

2. Kognitive Grundlagen

zum Buch

Interaktive Systeme

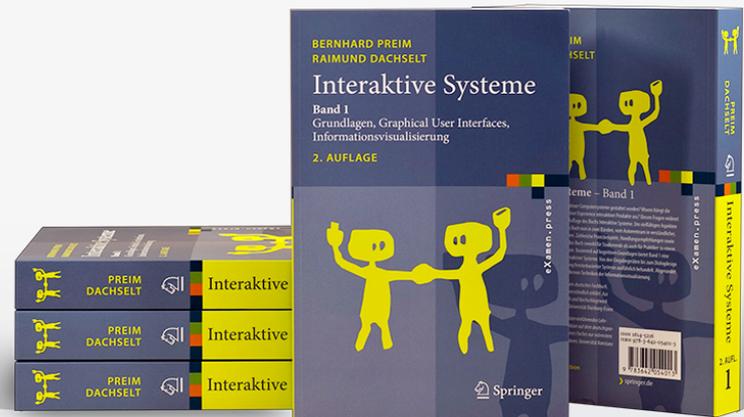
Grundlagen, Graphical User Interfaces,
Informationsvisualisierung

Band 1

Bernhard Preim

Raimund Dachzelt

Springer Verlag, 2010



Was kann man sich vom Studium der “kognitiven Grundlagen” erhoffen?

Theoretische Erklärungsversuche zur Informationsverarbeitung durch Menschen

Konkrete Hinweise zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen

Was kann man nicht erwarten?

- Eine geschlossene Theorie der Informationsverarbeitung auf höherer Ebene

Gliederung

- Einleitung
- Multi-Speicher-Modell
- Wahrnehmungssysteme
- Aufmerksamkeit
- ACT-Theorie
- Fehlertheorie
- Zusammenfassung

Einleitung

- Kognitive Psychologie
- Wissenschaft der menschlichen Informationsverarbeitung
- Seit etwa 10 Jahren: Erkenntnisgewinn oft unter Nutzung bildgebender Verfahren (fMRI, Beobachtung von Aktivierungen im Gehirn)

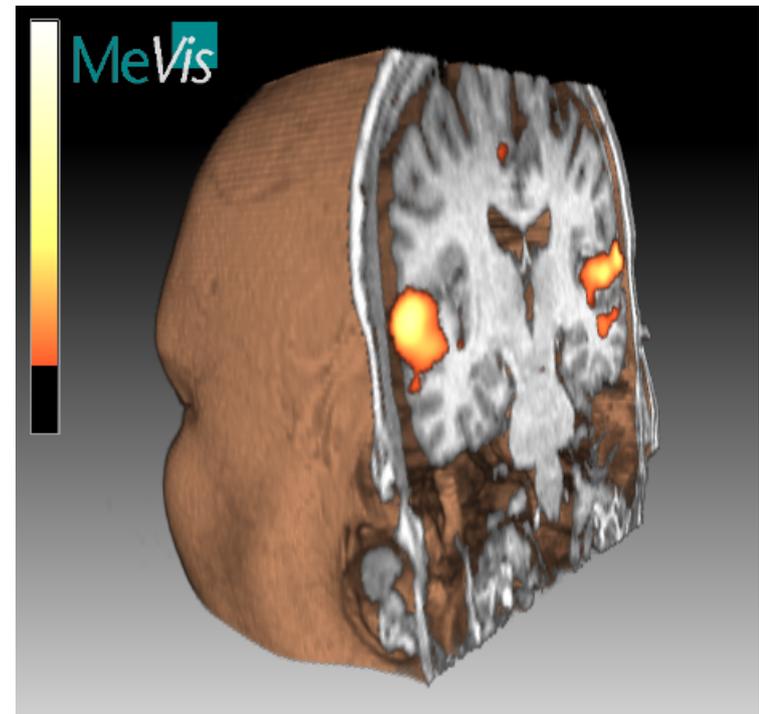
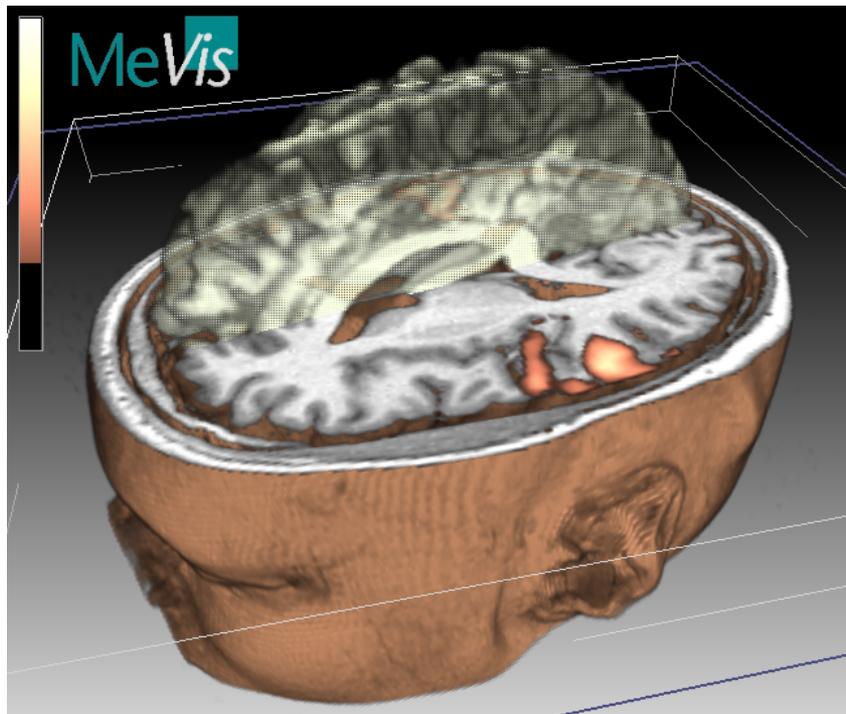
Informatik \leftrightarrow kognitive Psychologie

Informationstheorie von Shannon

MCI \rightarrow Anwendung für die kognitive Psychologie

KI und Neuroinformatik \rightarrow von der kognitiven Psychologie
inspirierte Gebiete der Informatik

Experimente mit funktioneller Bildgebung

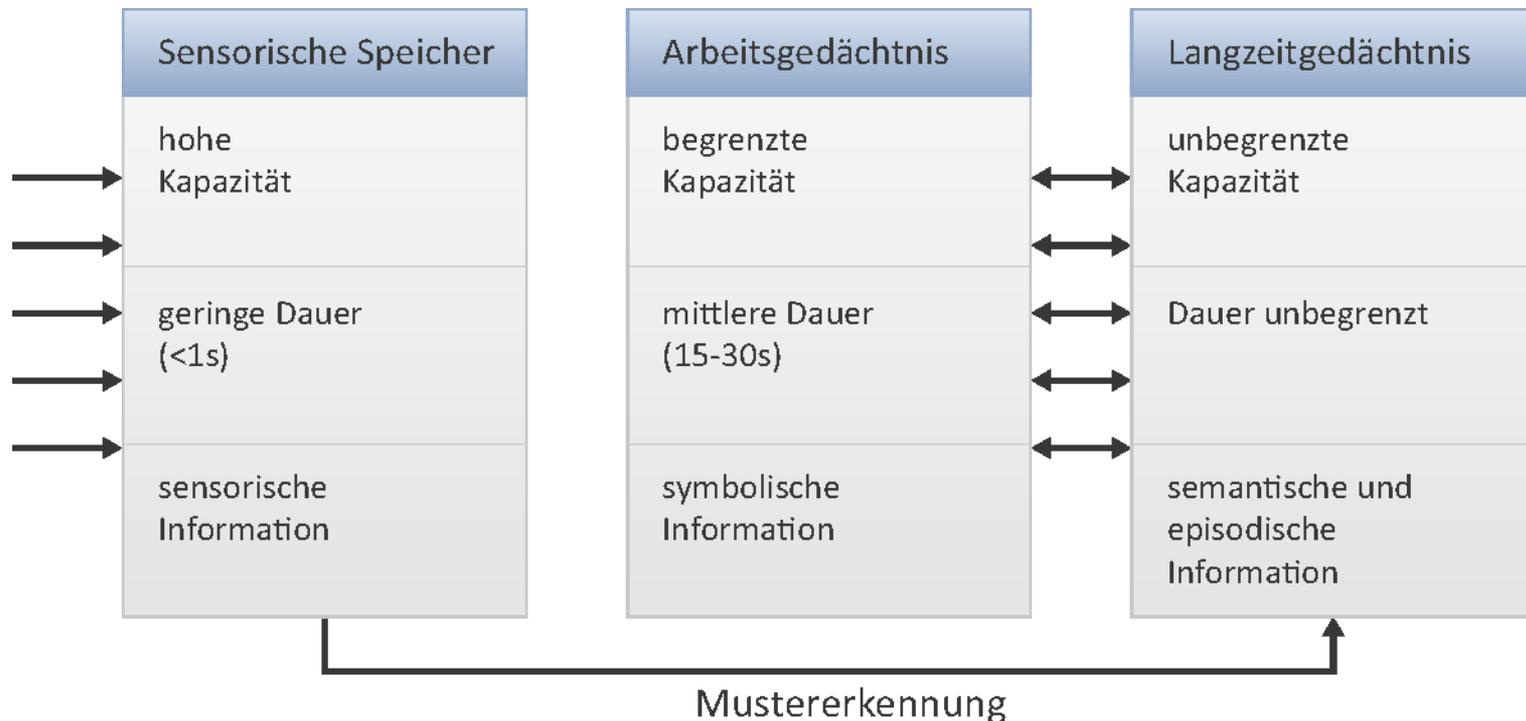


Das Multi-Speicher-Modell der MCI

Modell von Broadbent, 1958

Sensorische Speicher auch Wahrnehmungsgedächtnis

Recognize-Act-Zyklen als zentraler Bestandteil (in anderen Veröffentlichungen allgemeiner als Problemlösungsprozesse bezeichnet)



Das Multi-Speicher-Modell der MCI

Konsequenzen aus dem rapiden Verfall von Wahrnehmungen:

- Benutzer können eine Meldung auf dem Bildschirm in wenigen Sekunden vergessen haben.
- Daher: Interaktion so gestalten, dass Information möglichst sofort verwendet werden kann, z.B. in Hilfetexten.
- Langsame Antwortzeiten (> 0.5 s) können dazu führen, dass Ziele vergessen werden. Benutzer sind dann vorsichtiger und denken vor jeder Aktion länger nach → sie werden also noch langsamer.
- Fortschrittsanzeigen verringern die kognitiven Probleme.

Multi-Speicher-Modell: AG und LZG

Arbeitsgedächtnis (AG)

- Wenige Einheiten (früher: etwa 7, heute: 3-4), Superzeichenbildung
- Prinzip: “Reduce Short-Term Memory Load”, Shneiderman

Langzeitgedächtnis (LZG)

- Inhaltsadressierter Speicher
- Informationen assoziativ verknüpft (Assoziationen sind z.B. Generalisierungen, Spezialisierungen, Kategorisierungen und andere semantische Verbindungen)

Konsequenzen

- “Geschickte” Gruppierung ist wichtig
- Erinnerungshinweise
- Flexible (adaptierbare) Benennung von Objekten

Superzeichenbildung (engl. Chunking)

- Zusammengefasste Codierung elementarer Daten:
Bsp. Hexadezimalzahlen: 0110 1011 1100 0111,
Zusammenfassung von Buchstaben, zu Wörtern, zu Sätzen
- Alias-Bildung:
Bsp: IP-Adressen: 141.27.144.61, Telefonnummern, die
Wörtern auf der Handy-Tastatur entsprechen
- Fähigkeit ist abhängig von der Domäne und stark trainierbar.
Bsp. Schachspieler
- Vor allem gut eingeführte, bekannte Chunks nutzen
(Zusammenfassung auf der Sprachebene setzt Kenntnis
der Sprache voraus!)

Multi-Speicher-Modell: AG und LZG

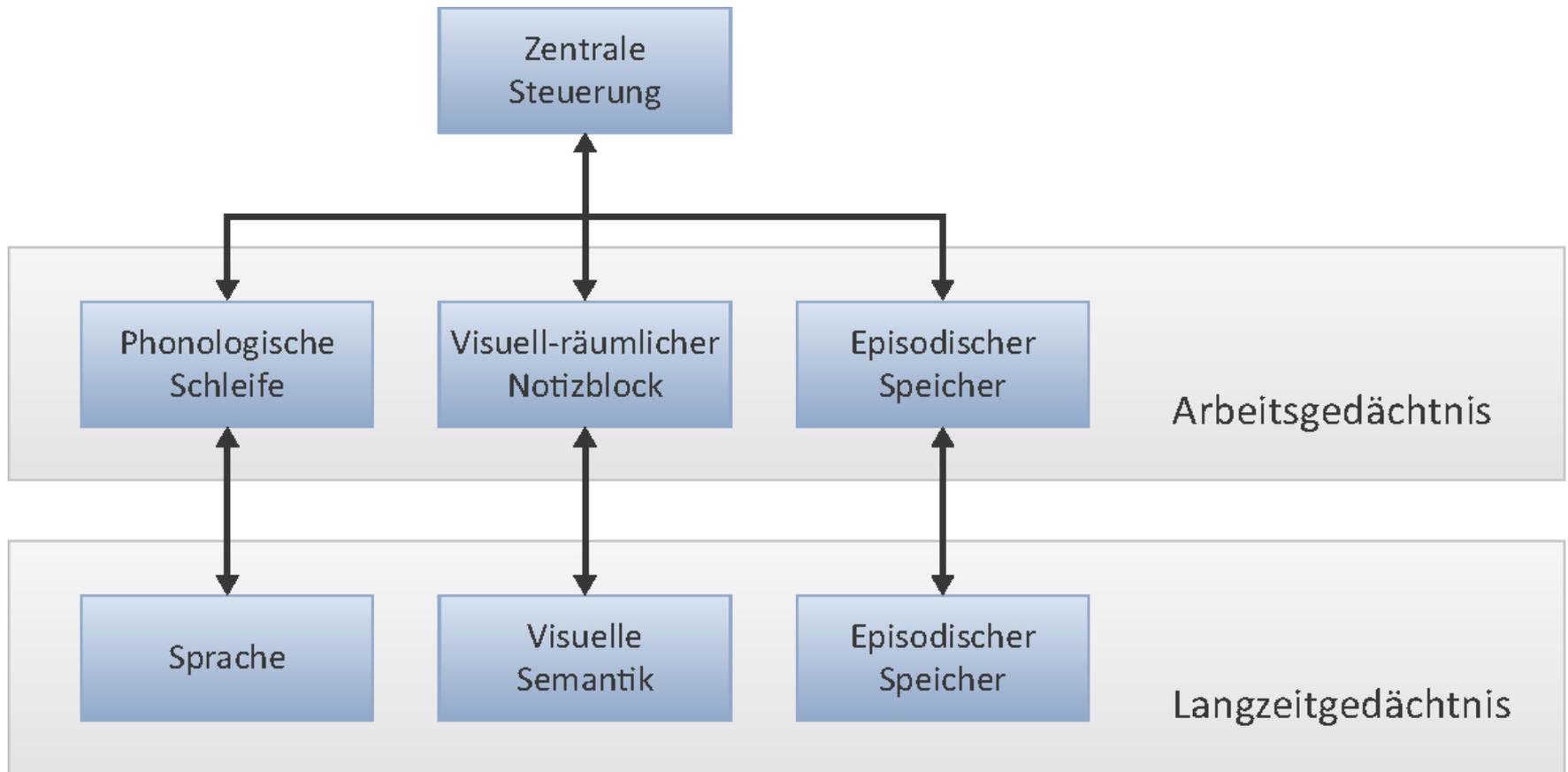
Informationen werden überwiegend als Chunks im LZG gespeichert. Dieser Prozess ist langwierig (mind. 8 Sekunden) und mit bewusster Anstrengung verbunden.

Lesezugriff auf das LZG ist schneller (etwa 2 sek./Chunk); bei Zugriff auf ähnliche (assoziativ benachbarte) Informationen sogar wesentlich schneller.

Recognition vs. Recall: Exakte Erinnerung ist sehr viel schwieriger als Erkennung, z.B. bei Tel.nummern, URLs, ...

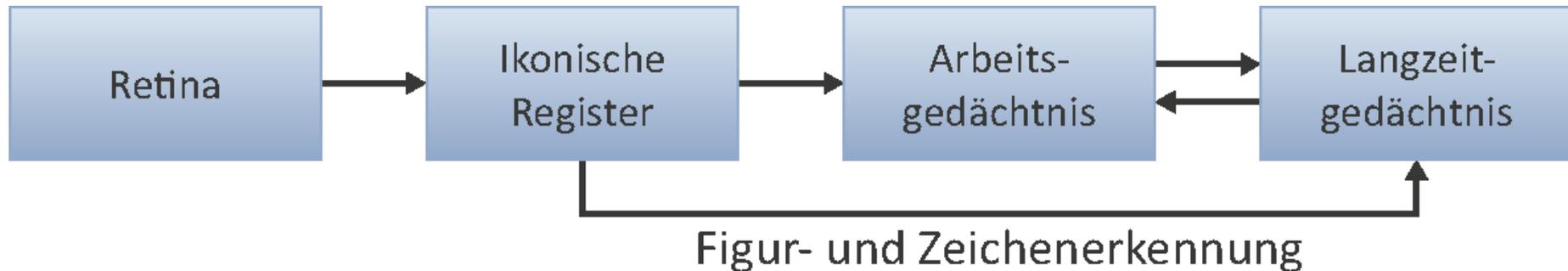
Multi-Speicher-Modell: AG und LZG

Detailliertere Struktur nach Baddeley



Multi-Speicher-Modell: Wahrnehmungssysteme I

Visuelles System (nach Wandmacher [1993])



Formen des Sehens

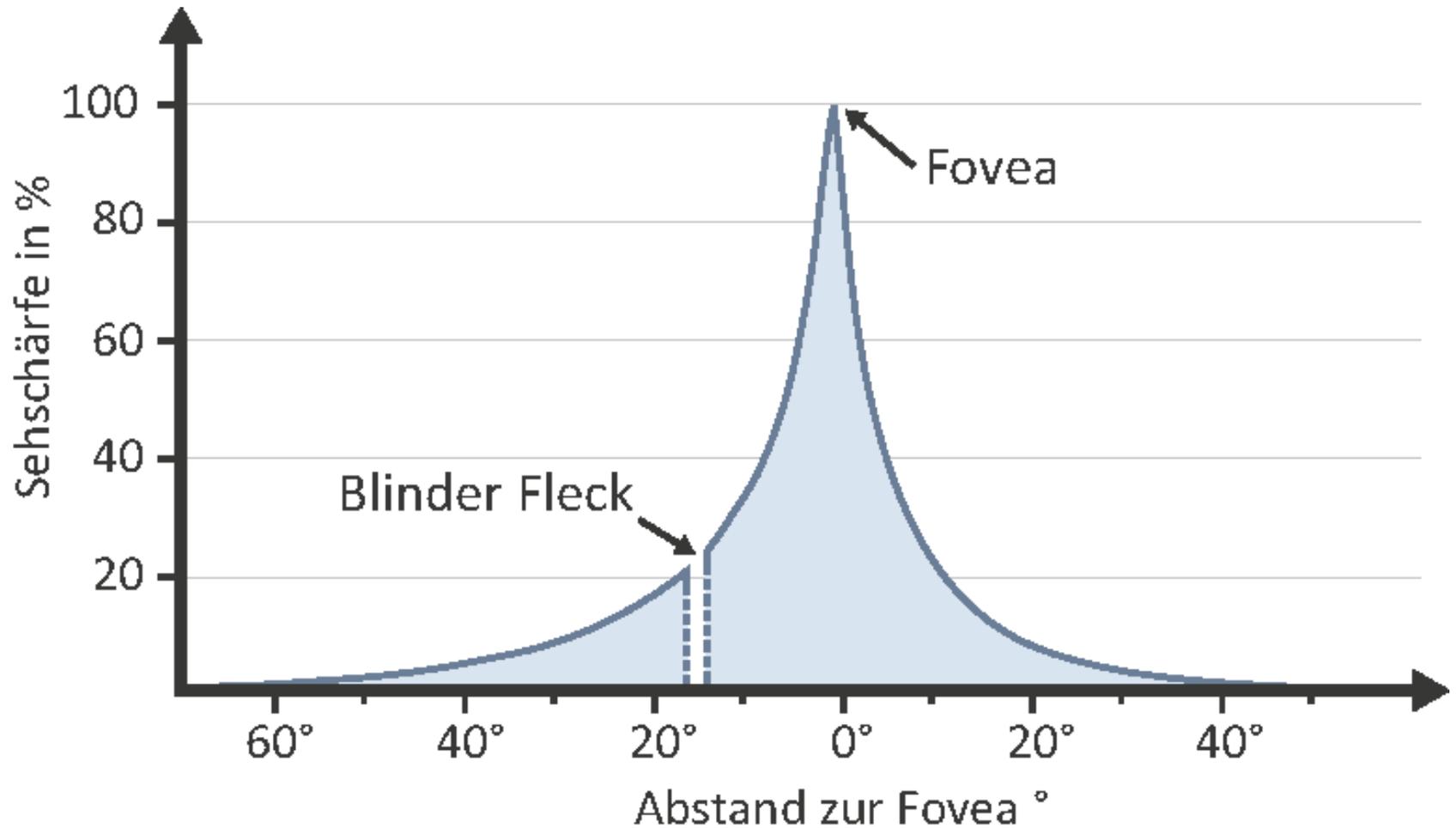
- Foveales Sehen (scharfes Sehen in kleinem Bereich, 1-2 Grad)
- Peripheres Sehen (zur Groborientierung)

Bewegungen

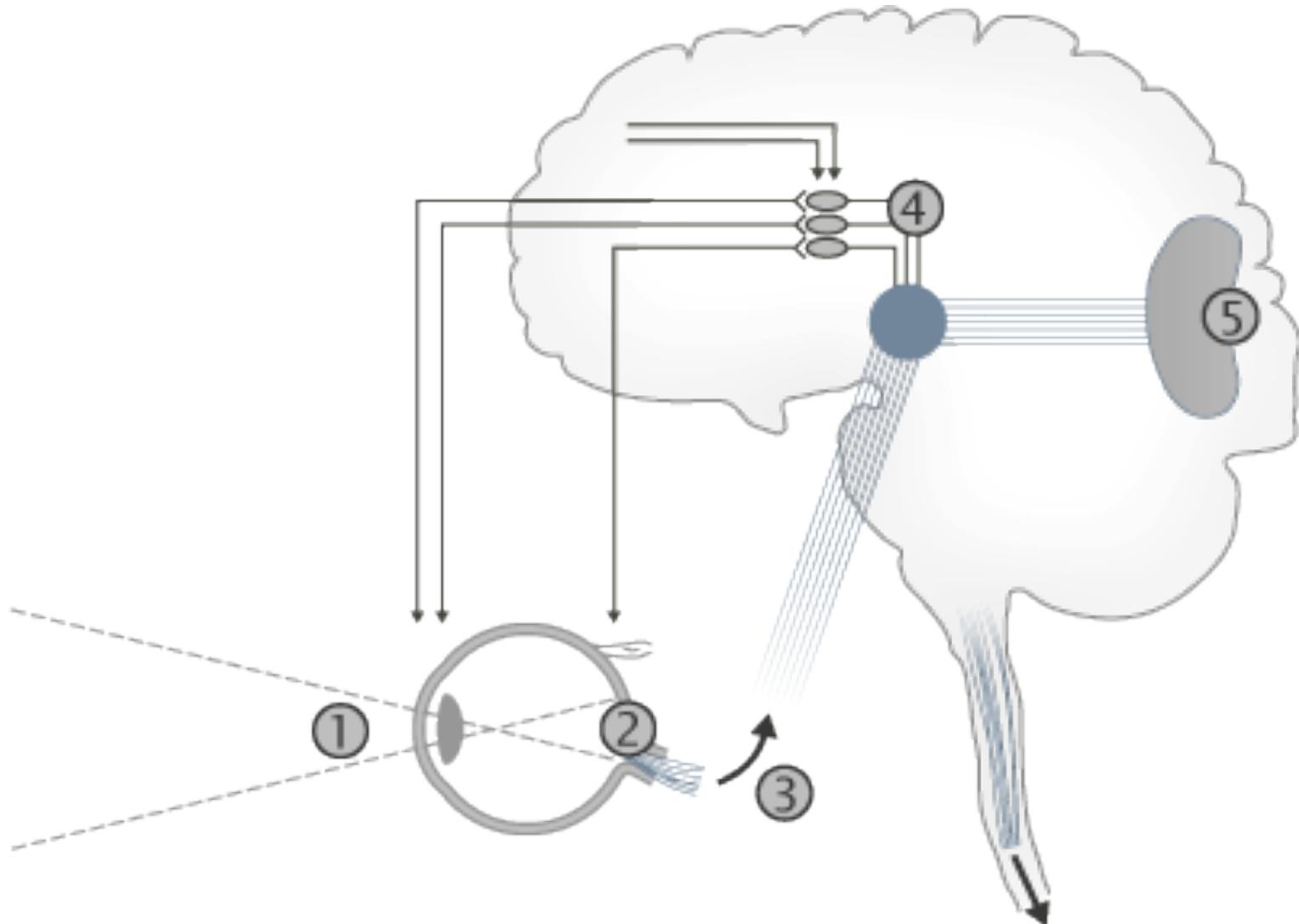
Sakkadische Augenbewegungen, Kopfbewegungen

Zeitliche Auflösung: etwa 100 ms

Visuelle Wahrnehmung



Visuelle Wahrnehmung

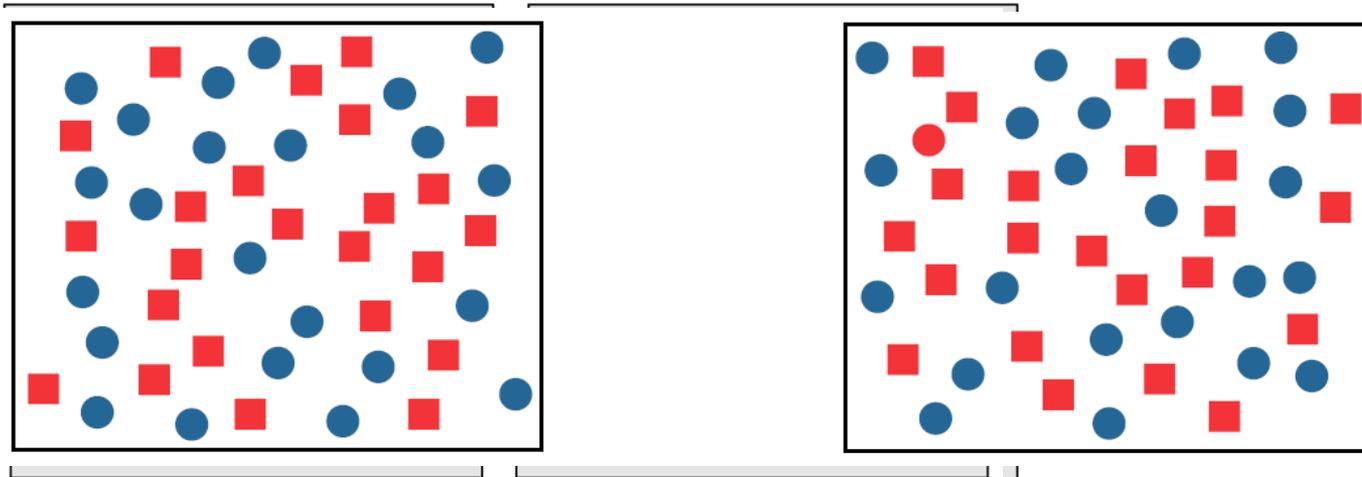


Präattentive Wahrnehmung

Wahrnehmung erfolgt in zwei Stadien: *präattentiv* und *attentiv*. Einige Visualisierungsattribute erlauben die präattentive Wahrnehmung.

Kriterien für präattentive Wahrnehmung:

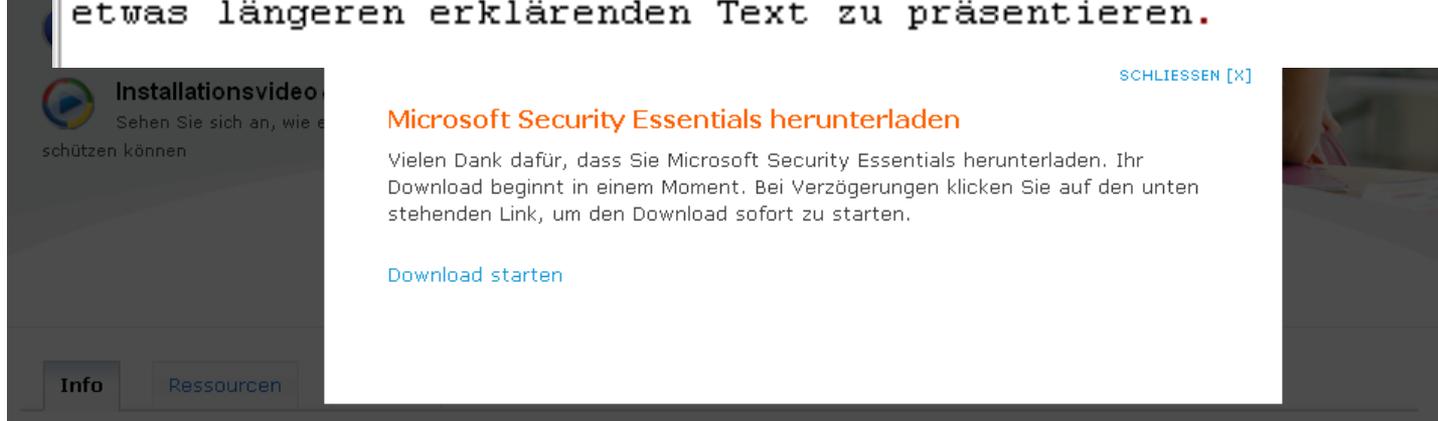
- Das Vorhandensein von Objekten mit bestimmten Merkmalen wird auch bei kurzer Reizdarbietung wahrgenommen (< 0.2 s).
- Die Wahrnehmung eines abweichenden Objektes ist unabhängig von der Anzahl der „normalen“ Objekte.



Präattentive Wahrnehmung

Nutzung des Konzeptes für die Benutzungsschnittstelle

```
\paragraph{Textuelle Erklärung.} Da die Bedeutung von Icons erlernt werden muss, sind textuelle Erklärungen wichtig. In Abb.~\ref{fig:windows:squirellIcons} sind daher Beschriftungen unter den Icons platziert. Diese Variante dient dem Erlernen; ist allerdings mit einem erhöhten Platzbedarf verbunden. Insofern wird sie häufig nicht empfohlen (siehe z.B. \citep{Benyon:2005}). Günstiger sind Tooltips, die beim Überfahren eines Icons eingeblendet werden oder eine Sprechblase (Balloonhelp), um einen etwas längeren erklärenden Text zu präsentieren.
```



Installationsvideo
Sehen Sie sich an, wie Sie Ihre Daten schützen können

Microsoft Security Essentials heruntergeladen

Vielen Dank dafür, dass Sie Microsoft Security Essentials heruntergeladen. Ihr Download beginnt in einem Moment. Bei Verzögerungen klicken Sie auf den unten stehenden Link, um den Download sofort zu starten.

[Download starten](#)

[SCHLIESSEN \[X\]](#)

Info Ressourcen

Präattentive Wahrnehmung

Wie ist präattentive Wahrnehmung zu erklären?

Feature Integration Theorie (Anne Treisman)

- Für jedes *feature* in den Daten entsteht eine individuelle *feature map* im Gehirn.
- Individuelle *feature maps* werden individuell verarbeitet.
- Wenn sich in einer dieser individuellen *feature maps* das *target object* erkennen lässt, ist die Wahrnehmung präattentiv.
- Wenn erst durch Kombination der individuellen *feature maps* eine Erkennung möglich ist, ist eine serielle Analyse erforderlich.
- Neuere fMRI-basierte Untersuchungen bestätigen diese Theorie (Analyse von aktivierten Arealen im visuellen Kortex).

Quelle: TREISMAN, A., AND GELADE, G. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology* 12 (1980), 97–136.

Präattentive Wahrnehmung

Grenzen der Feature Integration Theory (Treisman)

- Es gibt asymmetrische Relationen.
- Die Unterschiede müssen sehr deutlich sein.
- Die Fähigkeit zur präattentiven Wahrnehmung hängt auch von den Erwartungen des Betrachters ab (Experimentdesign).

Streng genommen ist der Begriff „präattentiv“ falsch.

Richtig bleibt aber, dass bei bestimmter Wahl der Visualisierungsattribute die Wahrnehmung

- extrem schnell,
- mit geringem kognitiven Aufwand und
- ohne Fokuswechsel erfolgt.

Visuelle Wahrnehmung

Stark beeinflusst durch sogenannte Gestaltgesetze.

Gestaltgesetze entstanden u.a. durch Analyse folgender Fragen:

- Wann wird Information als zusammengehörig wahrgenommen?
- Wann wird sie (sicher) als nicht zusammengehörig wahrgenommen?
- Wie wird die korrekte und schnelle Wahrnehmung von Informationen begünstigt?
- Welche optischen Täuschungen entstehen?

Ausführliche Diskussion visueller Wahrnehmung: Vorlesung
Visualisierung

Visuelle Wahrnehmung

Gestaltgesetze (Max Wertheimer, 1923):

100 „Gesetze“ zur Anordnung von Informationen, zur Wahl von Farben und Formen

Konsequenzen für Dialog- und Formulgestaltung:

- Verbesserung der Wahrnehmbarkeit
- Erleichtern des Suchens und Erkennens von Daten
- Entstehen eines ausgewogenen, symmetrischen Layouts
- Bewusste Hervorhebung von Zusammenhängen bzw. Vermeidung von fälschlicherweise wahrgenommenen Zusammenhängen
- Einhaltung dieser Regeln kann die Bearbeitungszeiten deutlich verkürzen.

Visuelle Wahrnehmung

Wichtige Konsequenzen für die HCI, insbesondere Dialog- und Formulargestaltung:

Gesetz der Nähe: Räumliche Nähe führt dazu, dass Information als zusammengehörig wahrgenommen wird, selbst wenn sich Formen und Farben unterscheiden.

Konsequenz: Unterschiede werden vor allem durch Distanzen hergestellt.

Gesetz der Gleichheit: Gleichheit von Farben und Formen führt ebenfalls (in geringerem Maße) zur Wahrnehmung von Zusammengehörigkeit.

Visuelle Wahrnehmung

Gesetz der Nähe rechts bewusst zur Strukturierung eingesetzt.

Gesetz der Nähe (1)

Anrede:	Herrn
Vorname:	Max
Nachname:	Mustermann
Straße und Hausnummer:	Berliner Str. 12
Postleitzahl:	13942
Ort:	Kleinstadt
Kontonummer:	1234567
Bankleitzahl:	563 200 03
Institut:	Renditebank

OK Abbrechen

Gesetz der Nähe (2)

Anrede:	Herrn		
Vorname:	Max		
Nachname:	Mustermann		
Straße und Nr:	Berliner Str. 12		
PLZ, Wohnort:	13942 Kleinstadt		
Kontonummer:	1234567	BLZ:	563 200 03
Institut:	Renditebank		

OK Abbrechen

Visuelle Wahrnehmung

Anwendung des Gesetzes der Gleichheit.
(beachte auch: präattentive Wahrnehmung)

Gesetz der Gleichheit (2)

Anrede:

Vorname:

Nachname:

Straße und Nr.:

PLZ, Wohnort:

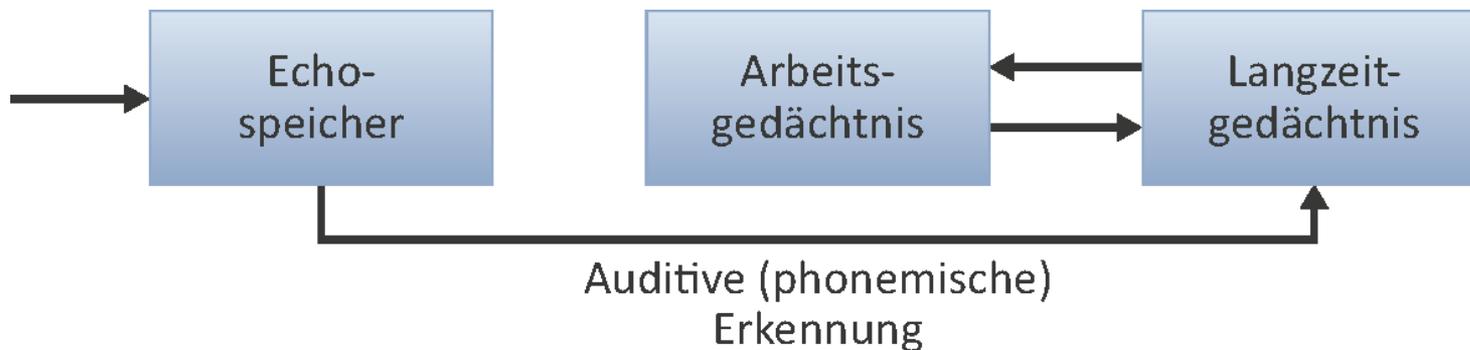
Kontonummer: BLZ:

Institut:

Gelb unterlegte Felder müssen ausgefüllt werden.

Multi-Speicher-Modell: Wahrnehmungssysteme II

Auditives System (nach Wandmacher [1993])



Echospeicher

- Kapazität: etwa 5 Wörter
- Dauer: etwa 1 500 ms (900- 3 500 ms)
- Zeitliche Auflösung: etwa 100 ms

Arm-Hand-Finger-System

Anwendung: Voraussage über Benutzung von Eingabegeräten (Card et al. [1983])

Zielgerichtete Bewegung:

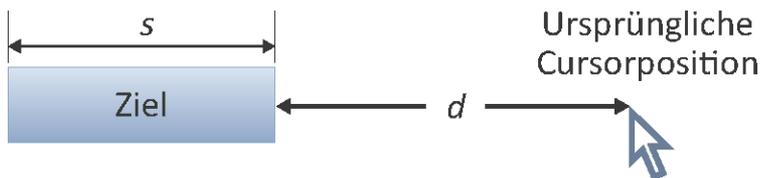
- Erfassen des Zielpunktes (etwa 100 ms [50 ... 200 ms])
- Festlegen der Parameter (etwa 70 ms [25 ... 170 ms])
- Initiieren der Bewegung (etwa 70 ms [30 ... 100 ms])

Voraussagen über:

Positionierzeit und -genauigkeit

Fitts' Law (1954): $E(t) = a + b \log_2 (d/s)$

d- Distanz, s- Suchmenge (s im Bild ist „Size“)



Quelle: Raskin (2000).

Arm-Hand-Finger-System

Voraussetzungen für Anwendung von Fitt 's Law:

- Lineares Verhältnis zwischen Maus- und Cursorbewegung, d.h. kein automatisches „Abbremsen“ bei der Feinpositionierung
- Anwendung für erfahrene Benutzer

Typische Werte für die Variablen:

$a = 50 \text{ ms}$, $b = 150$ (bei einer konkreten Benutzungsschnittstelle müssten diese beiden Parameter experimentell bestimmt werden)

a ist Zeit für das Aufnehmen des Geräts

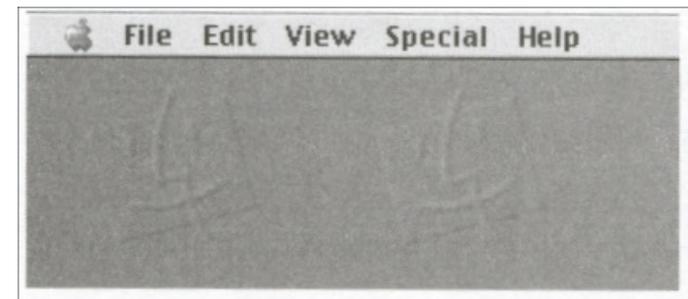
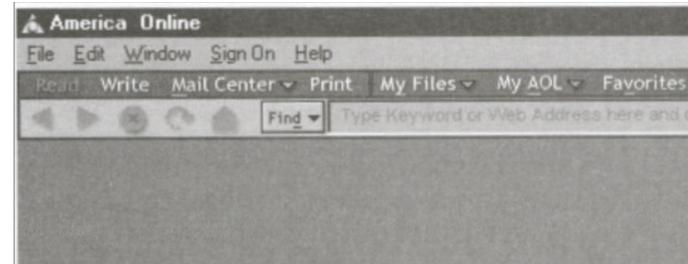
Arm-Hand-Finger-System

Modifikation: $E(t)$ wird geringer, wenn sich das Ziel unmittelbar am Bildschirmrand befindet.

Windows-Menü:

Relativ klein, nicht am

Oberem Rand ($E(t) \sim 1.2$ s)



Quelle: Raskin (2000)

Macintosh-Menü

Größer; direkt am oberen

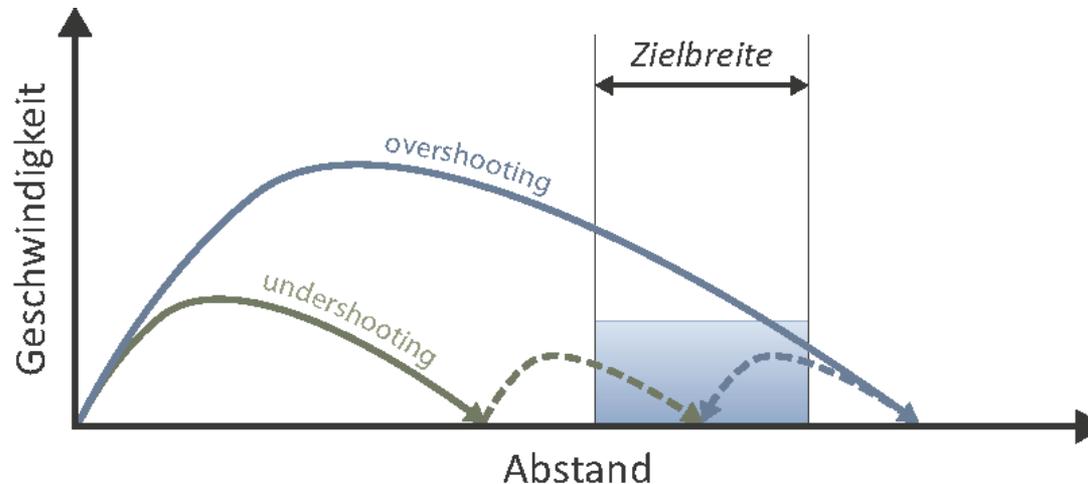
Rand ($E(t) \sim 0.6$ s)

Aus Fitts' Law folgt auch die schnellere Suchzeit in flachen Menüs.



Arm-Hand-Finger-System

Grundlegender Ablauf einer Selektion:

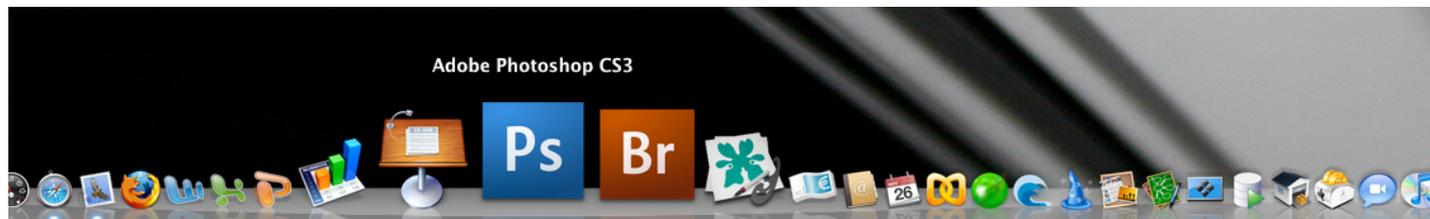


- Initiale Bewegung (Ansteuerung der Muskeln) wird in mehreren Schritten iterativ korrigiert.
- Overshooting und Undershooting.
- Breite des Ziels beeinflusst die Anzahl dieser Korrekturzyklen und damit den Aufwand.

Arm-Hand-Finger-System

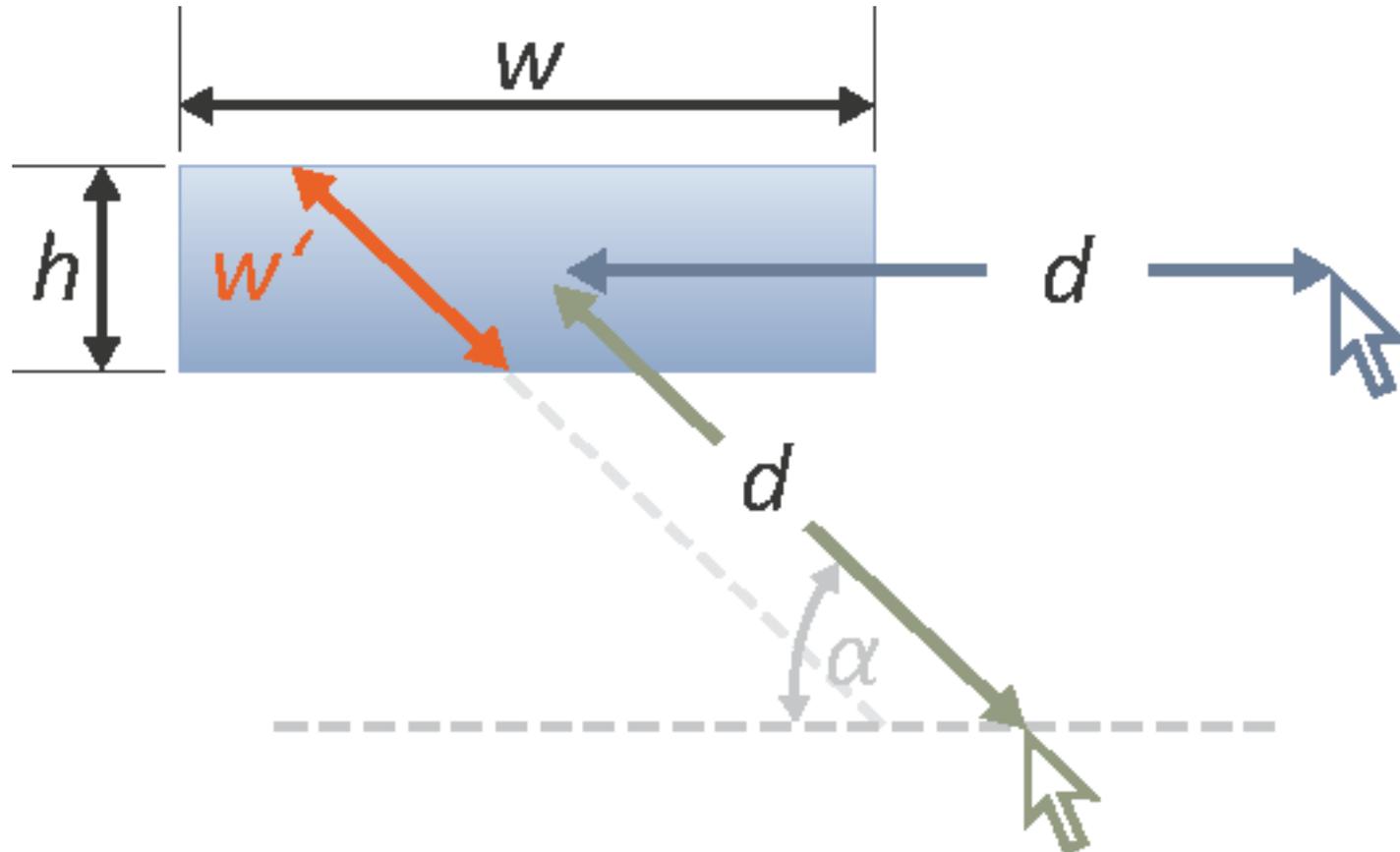
Fragen:

- Wann erfolgt die genaue Ansteuerung des Ziels?
- Ist eine Zielvergrößerung in Cursornähe sinnvoll?
- Tatsächlich verringern sich Selektionszeiten, wenn potenzielle Ziele in Cursornähe vergrößert werden.



Arm-Hand-Finger-System

Selektionszeiten hängen von der Größe des Ziels in Bewegungsrichtung (*apparent width*) ab.



Aufmerksamkeit

Prozess der Verteilung kognitiver Ressourcen

Begrenztes kognitives Vermögen

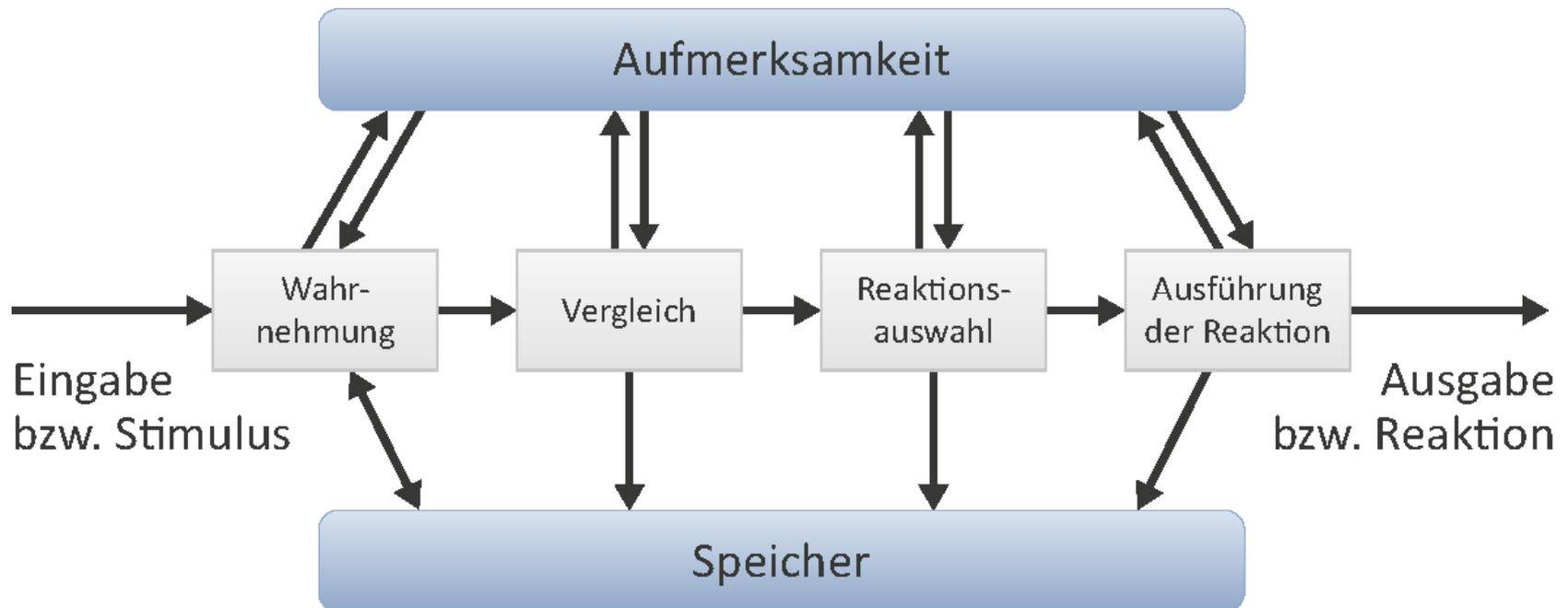
Flexibler Einsatz von Ressourcen

Formen der Aufmerksamkeit:

- Selektive Aufmerksamkeit (Cocktail-Party-Phänomen)
- Geteilte Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit und Speicher (AG, LZG) als begrenzte Ressourcen bei kognitiven Prozessen.



Aufmerksamkeit

Geteilte Aufmerksamkeit bei stark automatisierten, sequenziellen Vorgängen

- Keine Beteiligung des KZG
- Geprägt durch Gewohnheit und Erfahrung

Selektive Aufmerksamkeit

- Bei unerwarteten oder gar bedrohlichen Ereignissen,
- Durch Willen gesteuert (absichtlich)
- In unvertrauten Situationen und
- Wenn Entscheidungen getroffen werden müssen

Aufmerksamkeit

Parameter:

- Wachsamkeit/Erregung
- Modalitäten (Hören und Lesen, Hören und Betrachten)
- Trainingseffekte (Callcenter)

Problem:

- Definition und Quantifizierung von Ressourcen

Aufmerksamkeit an der Benutzungsschnittstelle

Benutzer sollte:

- Sich leicht konzentrieren können
- Nach einer Unterbrechung die Arbeit “nahtlos” fortsetzen können
- System sollte Erinnerungshinweise anbieten (letzte Position in einem Text)

Realisierungsmöglichkeiten:

- Geeignete Strukturierung
- Änderungen visualisieren
- “Kontext” vermitteln
- Keine überflüssige Information darstellen!

Aufmerksamkeit an der Benutzungsschnittstelle

Aufmerksamkeit für die Bedienung einer Software wird der eigentlichen Erledigung der Aufgabe entzogen (Dahm, 2005).

Idealerweise müsste blind Tastatur geschrieben werden können, damit man sich auf den Inhalt konzentrieren kann.

Vermutung:

- kurze Variablennamen,
- unzureichende Quelltextdokumentation,
- unzureichende Benutzerdokumentation

haben auch damit zu tun, dass geringe Schreibfähigkeiten der Benutzer diese Tätigkeiten erschweren (Dahm, 2005).

Aufmerksamkeit an der Benutzungsschnittstelle

Nachrichten/Meldungen, die den gesamten Kontext überdecken, stören die Aufmerksamkeit.

beyond building the most primitive of mechanical engines if careful thinkers had not learned to distinguish between energy, force, work, and power. These words are still used loosely in everyday speech, but professional mechanical designers and physicists use them carefully and with well-defined meanings. Professionals in the field of information-related design will have to learn to be equally careful. We must not allow sloppy thinking to muddy the deep waters we find here at the meeting of art, psychology, and electronic technology. Things are difficult enough as it is.

Beispiel für eine transparente Fehlermeldung

Quelle: Raskin (2000)

ACT- Adaptive Control of Thought (Anderson [1983])

Inhalt:

- Beschreibung der Aneignung von Fähigkeiten und ihrer Umsetzung

Ziel:

- Simulation des Verhaltens von Rechnerbenutzern

ACT-Theorie: Begriffe

Deklaratives Gedächtnis:

- Fakten, Zusammenhänge, Konzepte (z.B. Hierarchie von Begriffen)

Produktionen:

- Elementare Bestandteile des prozeduralen Wissens (bzw. prozeduralen Gedächtnisses)

Prozedurales Gedächtnis charakterisiert erlernte Fähigkeiten (Klavierspielen, Tastaturbenutzung, sportliche Fähigkeiten)

Bestehen aus Bedingungs- und Aktionsteil

*Bsp: Wenn Absicht == Abbiegen nach links
dann Blinker nach links*

Fertigkeiten:

- Menge von Produktionen, die Handlungen steuern
- Ausführung mit bewusster geringer Kontrolle

ACT-Theorie: Begriffe

Ziele:

- Gewollte Zustände, die durch eine Handlung herbeigeführt werden

Konfliktlösung:

- Auswahl von Produktionen, um ein Ziel zu erreichen

Parameter der Konfliktlösung:

- Grad der Übereinstimmung
- Stärke

Beispiel:

- Parkplatzsuche (Nähe, Schatten, Gewohnheit...)

ACT-Theorie: Begriffe

Ebenen des Handelns:

- *Automatisches Handeln*: Direkt aus dem Produktionsgedächtnis ohne bewusste Entscheidungen.

Unterteilung in: *Routinehandlungen* (stark automatisiert, teilweise bewusst ausgelöst) und *hochautomatisierte Operationen*, die vollkommen unbewusst ablaufen.

- *Kontrolliertes Handeln*: Ableitung aus dem deklarativen Gedächtnis unter Nutzung von erlerntem Wissen.
Erfordert selektive Aufmerksamkeit.

Beide Ebenen des Handelns werden unterschiedlich gesteuert. Ein Umschalten ist möglich.

Verknüpfung: Automatisches Handeln als Subroutine für Teile komplexer Prozesse

Gerade das stark automatisierte Handeln macht es extrem schwer zu erklären, warum was wie gemacht wird!

1. Phase Deklarative Phase

Hohe Belastung des AG

- Beispiel: (erstmaliges) Backen eines Kuchens. Welche Zutaten werden benötigt? Sind sie vorhanden? Wo bekommt man sie? Welche Kuchenform wird benötigt? Wie teste ich, ob der Kuchen fertig ist?)

Intensive Interaktion mit LZG

Ausprobieren

2. Phase Wissenskompilation

Verknüpfung und Anpassung von Produktionen

Anwendung im Zusammenhang

Vorwärtskontrollierte Ausführung

3. Phase Anpassung

Aufheben von Übergeneralisierungen

Spezialisierungen

Bsp. Therapieentscheidungen

Konsequenzen aus der ACT-Theorie

- Sparsame Verwendung allgemeiner Hinweise
- Explizite Handlungshinweise
- Beispiele für die Umsetzung der Hinweise (vgl. Entwicklungsprinzip 17)
- Aussagekräftige Rückmeldungen (Prinzip 8)
- Exploratives Lernen unterstützen (Prinzip 10)

Was folgt noch?

Benutzer bilden Gewohnheiten und verinnerlichen diese. Das gilt auch für den Umgang mit Sicherheitsabfragen/Warnungen! Diese werden – ohne nachzudenken – routiniert bearbeitet.

Fehler in der MCI

Ziele des Benutzers und Reaktion des Systems stimmen nicht überein.

Fehlerarten und -ursachen:

- Funktionsstörungen des Systems
- Eingaben des Benutzer, die (vom System) nicht erkannt werden
- Unerwartete Folgen als Ergebnis von Eingaben

Fehler bei geübten Handlungen

Fehlertheorie (Reason [1979])

Fehlerursache

Geteilte Aufmerksamkeit bei “automatischer Abarbeitung”

Klassifikation

- Verwechslungsfehler
- Falsches Zusammenstellen
- Testfehler (z.B. Beendigungsfehler)
- Unterlassungsfehler
- Speicherfehler

Fehler bei geübten Handlungen

Verwechslungsfehler (auch Gewohnheitsfehler)

Erläuterung: Anwenden eines Handlungsmusters in einem falschen Zusammenhang

Auftreten: wenn Bedienhandlungen sich stark ähneln, aber in Details unterscheiden. In der MCI beim Wechsel des Programmes von einer Version zur nächsten.

Unterlassungsfehler

Erläuterung: In einer Sequenz von Bedienhandlungen werden einzelne Schritte vergessen.

Auftreten: wenn Aufgabe unterbrochen wird, z.B. weil ein Schritt sehr lange dauert (Wartezeiten sind kritisch).

(siehe auch: Heinecke [2004])

Fehler in der Mensch-Computer-Interaktion

Neben den behandelten Fehlern bei geübten Handlungen treten Fehler auf der *Intellektuellen Ebene* und auf der *Sensomotorischen Ebene* auf.

Intellektuelle Ebene (auch Denkfehler genannt)

Fehler durch Auswahl ungeeigneter Werkzeuge (mit dem Programm kann ich gar nicht das machen, was ich vorhatte)

Urteilsfehler: Fehlermeldungen, z.B. zum Zustand von Geräten werden nicht korrekt gedeutet.

Auftreten: Vor allem, wenn unterschiedliche Ursachen ein- und dieselbe Fehlermeldung erzeugen, wobei vor allem die seltenere Ursache nicht erkannt und behoben wird.

Fehler in der Mensch-Computer-Interaktion

Beispiel für einen Denkfehler (nach Dahm, 2005):

Benutzer arbeitet mit einem Graphikprogramm und will Linien in einer bestimmten Farbe darstellen.

Benutzer findet eine Möglichkeit zur Einstellung von Farbe und stellt die gewünschte Farbe ein.

Die folgenden Linien werden nicht in der eingestellten Farbe gezeichnet und der Benutzer ist ratlos.

Ursache: Der Benutzer weiß nicht, dass sowohl Umrissfarben als auch Füllfarben einstellbar sind und ahnt nicht, dass er die „falsche“ Farbe eingestellt hat.

Fehler in der Mensch-Computer-Interaktion

Fehler auf der sensomotorischen Ebene:

Fehlerhafte Abstimmung zwischen sensorischer und motorischer Ebene, z.B. durch mangelhafte Konzentration

Beispiele:

Vertippen. Auslassen von Buchstaben, Vertauschen von Buchstaben, fehlerhafte Wiederholung (drei statt zwei Wiederholungen eines Buchstabens)

Fehlclick. Beim Betätigen oder Loslassen einer Maustaste wird nicht genau positioniert bzw. versehentlich verschoben.

Verlieren des Ziels. Durch versehentliches Loslassen der Maustaste beim Drag-and-Drop

(siehe auch: Heinecke [2004])

Fehler bei geübten Handlungen

Fehler auf der sensomotorischen Ebene:

Zu selektierende Objekte sind zu klein (Objekte vergrößern, größere maussensitive Bereiche definieren)

Fehler bei geübten Handlungen

Besondere Relevanz bei sicherheitskritischen Anwendungen bzw. Überwachungsvorgängen.

In diesen Anwendungen werden vor allem *fatale Fehler* analysiert. Dies sind Fehler, die sich nicht durch folgende Handlungen regulieren lassen (*critical incidence reporting*)

Generell sollten Überwachungsaufgaben nur für relativ kurze Zeiten ausgeführt werden.

Sicherheitsabfragen sollen bestätigen, dass Benutzer wach und aufmerksam sind.

Viele Sicherheitsvorkehrungen in heutigen Überwachungssystemen sind in Folge der Analyse von Störfällen entstanden.

Fehler und sicherheitskritische Anwendungen

Ähnlich wie bei der Entwicklung von Hardware wird analysiert, welche (fatalen) Fehler mit welcher Wahrscheinlichkeit auftreten und welche Zeit im Mittel zwischen Fehlern vergeht.

Neben fatalen Fehlern werden verschiedene Risikoklassen unterschieden und der Entwurf für diese Risikoklassen separat betrachtet.

Wiederum in Analogie zum Entwurf zuverlässiger Hardware wird Redundanz (mehrere Operatoren) genutzt, um die Wahrscheinlichkeit fataler Fehler zu reduzieren.

Analyse von Fehlern und ihrer Vermeidung ist ein wichtiges arbeitswissenschaftliches Feld.

Weitere Informationen: Rasmussen (1982), Rasmussen (1984), Zimolong (1990).

Konsequenzen: Fehlervermeidung und Fehlermanagement

Fehlervermeidung: Strategien, die die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlern verringern

- Abweisen unzulässiger Eingaben,
- AutoComplete-Funktionen,
- Plausibilitätsprüfungen,
- Sicherheitsabfragen,
- Sicherheitskopien und Transaktionskonzepte,
- Abbruchmöglichkeiten (versehentlich aktivierte Funktionen)

Besondere Relevanz für Gelegenheitsbenutzer, wenn Unterbrechung der Arbeit häufig ist und bei schwerwiegenden Konsequenzen von Fehlern

Fehlermeldungen (vgl. Entwurfsprinzipien, VL 4, Prinzip 11):

- Präzise (z.B. in einem Formular: welche Eingabe für welches Feld fehlt/ist fehlerhaft)
- Konstruktiv (wie muss die richtige Eingabe erfolgen?)
- Angabe von Handlungsmöglichkeiten, ggf. Auswahl von Alternativen

Psychologische Erkenntnisse spielen für die Gestaltung von Benutzungsschnittstellen eine zentrale Rolle.

Beachtung von Erkenntnissen über

- die menschliche Informationsverarbeitung,
- die Wahrnehmungssysteme (vor allem visuell),
- die Verteilung der Aufmerksamkeit,
- das Erlernen von Fähigkeiten,
- typische Fehler

Zusammenfassung & Ausblick

Die Analyse der zwischenmenschlichen Kommunikation liefert wertvolle Hinweise für Probleme in der Mensch-Computer-Interaktion.

Kommunikationsprobleme sind sehr ähnlich und erklären auch Emotionen bei Benutzern.

Insbesondere unerfahrene Benutzer erwarten „mensenähnliches“ Verhalten und reagieren gereizt, wenn Eingaben nicht/nicht korrekt verarbeitet werden.

Ausführliche Diskussion, siehe Dahm (2005), Kap. 6

Literatur

- J. R. Anderson (1983). *The architecture of cognition*, Cambridge, MA, Harvard University Press
- S. K. Card, A. Newell, T. P. Moran (1983). *The psychology of human computer interaction*, Lawrence, Erlbaum Associates
- D. E. Broadbent (1958). *Perception and communication*, London Pergamon Press
- M. Dahm (2005). *Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion*, Pearson
- A. M. Heinecke (2004). *Mensch-Computer-Interaktion*, Fachbuchverlag Leipzig
- C. Hoyos und B. Zimolong (1990). *Ingenieurpsychologie, Enzyklopädie der Psychologie*, Band 2, Hogrefe, Göttingen
- J. Raskin (2000). *The Intelligent User Interface*,
- J. Rasmussen (1982). „Human Errors: A Taxonomy for Describing Human Malfunction in Industrial Installations“, *Journal of Occupational Accidents*, Band 4: 331-333
- J. Rasmussen (1984). „Strategies for State Identification and Diagnosis in Supervisory Control Tasks, and Design of Computer-Based Systems“, In: *Advances in Man-Machine Systems Research*, Band 1: 139-193
- J. T. Reason (1979). „Actions not as planned“, In: G. Underwood (Hrsg.) *Aspects of consciousness*, Academic Press London, S. 67-89
- J. Wandmacher (1993). *Software-Ergonomie*, Walter Gruyter, Berlin
- B. Zimolong (1990). Fehler und Zuverlässigkeit. In C. Graf Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.), *Ingenieurpsychologie. Enzyklopädie der Psychologie* (Bd. D-III-2, S. 313-345). Göttingen: Hogrefe.

2. Kognitive Grundlagen

zum Buch

Interaktive Systeme

Grundlagen, Graphical User Interfaces,
Informationsvisualisierung

Band 1

Bernhard Preim

Raimund Dachzelt

Springer Verlag, 2010

