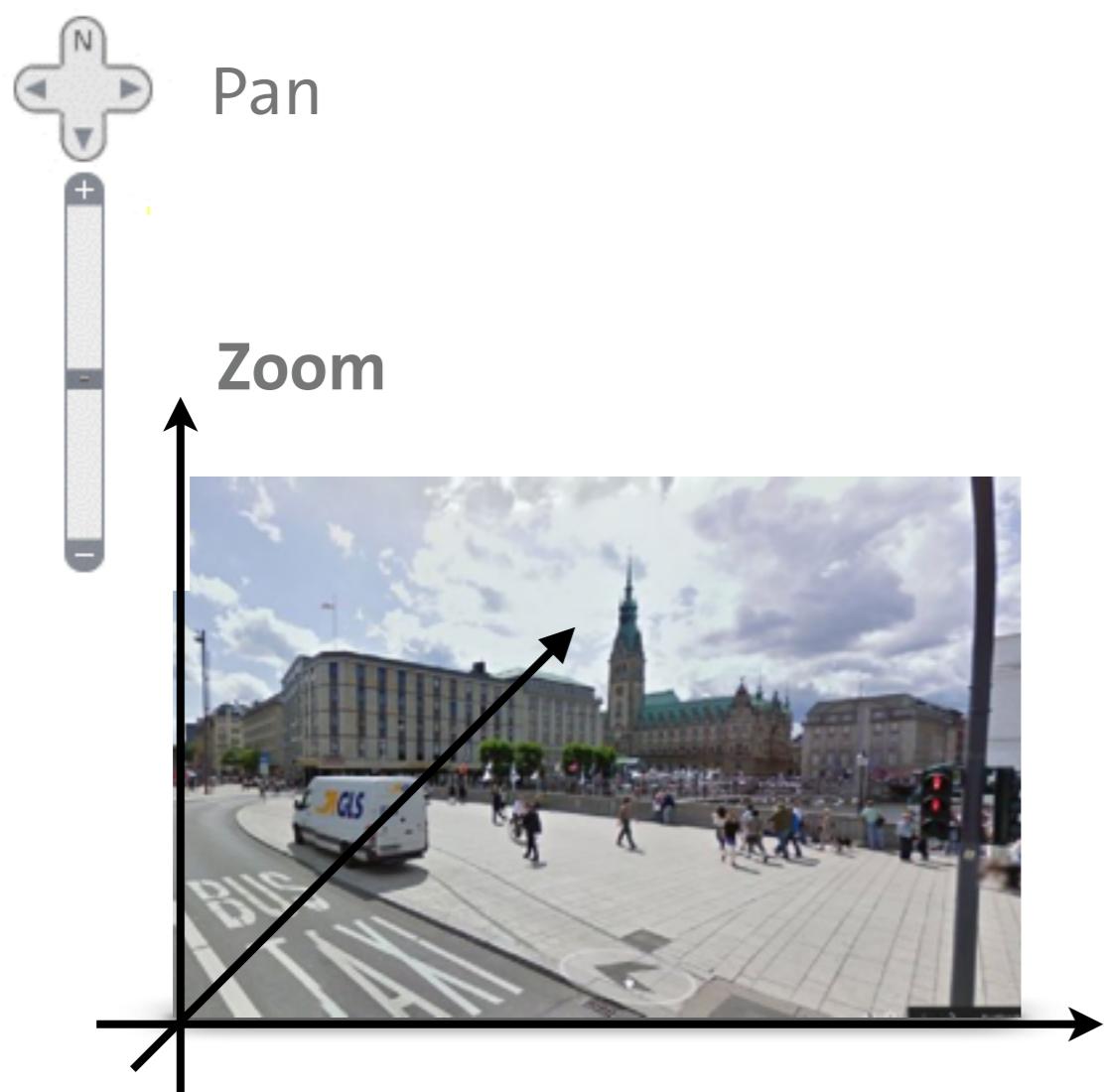
Zoom



DOF	(Soft) Control (Pan)	Display
x	+	
y	+	
z		
θ_x		-
θ_y		+
θ_z		

Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation für Maus



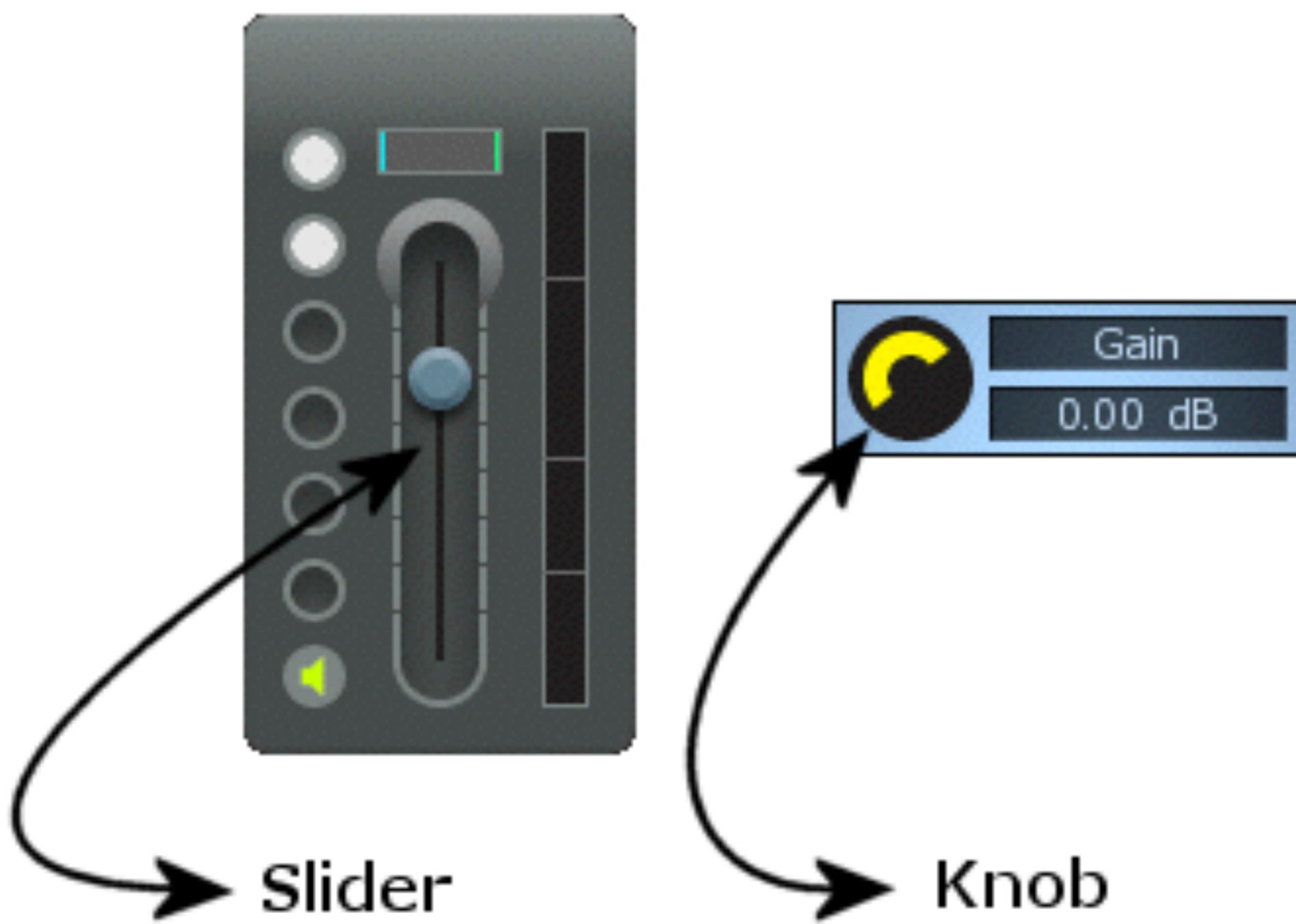
DOF	(Soft) Control (Zoom)	Display
x		
y	+	-
z		
θ_x		
θ_y		
θ_z		



VOLUME

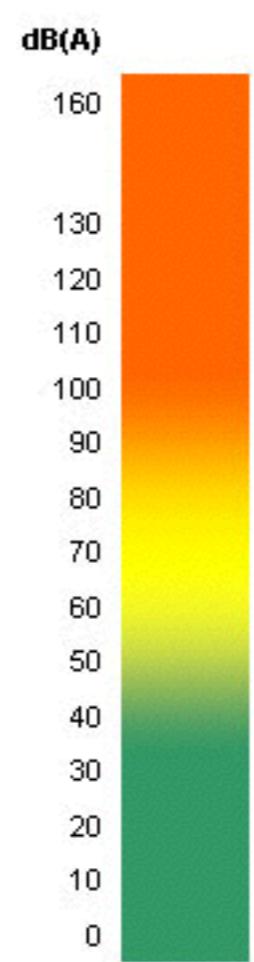
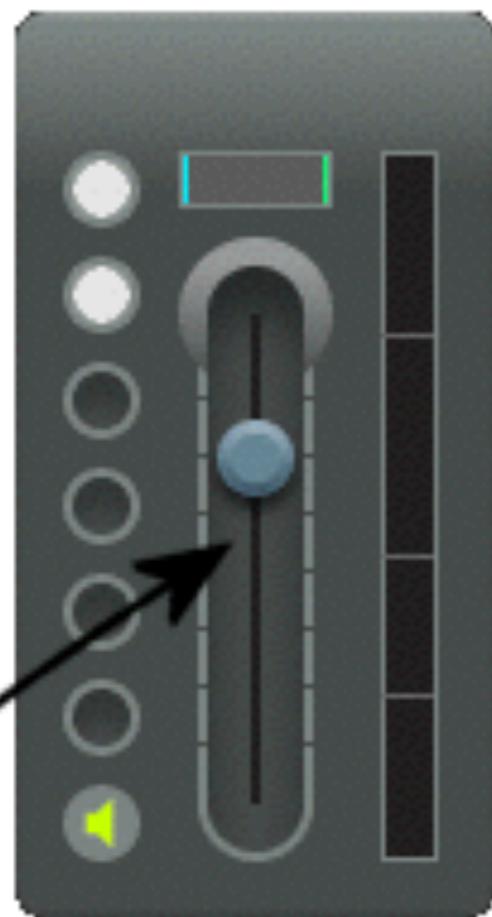
Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation Soft Controls



Räumliche Relationen

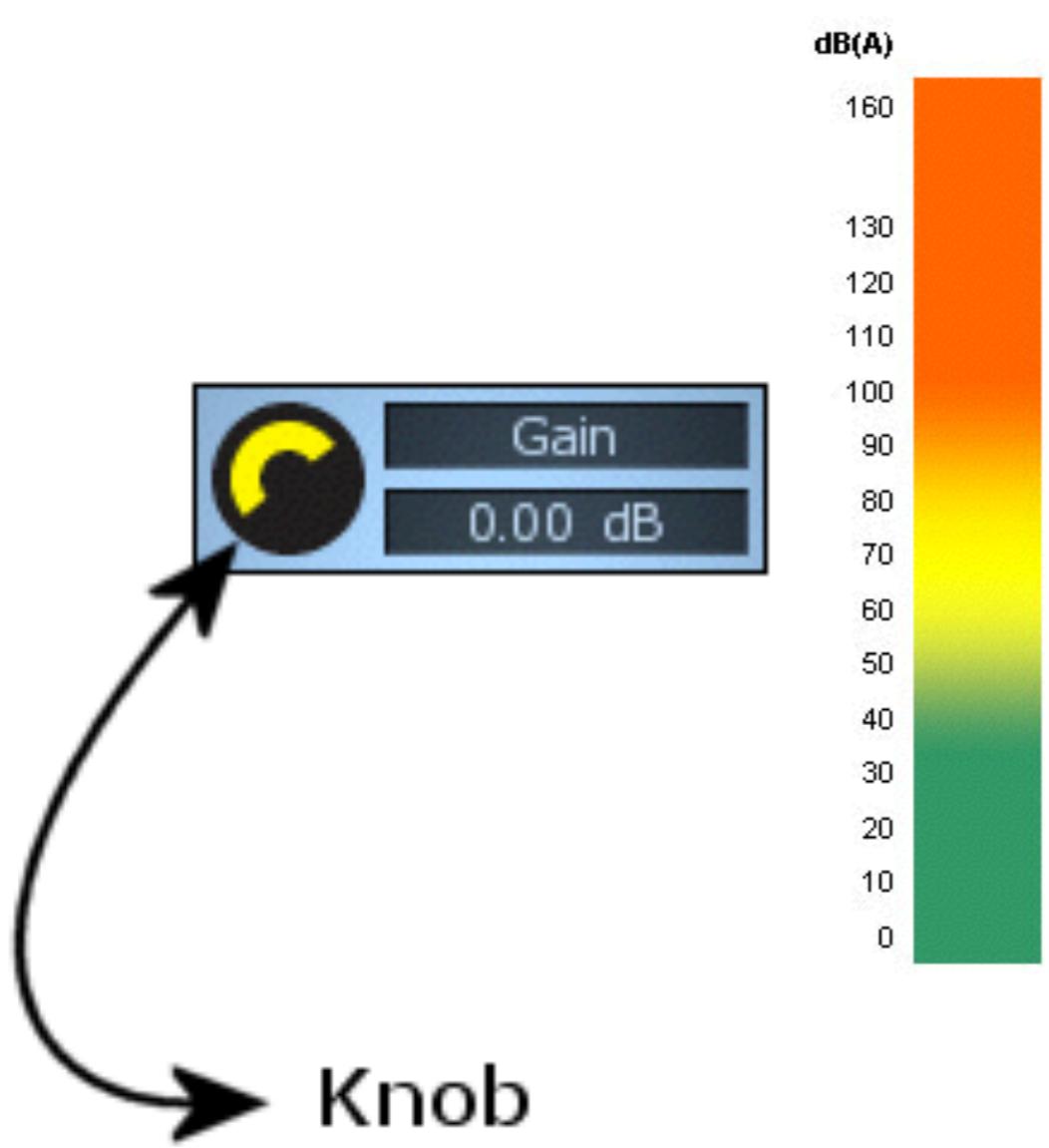
Bsp: C/D Relation Soft Controls



DOF	Soft Control	Display (Audio)
x		
y	+ • +	
z		
θ_x		
θ_y		
θ_z		

Räumliche Relationen

Bsp: C/D Relation Soft Controls



DOF	Soft Control	Display (Audio)
x		
y		$+$
z		
θ_x		
θ_y		
θ_z	$+$	

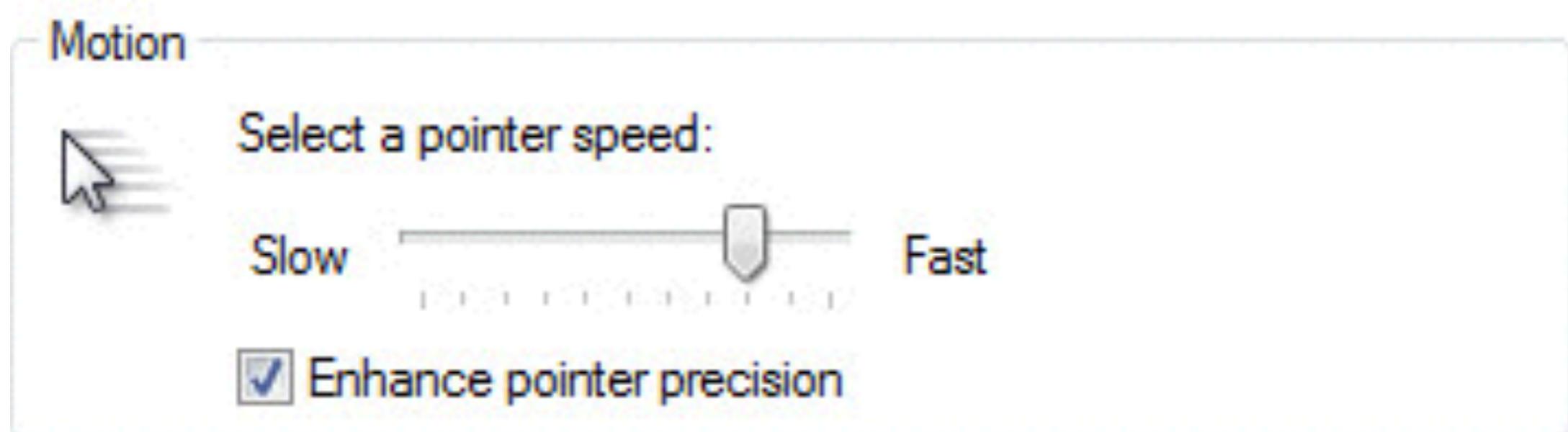
C/D Sensitivität

- C/D Sensitivität (engl. *C/D Ratio*) beschreibt Sensitivität der Kontrolle-Display Relation
 - C/D Sensitivität wird über C/D Gains definiert, die mit Kontroll-Bewegungen multipliziert werden, bevor Display-Bewegungen ausgeführt werden
- Geschwindigkeits-Genauigkeit-Konflikt (engl. *Speed-Accuracy Tradeoff*)

C/D Sensitivität

Bsp: Mauszeiger

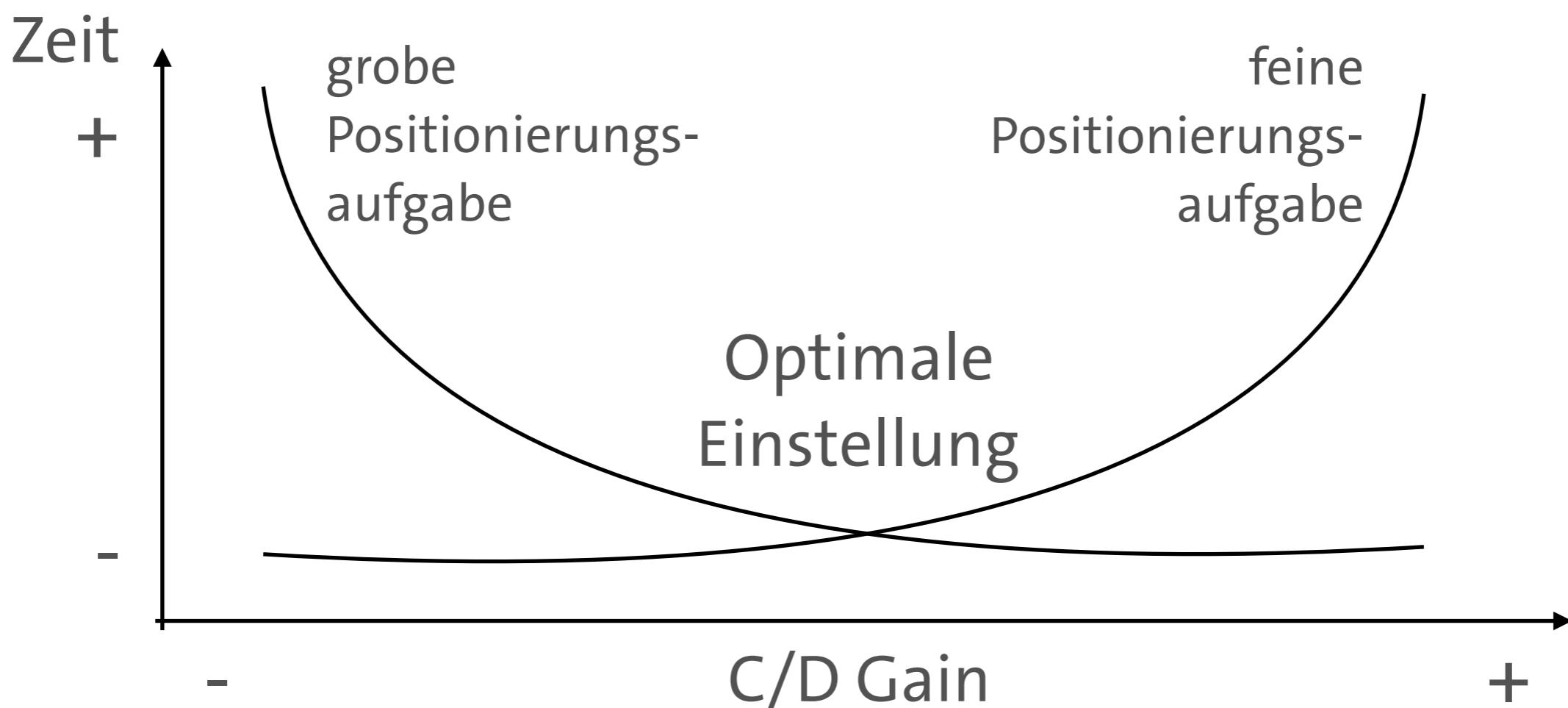
- Beispiel: 1 cm Kontroll-Bewegung der Maus wird auf 2 cm Display-Bewegung des Maus Cursors abgebildet \Rightarrow C/D Gain = 2



C/D Gain

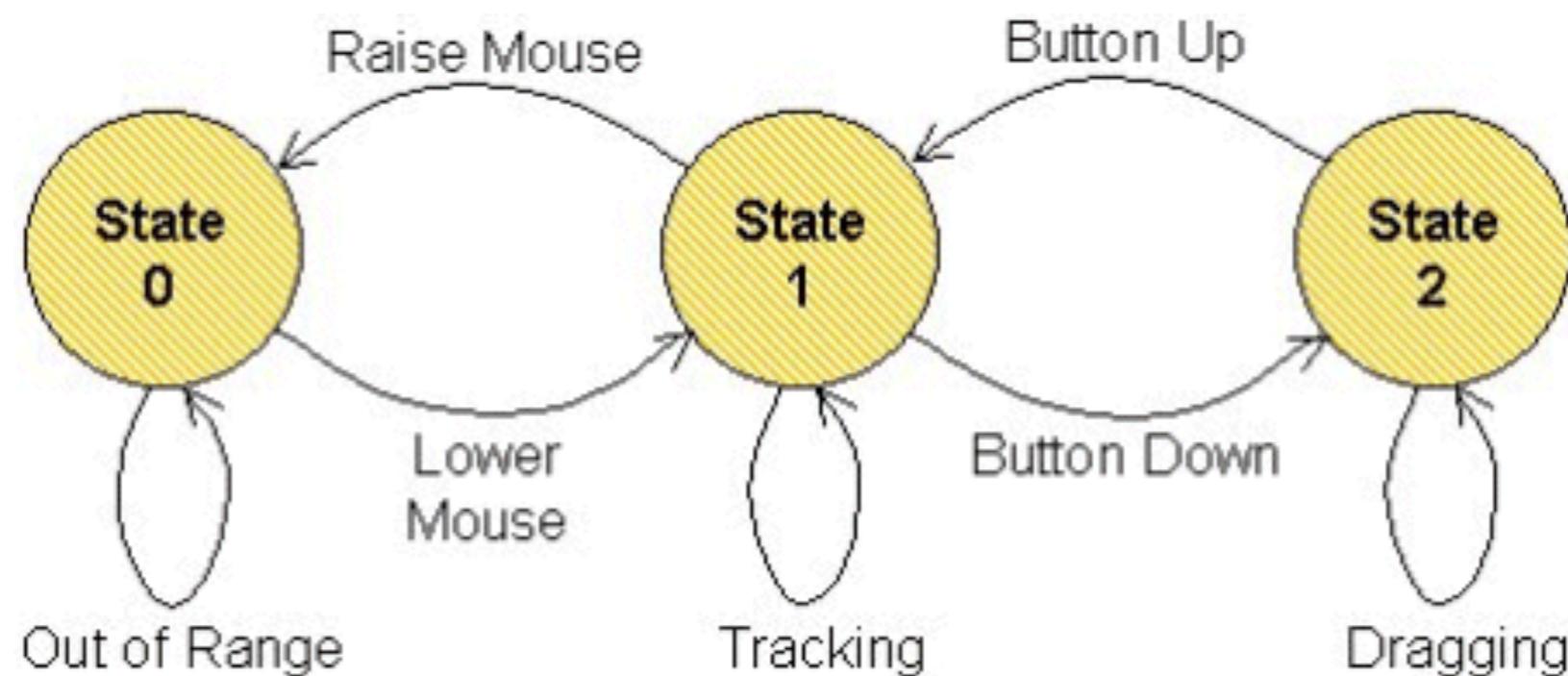
Bsp: Speed-Accuracy Tradeoff

- Positionierungszeit bei unterschiedlichen
C/D Gains



Three-State Model

- Three-State Model beschreibt mögliche Zustände von Eingabegeräten sowie Übergänge dazwischen



Positionierung

Absolut vs. Relativ

- **Absolute Positionierung** bildet Position der (Kontroll-)Eingabe **absolut** auf (Display-)Ausgabe ab, z.B. Eingabestift
- **Relative Positionierung** bildet (Kontroll-)Bewegungen **relativ** auf (Display-)Bewegungen ab, z.B. Joystick

