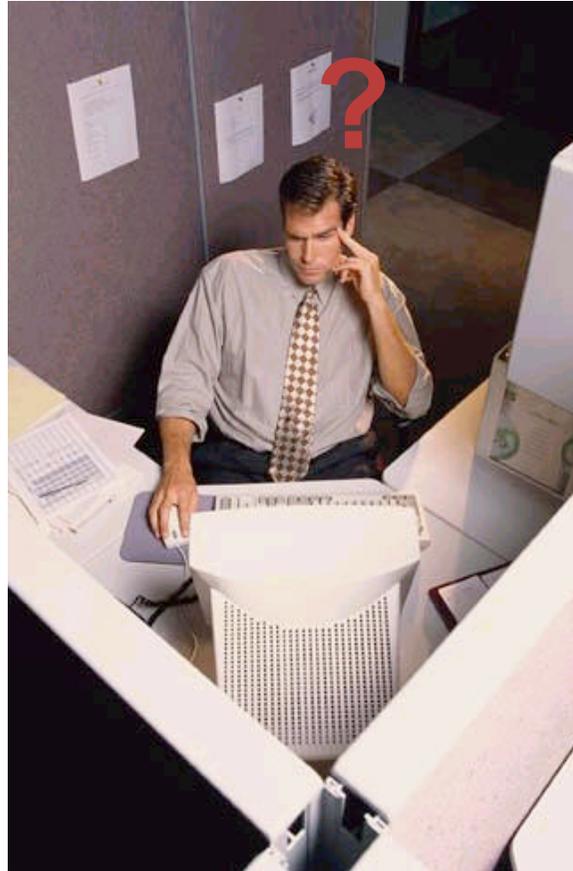


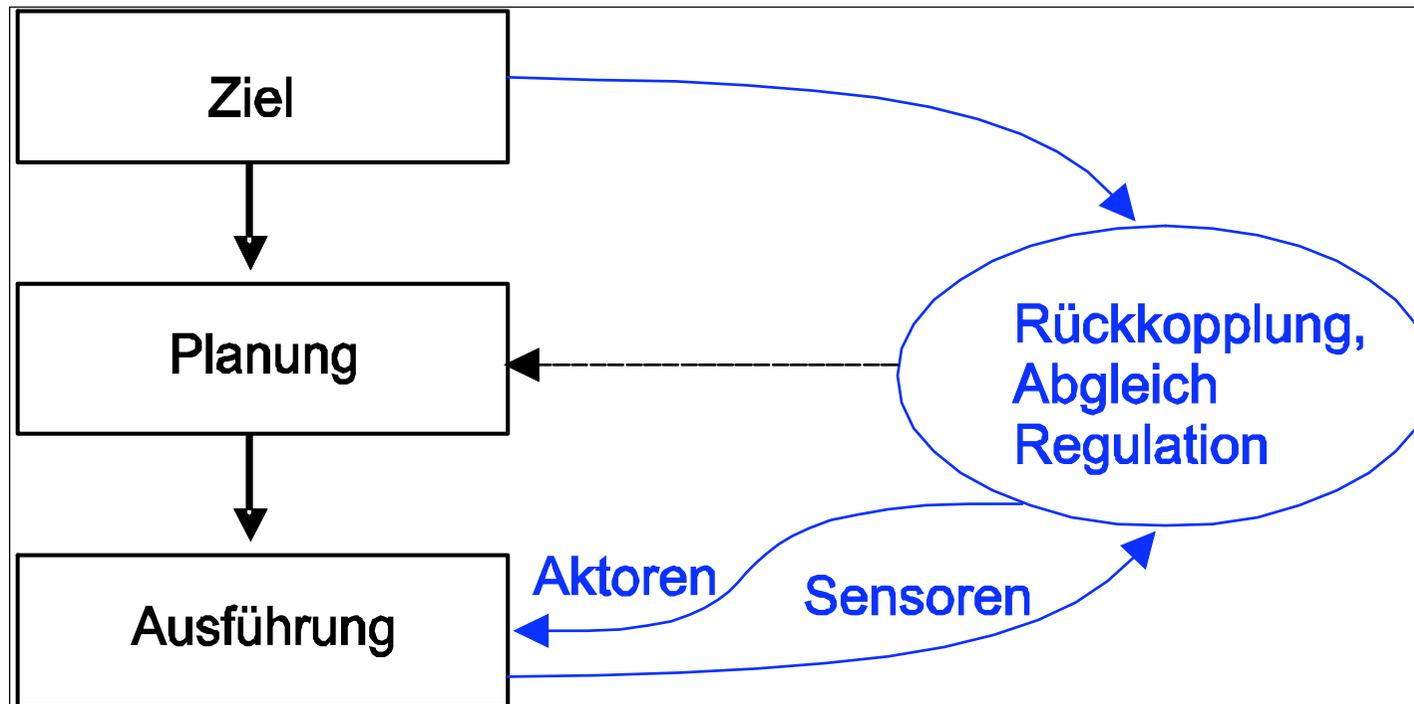
# Human-Computer Interaction

---

Termin 4:  
Reasoning and Acting



# Handlungsregulation



# Handlungsebenen

Hacker (1986):

- Bewusste Handlungen: intellektuelle Regulationsebene
  - STM als Arbeitsspeicher, deklaratives Gedächtnis als Wissensgrundlage
  - Nur eine bewusste, intellektuelle Handlung gleichzeitig
- Routinehandlungen: flexible Handlungsmuster
  - Weniger Routinehandlungen parallel
  - Kaum Aufmerksamkeit, lenken leicht ab
- Vollständig automatisierte Handlungen: sensomotorischen Ebene
  - Parallel, kein bewusstes Eingreifen, keine Ablenkung
  - Beispiel: Blindschreiben auf einer Tastatur



# Bewusste Handlungen

- Schlussfolgern
- Problemlösen
- Planung und Handlungsschritte



# Deductive Reasoning

- Derive logically necessary conclusion from given premises

e.g. If it is Friday then she will go to work  
→ It is Friday, therefore she will go to work.

- Logical conclusion not necessarily true:

e.g. If it is raining then the ground is dry  
→ It is raining, therefore the ground is dry

- When truth and logical validity clash ...

e.g. Some people are babies. Some babies cry.  
→ Some people cry

Invalid since we are not told that all people are babies.

- People bring world knowledge to bear



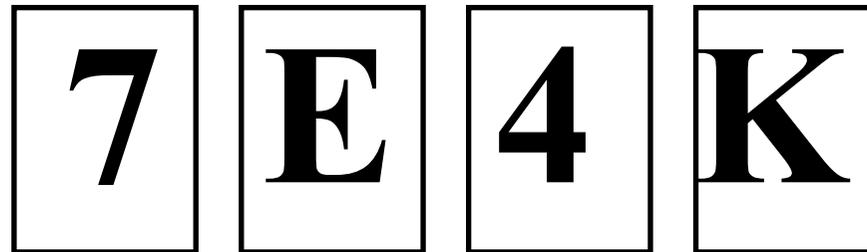
# Inductive Reasoning

- Induction:
  - generalize from cases seen to cases unseen  
e.g. all elephants we have seen have trunks, therefore all elephants have trunks
  
- Unreliable:
  - can only prove false not true (you never know)

... but useful!
  
- Humans not good at using negative evidence (confirmation bias), attempt to confirm the claim, while forgetting that it is also important to try and falsify it.  
e.g. Wason's cards



## Wason's cards



If a card has a vowel on one side, it has an even number on the other

How many cards do you need to turn over to prove or disprove this?

.... and which cards?



# Abductive reasoning

- reasoning from event to cause

e.g. Sam drives fast when drunk.  
If I see Sam driving fast, assume drunk.

- Unreliable:

- can lead to false explanations
- generates hypotheses



# Problem solving

- Process of finding solution to unfamiliar task using knowledge
  
- *Problem space* theory
  - problem space comprises problem states
  - problem solving involves generating and testing states using legal operators
  - heuristics may be employed to select operators e.g. *means-ends analysis*
  - operates within human information processing system, i.e., suffers from STM limits etc.
  - largely applied in AI, mostly in well-defined and well-understood areas, e.g. puzzles or chess, rather than knowledge intensive areas



# Problem solving – analogy, skill

## □ Analogical mapping

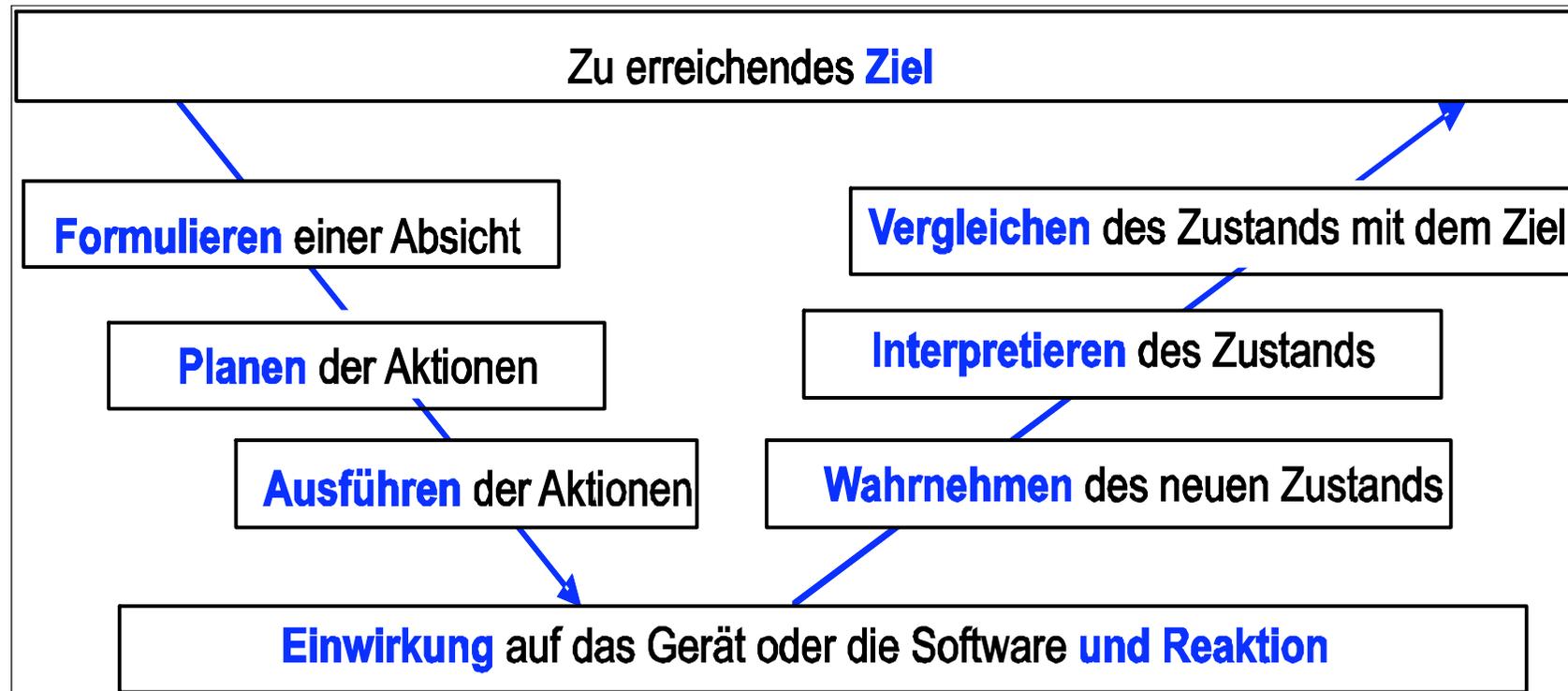
- novel problems in new domain?
- use knowledge of similar problem from similar domain
- difficult if domains are semantically different

## □ Skill acquisition

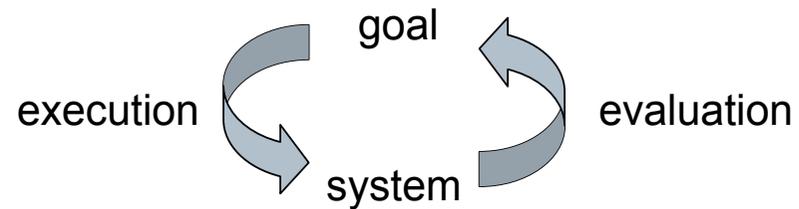
- skilled activity characterized by *chunking*
- a lot of information is chunked to optimize STM, e.g., chess masters plan not single moves but „manoeuvres“
- conceptual rather than superficial grouping of operator applications (that solve sub-problems)
- information is structured more effectively



# Stages of Action (Handlungsschritte) von D. Norman (1988)



# Example



You are sitting reading as evening falls

Goal - need more light

Intention - switch on desk lamp or ask for it or...

Actions - reach over, press lamp switch

Result - light is either on or off

Interpret - light is off? Maybe bulb has blown

→ goals - change bulb

Evaluate - light is on? Is it enough?

→ goals - switch on main ceiling light too



# Folgerungen 1

- ❑ Es muss in jeder Situation erkennbar sein, welche Aktionen möglich sind
- ❑ Der Zustand des Geräts oder Systems muss stets erkennbar sein
- ❑ Die Transformation von Zielen des Benutzers in Bedienhandlungen muss möglichst leicht erfolgen können
- ❑ Das zugrunde liegende konzeptionelle Modell muss sich schnell erschließen lassen

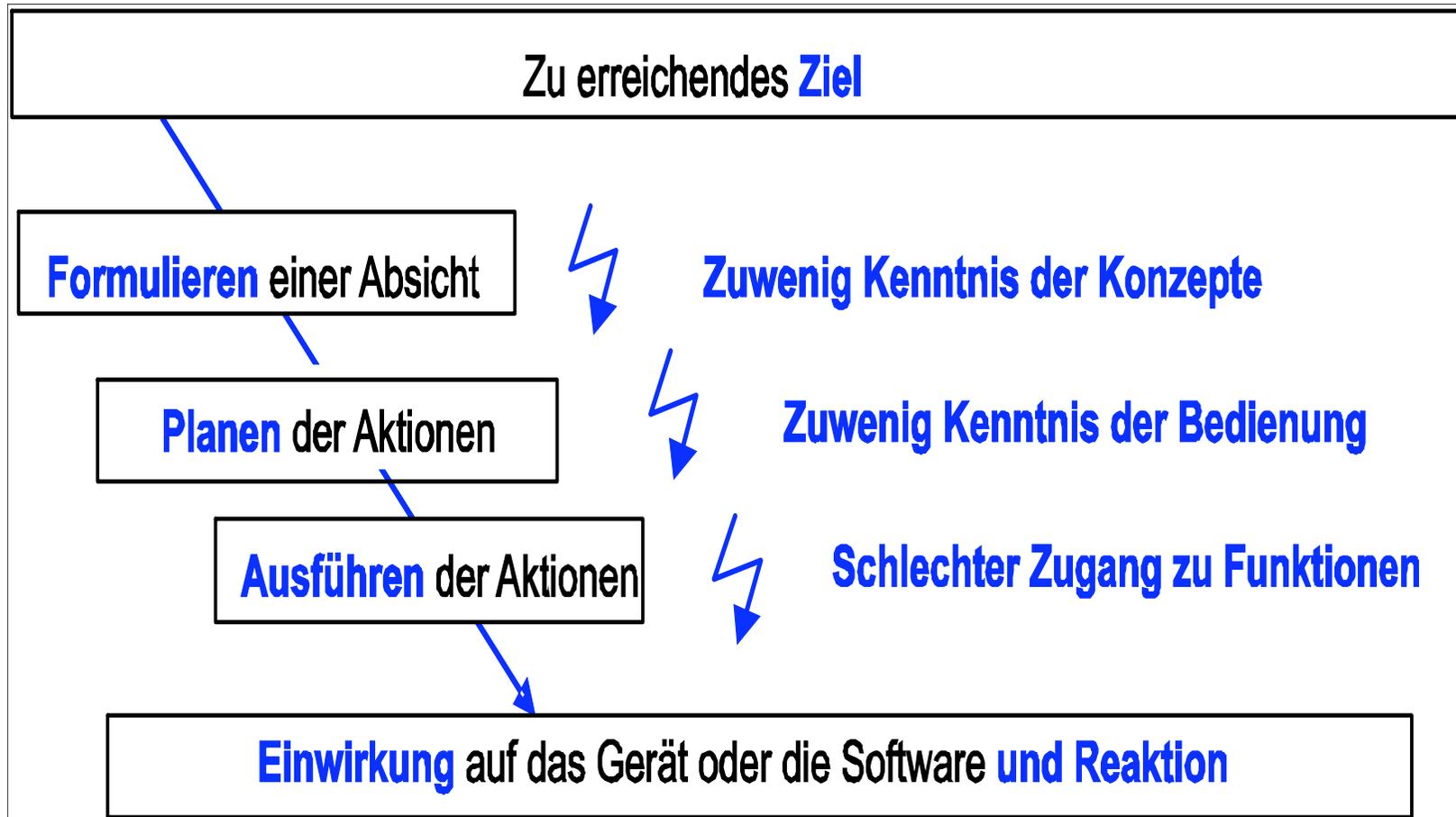


## Folgerungen 2

- Die Systemreaktion und der sich daraus ergebende Zustand müssen leicht interpretierbar sein
- Der Benutzer muss den angezeigten neuen Systemzustand möglichst leicht mit seinem Ziel vergleichen können
- Unterschiede in den eigentlichen Zielen der Benutzer und den von ihnen angebotenen Aktionen und Funktionen
  - Funktionen sind immer nur Mittel zum Zweck, ein Nutzen für den Anwender ergibt sich nur aus seinen Zielen.



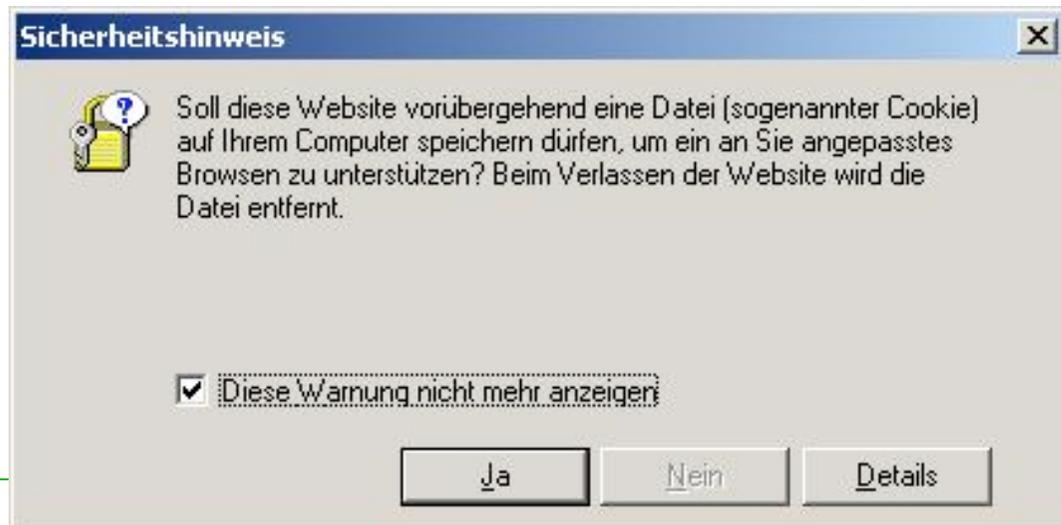
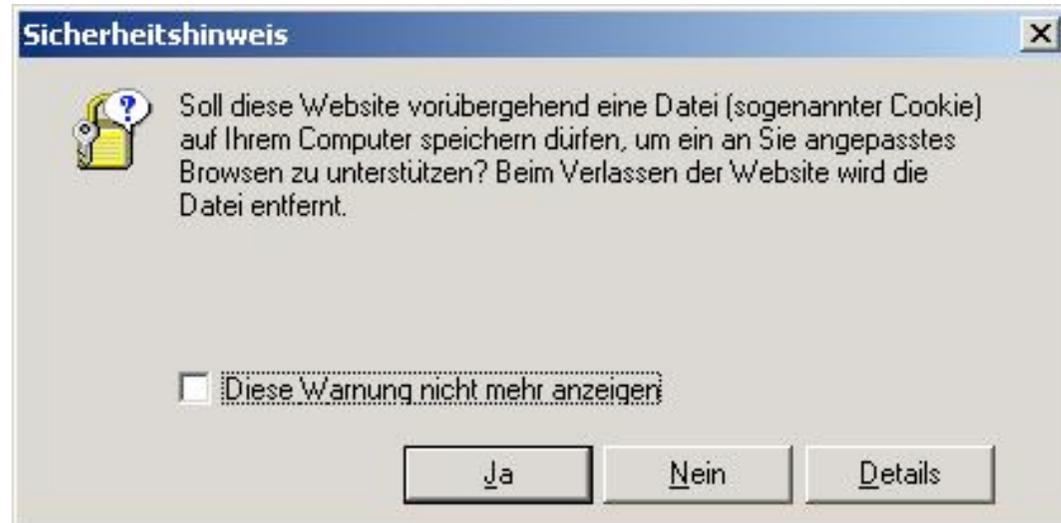
# Gulf of Execution



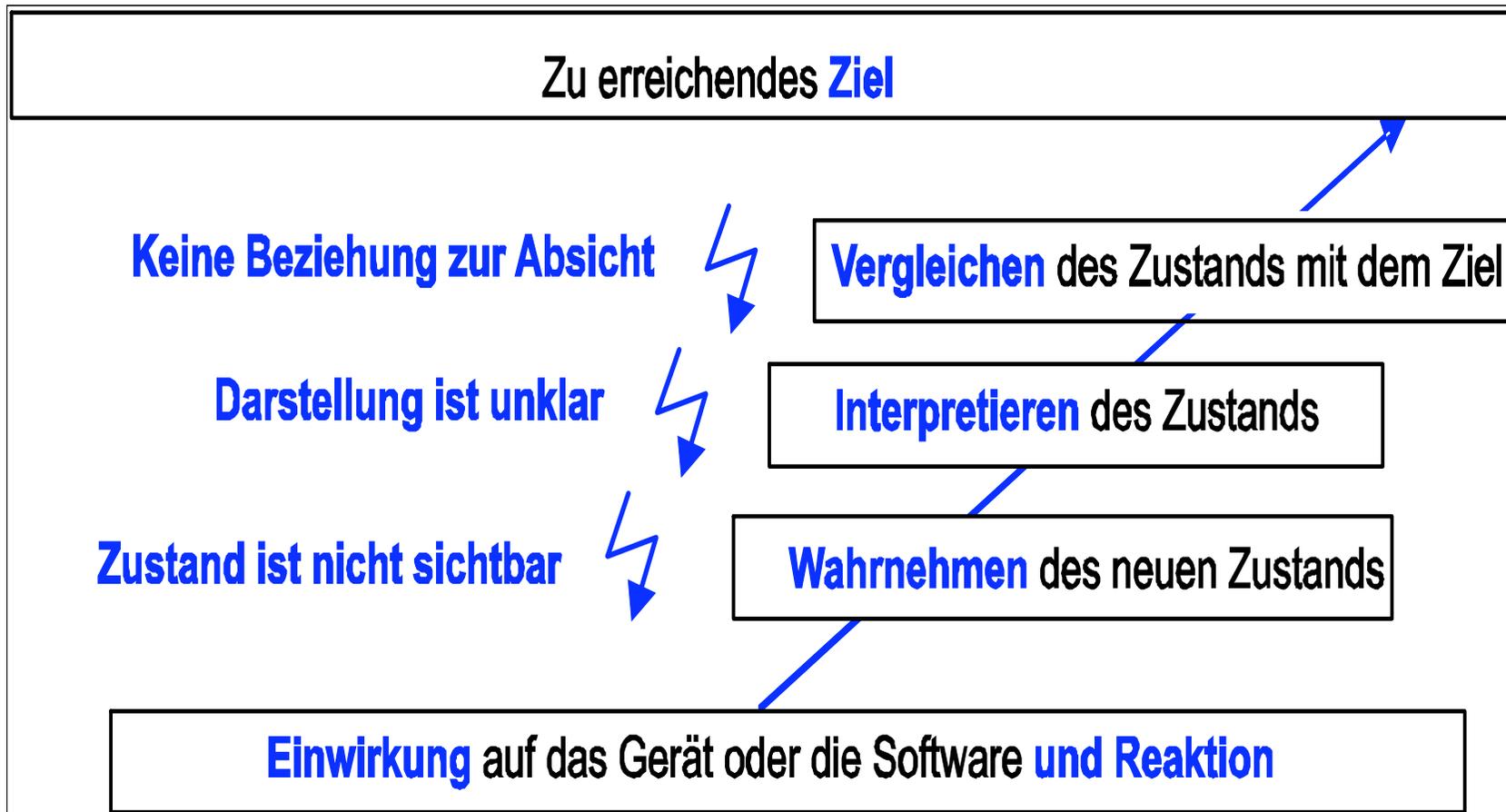
## *Gulf of execution* - Example

Intention –  
I don't want to see this  
warning anymore, and I  
don't want cookies to be  
stored at all!

No suitable action  
offered!



# Gulf of Evaluation



# Bewusste vs sensormotorische Ebene

- Was dominiert eine Interaktion?
  - Beispiel: Stark bewusste (kognitive) Handlungen → Benutzer "denkt" die meiste Zeit, z.B. Aktienhandel



- In heutigen Mensch-Maschine-Interaktionen mit grafischen Oberflächen dominieren *sensormotorische Handlungen*
  - Schnittstellen werden so gebaut!
  - Ständige kleine, physische Interaktionen zwischen Mensch und Maschine („doing rather than thinking“)
  - Zeit (Effektivität) hängt ab von Geschwindigkeit der meist sensormotorischen Benutzerhandlungen und den Antwortzeiten des Systems.



# (System-)Antwortzeiten



- Dauert die Ausgabe so lange, dass der Benutzer auf Teile der Ausgabe wieder warten muss, wird diese Zeit ebenfalls als Wartezeit empfunden.



# Antwortzeiten - Richtwerte

- Wartezeit = Antwortzeit eines interaktiven Systems
- Bis ca. 1 Sekunde: unmittelbar (instantan)
- Bis ca. 5 Sekunden: verzögert
- Bis ca. 10 Sekunden: stark verzögert
- Ab über 10 Sekunden Wartezeit: keine Antwort erwartet
  - Konsequenzen bei Websites: zur Konkurrenz gewechselt
- Werte differieren zwischen
  - Anwendungsfällen und Benutzergruppen
  - Erfahrungen der Besucher



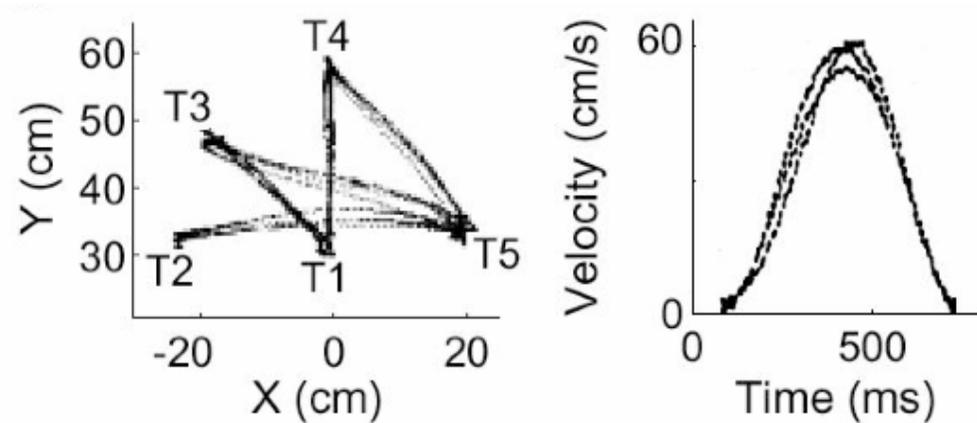
# Sensormotorische Handlungen

- Time taken to respond to stimulus =  
    reaction time + movement time
- movement time: depend on age, fitness, etc.
- reaction time: dependent on stimulus type
  - visual      ~ 200ms
  - auditory ~ 150 ms
  - pain         ~ 700ms
  - combined ~ quickest response!
- reduced reaction time decreases accuracy in the unskilled operator, but not in the skilled operator.



# Movement

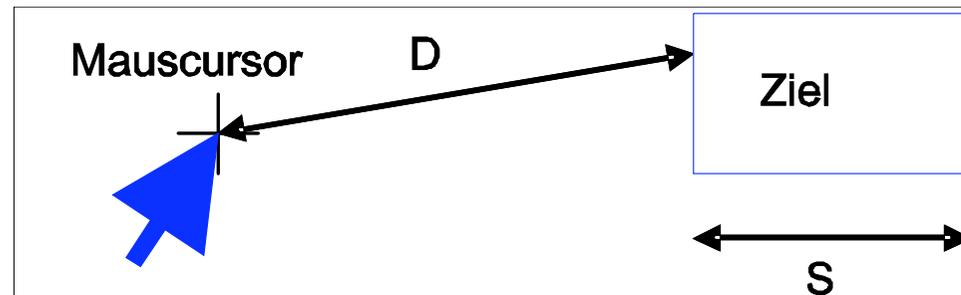
- goal-directed hand movement consists of segments
  - linear or curved, bell-shaped velocity profiles
  - constant plane of movement in 3D
- movement time depends on difficulty of the movement
  - distance to target (D)
  - size of target (S)



Uno, Kawato &  
Suzuki, 1989



# Fitt's Law - Positionierung



- Positionierzeit/ms =  $a + b * \text{Id} (D/S + 1)$
- Setzt voraus, das Ziel als solches erkannt wurde
- a und b sind Konstanten
  - Experimentell bestimmt
  - $a = 50$  (für die konstante Suchzeit)
  - $b = 150$  (für die Skalierung) verwendet



# Fitt's Law – Folgerungen

- ❑ Die Ziele sollten nicht zu klein dargestellt werden.
- ❑ Sie müssen erkannt und gefunden werden und sie müssen getroffen werden.
- ❑ Setze bei fortlaufenden Aktionen innerhalb eines (Teil-) Arbeitsprozesses die Ziele nahe zusammen.
- ❑ Möglichst wenig Verwendung von weit entfernten Objekten, zum Beispiel Pop-up-Fenster.
- ❑ Zusammengehörige Objekte nah zueinander anordnen.  
*Gestaltgesetz der Nähe*
- ❑ Die Forderung nach Konsistenz und Erwartungskonformität wird erfüllt, wenn häufig gesuchte Ziele immer an der gleichen Stelle zu finden sind.

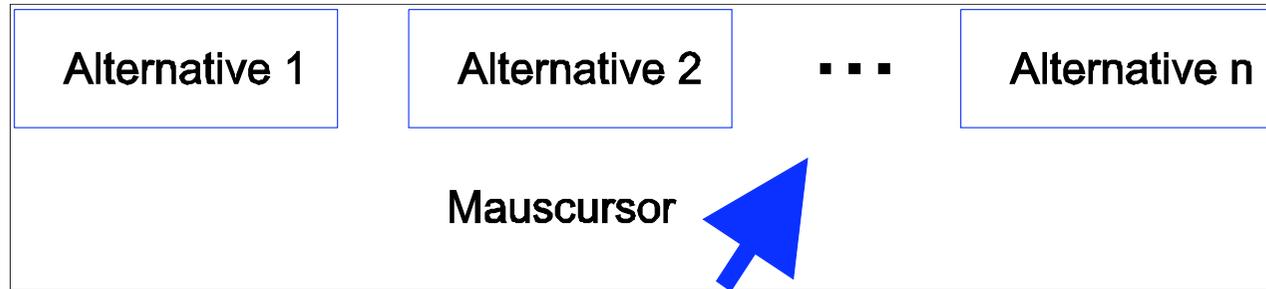


# Was Fitt's Law nicht erklären kann...

- ❑ Warum werden Mac-Menüs schneller getroffen als Windows-Menüs?
- ❑ Immer am oberen Bildschirmrand, d.h. keine Suchzeit, keine Orientierung des Cursors relativ zum Ziel, keine Verfehlen nach oben möglich



# Hick's Law – Auswahl



Was, wenn Ziel aus Alternativen ausgewählt werden muss?

- Auswahlzeit/ms =  $a + b * \text{Id}(n + 1)$ 
  - n ist die Anzahl der Alternativen
  - Konstanten a und b wie Fitt's Law; kleiner durch Gewöhnung
- Setzt voraus, dass Alternativen als solche erkannt wurden
- Wenn die Alternativen mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit ausgewählt werden:
  - Zeit/ms =  $a + b * \text{Summe}(p(i) * \text{Id}(1/p(i) + 1))$ ,
    - p(i) die Wahrscheinlichkeit der Auswahl



# Hick's Law – Folgerungen

- Die Auswahl aus komplexen Alternativen kostet mehr Zeit als bei einfachen Alternativen.
- Aus einer großen Anzahl an Alternativen gleichzeitig zu wählen geht schneller als aus einer verschachtelten Auswahl von jeweils weniger Alternativen.
  - Vergleiche 1 Menüpunkt mit 8 Unterpunkten vs. 2 Menüpunkte mit je 4 Unterpunkten:  
 $\text{Id}(8+1)=3,17 < 2 \text{Id}(4+1)=4,64$
- Das entspricht allen Untersuchungen zu Menüstrukturen
- Grenzen werden hier durch die Bildschirmgröße und die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses (**7 ± 2** Elemente) gebildet.



- Welche Fehler können auftreten?
- Wie kann man den Benutzer in seinen Handlungen unterstützen?



# Fehler - Typen

- Schwerer Fehler
  - Das Ziel wird nicht erreicht
  - Die *Effektivität* des Anwenders wird verringert
- Leichter Fehler
  - Größerer Aufwand wird nötig
  - Die *Effizienz* des Anwenders wird beeinträchtigt
- Jeder Fehler beeinträchtigt zudem die *Zufriedenheit* des Anwenders

Fehler beeinträchtigen damit die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Interaktion (siehe *Usability*; später)



# Fehler auf der intellektuellen Ebene

„mistakes“

- „Denkfehler“
  - Ziel nicht explizit klargemacht
  - Nicht zu verhindern, haben Ursprung in der Arbeitsweise des Benutzers
  - Beispiel: Man schreibt Text drauf los, ohne zu überlegen, dass das Format nicht brauchbar ist.
- Das *mentale Modell* ist fehlerhaft
  - Die Benutzungskompetenz nicht so hoch, wie der Benutzer gedacht hat.
  - Beispiel: Warum lässt sich die Linie nicht in einer anderen Farbe malen?
- Wie können diese Fehler vermieden werden?
  - Die eher leichten Fehler durch Lernunterstützung
  - Benutzungskompetenz steigern: Konzept der Benutzung so verständlich wie möglich



# Fehler auf der Ebene der flexiblen Handlungsmuster

- Ausführung einer Aktion ohne Beachtung von speziellen Bedingungen im Ausnahmefall
  - Beispiel: Wegklicken von Dialogen ohne Lesen
  - Je nach dem ob Aktion rückgängig machbar oder nicht, leichte oder schwere Fehler
- Wie vermeidbar?
  - Gestaltung der Benutzungsoberfläche mit deutlicher Unterscheidung von Hinweismeldungen vs. Warnungen
  - Anzahl der rein informativen Hinweismeldungen so klein wie möglich -> kein Gewöhnungseffekt, z.B. Statusfeld



# Fehler auf der sensomotorischen Ebene

„slips“

- Mangelhafte Abstimmung zwischen der Sensorik und der Motorik (man sieht nicht richtig hin) oder mangelnde Konzentration auf Bewegung
  - Beispiel: Falsches Symbol angeklickt; Verschieben von Dateien mit Laptop-Touchpad in falschen Ordner
  
- Wie vermeidbar?
  - Objekte müssen groß genug sein
  - Fitt's Law (Konzentration auf die Bedienungsaktion) beachten
  - Verbesserung der Hardware an Physiologie des Menschen



# Überlastung

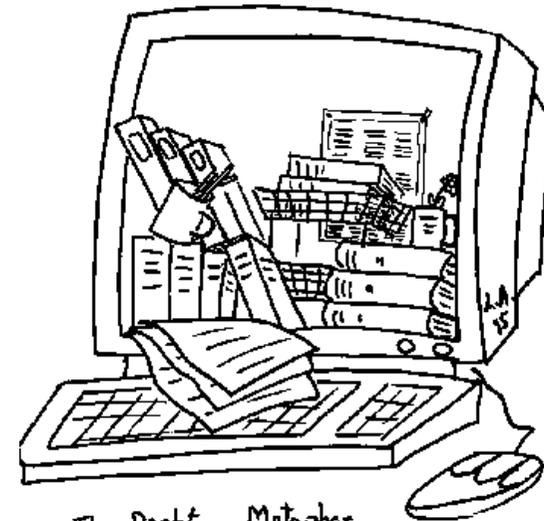
- Nur auf eine einzige Aufgabe konzentrieren
- Zu viele Informationen aufzunehmen
  - Über verschiedene Kanäle
  - Unter hohem psychischem Druck
- Überflüssige Informationen
  - Zu viele und überladene Menüs
- Vermeidung von mentaler Überlastung
  - Zufriedenheit des Benutzers gesteigert
  - Fehler vermieden.

 Normen und Gesetze, Richtlinien



# Use *metaphors*

- ❑ relate computing to other real-world activity
- ❑ evoke a *mental model* of the system's structure and functions
- ❑ must be consistent!
- ❑ relate to user's experiences
- ❑ facilitate learning and retention of interface



The Desktop Metaphor

L.Allison 1995



# Interaction metaphors we see today

- *Desktop metaphor*: currently predominant
- *Book metaphor*: for big documents, e.g. hypertext
- *Filing cabinets*: for online documentation, system settings, etc.
- *Office metaphor*: for collections of programs/tools
- *Library metaphor*: for large collections of documents
- *Building metaphors, etc.*: for virtual worlds
- *Animated agent metaphor*: for guidance and recommendation
- *Composite metaphors*: combine metaphors, e.g. office + file cabinet + desktop



# Use *affordances*

- *"refers to the properties of objects -- what sorts of operations and manipulations can be done to a particular object"*  
(D. A. Norman 1988, *The Psychology of everyday things*)
- A „door“ affords opening, a „chair“ affords support
- *perceived affordance*: the extent to which objects visually suggest their affordance



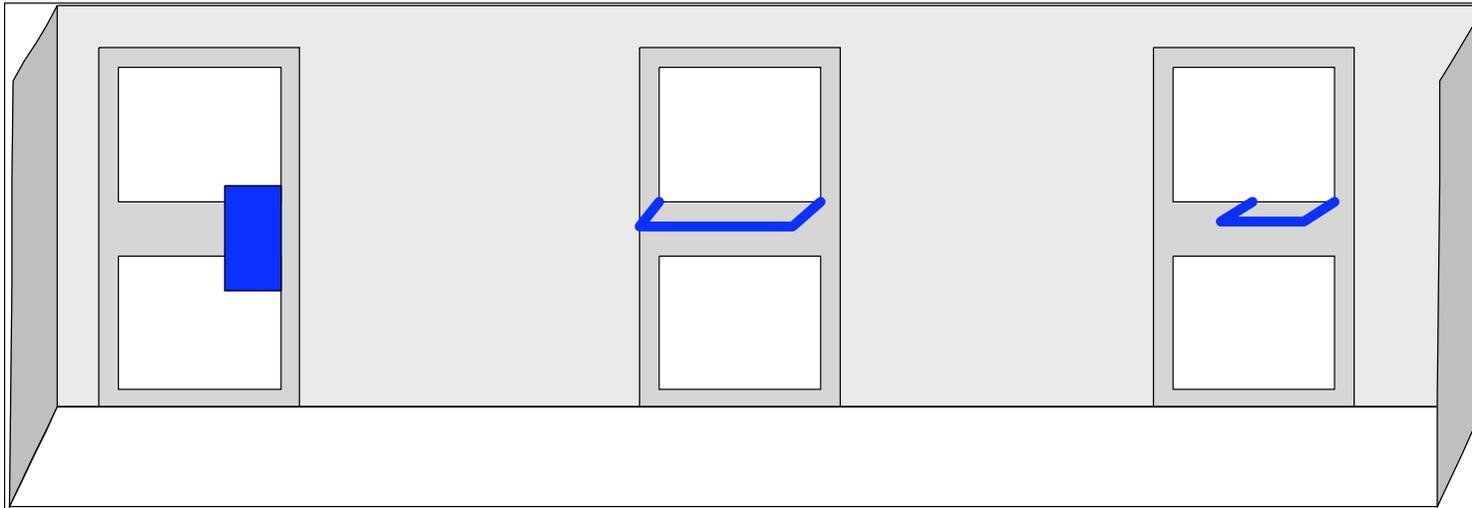
mug handle



'affords'  
grasping



# Affordances

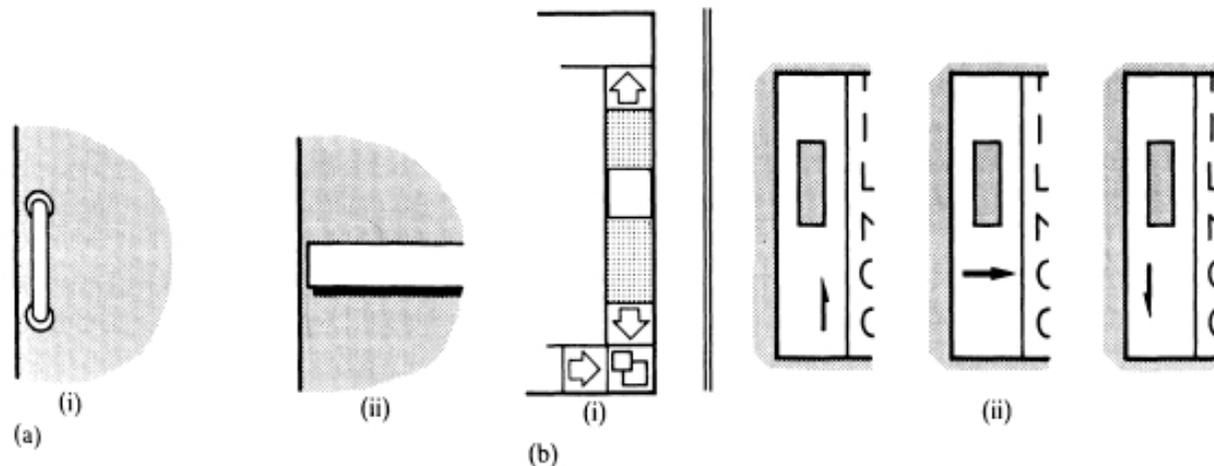


- Angebot / Angebotscharakter eines Interaktionselements
- „intuitive“ Bedienung / ohne Nachdenken



# Perceived affordances

- for physical objects
  - shape and size suggest actions (pick up, twist, throw...)
- for screen objects
  - button-like object 'affords' mouse click
  - physical-like objects suggest use
- culture of computer use
  - icons 'afford' clicking
  - or even double clicking ... not like real buttons!



**Figure 4.5** The affordance of objects (Gaver, 1991). (a) Door handles; (b) scroll bars (© 1991, Association for Computing Machinery, Inc. reprinted by permission).

# Mapping

- *Abbildung* der Funktion des Interaktionselements auf gesteuerte Funktion
- *Natural Mapping*: direkte (bildliche) Abbildung (z.B. Autolenkrad → Autobewegung)
- Problem: Affordance und Mapping entgegengesetzt (z.B. Schiffsruder)

