

# Benutzergesteuerte Eingebettete Systeme

- **HCI** – *Human-Computer Interaction*
  - Der Benutzer
  - ~~Der Computer~~
  - Die Interaktion
  
- *Shared-Control Systeme*
  - Gemeinsame Steuerung
  - *Mode*
  - *Mode-Confusion*

# HCI – *Human-Computer Interaction*

## Szenario I

*The ‘save’ and ‘delete’ options of a word-processing package, both of which are correctly classified as file-level operations, are consequently adjacent items in the menu. With a cursor controlled by a trackball it is all too easy for the hand to slip, inadvertently selecting delete instead of save. Of course, the delete option, being well thought out, pops up a confirmation box allowing the user to cancel a mistaken command. Unfortunately, the save option produces a very similar confirmation box - it was only as after hitting the ‘Confirm’ button that the word ‘delete’ at the top occurs...*

## Things don't change!

*Look at the MacOS X 'dock'...At the right-hand side, there sits the trash can. Imagine what happens as you try to drag a file into one of the folders. If your finger accidentally slips whilst the icon is over the trash can – Oops!*

*Happily this is not quite as easy in reality, since the icons in the dock constantly move around as you try to drag a file into it. This is to make room for the file in case you want to place it in the dock.*

*However, it means you have to concentrate very hard when dragging a file over the dock. This may be not a deliberate feature, but it does have the beneficial side effect that users are less likely to throw away a file by accident – whew!*

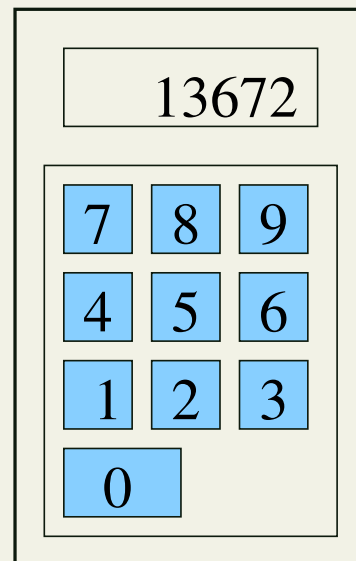
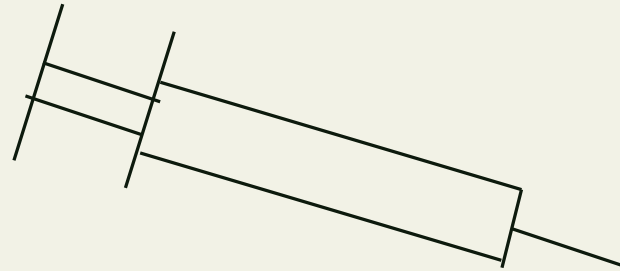
*In fact it is quite fun to watch a new user trying to throw away a file. The trash can keeps moving as if it didn't want the file in it. Experienced users evolve coping strategies. One user always drags files into the trash from the right-hand side as then the icons in the dock don't move around.*

## Zwei Lektionen

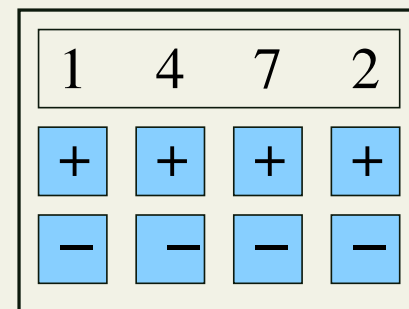
- Designs werden nicht immer besser.
- Benutzer werden aber schlauer.

## Szenario II

Automatische Spritze: stellen die Dose auf 1372

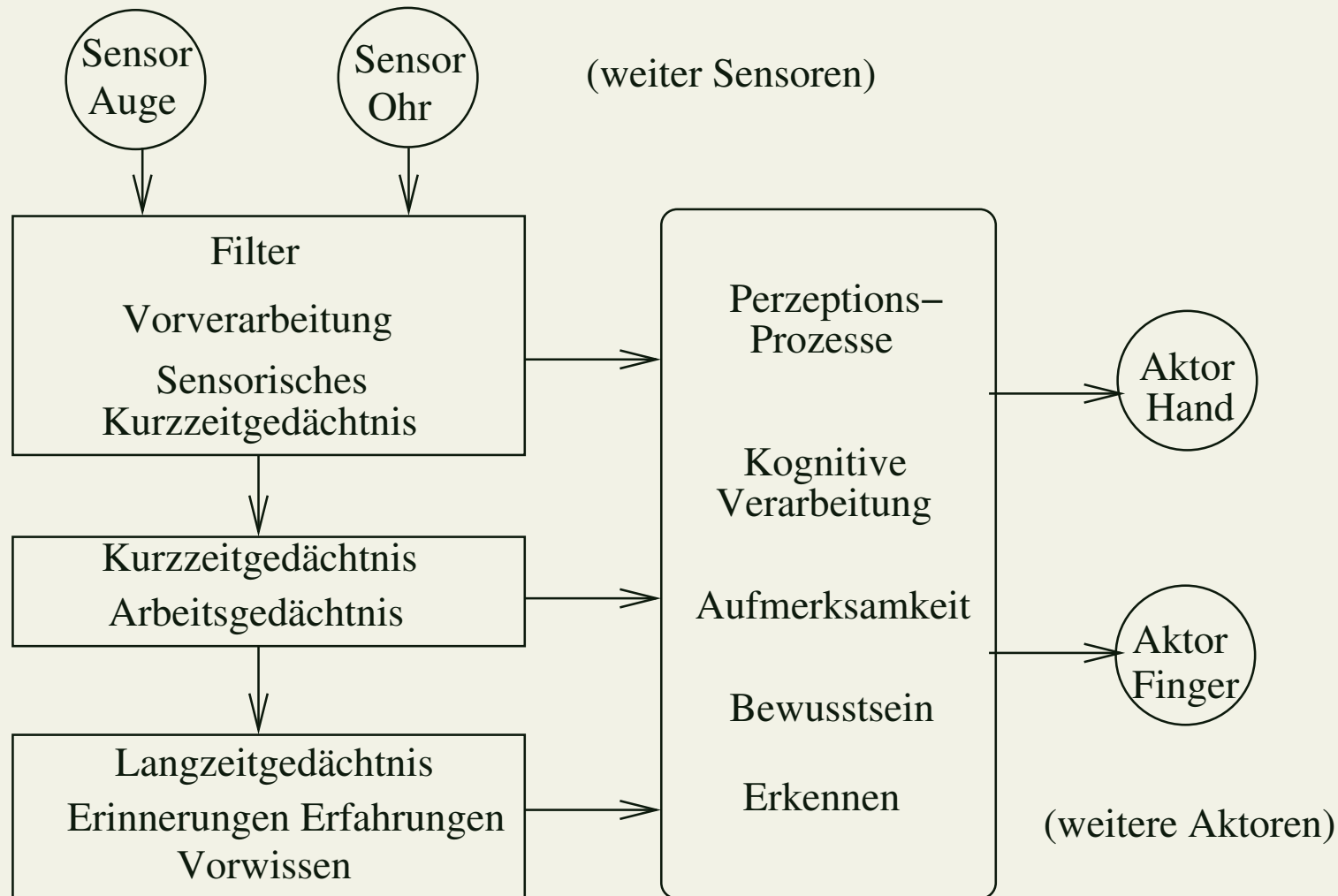


vorher



nachher

# Der Benutzer



- Eingabe- und Ausgabekanäle

- Sehen (*vision*) – Graphische Wahrnehmung

- ▷ Wissen über das visuelle System

- Die Aufmerksamkeit eines Lesers nimmt ab, während der Abstand zum Blickpunkt zunimmt

- Wir haben die Neigung, horizontale Linien zu vergrößern und vertikale Linien zu reduzieren

- Wir haben die Neigung, die Mitte einer Seite höher zu schätzen

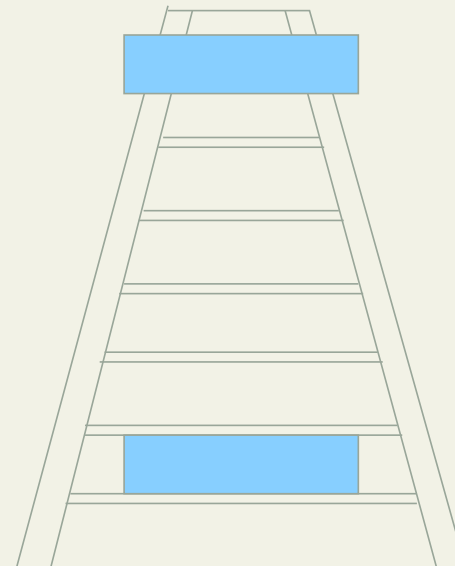
- ▷ Kontextsensitivität

▷ Einschränkungen

- Muller-Lyer-Illusion (konkav vs. konvex)



- Ponzo-Illusion (Entfernung)

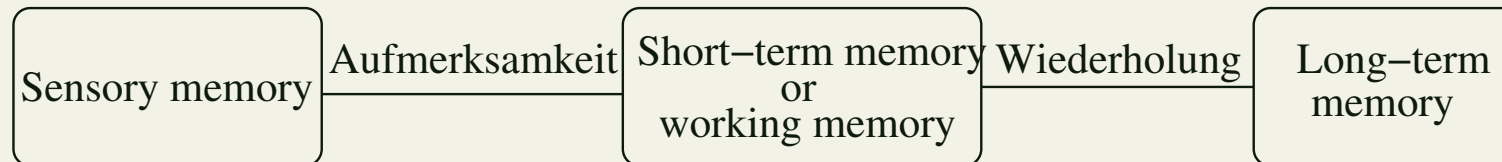


- Korrektur-Lesen-Illusion (Kompensation der Erwartung)

The quick brown  
fox jumps over the  
the lazy dog.

- Hören (*hearing*) – Akustische Wahrnehmung
  - ▷ Frequenz, Lautstärke, Klang
  - ▷ sprechende Töne: Information und Aufmerksamkeit  
z.B. Flugkontroller
  - ▷ nicht sprechende Töne: Aufmerksamkeit, Statusinformation,  
Bestätigung, Fehlermeldung
- Berühren (*touching*) – Haptische Wahrnehmung
  - ▷ z.B., Drucksensibilität
  - ▷ Druck-Feedback, taktile Hardware
  - ▷ Anwendung: Benutzer mit Sehbe-, Hörbehinderung, Virtuellen Einkäufen

- Gedächtnis (*memory*)



- Sensorisches Kurzzeitgedächtnis  
Puffer für Ein- und Ausgabenkanäle
- Kurzzeitgedächtnis – Arbeitsspeicher des Gehirns
  - ▷ Eine Sequenz von Ziffern 265397620853
  - ▷ Gruppierte Ziffer 44 113 245 8920
  - ▷  $7 \pm 2$  *chunks* - Regel

- ▷ Abschluß einer Aufgabe (*closure*)

*Closure gives you a nice ‘done it’ when we complete some part of a task. At this point our minds have a tendency to flush short-term memory in order to get on with the next job. Early automatic teller machines (ATMs) gave the customer money before returning their bank card. On receiving the money the customer would reach closure and hence often forget to take the card. Modern ATMs return the card at first!*

- ▷ Musterabstraktion, z.B.

49 421 218 2239

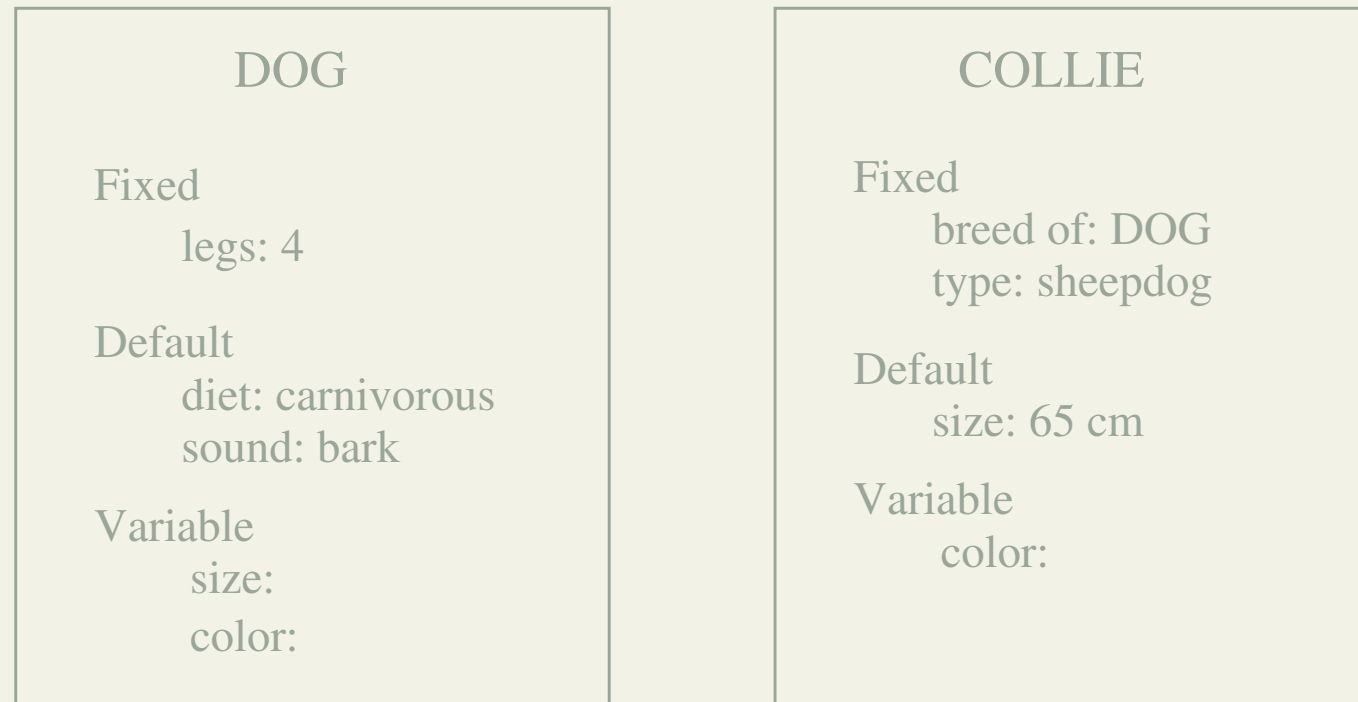
HEC ATR ANU PTH ETR EET

- Langzeitgedächtnis
  - ▷ episodisches Gedächtnis (*episodic memory*)  
Repräsentation des Gedächtnisses in einer Serienform
    - Ereignisse
    - Erfahrungen
  - ▷ semantisches Gedächtnis (*semantic memory*)
    - Strukturierung des Gedächtnisses
    - Zugriff der Informationen
    - Repräsentation der Beziehungen
    - Deduktion

- Semantische Netze



- Rahmenbasierte Repräsentation von Wissen



- Repräsentation von Situationen durch Skripte

*John took his dog to the surgery. After seeing the vet, he left.*

Script for a visit to the vet	
Entry conditions:	dog ill vet open owner has money
Result:	dog better owner poorer vet richer
Props:	examination table medicine instruments
Roles:	vet examines diagnoses treats owner brings dog in pays takes dog out
Scenes:	arriving at reception waiting in room examination paying
Tracks:	dog needs medicine dog needs operation

- Repräsentation des prozeduralen Wissens durch Bedingung-Aktionsregeln

```
IF dog is wagging tail  
THEN pat dog
```

```
IF dog is growling  
THEN run away
```

- Prozesse des Gedächtnisses
  - ▷ Speichern
  - ▷ Vergessen
  - ▷ Erinnerung und Rekonstruktion

## ● Denken

### ○ Ableitung (*reasoning*)

**Ableiten** ist ein Prozess, in dem wir aus dem Wissen neue Folgerung oder Information erzielen.

▷ **Deduktive Ableitung** leitet die logische Folgerung aus Bedingungen ab

- If it is Friday then she will go to work

It is Friday

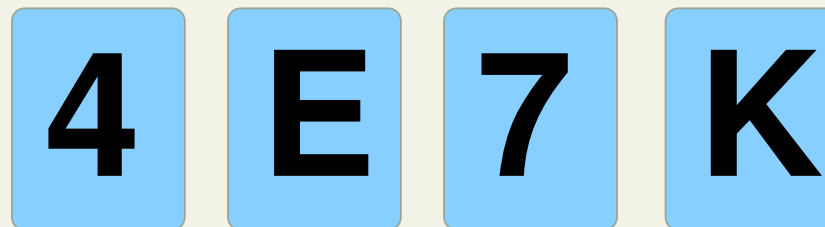
Therefore she will go to work

- If it is raining then the ground is dry

It is raining

Therefore the ground is dry

- ▷ **Induktive Ableitung** ist eine Generalisierung von Fällen
- If every elephant we have seen has a trunk  
Then all elephants have trunks
  - Wason's Karten: Dir werden vier Karten präsentiert. Jede Karte hat eine Zahl auf einer Seite and ein Buchstab auf der anderen Seite. Welche zwei Karten würdest Du nehmen, um die Korrektheit des folgenden Aussages zu prüfen?  
Wenn eine Karte einen Vokal auf einer Seite hat, sie hat eine gerade Zahl auf der anderen Seite.



- Problem: Unzuverlässigkeit

- ▷ **Abduktive Ableitung** findet einen Grund (Aktion oder Zustand) für eine bestimmte Tatsache
  - Die Straße ist nass.  
Wir leiten ab, dass es geregnet oder geschneit hat.
  - Sam fährt zu schnell, nachdem er zu viel getrunken hat.  
Wenn wir sehen, dass Sam zu schnell fährt. Dann glauben wir, dass er zu viel getrunken hat.
  - Problem: Unzuverlässigkeit

- Problemlösen

**Problemlösen** ist ein Prozess, der nach eine Lösung einer unbekannte Aufgabe sucht.

- ▷ Gestalt-Theorie

- **Produktives Problemlösen** löst ein Problem durch  
Erkenntnisse  
Restrukturierung
- **Reproduktives Problemlösen** löst ein Problem durch  
Erfahrungen

▷ Problemraum-Theorie (*Problem space theory*)

**Problemraum** besteht aus Zuständen eines Problems.

**Problemlösen** ist ein Prozess der Transitionen von Anfangszustand zum Zielzustand.

Ziel: Löschen den zweiten Absatz eines Dokuments

Operator	Precondition	Result
delete_paragraph	Cursor at start of paragraph	Paragraph deleted
move_to_paragraph	Cursor anywhere in document	Cursor moves to start of next paragraph (no next paragraph no effect)
move_to_start	Cursor anywhere in document	Cursor at start of document

▷ Analogie

Die Methode **Analogie** löst ein Problem durch die Abbildung des Wissens eines ähnlichen Problems in das neue Problem.

*A doctor is treating a malignant tumor. In order to destroy it he needs to blast it with high-intensity rays. However, these will also destroy the healthy tissue surrounding the tumor. If he lessens the rays intensity the tumor will remain. How does he destroy the tumor?*

- Lernen

- ▷ Erwerbung von Fähigkeiten

- Beispiele

- Schachspiel zwischen Menschen und Computer
- Erfahrende Programmierer und Anfänger

- ▷ Anderson's *ACT\**-Modell

- Verwenden allgemein gültige Regeln
- Entwickeln neue Regeln für eine bestimmte Aufgabe
- Beschleunigen den Lösungsprozess durch Regeln

▷ Fehler und mentale Modelle (*mental models*)

- Fehler durch die Änderung eines Kontexts

*During the Second World War a new cockpit design was introduced for Spitfires. The pilots were trained and flew successfully during training, but would unaccountably bail out when engaged in fights. The new design had exchanged the positions of the gun trigger and ejector controls.*

*In the heat of battle the old responses resurfaced and the pilots ejected.*

- Fehler durch falsches Verständnis

**Mentale Modelle** sind die von Menschen gebildeten Theorien, um das Verhalten von Systemen zu verstehen.

*On one occasion we were staying in a hotel in Germany, attending a conference. In the lobby of the hotel was a lift. Beside the lift door was a button. Our model of the system, based on previous experience of lifts, was that the button would call the lift. We pressed the button and the lobby light went out!*

- Andere Faktoren: Gefühl, Emotion, Individualität, ...

# Die Interaktion

- Interaktionsformen

- Tastatur

- ▷ Standard- und Kompakte Tastaturen
- ▷ Funktionstasten, Cursorblock, Zifferblock
- ▷ Tastenkombination
- ▷ Softkeys

- Direkte Manipulation

- ▷ Dateien, Icon-Darstellung
- ▷ Das WIMP-Konzept – *Windows, Icons, Menüs, Positioning Devices*

- Touchscreens – Eingabe und Ausgabe
- Sprachdialog
  - ▷ Natürliche Sprache
  - ▷ Spracherkennung, Sprachgenerierung, Dialogueverwaltung, Anwendungssystem
- Befehlssprache
  - ▷ Shell-Sprachen
  - ▷ *Fortual Language* ist eine Eingabe- oder Kommandosprache, die sowohl formale als auch natürlichsprachliche Aspekte vereint.

▷ Beispiel: Stellplatzsatzung der Stadt Würzburg

“Bei Vorhaben verschiedener Nutzung ist der Stellplatzbedarf jeder einzelnen Nutzung zunächst ohne Anwendung der Rundungsregel nach Absatz 1, Satz 3, auf Dezimalstellen hinter dem Komma zu ermitteln. Die auf zwei Dezimalstellen ermittelten Werte sind zu addieren und entsprechend Abs 1., Satz 3, als ganze Zahl festzusetzen.”

Falls das Vorhaben verschiedene Nutzung hat

Für jede Nutzung im Vorhaben

Stell den Stellplatzbedarf mit 2 Dezimalstellen

hinter dem Komma für diese Nutzung fest

Erhöhe den Gesamtbedarf um diesen Stellplatzbedarf

Runde den Gesamtbedarf nach Absatz 1 Satz 3 auf eine  
ganze Zahl

- Modelle der Interaktion **Interaktive Systeme** unterstützen Benutzer bei Ausführung von Aufgaben eines Anwendungsbereiches.

**Interaktionsmodelle** erlauben uns die Komponenten der Interaktion zu identifizieren und zu evaluieren, und bieten uns einen Kontext der Interaktion.

- Norman's Zyklus der Ausführung und Evaluation (*execution-evaluation cycle*)
    - ▷ Sieben Phasen
      - Definition des Ziels
      - Formulierung des Vorhabens
      - Spezifikation der Aktionsreihenfolge
      - Ausführung der Aktion
      - Beobachtung des Systemzustands
      - Interpretation des Systemzustands
      - Evaluation des Systemzustands in Bezug auf das Ziel und das Vorhaben
- z.B. Du liest, es wird dunkel und du brauchst mehr Licht...

## ▷ Sprachen

- Kernsprache (*core language*) – die Sprache des Systems
- Aufgabensprache (*task language*) – die Sprache des Benutzers

## ▷ Klüfte

- Kluft der Ausführung

Unterschied zwischen Benutzer's Formulierung der AKtionen für ein Ziel und die gültige Aktionen des Systems

- Kluft der Evaluation

Abstand zwischen der physikalischer Präsentation des Systemzustand und der Erwartung des Benutzers

▷ Fehler (*Errors*)

- *Slips*

Die Formulierung der Aktionen ist korrekt, aber bei der Ausführung ist ein Fehler aufgetreten.

Verbesserung des Designs der Oberfläche

- *Mistakes*

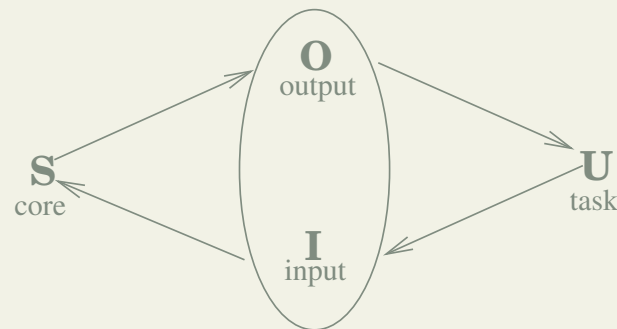
Durch mangelndes Wissen über das System ist ein Fehler aufgetreten

neues Design, bessere Schulung

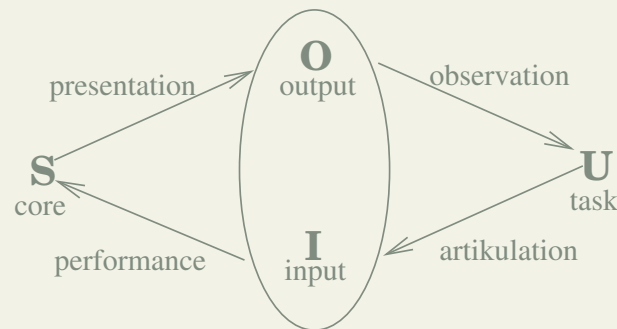
- Rahmenmodell der Interaktion

Das **Interaktionsrahmenmodell** bietet eine realistische Beschreibung der Interaktion durch ausdrückliches Einbinden des Systems.

- ▷ Struktur der Interaktion



- ▷ Übersetzung zwischen Komponenten



- Artikulation: Benutzer's Formulierung → Eingabesprache  
Ein großer Raum mit Deckenbeleuchtung, die durch eine Tafel von Schaltern kontrolliert ist. Es ist sehr schwierig, den richtigen Schalter zu finden.  
Datenhandschuhe realisiert direkt Benutzer's Gesten an der Schnittstelle des Computers.
- Durchführung: Eingabesprache → Repräsentation des Systems  
Fernbedingung eines CD-Spielers
- Präsentation: Systemzustand → Präsentation der Ausgabe  
Kontext (Absatz bzw. Kapitel) eines Texts
- Beobachtung: Ausgabe → Benutzer's Interpretation  
Ohne Browser ist es unmöglich, eine Webseite in HTML zu entwickeln

- **Ergonomie**

## *Shared-Control* **Systeme**

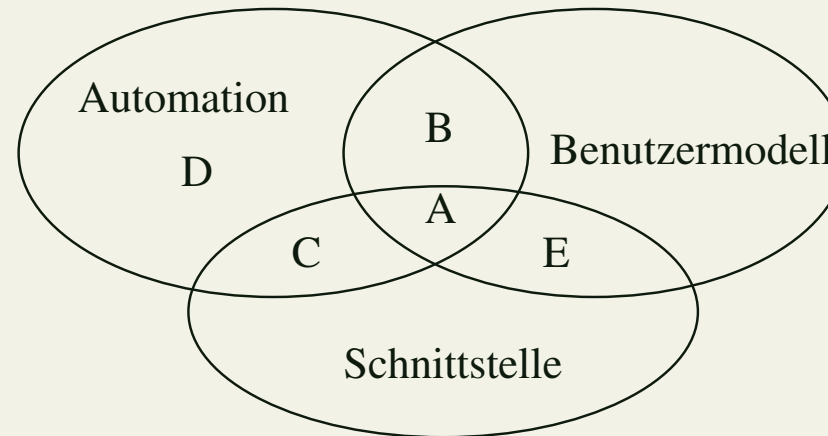
Die Steuerung eines technischen Systems ist vom Benutzer und auch von der Automation des Systems abhängig.





# Gemeinsame Steuerung

- Komponenten gemeinsamer Steuerungssysteme



- A: Alle drei Komponenten sind angemessen
- B: Die Schnittstelle bietet unzulängliche Informationen
- C: Der Benutzer hat ein inkorrektes Modell über das System
- D: Die Schnittstelle und das Benutzermodell sind nicht angemessen
- E: nicht relevant

## ● Beispiele

- Gemeinsame Steuerung von Pilot und Autopilot  
z.B. AFCS – *Automatic Flight Control Systems*
- Benutzer und Service Roboter  
z.B. Bremer Autonomer Rollstuhl
- Moderne elektronische Geräte  
z.B. Servierende Kaffeemaschine, Telefonanlage
- ...

# Mode

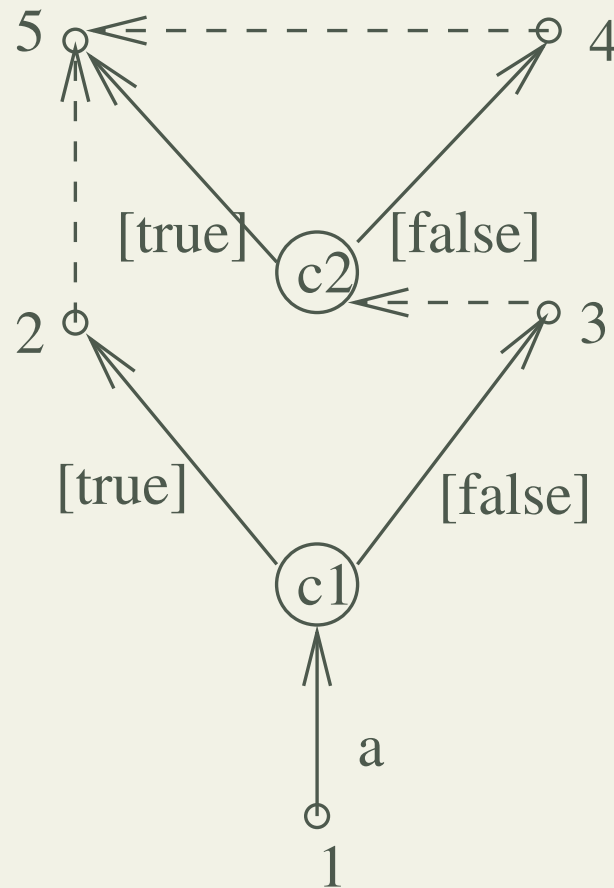
## • Einige Definitionen

- **Modes** sind die Aufteilungen des Zustandsraums eines Systems.
- Ein **Mode** definiert eine gegenseitig ausschliessende Menge von Systemverhalten.
- **Modes** werden für die Strukturierung komplexer Systeme verwendet. Das Verhalten eines Systems hängt stark von dem Mode ab, in dem es sich befindet.
- Ein **Mode** ist eine mathematische Abbildung von Instruktionen in deren Bedeutungen innerhalb eines Systems.
- ...

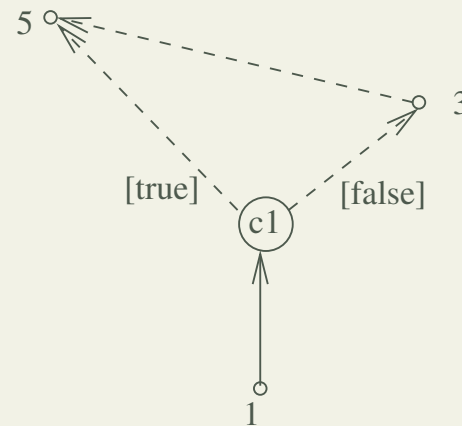
- Mode gemeinsamer Steuerungssysteme
  - Ein **Mode** ist ein bestimmtes Verhalten eines Systems.
  - Ein **Verhalten** ist eine Funktion der Zeit, die durch Eingabe und Zustand des Systems definiert ist.

# Mode-Cofusion

- Ein Beispiel
  - Eine einfache Maschine



- Aufgabe: Führt das System über den Zustand 3 in den Zustand 5
- Ein passendes Benutzermodell



- Schnittstelle zeigt c1 nicht
- Benutzer hat ein falsches Modell

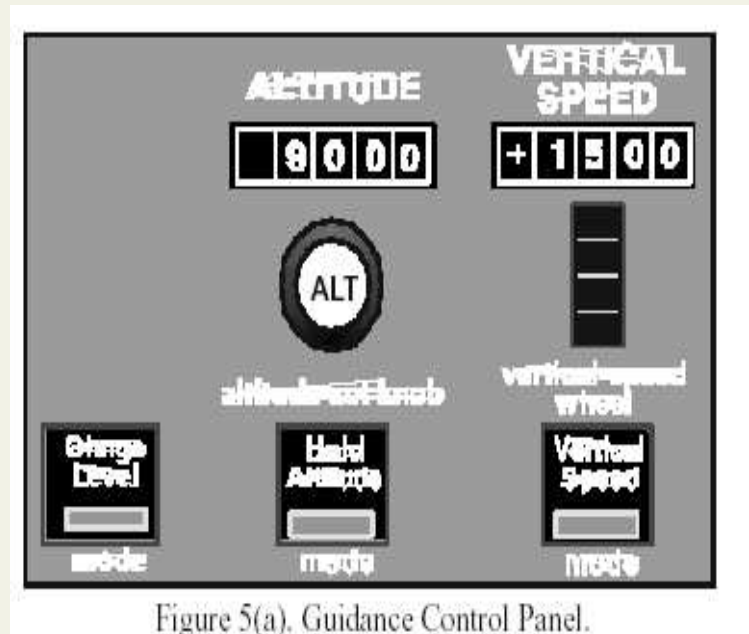


- *Mode confusion* Informelle Definitionen
  - Eine Arte Überraschung der Automation
  - Das System ist in einem anderen Mode als der Benutzer erwartet
  - ...

- Beispiele

- Ein Bericht von NASA's Aviation Safety Reporting System  
*On climb to 27,000 feet and leaving 26,500 feet, Memphis Center gave us a clearance to descend to 24,000 feet. The aircraft had gone to capture mode when the first officer selected 24,000 feet on the GCP altitude setting... and the aircraft continued to climb at approximately 300 feet-per-minute. There was no altitude warning and this "altitude bust" went unnoticed by myself and the first officer, due to the slight rate-of-climb. At 28,500, Memphis Center asked our altitude and I replied 28,500 and started an immediate descent to 24,000 feet.*

- ▷ Interface
  - GCP – *Guidance Control Panel*



## EADI – *Electronic Attitude Display Indicator*

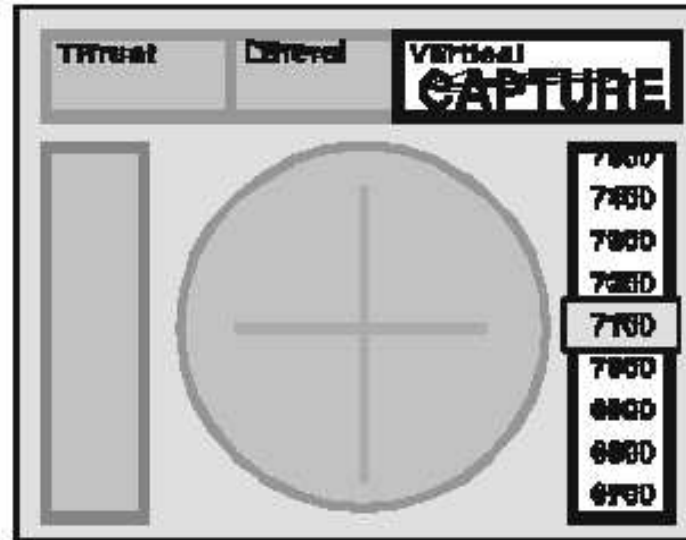
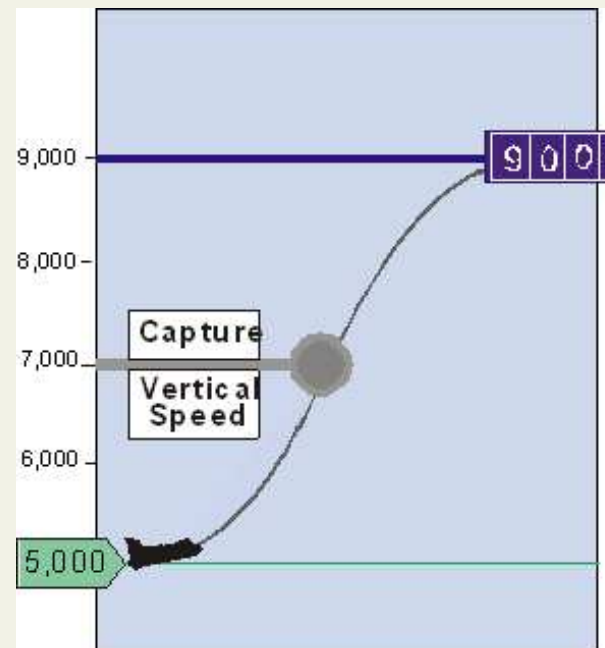
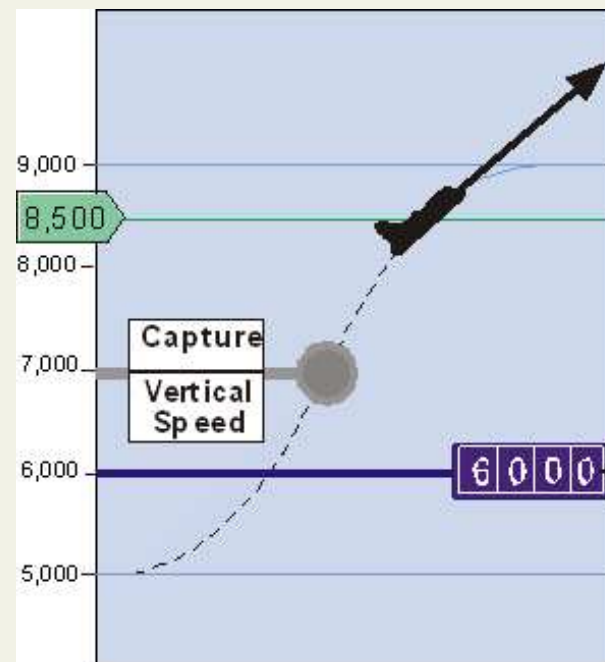


Figure 5(b). Electronic Attitude Display Indicator.

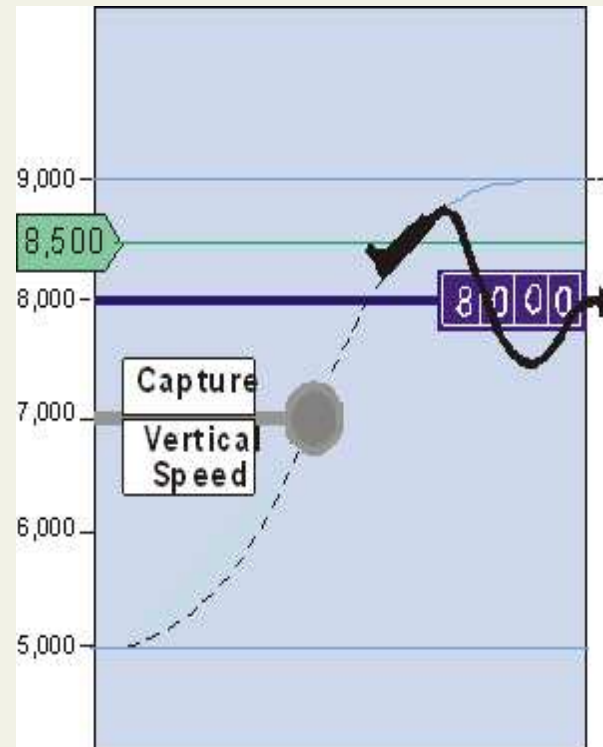
▷ Mode *Vertical Speed*



▷ Mode-Transition

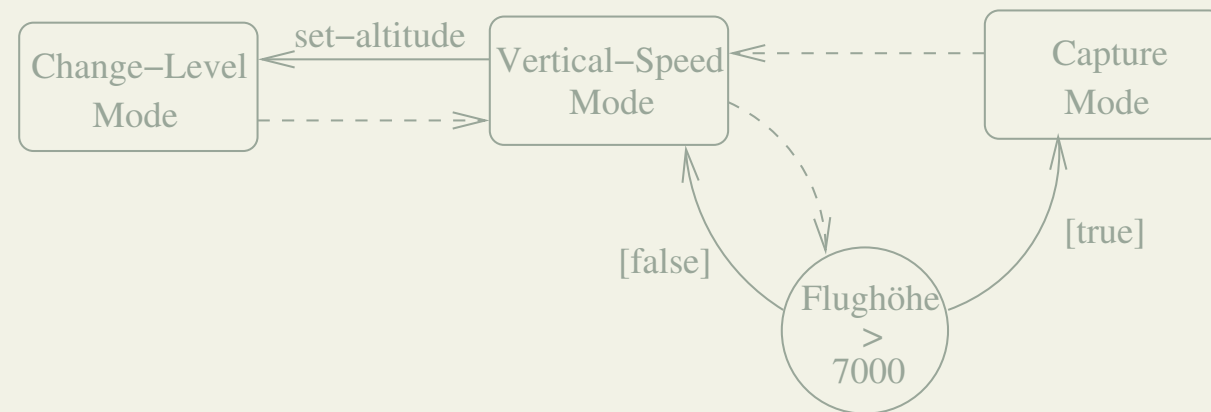


▷ Mode *Capture*



▷ Der Pilot hat ein inkorrektes Modell über den Autopilot

- Modell des Autopilots



- Modell des Pilots



▷ Die Schnittstelle ist unzulänglich

- kein Anzeig der Flughöhe, bei der der Modewechsel stattfindet.
- automatischer Wechsel
- ständige Änderung des Anzeigs der Flughöhe

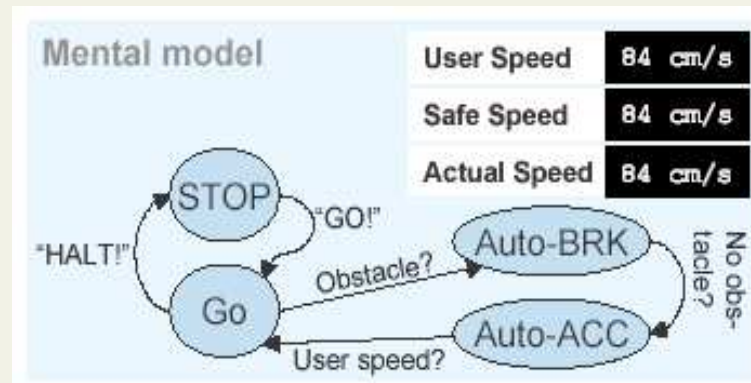
▷ Lösung

- Anzeig des Wechselwerts
- Qualitativer Indikator
- Redesign des Autopilots

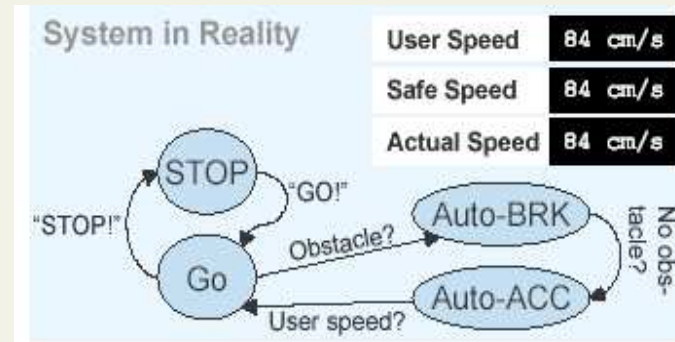
- Rollstuhl
- ▷ Vermeidung eines Hindernisses



▷ Das mentale Modell



▷ Das Modell des Rollstuhls



▷ Warum fährt der Rollstuhl weiter, nachdem der Kollege in den Fahrstuhl eingestiegen ist?