

Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion

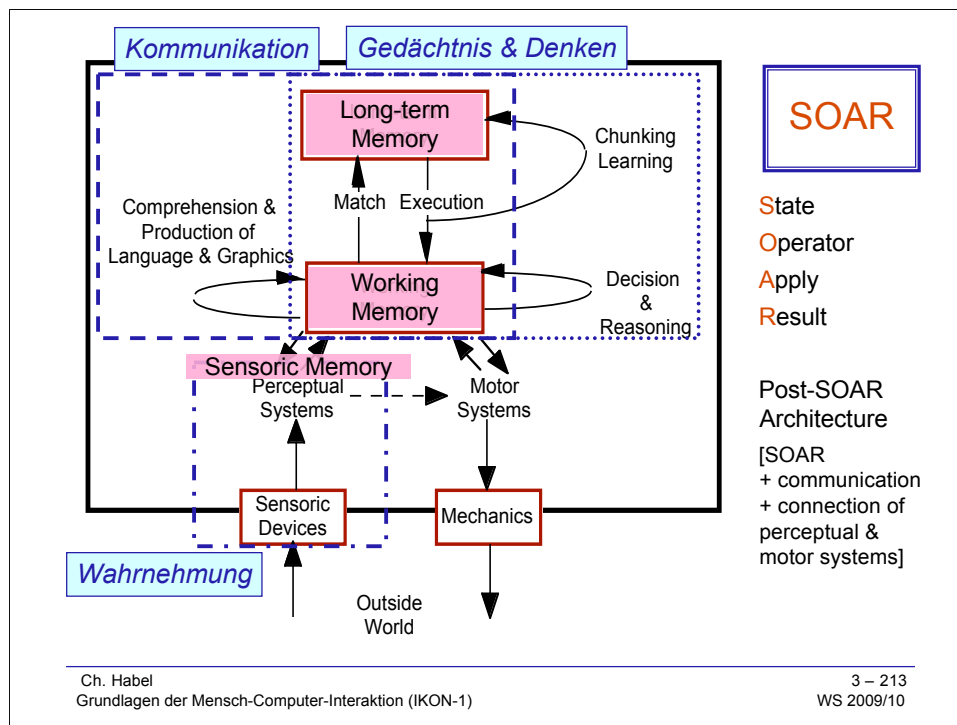
3. Kapitel *Der Mensch*

- Ein- und Ausgabe: Wahrnehmung und Handeln
 - Wahrnehmung: Modalitäten der Wahrnehmung
- Gedächtnis
 - Leistungen & Begrenzungen
 - Typen / Arten des Gedächtnisses
- Verarbeitung von Information & Informationsnutzung
 - Denken & Problemlösen

Denken und Gedächtnis: Eine Einleitung

- "..., thinking involves mentally representing some aspects of the world ... and manipulating these representations or beliefs so as to yield new beliefs, where the latter may be used in accomplishing some goal."
[Smith, 1995]
- "... Memory is the repository of many of the beliefs and representations that enter into thinking, and the retrievability of these representations can limit the quality of our thought."
[Smith, 1990]

- Smith, Edward E. (1990). Thinking: Introduction. In Daniel. H. Osherson & Edward E. Smith (eds.), *Thinking. An Invitation to Cognitive Science 3*. (pp. 1). Cambridge, MA.: MIT-Press.
- Smith, Edward E. (1995). Thinking: Introduction. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3*. (pp. xi–xii). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- Denken und Problemlösen kann durch Prozesse, die über Repräsentationen operieren, modelliert werden.
In dieser Hinsicht besteht eine wichtige Korrespondenz zwischen natürlichen Prozessen des Denkens und Problemlösens, wie sie von KognitionswissenschaftlerInnen untersucht werden, und künstlichen Prozessen des Problemlösens, wie sie von InformatikerInnen entworfen werden.
- Gedächtnisforschung betrifft die kurz- und langfristige Speicherung von Wissensinhalten und die Frage nach dem Format der Repräsentationen.
Beide Problem- und Phänomenbereiche des Gedächtnisses beim Menschen geben wichtige Hinweise für die Speicherung in Systemen der Informatik.



- entspricht weitgehend Folie 3-3.
- Die unter der Fragestellung der „präattentiven Wahrnehmung“ angesprochene Zeitspanne von ca. 200 -250 msec. steht mit der Behaltensdauer im visuellen, sensorischen Gedächtnis (*ikonisches Gedächtnis*) in Beziehung.

Gedächtnis

- Sensorische Speicher / Sensorisches Ultrakurzzeitgedächtnis
 - Ikonisches Gedächtnis
- Kurzzeitgedächtnis – Arbeitsgedächtnis
 - Prozesse
 - Repräsentationsformate im Arbeitsgedächtnis
- Langzeitgedächtnis
 - Semantisches & episodisches Gedächtnis
 - Konzepte & Kategorien
 - Objektmodelle: Basis der Objekterkennung
 - Prototypen

Literatur zum gesamten Abschnitt *Gedächtnis*

- Smith, Edward E. & Osherson, Daniel N. (eds.) (1995). *An invitation to cognitive science. Thinking. Vol. 3*. Cambridge, MA: Bradford. (Second edition.)
- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.) (1996). *Memory. Handbook of perception and cognition*. San Diego: Academic Press.

Vertiefende Literatur zu sensorischen Speichern:

- Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage. In Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.), *Memory. Handbook of perception and cognition*. (pp. 67–99). San Diego: Academic Press.

Überblick über den Abschnitt *Gedächtnis*

- Sensorische Speicher sind spezifische „Gedächtniskomponenten“, die während der Informationseingabe über die sensorischen Kanäle tätig sind. (vgl. die Konzeption des Mehr-Komponenten Modells von Atkinson & Shiffrin)
- Das Arbeitsgedächtnis ist die zentrale Gedächtniskomponente in der Kognition. Hier wird die Information, die aus der direkten, aktuellen Wahrnehmung stammt, mit Vorwissen (aus dem Langzeitgedächtnis) integriert.

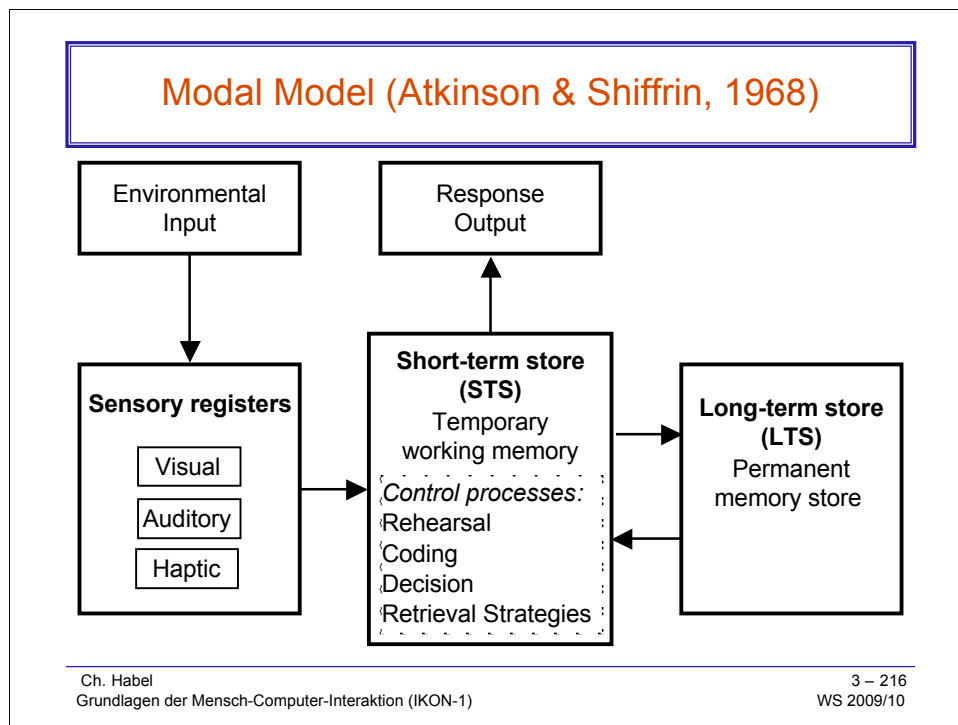
Gedächtnis und Kognitive Prozesse eine erste Übersicht

- sensorisches Gedächtnis
 - Zwischenspeicherung sensorischer Reize, insbesondere visuelle und auditive Eindrücke
 - Gedächtnisdauer: < 200 – 400 msec
- Kurzzeitgedächtnis / Arbeitsgedächtnis
 - Aktiv beteiligt an der Durchführung kognitiver Prozesse: Sprachverarbeitung, Denken, Problemlösen
 - Gedächtnisdauer: < 15 – 20 sec
 - Kapazität: „7 ± 2“
- Langzeitgedächtnis
 - Bereitstellung des Hintergrundwissens: semantisches, episodisches und autobiographisches Gedächtnis
 - Gedächtnisdauer: (nahezu) unbegrenzt
 - Kapazität: (nahezu) unbegrenzt

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 215
WS 2009/10

- Die psychologische Vorstellung des „nahezu unbegrenzten“ Langzeit-Gedächtnisses ist mit der informatischen Vorstellung der Speicherplatzbeschränkungen nur schwer in Einklang zu bringen. Hierbei sollte zuerst einmal berücksichtigt werden, dass aus kognitionswissenschaftlicher Sichtweise, *Vergessen* als Zugriffsproblem charakterisiert werden kann, und nicht als Löschen von Gedächtnisinhalten aufgefasst wird.
- Massive Kapazitätsrestriktionen werden in der Kognitionswissenschaft für den Bereich des Arbeitsgedächtnisses angenommen. Die oben aufgeführte Beschreibung „7±2“ bezieht sich auf einen sehr einflussreichen Aufsatz von George Miller (1956), auf den etwas später in dieser Vorlesung eingegangen wird.

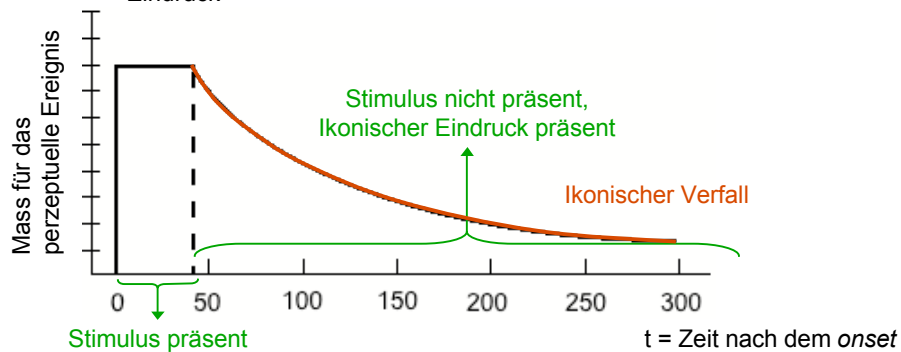


- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. (pp. 89–195). New York: Academic Press.
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Pp. 59–64.
- Mit dem Mehr-Komponenten Modell von Atkinson & Shiffrin wird eine Gedächtnisarchitektur vorgeschlagen, die sich in ähnlicher Form in zahlreichen späteren Ansätzen wiederfindet, z.B. auch in der SOAR-Architektur, die innerhalb der Informatik sehr einflussreich ist (vgl. Folie 3-3).

Ikonisches Gedächtnis

■ Das Phänomen:

- Der Eindruck – selbst sehr kurzer – visueller Reize dauert länger an als der Reiz selbst.
Z.B. Lichtreiz (10–40 msec.) führt zu etwa 300 msec. visuellem Eindruck



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 217
WS 2009/10

Das Phänomen:

- Wenn Versuchspersonen (VPen) ein visueller Reiz kurzer Dauer *präsentiert* wird (das Diagramm bezieht sich auf einen Reiz von 40 msec), so hinterlässt dieser Reiz bei den VPen einen sehr viel längeren *Eindruck*.
- Die VPen sollen z.B. durch Tastendruck anzeigen, wann sie den präsentierten Reiz nicht mehr sehen.

Zum Diagramm:

- *Onset* ist hier der Zeitpunkt, zu dem die Präsentation des Reizes beginnt.
- Auch 200 msec nach dem Onset (also 160 msec nach Ende der Präsentation) haben viele VPen den Eindruck, dass noch immer der Reiz präsent ist.
- Das Diagramm integriert Messdaten über eine grössere Anzahl von VPen und eine längere Folge von Reizen. Die Reaktionszeiten (Verzögerungen) bis zum Tastendruck sind berücksichtigt.

Abbildung nach:

Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage. (p. 72).

Einige (vereinfachende) Annahmen über das Ikonische Gedächtnis

- Erste mentale Repräsentation für visuelle Information
- Grosse Kapazität
- Zerfällt sehr schnell
- Enthält Information visueller aber nicht kategorialer Natur
- Kann durch konkurrierende Reize gestört / zerstört werden.

- Welche Funktion hat ein ikonisches Gedächtnis?
 - ➔ Kurzzeitige Zwischenspeicherung bei Verarbeitungsschwierigkeiten im perzeptuellen oder konzeptuellen Bereich.
 - (Funktionale Erklärungen dieser Art sind – meist – kontroverse und nur schwer begründbare Hypothesen.)

Literatur:

- Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage. In Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.), *Memory. Handbook of perception and cognition*. (pp. 67–99). San Diego: Academic Press.
- Das in der vorangehenden Folie erläuterte Phänomen spricht dafür, dass die Wahrnehmung – hier die visuelle Perzeption – nicht alleine eine direkte „Durchschaltung“ von Information in die späteren Verarbeitungskomponenten darstellt. Vielmehr scheint eine kurzfristige Speicherung von – gewissen – ikonischen Reizen vorzuliegen.
 - Die hier geschilderten Effekte – kurzer Reiz (< 40 msec) zeigt Wirkung im sensorischen Speicher (bis zu mehreren hundert msec) – weist darauf hin, dass bei der Gestaltung von Bildschirm-darstellungen (Präsentationen) auch schon der Phase des Aufbaus der Präsentation Aufmerksamkeit gewidmet werden muss: BenutzerInnen werden eventuell perzeptuell / kognitiv aktiv und somit belastet, selbst wenn noch keine relevante Information präsentiert wird.
 - ➔ Vorsicht / Zurückhaltung im Hinblick auf aufwendige Graphiken und Bilder.

Ikonisches Gedächtnis: Kapazität / Informationsgehalt (1)

Sperling (1960)

Basisversuch

- Präsentation einer 3 x 4 Buchstabenmatrix
- Präsentationsdauer 50 msec
- Anschliessend Präsentation einer weissen Fläche

Literatur:

- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, no 498. 1–29.
- Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage.
- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. (pp.14ff)

Ikonisches Gedächtnis: Kapazität / Informationsgehalt (2)

- Versuch 1: **Recall**: 4 – 5 Buchstaben. Sperling 1960)
- Versuch 2:
 Versuchspersonen sollen die **Buchstaben einer Reihe** erinnern (ohne vorher zu wissen, welche es sein wird.)
 Nach der Präsentation wird durch einen Ton (*hoch, mittel, tief*) die Instruktion für die zu erinnernde Reihe gegeben.
Recall: im Mittel 3 Buchstaben.

hoch	H	M	K	Q
mittel	Z	A	T	W
tief	X	D	B	S

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 223
WS 2009/10

Literatur:

- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, no 498. 1–29.
- Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage.
- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. (pp.14ff)

Zum Sperling-1960-Versuch:

- Durch Versuch-1 wird ein Hinweis darauf erhalten, wie viele Items ohne weitere Zusatzbedingungen erinnert werden.
 (Größenordnung: 7 ± 2 ; vgl. Miller: dritter Abschnitt dieser Vorlesung);
 4 - 5 von 12 Buchstaben, ergibt eine „Gedächtnisleistung“ von etwa 30–40%.
- Versuch-2: Die Erinnerungsleistung ist sehr hoch, wenn dabei berücksichtigt wird, dass im Mittel 3 von 4 Buchstaben ($\approx 75\%$) erinnert werden.
- Interpretation der Befunde: Die VPen sind – unmittelbar nach der Präsentation – in der Lage, im ikonischen Gedächtnis die Buchstaben der spezifizierten Zeile „abzulesen“.

Ikonisches Gedächtnis: Kapazität / Informationsgehalt (3)

- Weitere Versuche im Sperlingparadigma: Kriterienwechsel
blaue Buchstaben (+), grosse Buchstaben (+), Vokale (-)

H	M	K	Q
Z	A	T	W
X	D	B	S

H	m	K	q
z	A	t	W
X	d	b	S

E	M	U	Q
Z	A	T	Y
I	D	B	O

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 224
WS 2009/10

Literatur:

- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, no 498. 1–29.
- Massaro, Dominic W. & Loftus, Geoffrey, R. (1996). Sensory and perceptual storage.
- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. (pp.14ff)

Zum Sperling-1960-Versuch:

- Versuch-3: Die VPen sind – unmittelbar nach der Präsentation – in der Lage, im ikonischen Gedächtnis die Buchstaben der spezifizierten Zeile „abzulesen“.
Dies funktioniert nur bei visuellen Hinweisen (beachten Sie, dass gerade dies dafür spricht, dass ein spezifisch ikonisches Gedächtnis eingesetzt wird), z.B. Farbe oder Grösse der Buchstaben, jedoch nicht, wenn nicht-visuelle Eigenschaften, etwa Vokalhaftigkeit, für die Spezifikation verwendet wird.

Ikonisches Gedächtnis – Visuelles Kurzzeitgedächtnis (1)

- Ausgangsfragen:
 - Komplexität der Entitäten im ikonischen Gedächtnis / visuellen STM
 - Dauer der Speicherung im ikonischen Gedächtnis
 - „Was passiert nach dem ikonischen Gedächtnis?“
 - Konzepte (Buchstaben) vs. Visuelle Eindrücke
- Untersuchungen mit Zufallsmustern unterschiedlicher Komplexität (Phillips, 1974)
 - 50 % der Rastermatrizen sind schwarz bzw. weiss
 - Paar von Testitems: identisch oder Abweichung in einem Feld
 - zwischen Präsentation des Stimulus und der des Testitems Maskierung von unterschiedlicher Dauer.

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 225
WS 2009/10

Literatur zu *Ikonisches Gedächtnis – Visuelles Kurzzeitgedächtnis*.

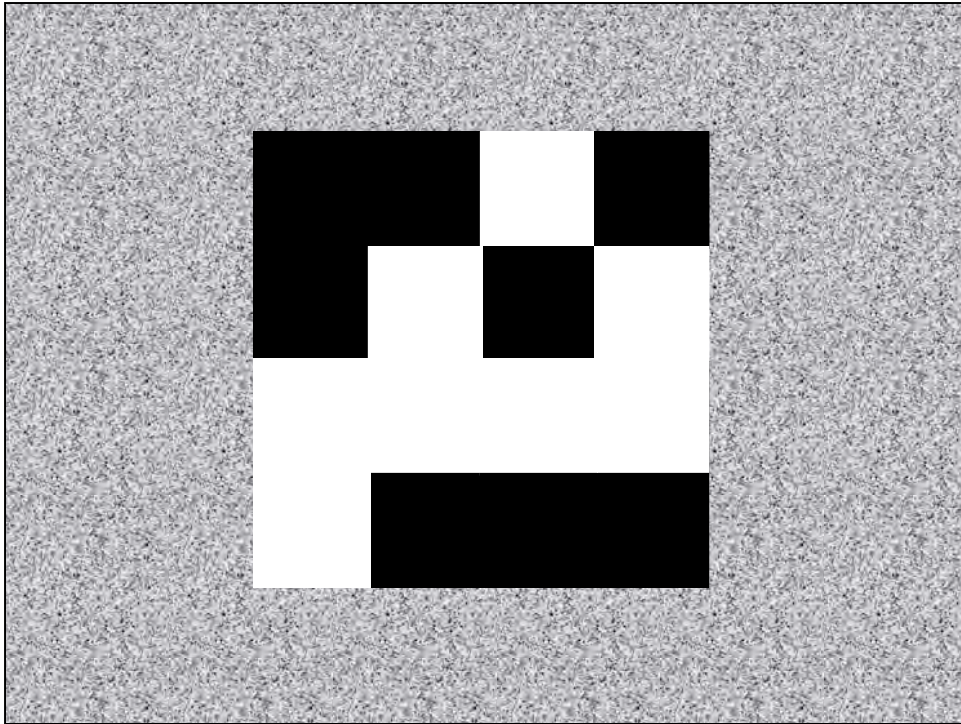
- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. p. 18ff
- Phillips, W.A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception and Psychophysics*, 16. 283–290.

Das Experiment von Phillips (1974):

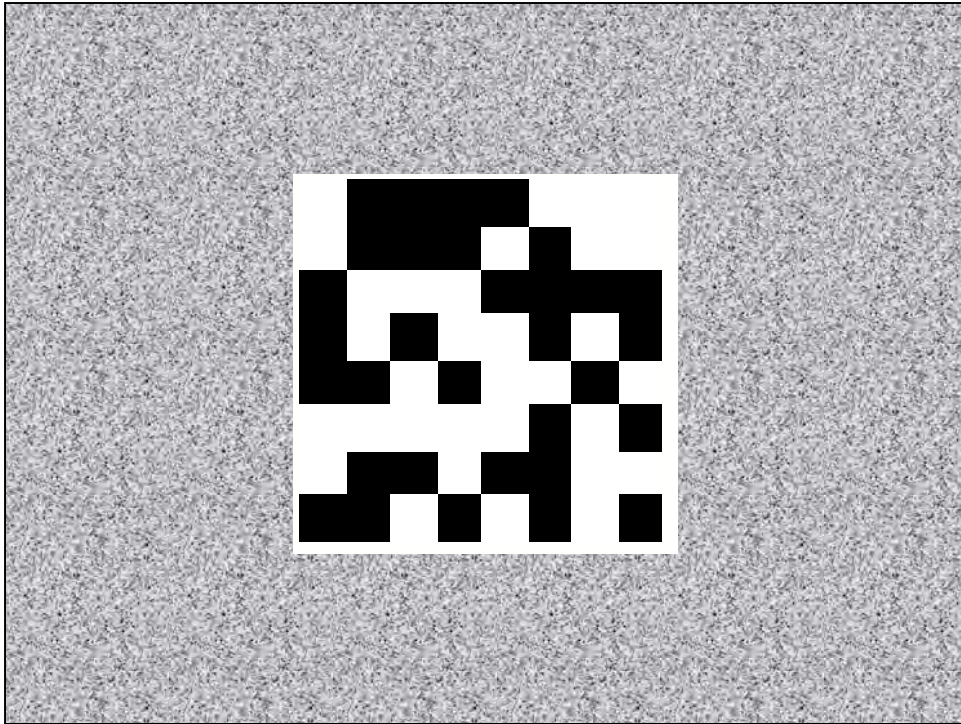
- Die Versuchspersonen sehen – kurz nacheinander – zwei Matrizen, bestehend aus jeweils zur Hälfte schwarzen und weissen Zellen.
 - Die Testpaare bestehen entweder aus zwei Präsentationen der gleichen Matrix oder aus zwei Matrizen, die sich in genau einer Zellenposition unterscheiden.
 - Zwischen den beiden Präsentationen sehen die Versuchspersonen eine „Maske“, d.h. einen „zufalls-verrauschten Stimulus“.
 - Variiert werden (1) die Zeitdauer zwischen den Präsentationen, (2) die Anzahl der Zellen je Matrix.

Phillips' Raster-Matrizen Experimente

- Sie werden gleich zwei Serien von jeweils drei Paaren von Raster-Matrizen sehen:
- Notieren Sie bitte für jedes Paar, ob es sich bei den beiden Elementen des Paares um dieselbe Matrix handelt (=) oder um verschiedene Matrizen (\neq).
- Die Testpaare sind durch ein Fokussierungssitem getrennt.

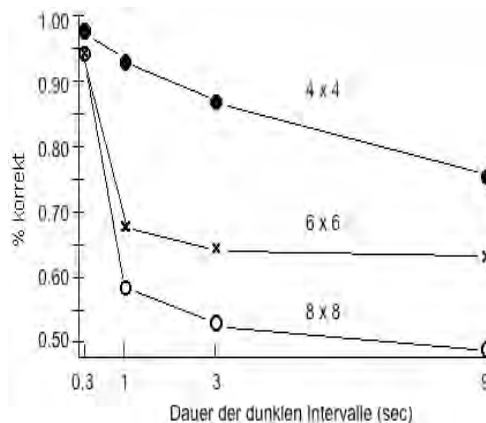


- Dies ist ein Beispiel aus der Demonstration der Philips' Rastermatrizen 6 x 6 = 36 Felder



- Dies ist ein Beispiel aus der Demonstration der Philips' Rastermatrizen $8 \times 8 = 64$ Felder

Ikonisches Gedächtnis – Visuelles Kurzzeitgedächtnis (Zusammenfassung)



- Ikonisches Gedächtnis kann komplexere Muster speichern.
- Im Ultrakurzbereich (Übergang ikonisch - STM) geringer Einfluss der Komplexität
- Flackern vs. Veränderung
- Nach ca. 9 sec. tritt Stabilität ein.
- Bei benennbaren Reizen (z.B. Buchstaben etc.) tritt Stabilität schon etwa nach 2 sec. ein.

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 253
WS 2009/10

- Abbildung nach:
Phillips, W.A. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception and Psychophysics*, 16. p. 284.

Interpretation der Befunde:

- Die hohe Diskriminationsleistung im ultrakurzen Bereich (0,3 msec) weist darauf hin, dass das ikonische Gedächtnis auch komplexe Muster speichern kann. (Höhere Komplexität / Anzahl an Items, als im Sperling-Experiment verwendet wurde.)
- Bei Unterbrechungszeiten von etwa 9 sec. (und mehr) tritt keine weitere Verringerung der Unterscheidungsleistung auf. (Stabilität).
- Bei kurz präsentierten, benennbaren Reizen, etwa Buchstaben, tritt Stabilität schon nach ca. 2 sec. auf. (Versuchsmaterial: gleicher Buchstabe aber verschiedene Ausprägungen, etwa „gerade“ gegen „kursiv“, etc.). Diese spricht dafür, dass der nicht-ikonische Bereich des Kurzzeitgedächtnisses, der „bedeutungstragende“ Einheiten bearbeitet, nach ca. 2 sec. das ikonische Gedächtnis bzw. das visuelle Kurzzeitgedächtnis in seiner Wirkung überlagern kann.

Sensorische Speicher: Zusammenfassung

- Auditorischer Speicher
 - „echoic memory“ zeigt ähnliches Verhalten
 - Ist grundlegend für die Sprachwahrnehmung
- Fazit für die Mensch-Computer-Interaktion:
 - Kurzzeitige Reize werden nicht nur wahrgenommen, sondern spielen über die Wahrnehmungszeit hinaus eine Rolle in der kognitiven Verarbeitung.
 - ➔ Technische Randbedingungen bei der Konstruktion von Bildschirmen & Projektoren
 - ➔ Aufbau von Graphiken etc. auf dem Bildschirm insbesondere bei Nutzung der Internet

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 254
WS 2009/10

- Das sogenannte „echotische Gedächtnis“ des auditiven Kanals ist grundlegend für die Wahrnehmung gesprochener Sprache.
- Auch andere sensorische Kanäle, etwa der haptische verfügen ähnliche sensorische Speicher.
- Die „Bildfrequenz“ von Bildschirmen und Präsentationsprojektoren führt zu kurzzeitigen Veränderungen der präsentierten Vorlagen. (60 Hz \approx 16,6 msec)
Auch die Leistungsfähigkeit von Videokarten kann sich auf den Aufbau von Bildern auswirken. Dies ist beim Design und der Realisierung von Präsentation zu berücksichtigen.

Gedächtnis

- Sensorische Speicher / Sensorisches Ultrakurzzeitgedächtnis
 - Ikonisches Gedächtnis
- Kurzzeitgedächtnis – Arbeitsgedächtnis
 - Prozesse
 - Repräsentationsformate im Arbeitsgedächtnis
- Langzeitgedächtnis
 - Semantisches & episodisches Gedächtnis
 - Konzepte & Kategorien
 - Objektmodelle: Basis der Objekterkennung
 - Prototypen

Typen von Gedächtnisprozessen

- **Enkodierung** (encoding):
Enkodierungsprozesse bestimmen welche eingehende Information in welcher Art und Weise im Gedächtnis gespeichert wird. (Voraussetzung für die spätere Wiedererinnerung)
- **Speicherung** / Behalten (storing)
- **Zugriff** auf das Gedächtnis (retrieval)
 - **Recall**: Reproduktion von Gedächtnisinhalten
 - **Recognition**: Wiedererkennung von Bekanntem
- **Erinnern vs. Vergessen**

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 256
WS 2009/10

- Enkodierung: Eingehende Information muss in ein geeignetes *Format* gebracht werden, bevor es im Gedächtnis *gespeichert* wird. So wird etwa die Frage diskutiert werden, ob bzw. unter welchen Gegebenheiten Information in bildhafter Art und Weise gespeichert wird.
- Die Speicherung als solches betrifft Prozesse des *Ablegens* von Information in einer Weise, dass später wieder auf diese Information zugegriffen werden kann.
- Beim Zugriff auf das Gedächtnis werden in der Gedächtnispsychologie insbesondere zwei Modi des Zugriffs, bzw. zwei Modi unter denen Erinnerungsleistungen getestet werden, unterschieden: Recall und Recognition:
 - Recognition-Leistungen werden z.B. benötigt, wenn wir Personen wiedererkennen. (Hierbei ist es z.B. nur selten notwendig, diese Personen uns auch Vorstellen zu können.)
 - Recall-Leistungen werden z.B. gebraucht, wenn wir aktiv mit Gedächtnisinhalten umgehen wollen, z.B. wenn wir eine Telefonnummer erinnern, um ein Telefonat durchzuführen.
- Die Beziehung von und einige Unterschiede zwischen Recognition und Recall werden am Beispiel von Wortlisten-Experimenten im weiteren Verlauf dieser Vorlesung angesprochen. .

Gedächtnis Reproduktion – Wiedererkennung

- Im Alltag:
 - Telefonnummer erinnern vs. Gesicht wiedererkennen
 - Aktiver vs. Passiver Wortschatz in einer Fremdsprache
- Im Experiment: Präsentation von Stimuli („items“)
 - Recall-Experiment:
 - Welche, wieviele der präsentierten Entitäten werden unter welchen Bedingungen von der Testperson reproduziert?
 - Recognition-Experiment:
 - Welche, wieviele der präsentierten Entitäten werden unter welchen Bedingungen von der Testperson als vorher präsentierte Entitäten wiedererkannt.?

- Das schlichte Wiedererkennen von Telefonnummern wird nur in recht wenigen Problemstellungen relevant sein; wie müssen in der Lage sein, wichtige Telefonnummern aufgrund von bestimmten „Such- / Abspeicherungskriterien“ zu erinnern.
- Im Gegensatz hierzu werden wir sehr viel seltener vor der Aufgabe stehen, uns eine Person (genauer das Gesicht einer Person) vorzustellen, als diese Person – aufgrund ihres Gesichts – wiederzuerkennen, d.h. zu wissen, wer uns gegenüber steht.
- Die beiden unterschiedlichen Erinnerungsleistungen / Erinnerungsprozesse werden auch durch unterschiedliche Typen von Erinnerungsexperimenten getestet.

Wortlisten-Erinnerung

Wortlistenexperimente sind ein prototypischer Fall für Gedächtnisexperimente:

- Den Versuchspersonen (VPen) werden Sequenzen von Wörtern – etwa des Deutschen – präsentiert.
 - Akustische Präsentation vs. Visuelle Präsentation
- Typen von Aufgaben-Bedingungen
 - Free Recall / freies Reproduzieren von Items:
Aufschreiben – in beliebiger Reihenfolge!
 - Recognition/ Wiedererkennen
Bewertung der Testitems (aus einer 2. Liste) darauf, ob sie in der Liste der Lernitems (1. Liste) enthalten waren.

- Die Präsentation kann akustisch (gesprochene Sprache) oder visuell (in regelmässigen zeitlichen Abständen wird ein Wort in der Mitte eines Computerbildschirms präsentiert) erfolgen.

Wortlisten-Experiment (1)

Die Aufgabenstellung für die VersuchsteilnehmerInnen

- Nach diesen Erläuterungen wird Ihnen eine Liste von Wörtern auf der Projektionsfläche präsentiert.
- Der Beginn der Präsentation wird Ihnen durch einen Count-down angekündigt.
- Konzentrieren Sie sich bitte auf die Wörter, machen Sie keine Notizen.
- Nach der Präsentation werden Sie ein Signal erhalten. Anschliessend schreiben Sie bitte auf ein Blatt Papier alle Wörter der präsentierten Wortliste.
- Sie haben hierfür 30 Sekunden Zeit. Bitte beenden Sie das Aufschreiben nach dieser Zeit.

- In der Vorlesung folgt hier die Demonstration von vier Wortlistenexperimenten, bei denen den VorlesungsteilnehmerInnen jeweils 20 Lernitems präsentiert werden.
- Die Lernitems, mit denen in den folgenden Folienausdrucken Wortlistenexperimente erläutert illustriert werden, sind NICHT mit den Beispielen der Vorlesung IDENTISCH. (Anderenfalls würde das Durchführen einer derartigen Demonstration keinen Sinn machen.)
- Da die in der Vorlesung zur Demonstration verwendeten Folien im Skript fehlen, ergeben sich Lücken in der Paginierung (fehlende Folienzahlen).

„Gute vs. weniger gute Wortlisten“

- Auswahl der Wörter beeinflusst das Resultat des Experiments:
 - Versuchsmaterial sollte ausgewogen / homogen sein:
 - Sprachliche Eigenschaften, z.B. Silbigkeit (Anzahl der Silben), Vokal-Konsonant-Muster, Wortart (nur Wörter einer Wortklasse)
 - Bedeutungsähnlichkeiten / -unterschiede
 - Häufigkeit der Verwendung
 - Für die Erstellung geeigneter Sequenzen greifen PsychologInnen auf spezifische Datenbasen / Wortverzeichnisse zurück, in denen u.a. die Häufigkeiten und andere relevante Faktoren aufgeführt sind.

- Die Auswahl der Wörter in der Wortliste ist für das Resultat des Experiments sehr relevant. Das Versuchsmaterial muss im Hinblick auf zahlreiche Kriterien ausgewogen / homogen sein. Dies betrifft u.a.:
 - Die sprachlichen Eigenschaften, z.B. Silbigkeit (Anzahl der Silben), Vokal-Konsonant-Muster, Wortart (nur Wörter einer Wortklasse)
 - Häufigkeit der Verwendung
- Für die Erstellung geeigneter Sequenzen greifen PsychologInnen auf spezifische Datenbasen / Wortverzeichnisse zurück, in denen u.a. die Häufigkeiten und andere relevante Faktoren aufgeführt sind.
- Die in dieser Vorlesung als Beispiele verwendeten Wortlisten sind nicht auf der Basis derartiger Verzeichnisse erstellt worden.

Zur Demonstration von Wortlistenexperimenten in der Vorlesung

Alle in der Vorlesung vorgestellten Experimente erfolgen mit visueller Präsentation.

- Experiment Wortlisten-Erinnerung (1)
 - Es wird freies Reproduzieren getestet.
 - Anzahl der korrekt erinnerten Wörter \approx Mass für die Erinnerungsleistung
- Experiment Wortlisten-Erinnerung (2)
 - Recognition / Wiedererkennung von Lernitems in einer Liste von Testitems.
 - Die Liste der Testitems besteht zur Hälfte aus Elementen der Lernliste (korrekte Antwort: JA) und zur Hälfte aus neuen Items.

Wortlisten-Erinnerung (1) vs. Wortlisten-Erinnerung (2)

- Im Experiment Wortlisten-Erinnerung (1) wird freies Reproduzieren getestet. D.h. die VPen, d.h. die TeilnehmerInnen der Vorlesung haben die Aufgabe, Im Anschluss an das Vorlesen der Items, alle Wörter, die sie erinnern aufzuschreiben.
Die Anzahl der korrekt erinnerten Wörter kann dann als Mass für die Erinnerungsleistung gesehen werden.
- Im Experiment Wortlisten-Erinnerung (2) wird den Versuchspersonen im Anschluss an die Lernitems eine Liste von Testitems präsentiert (gleicher Präsentationsmodus). Die VPen entscheiden, welche der Testitems in der Liste der Lernitems enthalten waren.
 - Die Liste der Testitems besteht zur Hälfte aus Elementen der Lernliste (korrekte Antwort: JA) und zur Hälfte aus neuen Items (auf der Folie: blau, kursiv; korrekte Antwort: NEIN).
 - Bei den JA-Antworten ist es relevant (siehe Folien zum Recency & primacy effect am Ende dieser Vorlesung), an welcher Position in der Lernliste (früh vs. spät) ein Wort präsentiert wurde. (Die Position in der Lernliste ist als ihre Platzziffer – in Klammern – gekennzeichnet.
- Über den Unterschied Recall (Reproduzieren) vs. Recognition (Wiedererkennen) hinaus sind weitere Parameter / Variablen des Versuchs nicht einheitlich:
 - Geschwindigkeit: Liste 1 wurde schneller präsentiert als Liste 2
 - Art des Wortmaterials: Silbigkeit, Länge, Bedeutung
 Vergleiche zur Variation der Versuchsparameter Folie:3-281

Wortlisten-Erinnerung (1)

London	Burma	Volga	Japan	Sidney
Elbe	Sudan	Stockholm	Ganges	Boston
Donau	Schweden	Paris	Niger	Chile
Polen	Kongo	Tunis	Weser	Madrid

- Free Recall / freies Reproduzieren bei schnellem Lesen /

Dieses sind NICHT die Items, die in der Vorlesung präsentiert werden/wurden.

Wortlisten-Erinnerung (2)

Lernitems (in der Reihenfolge der Präsentation)

- | | | | | |
|-----------|--------|----------|---------|-------|
| ■ Strasse | Birne | Schlange | Geige | Hose |
| Katze | Gurke | Lampe | Nase | Zange |
| Palme | Pfanne | Puppe | Flasche | Taube |
| Treppe | Löwe | Tanne | Tulpe | Zunge |

- Recognition/ Wiedererkennen
Bewertung der Testitems (2. Liste) darauf, ob sie in der Liste der Lernitems (1. Liste) enthalten waren.

- | | | | | |
|-------------|------------|-----------|-------------|------------|
| ■ Testitems | | | | |
| Tanne (18) | Feile | Lampe (8) | Birne (2) | Jacke |
| Lippe | Taube (15) | Pflaume | Pfanne (12) | Pauke |
| Rose | Katze (6) | Geige (4) | Puppe (13) | Auge |
| Strasse (1) | Tasse | Rübe | Stufe | Tulpe (19) |

Dieses sind NICHT die Items, die in der Vorlesung präsentiert werden/wurden.

Diese Gegenüberstellung veranschaulicht das Prinzip des Rekognitionsexperiments. Die blau hervorgehobenen Items wurden präsentiert; die Zahl in Klammern gibt den Platz in der Präsentationsreihenfolge an.

Wortlisten-Erinnerung (3)

Sessel	Esel	Pfeffer	Trommel	Fenster
Apfel	Tiger	Weizen	Finger	Koffer
Teller	Adler	Hammer	Kaktus	Brunnen
Käfer	Messer	Teppich	Dackel	Mantel

- Störaufgabe (zwischen Lernen und Test):
Von 279 in 4-er Schritten Rückwärtszählen (bis 200 unterschritten ist)

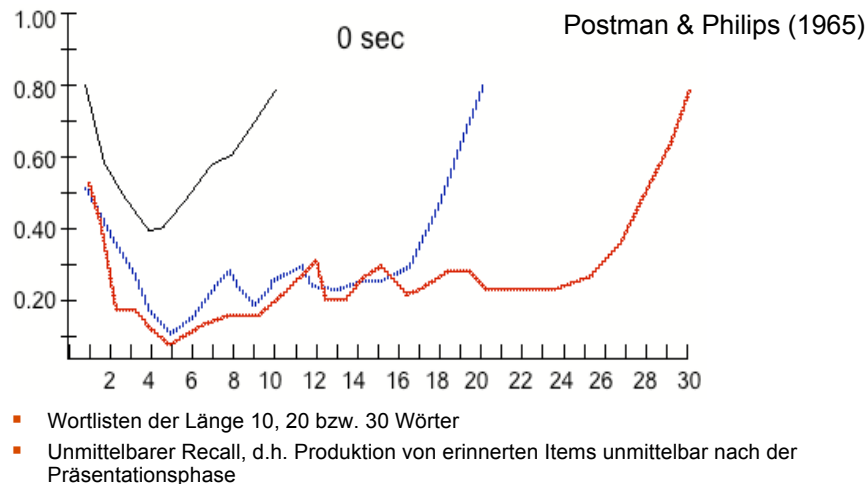
- Dieses sind NICHT die Items, die in der Vorlesung präsentiert werden/wurden.
- Wenn nach der Lernphase eine Störaufgabe durchgeführt wird, etwa die oben genannte, dass von 279 in 4-er Schritte rückwärts gezählt werden muss (stummes Zählen in der Gruppendemonstration der Experimentalidee), dann führt auch dies zu einer Verschlechterung der Erinnerungsleistung.
- Die Verwendung einer Störaufgabe kommen zwei störende Faktoren zusammen, zum einen eine Verzögerung zwischen Listen-Präsentation und Recognition- bzw. Recall-Aufgabe, zum anderen eine Belastung des Arbeitsgedächtnisses durch eine interferierende Aufgabe.

Parameter bei Wortlistenexperimenten

- Art der Items
 - Anzahl der Items
 - Art und Geschwindigkeit der Präsentation
 - Art des Tests / Typ des Retrievals
 - Typen von Störungen
- Unterschiede / Übereinstimmungen in den Gedächtnisleistungen können nur dann aussagekräftig sein, wenn die Veränderung der Variablen kontrolliert werden.

- Geschwindigkeit der Präsentation: Hier zeigt sich üblicherweise, dass die Versuchspersonen in beiden Modi (Recall – Recognition) eine geringere Gedächtnisleistung aufweisen.
- Typ des Retrievals: Recall vs. Recognition
- In den Experimenten der Vorlesung (Listenerinnerung 1 vs. Listenerinnerung 2) wurden gleichzeitig mehrere Variable verändert. Daher ist aus einer besseren oder schlechteren Erinnerungsleistung nicht erkennbar, welches der „Grund“ für die unterschiedliche Leistung ist.
Insbesondere kann es auch passieren, dass sich die Variablen in ihrer Wirkung „aufheben“, d.h., dass keine signifikanten Leistungsunterschiede erkennbar sind.

Argumente gegen ein einheitliches Gedächtnis: recency & primacy effect (1)



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

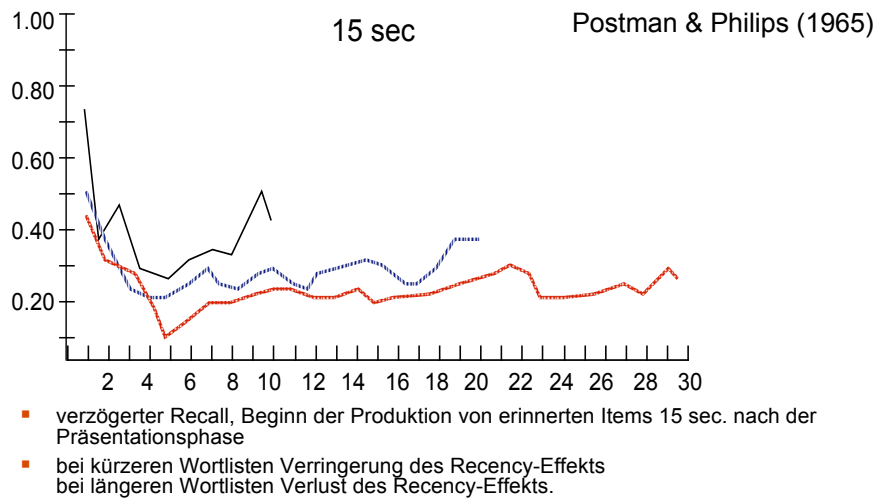
3 – 282
WS 2009/10

- Literatur:
Postman, L. & Phillips, L.W. (1965). Short-term temporal changes in free recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 132–138.
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Pp. 52–54.

Das Postman & Phillips - 1995 -Experiment:

- Getestet wurden Listen der Länge 10, 20, 30 mit unmittelbarem Recall (0 sec zeitlicher Abstand zwischen Präsentation der Lernitems und Beginn der Recalls).
 - Die „Erinnerungskurven“ weisen eine U-Form auf, mit maximalem Recall für die ersten und die letzten Items der Lernliste. (primacy effect – recency effect),
 - Dieser Versuch ist sehr gut repliziert, d.h. er ist häufig unter gleichen bzw. ähnlichen Versuchsbedingungen durchgeführt worden, wobei die Grundstruktur der Resultate bestätigt wurden.
- ➔ Interpretation der Befunde: Die letzten Items werden besonders gut erinnert, weil der „Eindruck noch frisch“ ist, die ersten werden besonders gut erinnert, weil zu Beginn der Lernphase die Aufmerksamkeit auf wenige Items konzentriert ist.

Argumente gegen ein einheitliches Gedächtnis: recency & primacy effect (2)



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 283
WS 2009/10

- In einem zweiten Durchgang haben Postman & Philips den Recall verzögert (um 15 sec.), d.h. nicht unmittelbar nach der Lernphase mit der Recallphase begonnen:
 - Der Recency-Effekt verschwindet bei längeren Listen vollkommen und verringert sich bei kurzen Listen erheblich.
- ➔ Interpretation der Befunde: Die Pause zwischen Lernphase und Recall lässt auch bei den späten Items eine Verschlechterung der Erinnerungsleistung eintreten. Die Ursachen für den Primacy-Effekt werden durch die Pause nicht beeinflusst.
- Die Befunde von Postman & Philips belegen u.a. auch, dass schon bei sehr kurzen Zeitspannen grosse Unterschiede in der Erinnerungsleistung auftreten können.
- Die Unterschiede in der Gedächtnisleistung, die durch Verzögerungen von wenigen Sekunden (hier 15 sec) entstehen können, sind z.B. in der Gestaltung von Schnittstellen zu berücksichtigen. (→ Verzögerung beim Aufbau von Bildschirmseiten können die Erinnerungsleistungen, die von den BenutzerInnen bei der Bearbeitung einer Aufgabe benötigt werden, erheblich beeinträchtigen.
- Die ersten und letzten Einträge in einer ausklappbaren Menüleiste/-spalte sind die am besten erinnerten.

Zwei-Komponenten Modelle des Gedächtnis

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ hohe Aktivation <ul style="list-style-type: none"> ■ gut-gelernte Entitäten, „an die wir gegenwärtig denken“ ■ Entitäten, die gerade enkodiert werden/wurden ■ Arbeitsgedächtnis (WM) ■ „Short-term memory“ ist ein dem „Arbeitsgedächtnis“ ähnliches Konzept. | <ul style="list-style-type: none"> ■ geringe Aktivation <ul style="list-style-type: none"> ■ gut-gelernte Erinnerungen, „an die wir gegenwärtig nicht denken“ ■ Entitäten, die (momentan) nicht erinnert werden ■ Long-term memory (LTM) ■ Inhalt des LTM kann (normalerweise) reaktiviert werden. |
|---|--|
- zusätzliche „sensorische Speicher“

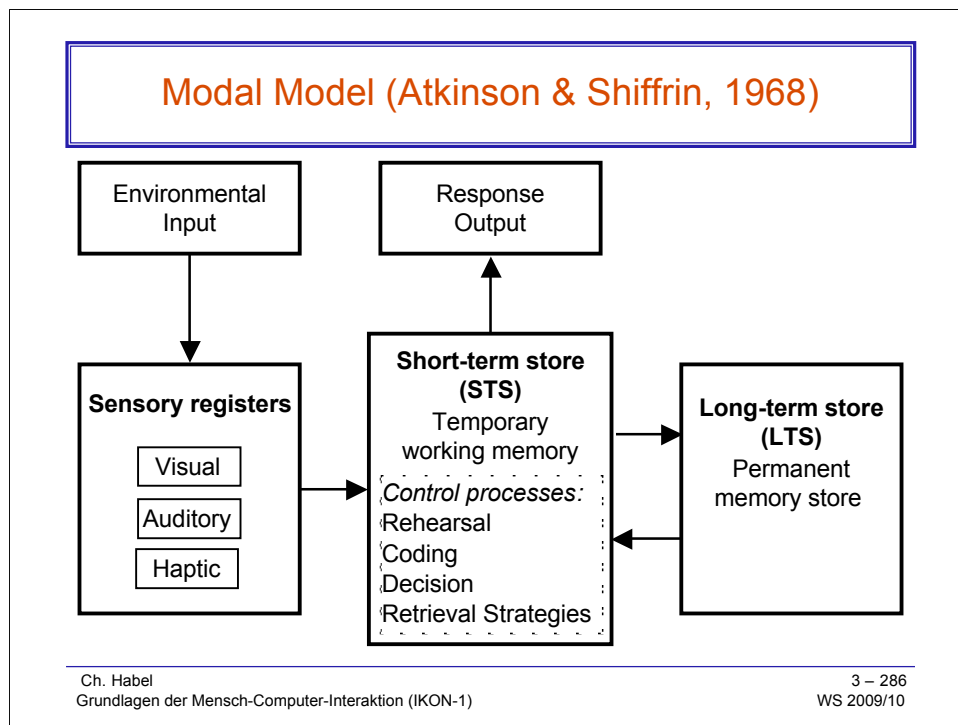
- Zahlreiche experimentelle Untersuchungen haben dazu geführt, dass seit den 50-er-/60-er-Jahren (des 20. Jahrhunderts) in der Gedächtnispsychologie davon ausgegangen wird, dass das Gedächtnis verschiedene Komponenten besitzt.
- Eine hierbei relevante Unterscheidung betrifft das Konzept der Aktivierung, welches zur Unterscheidung in Arbeitsgedächtnis und Langzeit-Gedächtnis korrespondiert.
- Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass es spezifische Speicher für die Sensorik gibt, das *sensorische Gedächtnis*, das zu Beginn dieses Abschnitts behandelt wurde.

Die hier skizzierten Annahmen und Fragestellungen werden im weiteren detailliert behandelt werden.

Gedächtnis und Kognitive Prozesse Übersicht

- sensorisches Gedächtnis
 - Zwischenspeicherung sensorischer Reize, insbesondere visuelle und auditive Eindrücke
 - Gedächtnisdauer: < 200 – 400 msec
- Kurzzeitgedächtnis / Arbeitsgedächtnis
 - Aktiv beteiligt an der Durchführung kognitiver Prozesse: Sprachverarbeitung, Denken, Problemlösen
 - Gedächtnisdauer: < 15 – 20 sec
 - Kapazität: „7 ± 2“
- Langzeitgedächtnis
 - Bereitstellung des Hintergrundwissens: semantisches, episodisches und autobiographisches Gedächtnis
 - Gedächtnisdauer: (nahezu) unbegrenzt
 - Kapazität: (nahezu) unbegrenzt

- Wir werden jetzt zu erst das Konzept des Arbeitsgedächtnisses behandeln.



- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. (pp. 89–195). New York: Academic Press.
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Pp. 59–64.
- Mit dem Mehr-Komponenten Modell von Atkinson & Shiffrin wird eine Gedächtnisarchitektur vorgeschlagen, die sich in ähnlicher Form in zahlreichen späteren Ansätzen wiederfindet, z.B. auch in der SOAR-Architektur, die innerhalb der Informatik sehr einflussreich ist (vgl. Folie 3-3).

Short term memory – Working memory

- Zentrale „Komponente“ des Gedächtnis
 - zwischen **sensorischen Speichern**
 - und **Langzeitgedächtnis**
- umfasst
 - Information aus den sensorischen Kanälen
 - Aktivierte Teile des permanenten Gedächtnisses (LTM)
- ➔ Grundlage für höhere kognitive Prozesse
- **Kurzzeitgedächtnis** vs. **Arbeitsgedächtnis**
 - Unterschiedliche Fokussierung:
Gedächtnisspanne vs. Funktion

Literatur zum Arbeitsgedächtnis:

- Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. (chap. 3 – 5)
- Baddeley, Alan (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press
- Jonides, John (1995). Working memory and thinking. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3*. (pp. 215–265). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- Nairne, James S. (1996). Short-term / Working memory. In Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.), *Memory. Handbook of perception and cognition*. (pp. 101–126). San Diego: Academic Press.
- Miyake, Akira & Shah, Priti (eds.) (1999). *Models of Working Memory*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Kurzzeitgedächtnis und Arbeitsgedächtnis betreffen im wesentlichen die gleiche „Komponente des Gedächtnisses“, fokussieren jedoch unterschiedliche Aspekte.

Aktivierung & Gedächtnis: Die Basiskonzepte

- STM / WM \approx aktivierter/aktiver Bereich des Gedächtnisses
 - aktiv / aktiviert vs. nicht-aktiviert / weniger aktiv
 - Kapazitätsbeschränkung des Arbeitsgedächtnisses
- Gedächtnisspuren (memory traces / activity traces)
 - Aktivitätsmuster zum / im Langzeitgedächtnis
 - Integration von zwei Sichtweisen:
 - Funktionale Sichtweise der kognitiven Psychologie
 - Prozessuale Sichtweise der Neurowissenschaft
 - Korrespondiert zu Bindungen zwischen Entitäten in Prozessen und Entitäten im „Datenbestand“

Literatur zu Aktivierung & Gedächtnis:

- Nairne, James S. (1996). Short-term / Working memory. In Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.), *Memory. Handbook of perception and cognition*. (pp. 101–126). San Diego: Academic Press.
- Der Unterschied zwischen Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis wird heute nicht mehr als ein Unterschied im Hinblick auf den *Ort* der Gedächtnisinhalte angesehen, sondern als einen Unterschied in der *Aktivierung*.
Die beschränkte Kapazität des Arbeitsgedächtnis ist unter dieser Perspektive als Beschränkung in der Fähigkeit, Aktivierungen durchzuführen bzw. aufrecht zu erhalten zu sehen.

Kapazität des Gedächtnisses und Vergessen

- Vergessen:
 - Kurzzeitgedächtnis ist nicht-permanent (transient)
 - Aktivierung der Gedächtnisentitäten kehrt zurück auf eine Ebene geringere Aktivität (*baseline*)
 - Grundannahme:
Zerfall (*decay*) der Aktivierung ist eine Funktion der Zeit.
 - Aber: es gibt auch weitere Einflüsse für eine Veränderung der Aktivierungsspuren.
- Behalten:
 - Das Arbeitsgedächtnis kann Behaltensspanne verlängern.
- Behalten & Vergessen ist aufgabenabhängig

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 289
WS 2009/10

- Aktivierungen bleiben nicht einfach bestehen; Aktivierungen müssen aufrecht erhalten werden.
Dieser Gesichtspunkt ist zentral für das Baddeleysche Modell des Arbeitsgedächtnis, das im nächsten Abschnitt dieses Kapitels vorgestellt wird. (→ *Phonologische Schleife, Spatial Visual Sketchpad*)

Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Chunking

- Chunking:
 - Bilden von bedeutungstragenden bzw. bekannten Mustern von Information
 - Aufbau von informationellen Komplexen
 - *chunk* \approx *Klumpen, Brocken,*

- Chunking Experimente von George Miller:
 - The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. (1956)
 - Wechsel von der behavioristischen zur kognitiven Psychologie
 - Untersuchungsgegenstand: „limits of immediate memory“

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 290
WS 2009/10

- Miller, George A. (1956). The Magical Number Seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63. 81–97.
Dieser Aufsatz ist eine der meist zitierten psychologischen Publikationen der letzten 50 Jahre; er ist wesentlich für die sogenannte „kognitive Wende“ in der Psychologie.
- Der Kern der *chunking*-Idee beruht auf der Erkenntnis, dass die Bündelung von Information zu grösseren Einheiten die Gedächtnisleistung erhöht, insbesondere wenn die dabei gebildeten Komplexe einen Inhalt (eine Bedeutung) besitzen.
So ist die Zahl 11092001 schwerer zu erinnern, als das Datum 11.09.2001. (Statt einer achtstelligen Ziffernfolge wird ein Komplex aus drei Einheiten behandelt. Zusätzlich kann bei der dritten Einheit sogar eine Verkürzung erreicht werden: 11.09.01. Darüber hinaus können besondere Daten, in diesem Fall durch die Bezeichnung *nine-eleven* bezeichnet werden.
- Der Untersuchungsgegenstand der Millerschen Experimente betraf die Frage, welchen derartige Komplexe auf die Erinnerungsleistung im unmittelbaren zeitlichen Kontext der Präsentation von Items haben.

Millers klassisches Chunking Experiment (2)

■ Items

- bedeutungslose Items vs. bedeutungstragende Items

Pseudowörter vs. Wörter

- Pseudowörter folgen den Prinzipien der Phonologie und Morphologie der entsprechenden Sprache, sind aber nicht Bestandteil des Lexikons (\approx mögliche Wörter)
- Silbenanzahl der Wörter bzw. Pseudowörter
- Listenlänge

Chunking Experiment: Beispiele für Itemlisten

- bedeutungslose vs. bedeutungstragende
 - DAK JIR GOP BIF
 - PID LUM FAM GUN WOT TEB
- bedeutungstragende Items
 - Haus Tor Weg Ball Baum Hut
 - Sprung Stock Zaun Lauf Preis Rad Loch
Reis See
 - Amerika Reisewetter Geologie
 - Demokratie optimistisch Bundestagswahl
gegensätzlich domestiziert Fussballtorwart

Millers chunking-Experimente

- Den Versuchspersonen werden Wortlisten präsentiert (sequentielle Darbietung). Die Aufgabe besteht darin, die Listen in umgekehrter Reihenfolge zu wiederholen.
(Vgl. hierzu auch die späteren Experimente von Postman & Phillips (1965); primacy – recency effect; Folien 3-282-283.)
- Variiert wurden u.a. die Länge der Wortlisten sowie die Länge und Art der einzelnen Wörter (Items).
Beispiele auf dieser und der folgenden Folie.
- Zu beachten ist, dass die korrekte Wiederholung der gesamten Wortliste (in umgekehrter Reihenfolge) erfordert, dass die VP am Ende der Wiederholung den Anfang der Präsentation erinnert.

Millers klassisches Chunking Experiment (3)

■ Resultate

unproblematisch	problematisch
4 x bedeutungslos	6 x bedeutungslos
6 x einsilbig	9 x einsilbig
4 x viersilbig	6 x viersilbig

■ Folgerungen:

- bedeutungstragende Einheiten (chunks) stellen die gedächtnisrelevanten Einheiten dar.
- Das STM ist begrenzt: "7±2"

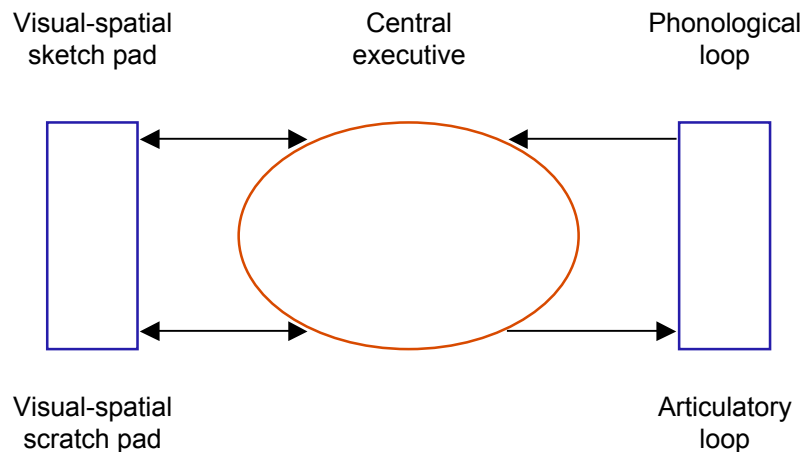
- Die Resultate zeigen, dass
 - Bedeutungshaftigkeit der Wörter eine wesentliche Verbesserung der Erinnerungsleistung erzielt.
 - die Silbenanzahl (und hiermit verbunden die Wortlänge), also ein phonologischer / morphologischer Aspekt, die Erinnerungsleistung beeinflusst.
 - Die Anzahl der Items, die unter entsprechenden Bedingungen erinnert werden können, liegt bei 7 ± 2 . Dieser Bereich ist weitgehend unabhängig von der Art der Items.
- ➔ Diese Befunden, die eigentlich der Intuition entsprechen sollten, werden häufig bei der Benennung von Adressen, Dateinamen etc. nicht berücksichtigt. Also: Auch die Vergabe von gut-erinnerbaren Namen ist ein Aspekt der Benutzerfreundlichkeit.

Millers klassisches Chunking Experiment (4)

- Probleme / Fragen:
 - Ebenen von chunks:
 - Buchstaben, Silben, Wörter,
 - Begriffe / Konzepte
 - Was macht Einheiten eingehender Information für das STM zu chunks?
 - Ein weiteres Beispiel:
Die Vorlesung „IKON-1: Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion“ findet donnerstags statt.
 - chunk-Haftigkeit wird insbesondere durch das LTM festgelegt.

- Das Kurzzeitgedächtnis (im Sinne von G. Miller) betrifft einen Zeitraum von – im Mittel – ca. 15 – 25 Sekunden. Nach dieser Zeitspanne ist eine Erinnerung an die Wortlisten (einschliesslich Reihenfolge) sehr fehlerhaft.
Im folgenden Abschnitt der Vorlesung wird im Zusammenhang der Konzeption der „phonologischen Schleife“ (innerhalb des Baddeleyschen Modells) näher auf Gedächtnisleistungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses eingegangen.

Working Memory / Arbeitsgedächtnis (Baddeley)



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 295
WS 2009/10

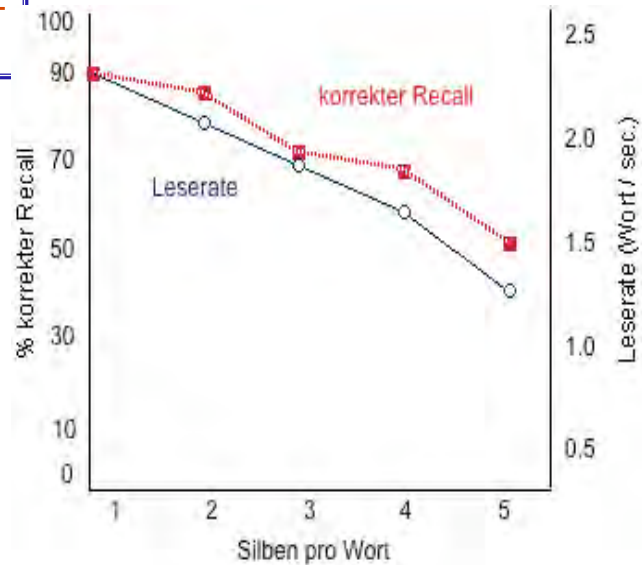
- Das gegenwärtig wohl einflussreichste funktionale Modell des Arbeitsgedächtnisses wurde von Alan Baddeley und MitarbeiterInnen entwickelt.
- Baddeley, Alan & Hitch, Graham (1974). Working memory. In G. Bower (ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation, vol. VIII.* (pp. 47–90). New York: Academic Press.
- Baddeley, Alan (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press
- Nairne, James S. (1996). Short-term / Working memory. In Bjork, Elizabeth Ligon & Bjork, Robert A. (eds.), *Memory. Handbook of perception and cognition.* (pp. 101–126). San Diego: Academic Press.
- In diesem Modell wird davon ausgegangen, dass durch eine zentrale Kontrolleinheit Gedächtnisprozesse zusammengeführt werden und insbesondere auch die Aufmerksamkeit gesteuert wird. Hier wird Information aus dem Langzeitgedächtnis und den sensorischen Bereichen integriert.
- Ausserdem gibt es Subsysteme, die darauf spezialisiert sind, spezifische – insbesondere modalitätsspezifische – Aufgaben zu bearbeiten, und die Ergebnisse an die zentrale Exekutive zurückzugeben. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen zwei Subsysteme, die phonologische Schleife und das „Visuo-spatial sketch-pad“, die im weiteren erläutert werden.

Phonologische Schleife: Der Wortlängeneffekt (1)

- Einfluss von Silbigkeit & Wortlänge
[Baddeley, Thomson & Buchanan 1975]
- Tests mit Wortlisten unterschiedlicher Silbigkeit, z.B.
 - Chad Burma Greece Cuba Malta
 - Czechoslovakia Somaliland Nicaragua Afghanistan Yugoslavia
- korrekter Recall (im Mittel) von
 - 4.17 Items aus Liste 1
 - 2.80 Items aus Liste 2

- Baddeley, A.D.; Thomson, N. & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14. 575–589.
- Die von Baddeley, Thomson & Buchanan durchgeführte Untersuchung bestätigt die Befunde früherer Experimente, insbesondere auch der von G. Miller.
Die Zielsetzung dieser Untersuchung ist, die Gründe bzw. die innere Systematik der Einflussgrößen Silbigkeit und Wortlänge zu erkennen.
- Zum Wortlängeneffekt:
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. (pp. 74 ff.)

Wortlängen- effekt (2)

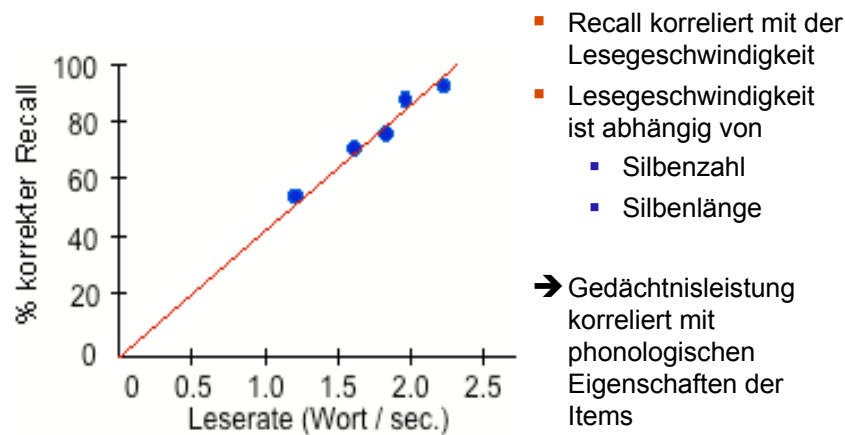


Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 297
WS 2009/10

- Abbildung nach
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*.
(p. 75)
- Die Abbildung zeigt eine hohe Korrelation zwischen der
Gedächtnisleistung (korrekter recall) und der Leserate. Diese
Korrelation ist in der Abbildung auf der nächsten Folie dargestellt.

Wortlängeneffekt (3)



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 298
WS 2009/10

- Abbildung nach
Baddeley, Alan (1990). *Human Memory: Theory and Practice*.
(p. 75)
- Die Lesegeschwindigkeit ist sowohl von der Anzahl der Silben als auch der Länge (sowie Komplexität) der Silben abhängig. Somit kann eine Beziehung zwischen Gedächtnisleistung und phonologischen Eigenschaften der Items angenommen werden.

digit span Messung der Leistung des Kurzzeitgedächtnisses

- *digit span*
 - Anzahl der Ziffern, die in einer Ziffernfolge präsentiert, im STM behalten werden.
 - wird als Mass für das individuelle Kurzzeitgedächtnis verwendet. [z.B. beim Wechsler Intelligence Scale]
- Sprachabhängigkeit des digit span (Ellis & Hennelly, 1980)
 - geringerer *digit span* bei walisisch sprechenden Kindern (im Gegensatz zu englisch sprechenden)
 - walisische Ziffern haben – im Mittel – gleiche Silbigkeit wie englische Ziffern,
 - aber: im Schnitt längere Vokale und somit längere Leserate
 - Vergleichsgruppe: bilinguale Kinder (walisisch – englisch)
 - sprachabhängiger digit span
 - gleicher digit span bei Bereinigung der unterschiedlichen Vokallängen

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 299
WS 2009/10

Die Untersuchung

Ellis, N.C. & Hennelly, R.A. (1980). A bilingual word-length effect: implications for intelligence testing and the relative ease of mental calculation in Welsh and English. *British Journal of Psychology*, 71. 43–52.

zeigt praktische Konsequenzen der Baddeleyschen Konzeption auf.

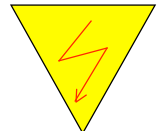
- Bei Untersuchungen zur Gedächtnisleistung walisisch sprechender Schulkinder zeigte sich – im Vergleich zu englisch sprechenden Schulkindern – eine geringere Leistung im Bereich des Kurzzeitgedächtnisses. (Testverfahren: Messung des digit span).
- Ellis & Hennelly untersuchten daher die phonologischen Eigenschaften der Ziffer-Bezeichner (Zahlwörter) im Englischen und Walisischen. Obwohl im Mittel gleiche Silbigkeit vorliegt, hat die längere Vokallänge im Walisischen zur Folge, dass hier ein verlängerte Leserate auftritt.
- Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Vokallängen ergeben sich entsprechende Gedächtnisleistungen bei den Kindern aus beiden Gruppen.
- ➔ Derartige sprachspezifische „Gedächtnisvorteile“ machen sich u.a. auch beim Kopfrechnen bemerkbar.
Zum Kopfrechnen: vgl. die Folie „Problemlösen – Mentale Arithmetik“ am Ende des Abschnitts „Gedächtnis & Problemlösen“.
- Zur Kognition der Arithmetik:
Dehaene, Stanislas (1997). *The number sense – How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
Butterworth, Brian (1999). *The mathematical brain*. London: Macmillan.

Artikulatorische Schleife – Phonologische Schleife

Zwei Komponenten:

- Phonologischer Speicher ≈ „inneres Ohr“
 - Ohne weitere Aktivität zerfällt Information in 1 – 2 Sekunden
 - Artikulatorische Kontrolle ≈ „innere Stimme“
 - Auffrischung der Aktivierung durch subvokale Artikulation und „rehearsal“.
-
- Artikulatorische Unterdrückung:
 - Störung von Gedächtnisleistungen durch vokale oder subvokale Artikulation
 - Störung durch verbale Distraktoren

- Innerhalb der hier diskutierten Subkomponente des Arbeitsgedächtnisses, kommen zwei Aspekte zum Tragen:
 - zum einen die Speicherung von Information auf der Basis ihrer phonologischen Repräsentation → „inneres Ohr“
 - zum anderen die Notwendigkeit die Aktivierung aufrecht zu erhalten, durch eine „innere Artikulation“ / „innere Stimme“.
(vgl. Folie „Aktivierung & Gedächtnis“ in dieser Vorlesung).
- Vorsicht: Die Bezeichnungen „inneres Ohr“ und „innere Stimme“ sind als Metaphern zu verstehen.
- Entsprechend zu den beiden Sichtweisen werden daher die beiden Bezeichnungen *Artikulatorische Schleife* – *Phonologische Schleife* nebeneinander verwendet. „Schleife“ deswegen, weil durch die innere Artikulation der Gedächtnisinhalt aufrecht erhalten wird, um dann im nächsten „Durchgang“ wieder vor dem Verfall geschützt werden zu können. Hierdurch, d.h. durch innere Artikulation, kann die Gedächtnisspanne, d.h. die Zeitspanne des sich Erinnernkönnens, bewusst verlängert werden (z.B. Merken einer Telefonnummer: vom Notizbuch zum Wählen.)
- Die Wirkungsweise dieser Komponente kann insbesondere durch verbale Distraktoren (konkurrierende Aufgaben sprachlicher Art) untersucht werden. Müssen VPen etwa zwischen Präsentation und Recall einen Text vorlesen, sinkt die Gedächtnisleistung im Bereich sprachlichen Materials dramatisch.



Funktion der phonologischen Schleife

- Sprachverarbeitung
 - Sprachverstehen
 - Lesen
 - Erwerb des internen Lexikons
- Denken & Problemlösen
 - Rechnen
 - Schlussfolgern
- Konsequenzen für die Mensch-Maschine-Interaktion
 - Wichtige Benennungen sollten bedeutungstragend und phonologisch einfach sein.
 - Artikulatorische / phonologische Störungen vermeiden!

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 301
WS 2009/10

- Die Phonologische Sprache ist sowohl bei der Sprachverarbeitung als auch beim Denken und Problemlösen wirksam.
- Die Interaktion von verbalen Aufgaben mit gewissen Gedächtnisleistungen sollte im Bereich von Mensch-Computer-Interaktion, d.h. bei der Gestaltung multimedialer / multimodaler Systeme, sorgfältig berücksichtigt werden.
So ist auditiver Input nur dann hilfreich, wenn nicht gleichzeitig die die phonologische Schleife in andere Prozesse involviert ist.

Visuelles Gedächtnis: Brooks-Experiment (1)

- Buchstaben ansehen, und dann aus dem Gedächtnis die folgende Aufgabe durchführen:
- Beginnend mit der linken unteren Ecke im Uhrzeigersinn vorgehen.
- Klassifikation der Ecken:
 - JA, wenn es eine oberste oder unterste Ecke ist,
 - NEIN, wenn es eine andere (mittlere) Ecke ist.
- Jede Ecke nur einmal!



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 302
WS 2009/10

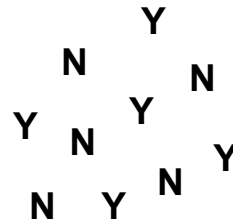
- Jonides, John (1995). Working memory and thinking. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3.* (pp. 215–265). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.) pp. 242 ff.
- Brooks, L. R. (1968). Spatial and verbal components of the act of recall. *Canadian Journal of Psychology*, 22, 349–368.

Zum Experiment:

- Die Abbildung zeigt einen Buchstaben (beispielhaft Z).
- Versuchspersonen sollen die Eckenbeschreibung aus dem Gedächtnis durchführen.
- Die Zeichenkette zeigt, wie die korrekte Antwort-Folge ist.

Visuelles Gedächtnis: Brooks-Experiment (3)

- Zwei Antwortmodi:
 - **Verbale Antwort**,
d.h. Sprechen
(ähnlich zur Vorlesung)
 - **Non-verbale Antwort**,
zeigen auf Buchstaben
- Schnellere und bessere Antworten bei verbaler Antwort.



- Der Versuch wurde mit zwei verschiedenen Modi der Antwortgenerierung durchgeführt, verbal und non-verbal (zeigen auf einen Buchstaben innerhalb eines Musters von Buchstaben; Abb. rechts).
 - Die verbalen Antworten waren schneller und weniger fehlerhaft.

Visuelles Gedächtnis: Brooks-Experiment (4)

Zum Vergleich: Verbale Aufgabe

- Die gleichen Antwortmodi
- Klassifiziere die Worte eines (erinnerten) Satzes im Hinblick auf Nomen vs. Nicht-Nomen.

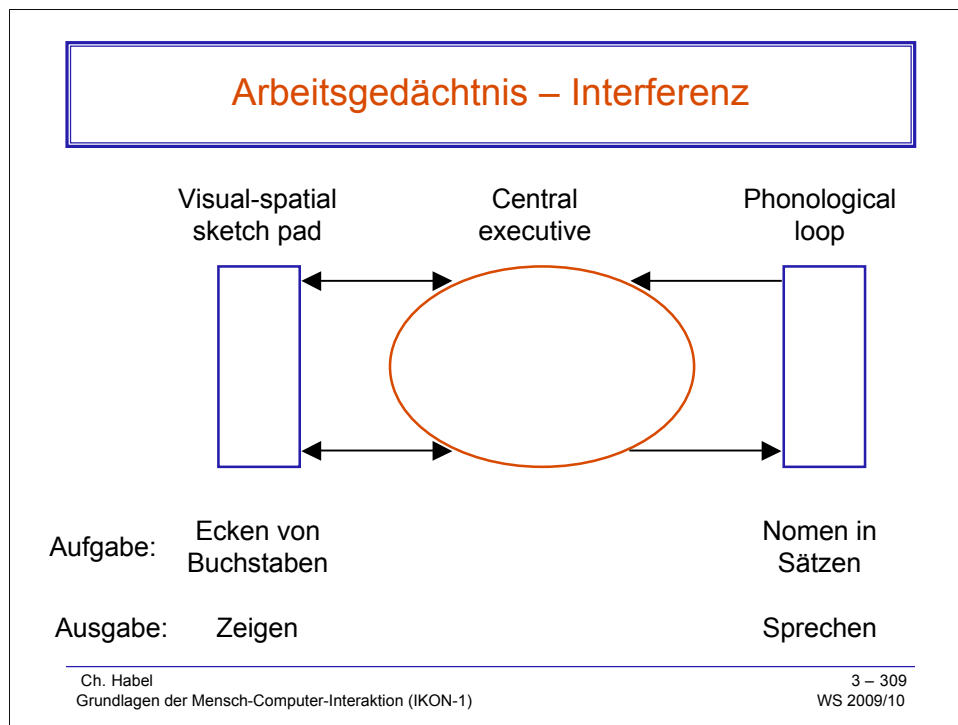
A bird in the hand is not in the bush.
 N J N N J N N N N J

- Schnellere und bessere Antworten bei non-verbaler Antwort
- ➔ **Interferenz** zwischen **Gedächtnis – Problemlösung – Ausgabe** innerhalb einer Modalität.
- ➔ Performanzgewinn bei Separierung der Modalitäten!

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 308
WS 2009/10

- Im Vergleich zur ersten Aufgabe wurde eine verbale Aufgabe durchgeführt (s.o.), in der im Gedächtnis die Wörter eines Satzes im Hinblick auf Ihre Wortarten, genauer auf die Zugehörigkeit zur Klasse der Nomen, klassifiziert werden mussten.
 Beispiel: A bird in the hand is not in the bush.
 Antwort: N Y N N Y N N N N Y
 - Hier sind die non-verbalen Antworten schneller und weniger fehlerhaft.
- Interpretation der Befunde: Es findet eine Interferenz zwischen den beiden Aufgabentypen *Problemlösung* im Arbeitsgedächtnis und *Präsentation* der Antwort statt. Die Gedächtnisleistung ist im Fall der Buchstabenaufgabe visuell, im Fall der Wortartenklassifikation verbal. Die Antwortmodalitäten enthalten im non-verbalen Fall ebenfalls einen visuellen Anteil.
 Sind beide Aufgaben vom gleichen Typ, so findet eine Beeinträchtigung der Leistung statt.
- ➔ Derartige Beeinträchtigungen sollten bei der Gestaltung von Schnittstellen vermieden werden.



Zum Baddeleyschen Modell:

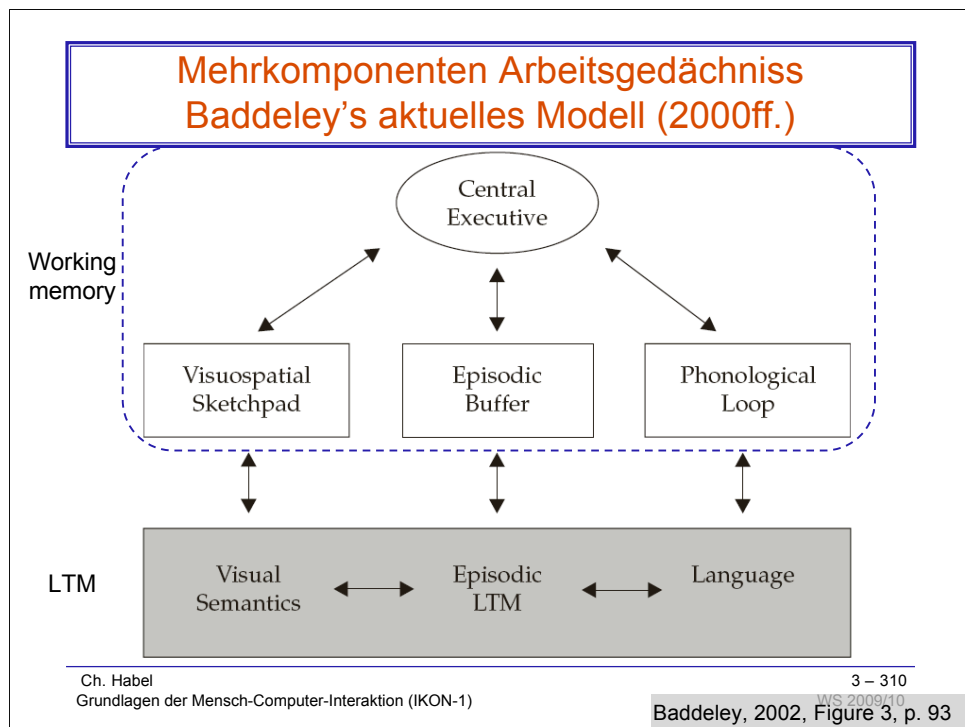
Baddeley, Alan & Hitch, Graham (1974). Working memory. In G. Bower (ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation*, vol. VIII. (pp. 47–90). New York: Academic Press.

Baddeley, Alan (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

Jonides, John (1995). Working memory and thinking. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science*, Vol. 3. (pp. 215–265). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.) pp. 242 ff.

Bei der Lösung einer Brooks-Aufgabe muss die *Zentrale Exekutive* die beiden Aufgaben der Problemlösung bzw. Ausgabe den Subsystemen zur Verarbeitung “übergeben”.

Sind beide Aufgabe von gleicher Art, d.h. betreffen sie die gleiche Modalität, können Interferenzen eintreten. Andererseits, wenn die Aufgaben verschiedene Modalitäten betreffen, können verschiedene Komponenten – getrennt voneinander – Aufgaben bearbeiten.



- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4. 417-423.
- Baddeley A. D. (2002) Is working memory still working? *European Psychologist*, 7. 85-97.
[Reprinted from *American Psychologist*; 56 (11): 851-64.]

Konzepte: Einleitung

- Begriffe / Konzepte:
Organisation des menschlichen Wissens
- Warum benötigen wir Begriffe?
 - Unsere tägliche Umwelt besteht aus Einzeldingen und Einzelereignissen.
Jeder Eindruck / jede Wahrnehmung aber auch jede „kommunizierte Nachricht“ (Sprache) ist NEU.
 - Das Begriffssystem / Konzeptsystem stellt den Rahmen dar, mit dem neue Eindrücke und Erfahrungen (Erinnerungen) in Beziehung gesetzt werden können.
- Basis für Wahrnehmung, Sprache, Denken, Handeln (Problemlösen)
- Forschung zum Semantischen Gedächtnis betrifft die Strukturen und Inhalte menschlicher Konzeptsysteme

- Smith, E. & Medin, D. (1981). *Categories and Concepts*. Cambridge, MA: Harvard UP.
- Smith, Edward E. (1995). *Concepts and categorization*. In Edward E. Smith & Daniel N. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3*. (pp. 3–33). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- Hoffmann, Joachim (1986). *Die Welt der Begriffe*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Konzepte: Einleitung (2)

- Konzepte
- interindividuell durchaus unterschiedlich, weisen jedoch – im Kern – ein hohes Mass an Ähnlichkeit auf
- sind in ihrer Verwendung vom Kontext abhängig

13

- Hoffmann, Joachim (1986). Die Welt der Begriffe. Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Konzepte und Kategorien

- **Kategorie**
Klasse von Objekten, von denen wir annehmen, dass sie – in einem systematischen Sinne – „zusammengehören“.
- **Konzept (Begriff):**
Kognitive Entität, die unser Wissen über Kategorien und Mitglieder von Kategorien darstellen.
- **Zentrale Fragestellungen der Wissensverarbeitung**
 - Wie ist das konzeptuelle Wissen organisiert? [Welche Beziehungen zwischen Konzepten existieren?]
 - Welches sind die Basisbausteine für die Darstellung konzeptuellen Wissens? [Was ist ein Konzept?]
 - Wie kann konzeptuelles Wissen beschrieben werden?
 - Wie wird konzeptuelles Wissen verarbeitet?

Langzeitgedächtnis: Konzepte

- Tulvings Unterscheidung der Gedächnistypen:
 - **semantisches Gedächtnis**: „dekontextualisiertes Gedächtnis“, die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Konzepten
 - **episodisches Gedächtnis**: Erinnerung an Episoden, Ereignisse, Situationen
→ Instanzen (von Konzepten) in Kontexten
- Assoziationen:
 - Zwischen Begriffen / Wörtern können Beziehungen (Assoziationen) bestehen, die in Verarbeitungsunterschieden erkennbar sind.
 - Konzeptuelles Lexikon → semantisches Gedächtnis
 - Verstehen von Texten / Perzepten → Integration von Information im WM basierend auf semantischem und episodischem Gedächtnis

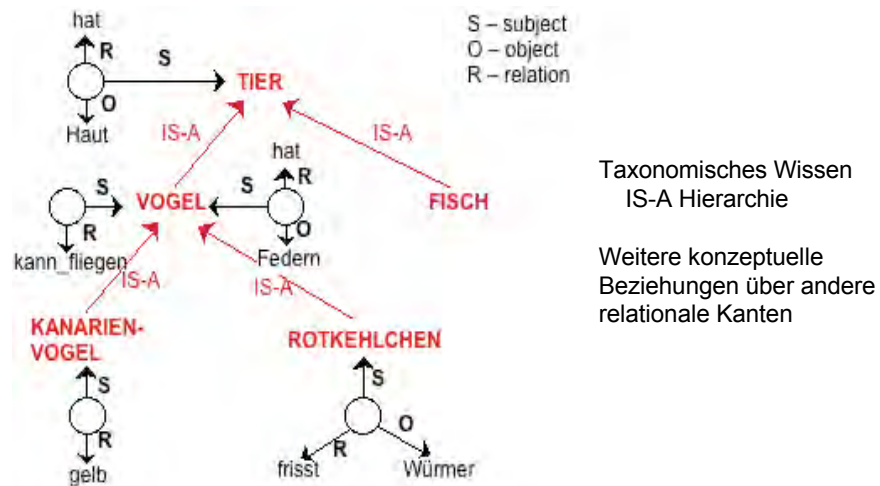
- Tulving, E. (1972). Episodic and Semantic Memory. In E. Tulving & W. Donaldson (eds.), Organization of Memory. (pp. 382-404). Academic Press, NY.
- Tulving, E. (1983). Elements of Episodic Memory. Clarendon Press: Oxford.

Repräsentation konzeptuellen Wissens

- Beschreibungsansätze für die Darstellung von Wissen:
 - propositionale Repräsentationen
 - Operator-Operand-Struktur [orientiert an Prädikatenlogik]
 - unterschiedlichen Typen von Konzepten entsprechen unterschiedliche Typen von Operatoren bzw. Operanden
 - Netz-artige Strukturen (insbesondere hierarchische Strukturen)
 - semantische Netze
 - propositional network

- Beide hier angesprochenen Beschreibungsansätze sind grundlegende in der Informatik. Sie werden (in informatischer Perspektive) u.a. in folgenden Veranstaltungen der B.Sc. Curriculums auftreten:
 - SE-1 & SE-2: objektorientierte Programmierung
 - SE-3: logische und funktionale Programmierung
 - FGI-1: die formalen Grundlagen: Prädikatenlogik
 - Grundlagen von Datenbanken: Relationale Datenbanken
 - Grundlagen der Wissensverarbeitung

Semantisches Netz – (Collins & Quillian, 1969)



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

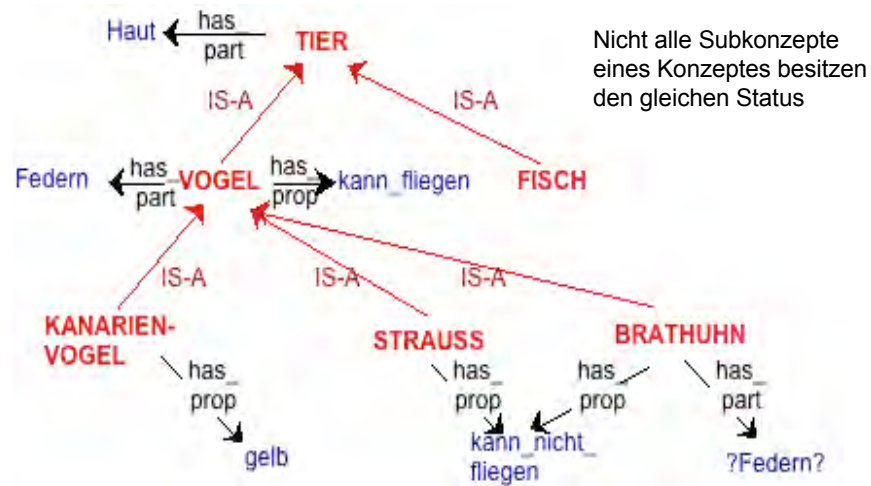
3 – 316
WS 2009/10

- Quillian, M. (1968). Semantic Memory. In M. Minsky (ed.), Semantic Information Processing. (pp. 227-270). Cambridge, MA: MIT-Press.
- Collins, A. & Quillian, M. (1969). Retrieval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8. 240-247.
- Collins, A. & Loftus, E. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. Psychological Review, 82. 407-28.

Reaktionszeit-Experimente von Collins & Quillian

- Verifikation von Sätzen der folgenden Art:
 - Rotkehlchen fressen Würmer. 1310 msec
 - Rotkehlchen haben Federn. 1380 msec
 - Rotkehlchen haben Haut. 1470 msec
 - z.B. gegen
 - Äpfel haben Federn
- ➔ Verifikationszeiten korrespondieren zu Pfadlängen im Semantischen Netz

Vererbung von Eigenschaften



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 318
WS 2009/10

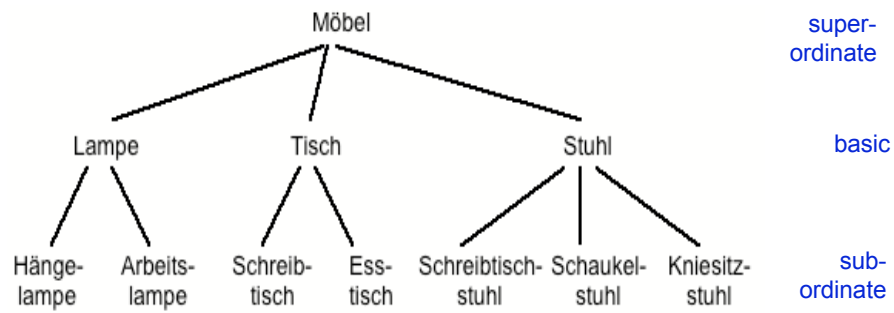
- Vererbung ist ein zentrales Konzept in der Wissensverarbeitung und in der objekt-orientierten Programmierung
- Die Collins-Quillian Konzeption ist in die Entwicklung von **Smalltalk**, einen der beiden ersten Ansätze der objektorientierten Programmierung eingegangen.
[Der zweite Entwicklungsstrang zur Objektorientierten Programmierung beginnt mit **Simula**]

Prototypen-Theorie(n)

- Ausgangspunkt: Arbeiten von Eleanor Rosch ab 1972.
 - vermutlich der in der Informatik einflussreichste (aber auch am häufigsten missverstandene) Ansatz der kognitiven Psychologie
- die intuitive Basis:
 - nicht alle Vertreter einer Kategorie sind "gleich gute" Vertreter der Kategorie,
 - es gibt keinen Satz von notwendigen und hinreichenden Bedingungen, um die Mitglieder einer Kategorie zu kennzeichnen,
 - ➔ Familienähnlichkeit, Fuzzyness
 - eine (Sub-)Kategorie kann Mitglied mehrerer Kategorien sein, bzw. die Kategorienzugehörigkeit kontextuell bedingt verändern.

- Mervis, Carolyn B. & Rosch, Eleanor (1981). Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology*, 32. 89–115.
 - Rosch, E. (1973). On the internal structure of perceptual and semantic categories. In T. E. Moore (ed.), *Cognitive development and the acquisition of language*. (pp. 111-144). New York: Academic Press.
 - Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104. 192–233.
 - Rosch, E. (1977). Human categorization. In N. Warren (ed.), *Advances in cross-cultural psychology. Vol. 1*. (pp. 1–49). New York: Academic Press.
 - Rosch, Eleanor; Mervis, Carolyn, B.; Gray, Wayne; Johnson, David; & Boyes-Braem, Penny (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8. 382–439.
- Prototyping (in der Systementwicklung) hat nichts mit der hier vorgestellten Prototypenkonzeption zu tun!

Beispiel: Möbel-Hierarchie



Ebenen in der Protoypen-Hierarchie

- **superordinate level** / Oberbegriffe:
 - häufig keine Gestaltähnlichkeiten
- **basic level** / Primärbegriffe:
 - grosse Anzahl gemeinsamer Attribute und Funktionen
 - ähnliche Gestalt / ähnliches Aussehen
- **subordinate level** / Unterbegriffe:
 - häufig spezielle Attribute und Funktionen
- Die Beziehung „_ist_mitglied_der_kategorie_“ variiert im Hinblick auf Typikalität, dies betrifft die folgenden Aspekte:
 - typisch – untypisch
 - häufig – selten
 - wichtig – unwichtig

- Vgl. die Biederman-Konzeption der Objekterkennung, die im Abschnitt *Wahrnehmung* (Folien 3-147ff) erläutert wurde: Geon-basierte *Objektmodelle* sind dem Langzeit-Gedächtnis zuzuordnen. Sie sind insbesondere an basic level Konzepte und subordinate level Konzepte angebunden.
- Die Verwendung von Piktogrammen / Bildern als Hinweis auf Kategorien funktioniert nur dann, wenn es sich um Kategorien der „geeigneten Ebene“ handelt.

Kategorien & Prototypikalität: empirische Befunde

I. Bewertung von Kategorienzugehörigkeit:

- (meist Rating auf einer Skala von 0 – n)
- z.B. bei Rosch: 1 ≈ hohe Zugehörigkeit 6 ≈ niedrige Zugehörigkeit

▪ Stuhl	1.04	▪ Bücherschrank	2.15
▪ Sofa	1.04	▪ hifi	4.25
▪ Couch	1.10	▪ Spiegel	4.39
▪ Tisch	1.10	▪ Papierkorb	5.34
▪ Schaukelstuhl	1.37	▪ Ofen	5.40
▪ Nachttisch	1.83	▪ Bild	5.75

Objekterkennung: Category based processing

- Objekterkennung basiert auf Wissen
 - über **Objektteile**
 - und deren räumliche Anordnung zueinander
 - über **typische Ansichten**
 - gespeichert im Langzeitgedächtnis
 - **Objektmodelle**
- ➔ Verschiedene Ansätze fokussieren auf verschiedene Typen von Wissen, das bei der Objekterkennung verwendet wird:
 - Recognition by components (Biederman)
 - Viewpoint specific recognition

- Zur Erinnerung: dies betrifft die Interaktion Kognition / Langzeitgedächtnis und Wahrnehmung!
Diese Folie 3- 145 leitete den letzten Block des Abschnittes *Wahrnehmung* ein.

Konzeptuelles Wissen & Prototypikalität: Einsatzfelder in der Informatik

- Organisation von Wissensbeständen
 - Wissensbasierte Systeme: Maschinelles Schliessen, Maschinelles Lernen, Sprachverarbeitung, Bildverarbeitung
 - Wissensmanagement, Information Retrieval
 - ‚Conceptual Modelling‘ im Systementwurf
- Schnittstellengestaltung
 - Navigation im WWW / in Hyperdokumenten

Hierarchische Struktur von Konzeptsystemen

- Taxonomien (*IS_A* Hierarchien)
 - z.B.: Konzept-Hierarchien (E. Rosch: Prototypikalität)
- Partonomien (*part_of* Hierarchien)
 - z.B.: Objektmodelle für die visuelle Wahrnehmung (D. Marr, I. Biederman)
- Innerhalb des Wissensverarbeitung:
 - Entwicklung spezifischer Repräsentationsformate und Verarbeitungsverfahren für Taxonomien und Partonomien
 - basierend auf Prädikatenlogik (→ Korrektheit, Vollständigkeit)
 - günstigere Eigenschaften im Hinblick auf Effizienz und Berechenbarkeit

- Taxonomien und Partonomien spielen in der menschlichen Informationsverarbeitung eine herausragende Rolle. Insbesondere: Ihre Verarbeitung ist beim Menschen hocheffizient realisiert.
- Dementsprechend ist es auch ein Ziel der Informatik, für diese Hierarchie-Typen besonders leistungsfähige Repräsentationen und Verarbeitungsverfahren zu entwickeln.
Diese Themen werden ausführlich im Wahlpflichtmodul *Grundlagen der Wissensverarbeitung* und im Masterstudium (Vertiefung Wissensverarbeitung) behandelt.

Situationskonzepte: *script*-Theorie

scripts

- Repräsentieren den "normalen Ablauf der Ereignisse"
- sind Wissensstrukturen / Gedächtnisstrukturen, die für
 - das **Verstehen von Situationen** (Ereignissen, Handeln)
 - das **Planen und Ausführen von Handlungen** eingesetzt werden.
- sind Bestandteile hierarchischer Wissensstrukturen
- Konzeption von Schank & Abelson (1977)

- Schank, R. & Abelson, R. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Der Begriff „script“ wurde von Schank gewählt, da durch diese Repräsentationen der Ablauf eines Geschehens, ähnlich wie in einem „Drehbuch“ dargestellt sind: einerseits hinreichend bestimmt, andererseits haben die Protagonisten / SchauspielerInnen einen gewissen Spielraum in der Durchführung.

Skript *Geld vom Geldautomat holen*

Name: Geldautomatabhebung Szene 1: Vorbereitungen

Inventar: Geldautomat,
EC-Karte (oder ähnliches) Szene 2: Abhebung

Rollen: Kunde (K)

Szene 3: Das Nachspiel

Voraussetzungen:
Kunde kennt PIN, Kontostand
ist ausreichend

Ergebnis:
Kunde hat (mehr) Bargeld

Skript Geld vom Geldautomat holen (2)

Szene 1

- *Subszene 1.a → Script *Tür mit Codekarte öffnen*
- * K stellt fest, dass die Eingangstür verschlossen ist.
 - K verwendet seine Geldkarte, um die Tür zu öffnen.

- *Subszene 1.b → Script *in Schlange anstehen*
- K stellt sich an das Ende der Schlange.
 - K rückt – mit der Schlange – vor.

- K stellt sich vor den Geldautomat.

Szene 3

- K entfernt sich vom Geldautomat

Szene 2

- K schiebt die Karte ein.
- K wählt die Option Bargeldabhebung.
- K gibt die Geheimzahl ein & drückt Taste *Bestätigung*.
- K wählt Betrag & drückt Taste *Bestätigung*.
- Die Karte wird zurückgegeben & K nimmt die Karte an sich.
- Das Geld wird ausgezahlt und K nimmt das Geld an sich.

- „*“ steht für *optionale Handlung*, *Szene* bzw. *Subszene*, dh. solche Teile eines Skripts, die nicht in allen durch das Skript spezifizierten Handlungsabläufen auftreten bzw. auftreten müssen.
- Subszenen sind insbesondere durch Verbindungen zu anderen Skripts gegeben.
- Dix et al. (p. 30) weisen darauf hin, dass in frühen Versionen von Geldautomaten, in denen die Kartenrückgabe nach der Geldausgabe erfolgte, (zu) häufig die Karte nicht entnommen wurde. Aus der Perspektive der Skript-Theorie ist dies dadurch erklärbar, dass das beim eingeübten Skript *Geld am Bankschalter holen* das Skript – genauer die Szene 2– mit der Entgegennahme des Geldes beendet ist, somit das Weggehen (Szene 3) gestartet wurde. [Die Erklärung von Dix et al. setzt auf einer anderen Ebene an, ohne die Skriptkonzeption einzubeziehen.]
 - Dix, A., Finlay, J., Abowd G. & Beale, R. (2004). Human-Computer Interaction, 3rd edition, Prentice Hall.

Scripts: Verstehen von Ereignissen und Ereignisbeschreibungen

Ereignisse und Ereignisbeschreibungen:

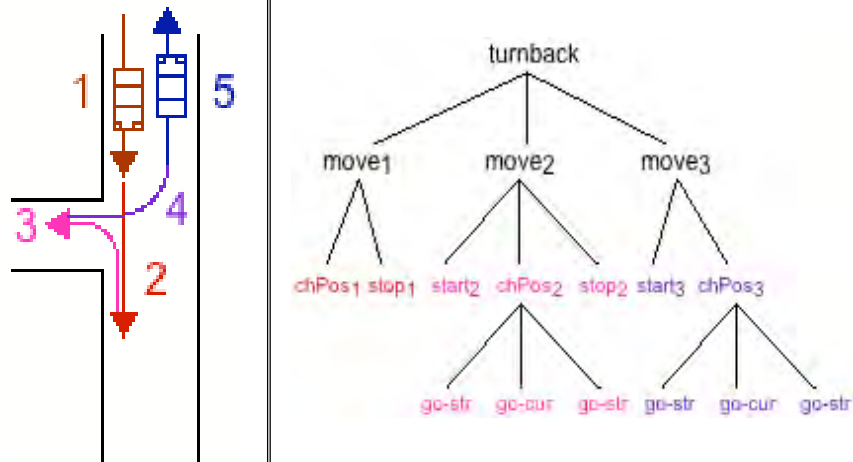
- *Peter wollte Geld holen, aber er hatte sich die neue PIN nicht gut gemerkt.*
- *Maria wollte früh Geld holen, um die übliche Samstagsschlange zu vermeiden.*

Ereigniskonzepte / scripts

- Individuierung von Ereignissen / Situationen
 - Wann endet ein Ereignis, wann beginnt das nächste?
 - Beispiele:
 - Bewegungsereignisse
 - Diskussionen
- Was ist in *scripts*?
 - Experimente von Bower, Black & Turner (1979)
 - Beschreibung von stereotypen Ereignisse
 - Muster von Gemeinsamkeiten in den produzierten Texten
 - Segmentierung von Texten in Bedeutungseinheiten
 - Experimente von Avrahami & Kareev (1994)
 - Segmentierung von Videos in „Ereignisse“

- Bower, G. H.; Black, J. & Turner, T. (1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology*, 11. 177–220.
- Avrahami, Judith & Kareev, Yaakov (1994). The emergence of events. *Cognition*, 53. 239–261.
- Die Script-Konzeption ist verwandt zu Ansätzen, die innerhalb von MCI für die Aufgabenanalyse / Entwicklung von Aufgabenmodellen [Task Models] verwendet werden.

Handeln & Planen: Das Lösen von Aufgaben Beispiel: Wenden eines Autos



Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 331
WS 2009/10

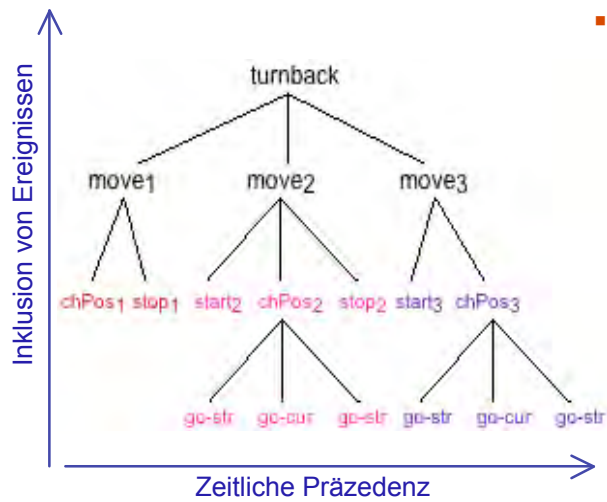
- Repräsentationen von komplexen Ereignissen / Handlungen – u.a. die hier abgebildete – sind im Arbeitsbereich WSV im Rahmen des DFG-Projektes ConcEv (Conceptualizing Events / Konzeptualisierungprozesse in der Sprachproduktion) der DFG (Ha-1237/10) entwickelt und in ihrem Einsatz in der Sprachverarbeitung untersucht worden.

Einen Überblick gibt:

Guhe, Markus; Habel, Christopher & Tschander, Ladina (2004).

Incremental generation of interconnected preverbal messages. In T. Pechmann & C. Habel (eds.), *Multidisciplinary approaches to language production*. (pp. 7–52). Berlin: Mouton de Gruyter.

Ereigniskonzeptualisierung



- Ereignisse:
interne Konzepte
Ereignishierarchien
Wissen über komplexe
Ereignisse

Ereignisbeschreibung:
Traversierung der
Ereignisstruktur

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 332
WS 2009/10

Handlungsanalyse / Handlungsmodelle

- Entwicklung von Methoden zur Analyse von Aufgaben
 - was tun Menschen
 - welche Objekte verwenden sie bei ihren Handlungen
 - was müssen sie wissen, um die Aufgabe zu bearbeiten

- Die folgenden Folien zu Task Models [Aufgabenmodellen] geht auf Kapitel 15 von
Dix, A., Finlay, J., Abowd G. & Beale, R. (2004). Human-Computer Interaction, 3rd edition, Prentice Hall.
zurück.

Beispiel: Anruf von einem *klassischen* Telefon

Handlungen:

1. Hörer abnehmen
2. Nummer wählen
3. auf Annahme des Anrufs warten
4. Telephongespräch führen
5. Hörer auflegen

Benötigtes Wissen

2. Nummer wählen
 - Nummer kennen
 - Nummer suchen
 - Addressbuch
 - Nummernspeicher im Telefon
 - Auskunft anrufen
 - ...

- Dix et al. p. 530 ff
- Auskunft anrufen -> Rückgriff auf ANRUF
- Andere Typen von Telefon: öffentliche Telephone (und die Zahlungsmodalitäten, Handy, ...)

Beispiel: Anruf von einem *Handy*

Handlungen:

1. "Hörer abnehmen"
2. Nummer wählen
3. auf Annahme des Anrufs warten
4. Telefongespräch führen
5. Hörer auflegen

Benötigtes Wissen & Designprobleme

- Wie nimmt man den "Hörer" ab?
- Reihenfolge der Handlungen.
- Wo und wie findet man gespeicherte Telefonnummern?
- ...

- Dix et al. p. 530 ff
- Auskunft anrufen -> Rückgriff auf ANRUF

Ansätze zur Aufgabenanalyse

- Aufgabenzerlegung
 - Zerlegung der Aufgaben in (Sequenzen von) Teilaufgaben
- Wissensbasierte Techniken
 - Analyse des Wissens der Benutzer und der Organisation dieses Wissens
- "Entity/object based analysis"
 - Aufstellung der Beziehung zwischen den Objekten, den Handlungen und den beteiligten Personen
- die Bezeichnung der Ansätze ist uneinheitlich

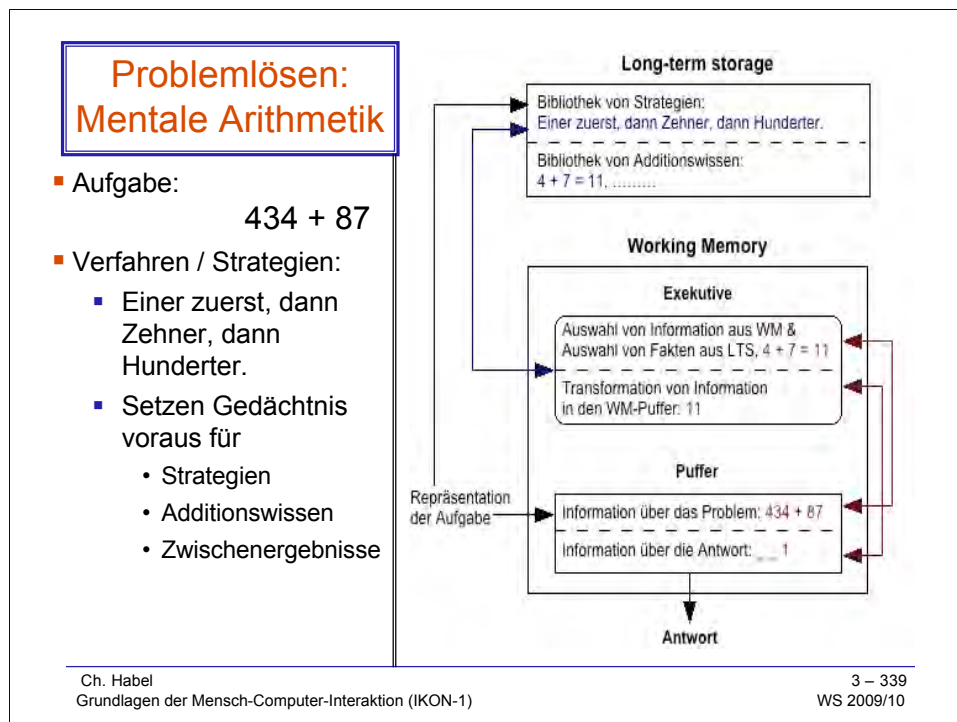
Gedächtnis, Konzepte & Prototypen: Zusammenfassung

- Langzeitgedächtnis
 - speichert Beziehungen (Assoziationen) zwischen konzeptuellen Entitäten
 - berücksichtigt generelle Strukturen unseres Wissens
 - Taxonomien: Konzepthierarchien
 - Partonomien
 - baumartige Strukturen, verbandsartige Strukturen
- Konzeptuelles Wissen / semantisches Gedächtnis erfasst
 - das Typische, Normale und
 - die Ausnahmen
- Episodisches Gedächtnis
 - erfasst Instanzen von Objekten / Situationen
 - interagiert mit dem semantischen Gedächtnis

Denken und Gedächtnis: „Zur Erinnerung“

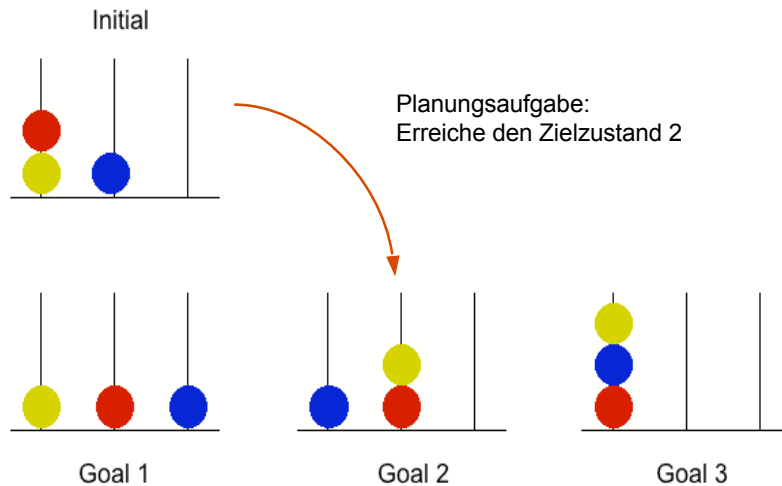
- “..., thinking involves mentally representing some aspects of the world ... and manipulating these representations or beliefs so as to yield new beliefs, where the latter may be used in accomplishing some goal.”
[Smith, 1995]
- “... Memory is the repository of many of the beliefs and representations that enter into thinking, and the retrievability of these representations can limit the quality of our thought.”
[Smith, 1990]

- Smith, Edward E. (1990). Thinking: Introduction. In Daniel. H. Osherson & Edward E. Smith (eds.), *Thinking. An Invitation to Cognitive Science 3*. (pp. 1). Cambridge, MA.: MIT-Press.
- Smith, Edward E. (1995). Thinking: Introduction. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3*. (pp. xi–xii). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- Denken und Problemlösen kann durch Prozesse, die über Repräsentationen operieren, modelliert werden.
In dieser Hinsicht besteht eine wichtige Korrespondenz zwischen natürlichen Prozessen des Denkens und Problemlösens, wie sie von KognitionswissenschaftlerInnen untersucht werden, und künstlichen Prozessen des Problemlösens, wie sie von InformatikerInnen entworfen werden.
- Gedächtnisforschung betrifft die kurz- und langfristige Speicherung von Wissensinhalten und die Frage nach dem Format der Repräsentationen.
Beide Problem- und Phänomenbereiche des Gedächtnisses beim Menschen geben wichtige Hinweise für die Speicherung in Systemen der Informatik.



- Abbildung nach:
Jonides, John (1995). Working memory and thinking. In Edward E. Smith & Daniel H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science*, Vol. 3. (pp. 215–265). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.) p. 221
- Was hat Problemlösen mit Gedächtnis zu tun?
Beispiel: Lösen einer Rechenaufgabe durch „Kopfrechnen“
 - Es wird generelles Wissen über die Methoden / Verfahren der Arithmetik, hier speziell der Addition, eingesetzt.
 - Benötigt wird Wissen über das „Additionsverhalten“ von Zahlen, in anderen Worten, die Additionstabeln. (entsprechend für andere Aufgaben, die Multiplikationstabeln, das „ein mal eins“)
 - ➔ Long-term storage – Langzeitgedächtnis
 - Zwischenergebnisse müssen gespeichert werden.
 - ➔ Working memory – Arbeitsgedächtnis
- Beim kooperativen, interaktiven Problemlösen, z.B. beim menschlichen Problemlösen unter Verwendung von Computersystemen, spielt die Gedächtniskapazität des Menschen eine zentrale Rolle für die Gestaltung derartiger interaktiver Systemumgebungen.

Problemlösen: Tower of London (1)

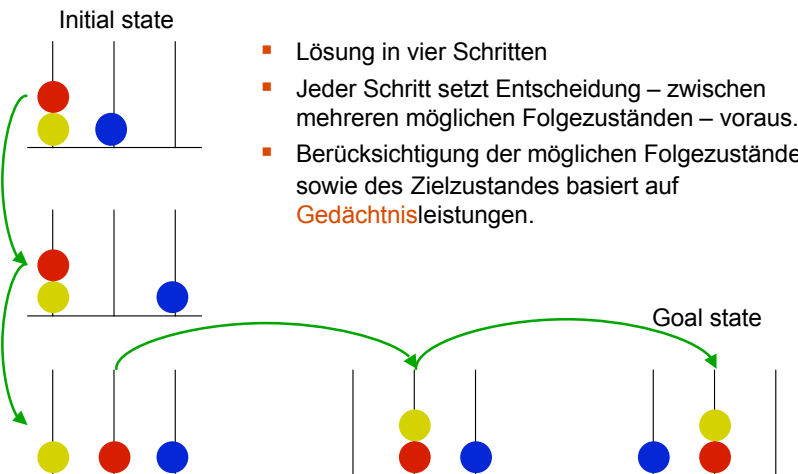


Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 340
WS 2009/10

- Zum Thema Problemlösen vgl.
Holyoak, Keith J. (1995). Problem solving. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science, Vol. 3.* (pp. 267–296). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- Problemlösen als „Manipulation von internen Repräsentationen“ wird hier am Beispiel des „Tower of London“ erläutert.
Ein ähnliches – in der Informatik / Künstlichen Intelligenz – häufig als Beispiel verwendetes Problem sind die „Türme von Hanoi“.
- Tower of London:
Material: Drei verschieden-farbige Kugeln (gelb, rot, blau), die auf Stäbe gesteckt werden können. Verwendet werden drei Stäbe in einer Reihe, die durch ihre Anordnung unterschieden werden können. (Die hier vorgestellte Version verwendet drei Stäbe gleicher Länge; andere Versionen verwenden drei Stäbe unterschiedlicher Länge, und zwar von-links-nach-rechts entweder monoton abfallender oder monoton zunehmender Länge. Durch diese Massnahme kann die Individualisierung der Stäbe auf ein leicht wahrnehmbares Merkmal, die Länge, zurückgeführt werden.
Aufgabe: Eine Aufgabe ist beschrieben durch einen Startzustand, d.h. eine Startkonfiguration, und eine Zielkonfiguration. Für die Problemlösung darf jeweils nur eine Kugel bewegt werden. Sie muss nach Wegnahme von einem Stab auf einem anderen Stab platziert werden.

Tower of London (2)

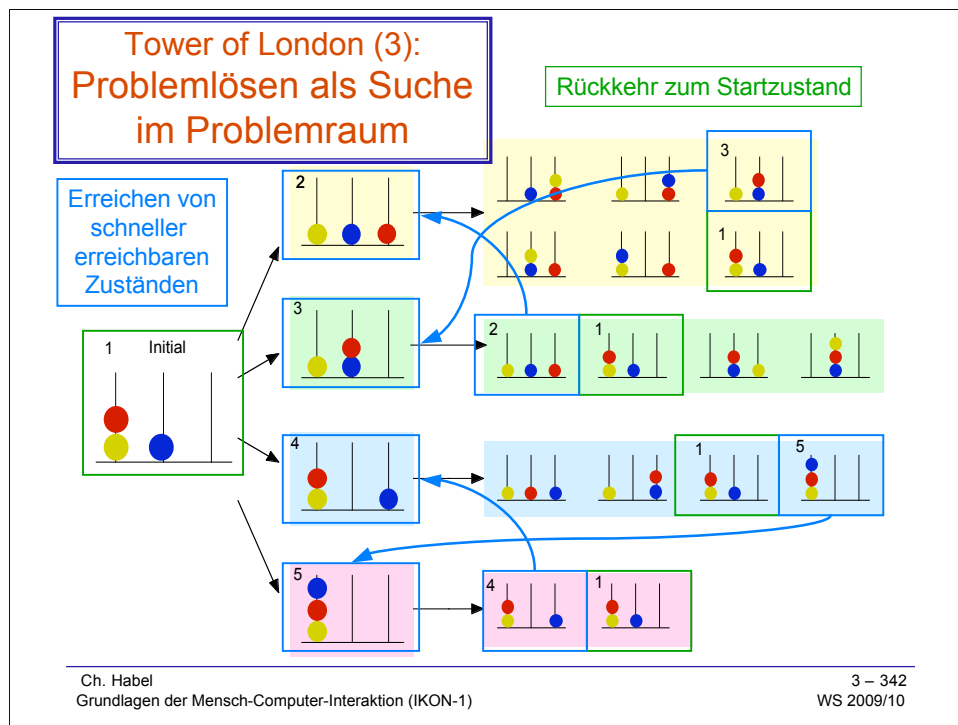


- Lösung in vier Schritten
- Jeder Schritt setzt Entscheidung – zwischen mehreren möglichen Folgezuständen – voraus.
- Berücksichtigung der möglichen Folgezustände sowie des Zielzustandes basiert auf **Gedächtnis**leistungen.

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 341
WS 2009/10

- Die obige Abbildung zeigt einen Lösungsweg, d.h. eine Problemlösung, vom Startzustand zum Zielzustand (hier Goal-2 der vorangegangenen Folie).
- Es handelt sich um eine Lösung in vier *Lösungsschritten*.
- Bei jedem Schritt muss der Problemlöser eine Entscheidung zwischen mehreren möglichen Folgezuständen treffen. Genauer, es steht die Entscheidung an, welche Kugel bewegt werden soll, und auf welchem der beiden anderen Stäbe sie platziert werden soll.
- Das Arbeitsgedächtnis ist hierbei in mehrfacher Hinsicht involviert:
 - Der Zielzustand muss erinnert werden. (Es macht keinen Sinn eine Problemlösung zu versuchen, wenn man nicht mehr weiß, was eigentlich das Problem, d.h. das Ziel, war.)
 - Die Einbeziehung des Zielzustandes ist Voraussetzung dafür, dass eine Lösungsstrategie verfolgt werden kann.
 - Es ist wichtig zu wissen, d.h. zu erinnern, ob schon einmal die gleiche Zustandskonstellation untersucht wurde. (Vermeidung von Schleifen); siehe die nächste Folie.



Die Abbildung zeigt den Suchraum für das auf der letzten Folie dargestellte Problem in der Tiefe 2.

- Die zweite Spalte enthält alle möglichen Nachfolgekonstellationen zum Startzustand. (Auswahl zwischen zwei Kugeln, die bewegt werden können, wobei jeweils zwei Positionen zur Verfügung stehen. → vier mögliche Folgezustände.)
Die Konstellationen sind in der Abb. durch Indizes gekennzeichnet.
- Die dritte Spalte enthält die möglichen Folgezustände nach zwei Schritten. Jede Block (gekennzeichnet durch Schattierung) enthält alle direkten Folgestände bzgl. des in der Spalte 2 dargestellten Zustandes.
Durch den zweiten Schritt können jeweils auch Zustände erreicht werden, die auch schon durch einen anderen ersten Schritt hätten erreicht werden können. Ausserdem ist es immer möglich, im zweiten Schritt zum Startzustand zurückzukehren.
 - Das Wiedererkennen schon einmal gesehener Zustände ist für die Vermeidung von Schleifen notwendig.
 - Die Fähigkeit, Zustände, die nach einem Schritt entstehen werden, mit solchen, die nach zwei Schritten entstehen würden, vergleichen zu können, ist die Basis von Strategien.

→ Arbeitsgedächtnis wird eingesetzt.

Fazit: Problemlösen und Gedächtnis

- Problemlösen kann als **Suche im Problemraum** angesehen werden.
- Gedächtnisleistungen bei der Suche im Problemraum:
 - Merken / **Erinnern des Zielzustands** (zielgerichtetes Suchen)
 - Merken / **Erinnern von Zwischenzuständen** (notwendig für exhaustives Suchen / Vermeiden von Schleifen)
- Eventuell **Verwendung von externen Repräsentationen** um die Gedächtnisbelastung zu verringern.
 - Aber: umfangreiche externe Repräsentationen erfordern ebenfalls Gedächtnisaufwand.
 - Beim Design von Schnittstellen ist stets die Frage der menschlichen Gedächtnisbelastung zu berücksichtigen!

Ch. Habel
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion (IKON-1)

3 – 343
WS 2009/10

- Die hier dargestellte Perspektive aufs Problemlösen, sieht Problemlösen als Suche im Problemraum.
 - Der Problemraum ist der Raum aller möglichen Nachfolgezustände der Ausgangssituation.
 - Eine Problemlösung ist dann ein Pfad im Problemraum, der vom Startzustand (Ausgangssituation) zum Zielzustand führt.
 - Die in den drei vorangegangenen Folien verwendete Darstellung veranschaulicht den Problemraum für das Tower-of-London Problem.
- Shallice (1982) hat die Tower-of-London Aufgabe verwendet, um die Planungs- und Problemlösungsfähigkeiten von Patienten mit unterschiedlichen Hirnschädigungen zu untersuchen. Die Befunde von Shallice sprechen dafür, dass bei diesem Typ von Planungsaufgaben für erfolgreiches Problemlösungsverhalten einerseits gute Erinnerungsleistungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses benötigt werden und andererseits die Bestimmung von Teilzielen und deren Reihenfolge für den Erfolg ausschlaggebend ist.
- Literatur:
 - Shallice, T. (1982). Specific impairment of planning. *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 298, 199-209.
 - Holyoak, Keith J. (1995). Problem solving. In Edward E. Smith & Daniel. H. Osherson (eds.), *Thinking. An Invitation to cognitive science*, Vol. 3. (pp. 267–296). Cambridge, MA: MIT-Press. (2nd edition.)
- In der MCI ist es wichtig, dass die Benutzer in ihrem Gedächtnisleistung nicht überfordert werden: Wenn Computer zur kooperativen Problemlösung eingesetzt werden, dann ist das Gedächtnis des Benutzers gegebenenfalls auch durch andere Informationsquellen (als dem Computer) beansprucht.