

Zusammenfassung der Prüfungsliteratur für
Vordiplom Psychologie (Nebenfach) 1998
Allgemeine Psychologie I

Björn Fischer Florian Diesch
 Sebastian Inacker

{bfischer,diesch,inacker}@informatik.uni-freiburg.de

April 1998

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	7
2	Prüfungsliteratur	9
2.1	Allgemeine Psychologie I	9
2.2	Allgemeine Psychologie II	9
2.2.1	Lernen	9
2.2.2	Emotion, Motivation	9
3	Anderson	11
3.1	Wahrnehmung	11
3.1.1	Verarbeitung visueller Information	11
3.1.2	Erkennung gesprochener Sprache	12
3.1.3	Kontextinformationen und Mustererkennung	13
3.2	Aufmerksamkeit und Leistung	13
3.2.1	Auditive Aufmerksamkeit	13
3.2.2	Visuelle Aufmerksamkeit	14
3.2.3	Automatisiertheit	14
3.2.4	Doppelaufgaben	14
3.3	Wahrnehmungsbasierte Wissensrepräsentation	15
3.3.1	Mentale Vorstellung	15
3.3.2	Repräsentation serieller Ordnungen	16
3.4	Bedeutungsbezogene Wissensrepräsentation	16
3.4.1	Propositionale Darstellung	16
3.4.2	Konzeptuelles Wissen	17
3.5	Enkodierung und Speicherung	17
3.5.1	Kurzzeitgedächtnis	17
3.5.2	Memorieren und Arbeitsgedächtnis	18
3.5.3	Aktivierung und Langzeitgedächtnis	18
3.5.4	Übung, Stärke, Verarbeitungstiefe	18
3.6	Gedächtnis: Behalten und Abruf	19
3.6.1	Interferenz	19
3.6.2	Assoziative Strukturen und der Abruf aus dem Gedächtnis	20
3.6.3	Implizites vs. explizites Gedächtnis	20
3.7	Problemlösen	21
3.7.1	Prozedurales Wissen und Problemlösen	21
3.7.2	Problemlöseoperatoren	21
3.7.3	Problem-Repräsentation	22
3.7.4	Einstellungseffekte	22

3.8	Entwicklung spez. Kenntnisse	22
3.9	Allgemeine Kennzeichen des Erwerbs spezieller Fähigkeiten	23
3.9.1	Wesen des Expertentums	23
3.9.2	Tranfer von Fähigkeiten	23
3.9.3	Implikation für pädagogische Kontexte	23
3.10	Logisches Denken und Entscheidungsfindung	24
3.10.1	Konditionalaussagen	24
3.10.2	Schließen mit Quantoren	24
3.10.3	Induktives Schließen	25
3.10.4	Entscheidungsfindung	25
3.11	Struktur der Sprache	26
3.11.1	Formale syntaktische Strukturen	26
3.11.2	Beziehung zwischen sprache und Denken	26
3.11.3	Spracherwerb	27
4	Goldstein	29
4.1	Untersuchung der Wahrnehmung	29
4.1.1	Psychophysischer Untersuchungsansatz	29
4.1.2	Kognitionspsychologischer Untersuchungsansatz	30
4.2	Sehen – Rezeptoren und neuronale Verarbeitung	30
4.2.1	Übersicht über das visuelle System	30
4.2.2	Verarbeitung neuronaler Signale	31
4.3	Sehen - Die zentrale Verarbeitung	32
4.3.1	Sehnerv (Ganglion)	32
4.3.2	CGL (<i>Corpus geniculatum laterale</i>)	32
4.3.3	Area striata (visueller Cortex)	32
4.3.4	Zusammenhang zwischen Physiologie und Wahrnehmung	33
4.3.5	extrastriäre Strukturen	33
4.4	Objektwahrnehmung	33
4.4.1	Wahrnehmungsorganisation: Gestaltheoretische Erklärung	33
4.4.2	Wahrnehmung als Konstruktionsprozeß	35
4.4.3	Objektwahrnehmung in Stufen: Präattentive und aufmerksamkeitsgerichtete Verarbeitung	35
4.4.4	Raumfrequenzklärung der Objektwahrnehmung	36
4.5	Wahrnehmung von räumlicher Tiefe und Größe	36
4.5.1	Theorie der mehrfachen Tiefenkriterien	36
4.5.2	Wahrnehmung der Größe von Objekten	37
4.5.3	Geometrisch-optische Größentäuschungen	37
4.6	Wahrnehmungsökologischer Ansatz	38
4.7	Sprachwahrnehmung	38
4.7.1	Akustische Sprachsignale	38
4.7.2	Motorische Theorie der Sprachwahrnehmung	39
4.7.3	Gibt es Informationen zur Lauttrennung	39
4.7.4	Physionlogische Grundlagen der Sprachwahrnehmung	40
5	Spada; Gedächtnis und Wissen	41
5.1	Psychologie des verbalen Lernens	41
5.2	Kognitionspsychologie des Gedächtnisses	43
5.2.1	Das Langzeitgedächtnis	44
5.3	Das Kurzzeitgedächtnis	45

<i>INHALTSVERZEICHNIS</i>	5
6 Spada – Denken und Problemlösen	49
6.1 Wissen und Denken bei Aufgaben ...	49
6.2 Induktives und deduktives Denken ...	53
6.3 Problemlösen ...	57
6.4 Expertenwissen ...	62

Kapitel 1

Vorwort

Dieses Skript ist *keine* vollständige Zusammenfassung der Prüfungsliteratur, sondern nur das, was wir für uns selbst zum Lernen rausgeschrieben haben. Dabei haben wir einiges weggelassen, was wir (vor der Prüfung . . .) für unwichtig hielten oder wozu wir keine Zeit hatten.

Komplett fehlen:

- Bandura
- Anhang des GOLDSTEIN
- Wahlkapitel im HECKHAUSEN bis auf „Hilfeleistung“

Vermutlich sind außerdem auch einige Fehler und un- oder mißverständliche Formulierungen sowie Tippfehler drin Das Skript ist also *kein* Ersatz für die Prüfungsliteratur (wenn man die nicht gelesen hat, versteht man wohl vieles nicht), kann aber beim Lernen ganz hilfreich sein. Verbesserungsvorschläge nehmen wir gern entgegen (Mail an *Florian* oder *Sebastian*). Allerdings können wir nicht versprechen, sie umzusetzen (*wir* haben das Vordiplom hinter uns :-) . . .). Wer Lust hat, sich am Skript zu beteiligen, kann sich ja mal bei uns melden (\LaTeX -Kenntnisse vorausgesetzt).

Kapitel 2

Prüfungsliteratur

2.1 Allgemeine Psychologie I

- Anderson, J. (1996). Kognitive Psychologie. Heidelberg: Spektrum. [Kapitel 2-12]
- Goldstein, B. E. (1997) Wahrnehmungspsychologie. Heidelberg: Spektrum. [Seiten 15-27, 39-64, 87-107, 163-189, 194-203, 215-253, 391-418, 551-558]
- Spada, H. (1990 oder 1992). Allgemeine Psychologie. Bern: Huber. [Kapitel 3 (Gedächtnis und Wissen, nur S. 117-150) und 4 (Denken und Problemlösen)]

2.2 Allgemeine Psychologie II

2.2.1 Lernen

- Spada, H., Ernst, A. & Ketterer, W. (1992). Klassische und operante Konditionierung. In H. Spada (Hrsg.), Lehrbuch Allgemeine Psychologie. Bern: Huber.
- Halisch, F. (1992). Beobachtungslernen und die Wirkung von Vorbildern. In H. Spada (Hrsg.), Lehrbuch Allgemeine Psychologie. Bern: Huber.
- Bandura, A. (1979). Sozial-kognitive Lerntheorie. Stuttgart: Klett-Cotta. [Kapitel 2, 4, 6]

2.2.2 Emotion, Motivation

- Schneider, K. (1992). Emotion. In H. Spada (Hrsg.), Lehrbuch Allgemeine Psychologie. Bern: Huber.
- Schmidt-Atzert, L. (1996). Lehrbuch der Emotionspsychologie. Köln: Kohlhammer. [Kapitel 4, 5]
- Heckhausen, H. (1989). Motivation und Handeln.. Berlin: Springer. [Kapitel 5, 6 und eines der folgenden Kapitel: 8 (Leistungsmotivation), 9 (Hilfeleistung), 10 (Aggression), 13 (Attributionstheorie)]

Kapitel 3

Anderson

3.1 Wahrnehmung

visuelle Agnosie Unfähigkeit, sichtbare Objekte zu erkennen ohne Verlust intellektueller oder sensorischer Fähigkeiten

apperzeptive Agnosie Unfähigkeit, einfache Figuren zu erkennen

assoziative Agnosie Unfähigkeit, komplexe Objekte zu erkennen

3.1.1 Verarbeitung visueller Information

Fovea Bereich der Netzhaut mit hoher Zapfen-Dichte; hohe Auflösung; benutzt, um Objekte zu fixieren

On-Off-Zellen Ganglionzellen, die maximal feuern, wenn Licht auf Zentrum fällt

Off-On-Zellen Ganglionzellen, die maximal feuern, wenn Licht auf Umgebung des Zentrums fällt

Kanten-, Balkendetektoren Kortikale Zellen, die auf Kanten bzw. Balken maximal reagieren

3-D-Wahrnehmung

Hinweisreize :

Texturgradient Elemente in Entfernung dichter

Stereopsi Augen unterschiedliche Bilder

Bewegungsparallaxe Nahe Objekte schneller als entfernte

DAVID MARR (1982) Zuerst **Primärskizze** (noch keine Tiefeninformationen) **2 1/2-D-Skizze** (relative Lage der Oberflächen), dann **3-D-Skizze** (bewußt zugänglich, Input für höhere kognitive Prozesse)

Gestaltgesetze der Wahrnehmungsorganisation (Gestaltpsychologen) Gliedern visuelle Szenen in Objekte

Gesetz der Nähe

Gesetz der Ähnlichkeit

Gesetz des glatten Verlaufs

Gesetz der Geschlossenheit und guten Gestalt

Visuelle Mustererkennung

Schablonenabgleich (*template-matching*) Exakte Übereinstimmung zwischen Muster und Schablone. Zu unflexibel.

Merkmalsanalyse Jeder Reiz Kombination elementarer Merkmale (ähnlich dem Output der Kanten-, Balkendetektoren)

Theorie der komponentialen Erkennung (*recognition-by-components theory*) (BIEDERMANN 1987) Objekterkennung. Drei Stufen:

1. Objekt wird in elementare Teilobjekte untergliedert
2. Klassifizierung der Teilobjekte. Nach BIEDERMANN 36 Geons (*geometric icons*). Vergleichbar dem Erkennen eines Buchstabens.
3. Teile zusammenfügen. Vergleichbar dem Erkennen eines Wortes

3.1.2 Erkennung gesprochener Sprache

Phonem Kleinste sprachliche Einheit, deren Änderung zu Bedeutungsänderung führen kann. Kategoriale Wahrnehmung auch, wenn sie sich auf einzelner kontinuierlicher Dimension unterscheiden.

Laut Konkret produziertes Exemplar eines Phonems; Phoneme sind abstrakte Klassen von Lauten

Segmentierungsproblem Sprache verläuft kontinuierlich, Phoneme nicht getrennt

Koartikulation Phoneme überlappen sich.

Lautklassen Phoneme bestehen aus einzelnen Merkmalen, die sich auf die Erzeugung beziehen:

Konsonanz Konsonant/Vokal ?

Stimmhaftigkeit Durch Schwingung der Stimmlippen gebildet ?

Artikulationsort Ort, an dem der Vokaltrakt geschlossen wird

Artikulationsort	Stimmhaft	Stimmlos
Bilabial (geschlossene Lippe)	[b]	[p]
Alveolar (Zunge wird gg. Zahndamm gedrückt)	[d]	[t]

Kategoriale Wahrnehmung Stimuli werden wahrgenommen, als ob sie distinkten Kategorien zugehörten. Keine Abstufung innerhalb einer Kategorie.

3.1.3 Kontextinformationen und Mustererkennung

Top-down-Verarbeitung Allgemeines Wissen auf hoher Ebene bestimmt, wie Wahrnehmungseinheiten auf niedriger Ebene interpretiert werden

Bottom-up-Verarbeitung Informationen der niedrigen Ebene werden benutzt, um Stimuli zu interpretieren

Wortüberlegenheitseffekt (Reich-Wheeler-Effekt) Buchstaben werden innerhalb eines Wortes besser erkannt als einzeln. Analog bei Wörtern in Sätzen. Ähnlich auch bei Gesichtern und bei Szenen.

Phonemergänzungseffekt (WARREN 1970) Neigung, Phoneme wahrzunehmen, die im Kontext Sinn machen, auch wenn sie nicht da sind.

FLMP-Modell (fuzzy logical model of perception) (MASSARO 1979) Kontextinformationen und Stimulusinformationen sind unabhängige Quellen, die zur Mustererkennung kombiniert werden (Wahrscheinlichkeiten, über Bayes). Gute Ergebnisse, relativ hohe Abstraktion, keine Erklärung von Details wie z.B. Einfluß aufeinanderfolgender Buchstaben auf Wahrnehmung der einzelnen Buchstaben.

PDP-Modell (parallel distributed processing) Theorieansatz der Informationsverarbeitung in neuronalen Netzen, bei dem besonders die Aktivationsmuster betrachtet werden.

PDP-Modell der Buchstabenerkennung (MCCLELLAND, RUMELHART 1981) Sagt voraus, daß Top-down-Prozesse die Empfindlichkeit für Buchstaben beeinflussen (Gegensatz zu FLMP). Weniger abstrakt als FLMP. Bessere Erklärung von Kontext-Effekten bei Nichtwörtern.

3.2 Aufmerksamkeit und Leistung

3.2.1 Auditive Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit Zuteilung kognitiver Ressourcen an laufende Prozesse

dichontisches Hören Jedes Ohr erhält andere Informationen. Eine Nachricht soll beschattet werden.

Filtertheorie (BROADBENT 1958) Sensorische Informationen müssen „Flaschenhals“ durchlaufen, in dem sie nach physikalischen Kriterien gefiltert werden. Berücksichtigt nicht, daß auch semantische Informationen zur Auswahl genutzt werden.

Dämpfungstheorie (TREISMAN 1964) Modifikation der Filtertheorie. Informationen werden nur gedämpft, nicht gefiltert. Semantische Auswahl können auf alle Informationen angewendet werden. Durch Experiment von TREISMAN und GEFEN (1967) bestätigt (dichontisches Hören, gleichzeitig auf beiden Kanälen auf Zielwort achten)

Theorie der späten Auswahl (DEUTSCH, DEUTSCH 1963) Informationen werden zunächst nicht gefiltert, aber Kapazität der Aufmerksamkeit beschränkt Menge. Auswahl also nicht im Wahrnehmungs-, sondern Reaktionssystem.

3.2.2 Visuelle Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit bevorzugt innerhalb der *Fovea*, aber Aufmerksamkeit kann *ohne Augenbewegung* auch verschoben werden.

Spotlight-Metapher Aufmerksamkeit kann auf wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden. Wir können unsere Aufmerksamkeit verschieben, um unterschiedliche Teile des visuellen Feldes zu fokussieren. Aufmerksamkeit am stärksten im Zentrum des „Spots“, nimmt Richtung Peripherie ab.

Ganzberichtsverfahren Anordnung von Buchstaben wird kurz dargeboten. Probanden sollen so viele wie möglich wiedergeben (üblich 3-6).

Teilberichtsverfahren (SPERLING 1960) Probanden müssen nur eine (vorher unbekannt, welche) von mehreren Zeilen wiedergeben. (Probanden können alle Zeichen einer Viererreihe wiedergeben)

visueller sensorischer Speicher Kurzzeitspeicher für für visuelle Informationen. Zugriff und Verarbeitung durch Aufmerksamkeitsprozesse.

Merkmals-Integrations-Theorie (TREISMAN) Aufmerksamkeit muß zuerst auf Stimulus gelenkt werden, bevor Merkmale zu Mustern zusammengesetzt werden können

unilateraler visueller Neglect Patienten mit unilateraler Schädigung des Parietallappen haben Schwierigkeiten, die Aufmerksamkeit auf die Hälfte des visuellen Feldes zu lenken, die durch diese Hirnregion verarbeitet wird.

3.2.3 Automatisiertheit

automatische Prozesse kognitive Prozesse, die keine Aufmerksamkeit erfordert; laufen ohne bewußte Kontrolle ab. Je stärker Aufgaben geübt werden, desto stärker werden sie automatisiert. Die Zeit zum Suchen eines Zielelements in einer visuellen Anordnung hängt von dem Grad der erreichten Automatisiertheit für die Unterscheidung zwischen Ziel und Distraktor ab.

kontrollierte Prozesse kognitive Prozesse, die keine Aufmerksamkeit beanspruchen

Stroop-Effekt (DUNBAR, MACLEOD, 1984) Der Effekt der Interferenz zwischen der Tendenz, ein Wort zu nennen, mit der Möglichkeit, die Farbe zu nennen, in der dieses Wort geschrieben ist. (Probanden müssen Druckfarbe eines Wortes (Farbwort oder neutral) nennen. Reaktionszeit im Konfliktfall höher)

3.2.4 Doppelaufgaben

Doppelaufgaben Mehrere Aufgaben müssen gleichzeitig bearbeitet werden. Die Anstrengung kann dabei unterschiedlich verteilt werden

Doppelreiz-Paradigma Experimentklasse, bei der Probanden auf zwei dicht aufeinanderfolgende Reize reagieren müssen. Die zweite Reaktion kann durch die erste verzögert werden, und es können Interferenzen auftreten. Im visuellen System kann nur eine bestimmte Informations-Menge verarbeitet werden. Wenn mehrere Elemente gleichzeitig verarbeitet werden müssen, werden sie schlechter verarbeitet, und die Fehlerrate steigt an. die Verarbeitung des einen Elementes verzögert die Verarbeitung des anderen innerhalb des Reaktionssystems

Theorie multipler Ressourcen Es gibt mehrere Ressourcen. Der Konflikt bei der gleichzeitigen Ausführung zweier Aufgaben ist durch das Ausmaß des Rückgriffs auf die gleiche Verarbeitungsressource bestimmt.

3.3 Wahrnehmungsbasierte Wissensrepräsentation

Die Theorien zur Wissenrepräsentation betreffen die Art und Weise, wie Informationen verarbeitet werden, nicht aber, wie diese encodiert werden.

Theorie der dualen Kodierung (PAIVIO) Visuelles und verbales Wissen sind unterschiedlich kodiert.

Verbale und visuelle Informationen werden in unterschiedlichen Hirnarealen und auf unterschiedliche Weise verarbeitet.

3.3.1 Mentale Vorstellung

Mentale Bilder Interne Repräsentationen von visuellen und räumlichen Informationen.

Mentale Rotation Kontinuierliche Transformation eines mentalen Bildes. Die benötigte Zeit ist linear vom Rotationswinkel abhängig.

Scannen Eine Art Absuchen oder Abtasten von z.B. mentalen Bildern. Geschieht, als ob „das Auge wandert“, um von einem Zielobjekt zum nächsten zu gelangen. Die Zeit dafür ist eine Funktion der Entfernung der Zielobjekte. Wird durch Interferenzen behindert, wenn gleichzeitig räumliche Strukturen der Umgebung verarbeitet werden (Repräsentation analog der einer physikalischen Anordnung)

räumliche Repräsentation Verschiedene Hirnregionen für die Unterstützung räumlicher und visueller Aspekte von mentalen Vorstellungen zuständig. Räumliche Repräsentationen können auch aus taktilen, akustischen usw. Informationen aufgebaut werden

visuelle Vorstellungen Visuelle Vorstellungen und die Ergebnisse der visuellen Wahrnehmung weisen viele gemeinsame Merkmale (z.B. ist visueller Cortex ähnlich beteiligt) auf, sind aber nicht identisch. Es ist schwieriger, visuelle Vorstellungen zu reinterpretieren, als tatsächliche Bilder. Größenvergleich zweier vorgestellter Objekte ist – genau wie bei wahrgenommenen Objekten – schwieriger, je ähnlicher die Objekte sind

Chunk (MILLER 1956) Wissenseinheit, die Unteritems zusammenfasst

Visuelle Vorstellungen sind hierarchisch strukturiert. Dabei sind Teile (Chunks) innerhalb größerer Teile organisiert.

Mentale Landkarte Soll man die relative Lage von Orten zueinander beurteilen, zieht man als Grundlage oft die relative Lage übergeordneter Gebiete heran, die diese Orte enthalten.

3.3.2 Repräsentation serieller Ordnungen

serielle Ordnung Repräsentation der Position einer Information innerhalb einer Informationsfolge. Seriell geordnete Informationen werden so repräsentiert, daß die Informationen der Anfangs- und endelemente am leichtesten erreicht werden können und eine serielle Suche entlang der Informationsstruktur durchgeführt werden kann.

Probanden organisieren lange Listen von Elementen hierarchisch. Unterfolgen bilden die Elemente hierarchisch höherer Folgen.

Je weiter Elemente einer linearen Ordnung voneinander entfernt sind, desto schneller kann ihre relative Position bestimmt werden.

3.4 Bedeutungsbezogene Wissensrepräsentation

bedeutungsbezogene Repräsentation Wissensrepräsentation, die sich auf Aspekte bezieht, die in bestimmten Zusammenhängen entscheidend sind und die von Oberflächenmerkmalen abstrahiert.

Nach der Verarbeitung einer sprachlichen Äußerung erinnern Menschen normalerweise nur ihre Bedeutung, nicht den exakten Wortlaut. Wenn Menschen Bilder sehen, merken sie sich in der Regel eine Interpretation seiner Bedeutung. Die Erinnerung an Details ist am Anfang vorhanden, wird aber schnell vergessen, während die Erinnerung an die Inhalte bleibt.

In vielen Situationen scheint unser Gedächtnis eine weit höhere Kapazität für visuelle als für verbale Informationen zu besitzen

Wenig bedeutungshaltiges Material kann man leichter behalten, wenn man es in bedeutungshaltiges umwandelt („Eselsbrücken“)

3.4.1 Propositionale Darstellung

Propositionale Darstellung Die Notation von Bedeutungsstrukturen in Form von Propositionen

Proposition die kleinste Wissenseinheit, die eine unabhängige Aussage darstellen kann; Propositionen setzen sich aus einem Prädikat und in der Regel mehreren Argumenten zusammen.

Prädikat Element einer Proposition, daß den Zusammenhang zwischen den Argumenten organisiert

Argument Element einer Proposition, daß eine Person, ein Objekt . . . repräsentiert

Propositionale Analysen stellen das Erinnerungsvermögen für komplexe Sätze anhand einfacher, abstrakter propositionaler Einheiten dar.

Propositionales Netzwerk Darstellungsform, bei der Beziehungen innerhalb und zwischen Propositionen als Netzwerk organisiert sind. Repräsentieren Assoziationen zwischen Konzepten.

3.4.2 Konzeptuelles Wissen

isa-Verbindungen (von „is a“) Klasse von Verbindungen in einem semantischen Netzwerk oder einer Schemarepräsentation, die die Oberbegriff-Unter-begriff-Relation anzeigt.

Wenn ein Merkmal nicht direkt beim einem Konzept gespeichert ist, kann man es von einem übergeordneten Konzept abrufen

Schema Repräsentation einer Kategorie anhand ihrer Zugehörigkeit zu einer Art von Objekten, ihrer üblichen Bestandteile und ihrer typischen Eigenschaften. Darstellung durch eine Struktur, bei der **Slots** mit aktuellen oder ggf. mit Default-Werten instanziiert werden. Oberbegriff-Slot entspricht isa-Verbindung. Slots werden vererbt.

Menschen gehen davon aus, daß ein Objekt die Default-Werte seiner Objektklasse besitzt, solange sie nicht explizit etwas anderes feststellen. Verschiedene Objektexemplare werden in unterschiedlichem Ausmaß als Mitglieder einer Objektklasse beurteilt. Typischere Mitglieder einer Kategorie zeigen Vorteile bei ihrer kognitiven Verarbeitung

Skript Ereignisschema, daß beim logischen Nachdenken über prototypische Ereignisse zum Einsatz kommt (z.B. Restaurant-Besuch)

Abstraktionstheorie Theorien, nach denen Konzepte das abstrakte Beschreibung ihrer zentralen Kennzeichen repräsentiert sind

Exemplartheorie Theorien, nach denen unser Wissen über Konzepte durch den Abruf bestimmter Exemplare dieser Konzepte wirksam wird

Die Effekte im Zusammenhang mit der Struktur von Kategorien lassen sich sowohl durch Abstraktions- als auch durch Exemplartheorie erklären.

Delta-Regel Verbreitete neuronalen Lernregel, um dem Netz Assoziationsstärken beizubringen.

$$\Delta A_{ij} = aA_i(T_j - A_j)$$

ΔA_{ij} = Veränderung der Verbindungsstärke zwischen Eingabe i und Ausgabe j;
 A_j = Aktivationshöhe von j; T_j = Soll-Aktivierung von j; a = Lernrate.

Mit Hilfe der Delta-Regel können synaptische Assoziationsstärken gelernt werden, in denen sich widerspiegelt, wie typisch verschiedene Merkmale für eine Kategorie sind.

3.5 Enkodierung und Speicherung

3.5.1 Kurzzeitgedächtnis

Kurzzeitgedächtnis (ATKINSON, SHIFFRIN 1968) Zwischengeschaltetes Gedächtnissystem mit begrenzter Kapazität, in dem Informationen auf dem Weg vom sensorischen zum Langzeitgedächtnis verweilen müssen. Inhalt veraltet.

Gedächtnisspanne Anzahl der Items, die man unmittelbar nach der Darbietung wiedergeben kann

Theorie der Verarbeitungstiefe (CRAIK, LOCKHART 1972) Memorieren verbessert Gedächtnisleistung nur, wenn wir das Material in einer tiefen und bedeutungshaltigen Weise memorieren.

3.5.2 Memorieren und Arbeitsgedächtnis

artikulatorische Schleife (BADDELEY 1986) Hilfssystem zum Memorieren verbaler Informationen. Kann mit ca. 1,5 Sekunden Material angefüllt werden.

räumlich-visueller Notizblock (BADDELEY 1986) Hilfssystem zum Memorieren räumlich-visueller Informationen.

zentrale Exekutive (BADDELEY 1986) Gedächtnissystem, das die Hilfssysteme zum Memorieren kontrolliert

frontalen Cortex Unterschiedliche Areale des frontalen Cortex scheinen für die Aufrechterhaltung unterschiedlicher Arten von Informationen im Arbeitsgedächtnis. Größe nimmt von niederen Säugetieren zu Affen zu, bei Menschen extrem

3.5.3 Aktivierung und Langzeitgedächtnis

ACT-Theorie (ANDERSON 1983, 1993) Theorie zur Interaktion von deklarativem und prozeduralem Wissen bei komplexen kognitiven Prozessen

SAM-Theorie (GILLUND, RAAIJMAKERS, SHIFFRIN) „*search of associative memory*“ Gedächtnistheorie, die davon ausgeht, daß die Verfügbarkeit von Gedächtnisinhalten eine Funktion ihrer Vertrautheit ist. Die Vertrautheit ist eine Funktion der Stärke der Assoziation mit Hinweisreizen in der Umgebung

Aktivationshöhe Geschwindigkeit und Wahrscheinlichkeit des Zugriffs auf einen Gedächtnisinhalt werden durch dessen Aktivationshöhe bestimmt. Diese Aktivationshöhe hängt von der Häufigkeit und dem Zeitpunkt des letzten Abrufs dieses Gedächtnisinhaltes ab

Aktivationsausbreitung Annahme, daß sich Aktivierung von einer Quelle zu anderen Teilen des Gedächtnisnetzwerkes ausbreitet, um dort vorhandene Gedächtnis-spuren zu aktivieren

assoziatives Priming Erleichterung des Zugriffs auf Informationen, wenn Items dargeboten werden, für die ein Zusammenhang (Assoziation) mit diesen Informationen besteht

3.5.4 Übung, Stärke, Verarbeitungstiefe

Potenzgesetz des Lernens Durch Übung steigt die Stärke eines Gedächtnisinhaltes nach einer Potenzfunktion. Gilt auch für kognitive Fertigkeiten.

Langzeitpotenzierung (*long-term potentiation, LTP*) Erhöhung der Reaktionsbereitschaft eines Neurons als Funktion früherer Stimulation; scheint einer Potenzfunktion zu folgen

elaborative Verarbeitung Anreicherung eines zu behaltenden Items mit weiteren Informationen. Wenn Inhalte elaborativ verarbeitet werden, werden sie besser behalten, auch wenn sich diese Verarbeitung nicht auf die Bedeutung des Materials bezieht.

Die Verarbeitungstiefe, nicht die Absicht zu lernen, bestimmt den Umfang des Erinnerns

Lerntechniken, die das Generieren und Beantworten von Fragen umfassen, führen zu besserem Behalten von Texten.

- PQ4R**
1. **Preview:** Überfliegen des Textes (Abschnitt)
 2. **Questions:** Fragen formulieren (Abschnitt)
 3. **Read:** Sorgfältig lesen (Abschnitt)
 4. **Reflect:** Nachdenken, Verstehen, Beispiele erfinden, ... (Abschnitt, während Lesen)
 5. **Recite:** Informationen erinnern, Fragen beantworten (Abschnitt)
 6. **Review:** Informationen erinnern, Fragen beantworten (Kapitel)

3.6 Gedächtnis: Behalten und Abruf

Obwohl man scheinbar bestimmte Gedächtnisinhalte vergessen hat, können sensible Tests (Stimulation des Temporallappens, Paarlernen mit un-/veränderten Paaren) Belege dafür bringen, daß einige dieser Gedächtnisinhalte noch erhalten sind.

Potenzgesetz des Vergessens Verschlechterung der Gedächtnisleistung mit zunehmendem Behaltensintervall folgt Potenzfunktion

Zerfallstheorie Das Vergessen kommt durch zeitabhängigen Zerfall der **Gedächtnis-spuren** zustande.

3.6.1 Interferenz

Interferenztheorie Vergessen kommt durch Interferenz von neu hinzukommenden Gedächtnisinhalten mit dem Behalten des ursprünglichen Gedächtnisinhaltes zustande.

Werden zu einem Stimulus zusätzliche Assoziationen gelernt, so kann dies ein Vergessen alter Assoziationen bewirken. Es ist schwieriger, multiple Assoziationen zu demselben Stimulus aufrechtzuerhalten (neue zu lernen und alte zu behalten)

Fächereffekt Je mehr Fakten mit einem Begriff assoziiert sind, desto länger dauert der Abruf jedes einzelnen Faktums (mehr auslaufende Kanten im Netzwerk; Wiedererkennungzeit ist umgekehrt proportional zur Aktivationshöhe)

Das Lernen von redundantem Material führt nicht zu Interferenz mit einem Gedächtnisinhalt und kann dessen Abruf sogar erleichtern.

Wenn man versucht, sich an gelernte Wissensinhalte zu erinnern, benutzt man den Teil, den man erinnern kann, um auf das zu schließen, was man außerdem noch gelernt haben könnte. Beurteilungen beruhen oft auf Sachverhalten, die aus Plausibilitätsgründen wahr erscheinen, und weniger auf dem Abruf exakter Tatsachen.

Inferenzen werden eher zum Zeitpunkt des Tests als beim Lernen ausgeführt.

Elaboriert man das Material, das es zu lernen gilt, kann man mehr davon reproduzieren. Allerdings gibt man wegen Inferenzen auch Sachverhalte wieder, die nicht in den ursprünglichen Inhalten vorkamen. Wird z.B. bei Werbung benutzt.

Es scheint, daß Schemata einen wesentlichen Mechanismus bei der Elaboration beim Lernen und bei der Rekonstruktion von Gedächtnisinhalten darstellen. Schemata helfen beim Aufbau von Inferenzen, wenn gelerntes Material wiedergegeben werden soll.

3.6.2 Assoziative Strukturen und der Abruf aus dem Gedächtnis

Der Abruf von Informationen wird erleichtert, wenn das Material hierarchisch geordnet ist.

Methode der Orte Eine feste Abfolge von Orten liefert Schlüsselreize für den Abruf des einzuprägenden Materials aus dem Gedächtnis. In der Antike und heute weit verbreitet.

Effekte des Enkodierkontextes Gedächtnisleistung erhöht sich, wenn externe Kontexte und innere Zustände in der Lern- und Testsituation übereinstimmen.

Stimmungskongruenz Es ist einfacher, fröhliche bzw. traurige Gedächtnisinhalte in fröhlichem bzw. traurigem Zustand zu erinnern.

zustandsabhängiges Lernen Es fällt leichter, Informationen zu reproduzieren, wenn man sich in denselben emotionalen und körperlichen Zustand hineinversetzt wie in der Lernsituation

Gedächtnisleistung für Wörter steigt, wenn sie im gleichen Kontext auftauchen, in dem sie gelernt wurden

3.6.3 Implizites vs. explizites Gedächtnis

Dissoziationen Situationen, in denen unterschiedliche Gedächtnistests unterschiedliche Ergebnisse erbringen.

explizites Gedächtnis Kann bewußt reproduziert werden

implizites Gedächtnis Kann bewußt nicht reproduziert werden, jedoch durch bessere Ausführung einer Aufgabe nachgewiesen werden

Patienten mit einer Amnesie wegen Schädigung des Hippocampus haben oft nur implizite Erinnerungen an ein Ereignis

Priming Verbesserung der Verarbeitung eines Stimulus als Funktion einer vorherigen Darbietung

Elaborative Verarbeitung erleichtert explizite, nicht aber implizite Erinnerung.

man kann wirkungsvolle Prozeduren zur Ausführung von aufgaben entwickeln, ohne daß man angeben könnte, was man genau tut.

Deklaratives Wissen Expizites Wissen über Sachverhalte

Prozedurales Wissen Wissen, daß sich auf die Ausführung von Aufgaben bezieht

3.7 Problemlösen

3.7.1 Prozedurales Wissen und Problemlösen

Operator Handlung, die den aktuellen Problemzustand in einen neuen transformiert

Wesentlichenm Merkmale des Problemlösens:

1. Zielgerichtetheit
2. Zerlegung in Teilziele
3. Anwendung von Operatoren

Der Ursprung prozeduralen Wissens liegt in Prozessen des Problemlösens, die gelernt werden.

Problemraum Repräsentation verschiedener Sequenzen von Problemlöseoperatoren, die verschiedene Problemzustände repräsentieren

Suchbaum (*Zustand-Handlungs-Bäume*) Darstellung einer Menge von Zuständen, die durch die Anwendung von Operatoren bei gegebenem Anfangszustand erreicht werden können

Problemlöseoperatoren erzeugen einen Problemraum, die der Problemlösende nach einem Pfad zum Ziel durchsuchen muß

3.7.2 Problemlöseoperatoren

Erwerb von Problemlöseoperatoren durch

- Entdecken
- Analogie zur Lösung eines Beispielproblems
- direkte Instruktion

Analogiebildung Problemlöser bildet Lösung eines Problems auf die eines anderen ab.

1. Feststellung, daß frühere Problemlösung relevant ist
2. Übertragung der Elemente der früheren Lösung, so daß ein Operator ausgebildet werden kann

Produktion Bedingungs-Aktions-Regel, die die Situation enkodieren, in der es angemessen ist, einen bestimmten Operator anzuwenden

Produktionssysteme Systeme, die die Fähigkeit zum Problemlösen als Menge von Produktionen darstellt.

Menschen vermeiden Rückkehr zu früheren Problemzuständen.

Operatorauswahl durch Unterschiedsreduktion oder Mittel-Ziel-Analyse

Unterschiedsreduktion („*Bergsteigen*“) Tendenz, Operatoren auszuwählen, die den Unterschied zwischen aktuellem und Zielzustand reduzieren. Beim Problemlösen treten Probleme auf, wenn die richtige Lösung eine Vergrößerung des Unterschieds zwischen aktuellem und Zielzustand mit sich bringt.

Mittel-Ziel-Analyse Erzeugung eines neuen Ziels, um die Verwendung eines operators zu ermöglichen. Man kann Mittel-Ziel-Analyse als differenziert Ausarbeitung der Unterschiedsreduktion auffassen

General-Problem-Solver (GPS; NEWELL, SHAW, SIMON) Computersimulation zum Problemlösen, die Mittel-Ziel-analyse verwendet

Man muß Überlegungen über die Beziehungen zwischen Zielen anstellen, um Zielkonflikte zu vermeiden und die effektivste Prozedur zu finden

3.7.3 Problem-Repräsentation

Zum erfolgreichen Problemlösen müssen Probleme so repräsentiert werden, daß angemessene Operatoren angewendet werden können

funktionale Fixierung Tendenz, Objekte in ihrer üblichen Problemlösefunktionen zu repräsentieren, wodurch das Erkennen neuer Funktionen verhindert wird (Zwei-Seile-Problem von MAIER (1931))

3.7.4 Einstellungseffekte

Einstellungseffekt Beeinträchtigung der Problemlösung infolge früherer Erfahrungen mit der Lösung derselben Art; insbesondere wird ein früherer Lösungsweg beibehalten, obwohl es evtl. einen besseren gibt (Umfüllaufgaben). Einstellungseffekte resultieren aus einer Verstärkung des Wissens, das für die Lösung eines Problemtyps relevant ist

Inkubationseffekte Die Lösung eines Problems fällt manchmal leichter, wenn man sich eine Zeitlang nicht mit dem Problem beschäftigt.

Einsichtsproblem Problem, dessen Lösung von einer plötzlichen Einsicht („*Aha-Effekt*“) abhängt. Die Lösung wird durch Maßnahmen erleichtert, die die Tendenz schwächen, bereits ausprobierte, fehlgeschlagene Lösungswege beizubehalten

3.8 Entwicklung spezieller Kenntnisse und Fertigkeiten

Durch ausgiebiges Üben entwickelt man hochgradige Kompetenzen, die besonders hilfreich sind, wenn man mit anspruchsvollen Problemen konfrontiert ist.

3.9 Allgemeine Kennzeichen des Erwerbs spezieller Fähigkeiten

Bei der Herausbildung einer speziellen Fähigkeit werden typischerweise drei Phasen unterschieden (ANDERSON 1983):

1. **kognitive Phase:** Entwicklung einer deklarativen Enkodierung, die die Ausführung der Fähigkeit leitet
2. **assoziative Phase:** Deklarative Repräsentation wird in prozedurale Repräsentation umgewandelt
3. **autonome Phase:** Ausführung wird automatisiert

3.9.1 Wesen des Expertentums

Prozeduralisierung Überführung von deklarativem in prozedurales Wissen

taktisches Lernen Lernen, welche Handlungssequenzen der Problemlösung dienlich sind. Es werden Regeln zur Lösung bestimmter Probleme gelernt (Bsp: Geometrie-Aufgaben).

strategisches Lernen Lernen, wie man die Problemlösung für eine bestimmte Problemklasse am besten organisiert (Bsp: Physik-Aufgaben).

Experten bilden neue Konstrukte, mit denen sich zentrale Aspekte eines Problems repräsentieren lassen (Bsp: Klassifizierung von Physik-Aufgaben)

Experten können zusammenhängende Chunks erkennen (Bsp: Schach)

Experten können problembezogene Informationen besser im Langzeitgedächtnis speichern und abrufen

3.9.2 Transfer von Fähigkeiten

Es gelingt nicht oft, Fähigkeiten auf ähnliche Bereiche zu übertragen; es findet praktisch kein Transfer zu unterschiedlichen Inhaltsbereichen statt. (Bsp: rechnende Straßenkinder)

Theorie der identischen Elemente Theoretische Annahme, daß ein positiver Transfer von Fähigkeit auf eine andere nur in dem Ausmaß möglich ist, in dem beide Fähigkeiten auf denselben Wissens-elementen beruhen.

positiver Transfer Beherrschung einer Fähigkeit erleichtert eine andere

negativer Transfer Beherrschung einer Fähigkeit behindert eine andere (z.B. Einstellungseffekt)

3.9.3 Implikation für pädagogische Kontexte

Komponentialanalyse Ansatz zur Entwicklung von Unterrichts-methoden, bei denen die Beherrschung einer Fähigkeit in ihre einzelnen Komponenten zergliedert wird, die erlernt werden müssen. Grundlage für *beherrschungsorientiertes Lernen*. Wird am umfassendsten bei intelligenten Tutorensystemen eingesetzt (durch

sorgfältige Überwachung der einzelnen Komponenten und entsprechende Rückmeldung kann zu schneller Beherrschung komplexer Fähigkeiten verholfen werden).

beherrschungsorientiertes Lernen Lernverfahren, bei dem die Lernenden jede Komponente des Lehrstoffes beherrschen müssen, bevor neuer Stoff eingeführt wird.

3.10 Logisches Denken und Entscheidungsfindung

3.10.1 Konditionalaussagen

Modus ponens Schließt das Konsequens aus dem Antecedes ($A \Rightarrow B$; *Agilt* \Rightarrow *Bgilt*)

Modus tollens Schließt Negation des Antecedes aus Negation des Konsequens ($A \Rightarrow B$; *Bgiltnicht* \Rightarrow *Agiltnicht*)

Modus ponens wird gut angewendet, andere Syllogismen oft fehlerhaft.

probalistisches Modell Nimmt na, daß die Tendenz, eine Conclusio für gültig zu halten, davon abhängt, wie wahrscheinlich die Conclusion bei gegebener Prämisse ist.

Auswahlaufgabe *Vorgegeben*: Bedingte Aussage ($A \Rightarrow B$). Proband muß Informationen auswählen ($[A|B]$ [wahr|falsch]), mit denen sich die Aussage prüfen lässt.

Wasonsche Kartenaufgabe Besonders bekannte Auswahlaufgabe: „Wenn auf einer Seite einer Karte ein Vokal abgebildet ist, dann steht auf der anderen eine gerade Zahl“. Bsp: E (89(62Karten aufdecken, die unter probalistischem Modell informativ sind

Erlaubnischema Antecedes spezifiziert die Situationen, in denen das Konsequens erlaubt ist. Das Wissen über das Erlaubtsein von Sachverhalten in der Welt kann die Anwendung logischer Schüsse außer Kraft setzen. Unter der Perspektive, Verletzungen einer sozialen Vereinbarung aufdecken zu wollen, treffen Probanden einen größeren Anteil logisch korrekter Wahlen als bei Wasonscher Kartenaufgabe

Menschen verwenden unterschiedliche Operatoren in Abhängigkeit von ihrer Interpretation von „wenn“ (probalistisch, erlaubnisbezogen, logisch).

3.10.2 Schließen mit Quantoren

logische Quantoren *alle, einge, kein*

kategorialer Syllogismus Syllogismus mit logischen Quantoren. Forschung zum logischen Folgern mit Quantoren hat sich darauf konzentriert.

Atmosphärenhypothese (WOODWORTH, SELS 1935) Menschen neigen dazu, Conclusiones zu akzeptieren, die dieselben Quantoren wie die Prämisse enthalten. Tritt nur annähernd ein, Probanden sind oft Präziser, als Hypothese erwarten läßt.

Theorie der mentalen Modelle (JOHNSON-LAIRD 1983) Der Mensch konstruiert ein mentales Modell von der Welt, das den Prämissen des Syllogismus gerecht wird, und inspiziert dieses Modell, um zu sehen, ob der Conclusio gerechtfertigt erscheint. Fehler entstehen, weil Menschen mögliche Erklärungen der Prämissen übersehen.

Es gibt auch Belege, daß kategoriale Aussagen manchmal wie Wahrscheinlichkeitsbehauptungen behandelt werden (z.B. *einige* = 50%)

Allgemein: Menschen akzeptieren bei kategorialen Syllogismen häufig Schlüsse, die nicht wahr, in realen Situationen aber oft zutreffend sind.

3.10.3 Induktives Schließen

Conclusion wahrscheinlich, aber nicht sicher.

a-priori-Wahrscheinlichkeit Wahrscheinlichkeit *ohne* Vorbedingung

a-posteriori-Wahrscheinlichkeit Wahrscheinlichkeit *mit* Vorbedingung

bedingte Wahrscheinlichkeit Wahrscheinlichkeit, daß Ereignis eintritt, wenn Hypothese zutrifft

Bayes-Theorem Berechnung der bedingten Wahrscheinlichkeit

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E|H) \cdot P(H) + P(E|\neg H) \cdot P(\neg H)}$$

Mit H = Hypothese, E = Ereignis, $P(x|y)$ = Wahrscheinlichkeit von x , wenn y gegeben ist

Abweichungen von Bayes-Theorem Menschen unterschätzen oft die kumulative Kraft von eingetretenen Ereignissen, und sie vergessen, die Grundraten zu berücksichtigen. Die bewußten Wahrscheinlichkeitsurteile stimmen oft nicht mit dem Bayes-Theorem überein, daß tatsächliche Verhalten dagegen schon

Wahrscheinlichkeitschätzung Die Wahrscheinlichkeitschätzung wird dadurch beeinträchtigt, daß man auf Faktoren wie Gedächtnisabruf oder Ähnlichkeitsbeurteilung angewiesen ist.

3.10.4 Entscheidungsfindung

subjektiver Nutzen Wert, den eine Person einer Sache beimißt. Entscheidungen unter Unsicherheit werden auf Basis subjektiver Nutzwerte und subjektiver Wahrscheinlichkeiten getroffen

Rahmungseffekte Neigung von Menschen, sich bei Vorliegen derselben Alternativen jeweils anders zu entscheiden, wenn diese Alternativen unterschiedlich aufgefasst werden. In Fällen, in denen es keine eindeutige Grundlage für die Entscheidung gibt, werden Menschen durch den rahmenden Kontext beeinflusst, in dem das Problem steht.

3.11 Struktur der Sprache

Grammatik Regelsystem, das **Produktivität** und **Regelmäßigkeit** einer natürlichen Sprache erklärt

1. **Syntax:** Wortstellung, Flexionen
2. **Semantik:** Bedeutung
3. **Phonologie:** Lautliche Struktur (Aussprache)

Kompetenz abstraktes Sprachwissen

Performanz Konkrete Anwendung der Kompetenz beim Sprechen und Zuhören.
Performanz spiegelt nicht immer die Kompetenz wieder

3.11.1 Formale syntaktische Strukturen

Phrasenstruktur Zentrales linguistisches Konzept: Hierarchische Zergliederung des Satzes in **Phrasen**, z.B.:

- Nominalphrase
- Verbalphrase
- Präpositionalphrase
- Verb
- Adjektiv

Ersetzungsregeln sind formale Spezifikationen zur Erzeugung von Sätzen und ihrer Phrasenstruktur z.B. Satz ⇒ Nominalphrase + Verbalphrase

Menschen legen beim Sprechen meistens kurz nach jeder bedeutungshaltigen Einheit eine Pause ein

Sprachliche Fehlleistungen, an denen Vertauschungen von Wörtern oder Lauten beteiligt sind, sind durch die Phrasenstruktur einer Sprache bestimmt, z.B. *Wiederholung* von ganzen Phrasen, *Vorwegnahme und Vertauschung* von Phonemen *innerhalb* einer Phrase

Transformtionen bewegen Elemente aus ihrer üblichen Position in der Phrasenstruktur eines Satzes. Dabei gibt es recht willkürliche Beschränkungen

3.11.2 Beziehung zwischen Sprache und Denken

Behavioristen glaubten, daß beim Denken verborgenes Sprechen und andere *implizite motorische Aktivitäten* beteiligt sind. Widerlegt durch Experiment mit *Curare*.

Linguistischer Determinismus Grundannahme, daß Sprache die Art des Denkens unter der Wahrnehmung der Welt determiniert oder stark beeinflußt (WHORF 1956). Konnte nicht bestätigt werden.

Die *Struktur der Sprache* bringt auf vielerlei Wegen die Struktur zum Ausdruck, in der wir die Welt kognitiv verarbeiten.

Modularitätshypothese Erwerb und Verarbeitung der Sprache erfolgen unabhängig von anderen kognitiven Systemen. Weder bestätigt noch widerlegt

3.11.3 Spracherwerb

Kinder nähern sich ihrer Sprache nach und nach an, indem sie immer *längere und komplexere* Konstruktionen hervorbringen. Sie beherrschen ihre Sprache schon früh und nach wenig direkter Unterweisung.

Ab dem Alter von ca. 10 Jahren verringert sich die Fähigkeit, eine neue Sprache zu lernen oder von einer Aphasie zu genesen.

Konnektionistische Netze können die Generalisierung von flexionsformen ohne Speicherung spezifischer Regeln lernen (RUMELHART, MCCLELLAND 1986).

Es gibt *universelle Einschränkungen* hinsichtlich der Art von Sprache, die Menschen erlernen können. Nach CHOMSKY gibt es *sprachliche Universalien*, die die Merkmale einer natürlichen Sprache eingrenzen. Kenntnisse darüber sind angeboren.

Parametersetzung Annahme, nach der zum Erwerb einer Sprache ca. 100 Parameter zu lernen sind, auf denen natürliche Sprachen variieren

Kapitel 4

Goldstein

4.1 Untersuchung der Wahrnehmung

4.1.1 Psychophysischer Untersuchungsansatz

absolute Schwelle Kleinste Reizintensität, die nötig ist, damit ein Beobachter einen Reiz wahrnimmt. Grundlage der *klassischen Schwellentheorie*.

klassische psychophysische Methoden zur Aufindung der *absolute Schwelle*(FECHNER)

Grenzmethode Versuchsleiter bietet Reizinformationen abwechselnd in auf- und absteigender Ordnung ihrer Größe oder ihrer Intensität dar.

Übergangspunkt die Stelle, ab der ein Reiz wahrgenommen wird.

Perseverationstendenz der Proband neigt dazu, aufeinanderfolgend gleich zu antworten. Durch auf- und absteigende Reihenfolge wird dem entgegengewirkt

Herstellungsmethode Reizintensität wird verändert, bis der Beobachter den Reiz sieht bzw. nicht mehr sieht. Übergangspunkt heißt **absolute Schwelle**. Schnellste Methode, aber ungenaue.

Konstanzmethode Reihe einzelner Reize mit verschiedener Intensität wird zufällig mehrmals dargeboten. Stärkster deutlich über Schwelle, damit er entdeckt wird, schwächster deutlich darunter. Genaue Methode, aber langsamste.

Unterschiedsschwelle (eben merklicher Reizunterschied, ΔS) Kleinster Unterschied zwischen 2 Reizen, den eine Person gerade noch feststellen kann.

Webersches Gesetz (WEBER 1795-1878)

$$\frac{\Delta S}{S} = K$$

Mit K = *Weberscher Quotient*, S Wert des Standardreizes. ΔS =Unterschiedsschwelle. Dabei ist K innerhalb bestimmter Bereiche (z.B. 150–600g) von S konstant.

Methode der direkten Größenschätzung Versuchsleiter bietet zunächst „Standardreiz“ dar und weist diesem einen Wert zu. Dann soll der Proband unterschiedlichen Reizintensitäten eine Zahl zuweisen.

Stevensches Potenzgesetz (STEVENS 1957)

$$W = KS^n$$

Mit W = wahrgenommene Stärke, K =Konstante, S =Reizintensität, n Sinnesabhängig (< 1 für Helligkeit, $= 1$ für Länge, > 1 für Elektroschock)

4.1.2 Kognitionspsychologischer Untersuchungsansatz

Top-down-Prozeß Kognitive Einflüsse auf die Wahrnehmung

Bottom-up-Prozeß Reizmerkmale werden analysiert und verarbeitet

4.2 Sehen – Rezeptoren und neuronale Verarbeitung

PET *Positronen-Emissionstomograph* Liefert Bilder der Gehirnaktivität

4.2.1 Übersicht über das visuelle System

Akkommodation Anpassung der Brechkraft der Linse durch Änderung der Dicke und der Krümmung.

sichtbares Licht ca. 360nm-760nm

Duplizitätstheorie der Wahrnehmung (VON KRIES, 1896) Die Netzhaut besitzt 2 Rezeptortypen, die unterschiedlich aussehen, unter unterschiedlichen Bedingungen arbeiten und unterschiedliche Eigenschaften haben

Dunkeladaption Erhöhung der Lichtempfindlichkeit bei sinkender Beleuchtungsstärke. Analog **Helladaption**.

Dunkeladaptionskurve Bei Verdunkelung nach Helladaption erhöht sich die Empfindlichkeit ca. 3-4 Min, erreicht dann Plateau, steigt nach ca. 7-10 Min. weiter für ca. 20-30 Min. Dunkeladaptierte Empfindlichkeit ca. 100000 höher als helladaptierte.

Zapfen niedrigempfindliche Photodektoren, ca. 120 Mio., aktiv bei hoher Lichtintensität. **Zapfepigment** ca. 6 Minuten Regenerationszeit \Rightarrow Zapfenadaption. Empfindlich für langwelliges Licht (Maximal bei 560nm). Farbwahrnehmung.

Stäbchen hochempfindliche Photodektoren, ca. 6 Mio., aktiv bei niedriger Lichtintensität. **Stäbchenpigment** ca. 30 Minuten Regenerationszeit \Rightarrow Stäbchenadaption. Empfindlich für kurzwelliges Licht (Maximal bei 500nm). Schwarzweißwahrnehmung.

Purkinje-Phänomen (PURKINJE 1825) Übergang von der Zapfen- zur Stäbchenempfindlichkeit bei der Dunkeladaption: Reaktive Helligkeit kurzwelliger Farben nimmt zu.

Zapfenadaption (Messung: Testbild fällt ausschließl. auf Fovea der Testperson) Kurve entspricht Anfang der Dunkeladaptionskurve, bleibt aber auf Plateau.

Stäbchenadaptation (Messung: Stäbchenmonochromaten (Netzhaut enthält nur Stäbchen)) Empfindlichkeit niedriger als die der Zapfen, nimmt sofort kontinuierlich ab, entspricht ab **Kohlrausch-Knick** (Knick in der Dunkeladaptionskurve) der Dunkeladaptation.

Lichtweg im Auge Hornhaut → Pupille → Linse → Netzhaut (Retina)

Aufbau der Retina Neuronen-Netzwerk (Ganglienzellen [M-, P-, ca. 1. Mio.]– Amakrinzellen – Bipolarzellen – Horizontalzellen) — Photorezeptoren (Stäbchen, Zapfen) Umsetzung der Lichtreize durch *Sehpigmente* in den Rezeptoren: Formänderung von *Retinal* verwandelt *Opsin* in Katalysator, der Kettenreaktion auslöst, die zu elektr. Signal führt.

Pigmentepithel Zellschicht hinter den Rezeptoren, enthält wichtige Nährstoffe und Enzyme

Sehpigment Durch Lichtabsorption verändert *Retinal* seine Form, löst Umwandlungsprozeß aus und trennt sich dann von *Opsin*. Trennung verändert Farbe von *Retinal* („**Bleichung**“: rot → orange → gelb → transparent. **Pigmentregeneration** (Wiedervereinigung von *Retinal* und *Opsin*) mit Hilfe von Enzymen aus dem Pigmentepithel.

Retina-Densitometrie (RUSHTON 1961) Methode zur Messung der Sehpigmentkonzentration: Schwacher Meßstrahl mit konstanter Intensität wird ins Auge projiziert und die Intensität des reflektierten Lichtes gemessen. Je mehr Pigment, desto mehr Licht wird absorbiert, d.h. desto weniger wird reflektiert.

Fovea (Sehgrube) enthält nur Zapfen

Netzhautperipherie enthält Stäbchen und Zapfen.

blinder Fleck Rezeptorloser Bereich, durch den die Ganglienzellen das Auge als Sehnerv verlassen. Liegt in der Peripherie, Bild wird an dieser Stelle „ergänzt“

Signalweg Photorezeptoren ⇒ Neuronen-Netzwerk ⇒ Sehnerv ⇒ CGN ⇒ primärer visueller Cortex (im Hinterhauptlappen des Cortex) ⇒ Regionen im Scheitel- und Schläfenlappen

extrastriäre visuelle Areale Bereiche des Cortex außerhalb der Area striata, die beim Sehen eine Rolle spielen

4.2.2 Verarbeitung neuronaler Signale

neuronale Schaltkreise Netzwerke aus Nervenfasern

linearer Schaltkreis Rezeptoren geben Signale ohne Beteiligung anderer Neuronen direkt an nächstes Neuron weiter. Liefert nur Informationen über Reizung einzelner Neuronen.

Konvergenz Synapsen von mehreren Neuronen münden in einem einzigen Neuron. Durch hemmende Synapsen maximale Feuerrate bei Streifen bestimmter Länge (sonst mehr Feuer bei längerem Streifen)

Zentrum-Umfeld-Antagonismus Zentrum und Umfeld des rezeptiven Feldes reagieren entgegengesetzt

On-Zentrum-Neuron Neuron, dessen rezeptives Feld ein On-Zentrum hat

Off-Zentrum-Neuron Neuron, dessen rezeptives Feld ein Off-Zentrum hat

4.3 Sehen - Die zentrale Verarbeitung

4.3.1 Sehnerv (Ganglion)

- Neuronen haben rezeptives Feld eines On-Zentrum-Neurons. Reagiert optimal auf kleine Punktflächen, jedoch auch auf andere Reize

4.3.2 CGL (*Corpus geniculatum laterale*)

Teil des Thalamus, gegliedert in 6 Schichten

- Jede Schicht enthält Signale von *einem* Auge: 2,3,5 vom *ipsilateralen*, 1,4,6 vom *kontralateralen*
- Schichten 1 und 2 (*magnozeluläre Schichten*) erhalten Input von den *M-Ganglienzellen*, 3,4,5,6 (*parvozeluläre Schichten*) von den *P-Ganglienzellen*
- *magnozeluläre Schichten* sind für Bewegung zuständig, *parvozeluläre Schichten* für Farbe, Textur, Form, Tiefe
- Input von Sehnerven, visueller Cortex, Hirnstamm, Thalamuskern
- reguliert Informationsfluß von Netzhaut zu visuellem Cortex (ca. 4 Neuronen zum Cortex pro 10 Neuronen vom Sehnerv)
- feuert im Schlaf langsamer
- Jede Schicht **retinotrop**: Jeder Ort im CGL entspricht einem Ort der Retina, benachbarte Orte der Retina sind auch im CGL benachbart.
- Neuronen haben rezeptives Feld mit Zentrum und Umfeld, ähnlich Ganglienzellen

4.3.3 Area striata (visueller Cortex)

- 3 Haupttypen von Neuronen:

Einfache cortikale Zellen Erregende und hemmende Bereiche nebeneinander angeordnet. Reagieren optimal auf Streifen einer bestimmten Orientierung

Komplexe cortikale Zellen Reagieren optimal auf Bewegung eines richtig orientierten Streifens (länge unwichtig) über das rezeptive Feld. Viele Zellen reagieren optimal auf bestimmte Bewegungsrichtung.

Endinhibitierte cortikale Zellen Reagieren auf Linien, Ecken und Winkel bestimmter Länge, die sich in einer bestimmten Richtung bewegen.

- In *Positions- Orientierungs- und Augendominanzsäulen* (senkrecht zur Oberfläche) organisiert. Rezeptive Felder der Neuronen innerhalb einer Säule liegen auf derselben Stelle der Netzhaut und Neuronen bevorzugen dieselbe Orientierung und bevorzugen dasselbe Auge \Rightarrow In ca. 1mm dicke „**Hypersäulen**“ organisiert, die für einen bestimmten Netzhautort beider Augen einen kompletten Satz Orientierungssäulen enthalten \Rightarrow cortikales Stimulationsmuster unterscheidet sich stark von der Form des Reizes
- übereinanderliegende retinotrope Schichten
- Derselbe Abstand im Cortex entspricht einem kleinen Abstand in der Fovea bzw. einem Großen in der Peripherie („*Vergrößerungsfaktor*“). Obwohl Fovea nur 0.01% der Netzhaut einnimmt, beansprucht sie 8% der corticalen Neuronen, da Rezeptoren in der Fovea dichter gepackt

4.3.4 Zusammenhang zwischen Physiologie und Wahrnehmung

Kontrastempfindlichkeit 1/kleinsten Intensitätsunterschied, bei dem der Beobachter Streifen gerade noch erkennen kann

selektive Adaption Proband soll bestimmtes Streifenmuster ca. eine Minute lang anschauen \Rightarrow Kontrastempfindlichkeit für Streifenmuster dieser Orientierung sinkt (Ermüdung der stimulierten Neuronen)

4.3.5 extrastriäre Strukturen

Experimente (Läsionen, Stimulation, Ableitung) hauptsächlich mit Affen. PET-Aufnahmen, klinische Studien und psychophysische Experimente sprechen für ähnliche Strukturen beim Menschen.

temporale Bahn extrastriäre Bahn, die sich damit befasst, *was* ein Objekt ist. Beginnt bei den *retinalen P-Ganglienzellen* und den *parvozellulären Schichten des CGL*.

parietale Bahn extrastriäre Bahn, die sich damit befasst, *wo* ein Objekt ist. Beginnt bei den *retinalen M-Ganglienzellen* und den *magnozellulären Schichten des CGL*.

Mediotemporales Areal (MT) Spielt bei der Bewegungswahrnehmung eine Rolle: MT-Läsionen heben Detektionsschwelle für Bewegungsrichtung, Mikrostimulation senkt sie; 90% der Neuronen im MT sind richtungsselektiv

Areal V4 Zuständig für Farbwahrnehmung: 60% der Neuronen reagieren auf Farbe

Infratemporales Areal Zuständig für komplexe Formen (z.B. Gesichter)

4.4 Objektwahrnehmung

4.4.1 Wahrnehmungsorganisation: Gestaltheoretische Erklärung

Grundregel der Gestaltpsychologie „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“. Die Wahrnehmung eines Teils eines Reizmusters wird von seinen anderen Teilen beeinflusst.

Gestaltgesetze der Wahrnehmung Satz von Regeln, die beschreiben, welche Wahrnehmungen von bestimmten Reizbedingungen hervorgerufen werden.

1. **Gesetz der Prägnanz / guten Gestalt / Einfachheit** Zentrales Gesetz der Gestaltpsychologie
„Jedes Reizmuster wird so gesehen, daß die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist“
2. **Gesetz der Ähnlichkeit** *„ähnliche Dinge erscheinen zu zusammengehörigen Gruppen geordnet“*
3. **Gesetz der gestaltgerechten Linienfortsetzung** *„Punkte, die als gerade oder sanft geschwungene Linie gesehen werden können, wenn man sie verbindet, werden als zusammengehörig wahrgenommen. Linien werden tendenziell so gesehen, als folgten sie dem einfachsten Weg“*
4. **Gesetz der Nähe** *„Dinge, die sich nahe beieinander befinden, erscheinen als zusammengehörig“*
5. **Gesetz des gemeinsamen Schicksals** *„Dinge, die sich in die gleiche Richtung bewegen, erscheinen als zusammengehörig“*
6. **Gesetz der Bedeutung / Vertrautheit** *„Dinge bilden mit größerer Wahrscheinlichkeit Gruppen, wenn die Gruppen vertraut erscheinen oder etwas bedeuten“*

Kippfigur Figur, die verschiedene Interpretationen von Figur und Hintergrund zulässt

Eigenschaften von Figur und Grund 1. Die Figur wirkt „dinghafter“ und ist leichter zu merken als der Hintergrund

2. Die Figur wird als vor dem Hintergrund stehend gesehen
3. Der Hintergrund wird als ungeformtes Material hinter der Figur gesehen
4. Die Konturen, die Figur und Hintergrund trennen, scheinen zur Figur zu gehören

Man neigt dazu . . .

- . . . symmetrisch geformte Bereiche als Figur wahrzunehmen
- . . . konvex geformte Bereiche als Figur wahrzunehmen
- . . . relativ kleinere Bereiche als Figur wahrzunehmen
- . . . horizontale und vertikale Orientierungen als Figur wahrzunehmen
- . . . bedeutungshaltige Gegenstände als Figur wahrzunehmen

Moderne Kritik an der Gestaltpsychologie Viele Prinzipien spielen zwar heute noch eine Rolle, werden aber kritisch bewertet:

- Die Gestaltgesetze funktionieren nur bei speziell zugeschnittenen Beispielen gut. Woher wissen wir, ob eine Figur einfacher ist ?
- Erklärungen meist erst im Nachhinein. Tendenz, eher zu beschreiben als zu erklären

4.4.2 Wahrnehmung als Konstruktionsprozeß

Wahrscheinlichkeitsprinzip der Wahrnehmung (HELMHOLTZ 19 Jhd.) Wir nehmen dasjenige Objekt wahr, das mit der größten Wahrscheinlichkeit die Ursache unserer sensorischen Empfindung ist

Ein Betrachter nimmt Informationen in einer Abfolge von *Fixationen* und dazwischenliegenden *Augenbewegungen* auf. ein- bis dreimal pro Sekunde verahrtvb das Auge und der angeblickte Musterteil wird analysiert.

Aus den Teilinforamtionen wird eine „*kognitive Landkarte*“ erstellt (Bsp. „Unmögliche Objekte“)

4.4.3 Objektwahrnehmung in Stufen: Präattentive und aufmerksamkeitsgerichtete Verarbeitung

Stufenweise Wahrnehmung Grobeinteilung in zwei Stufen:

1. *Präattentive Verarbeitung*: Das Reizmuster wird in Elementarmerkmale zerlegt
2. *aufmerksamkeitsgerichtete Verarbeitung* Elementarmerkmale werden zu einem Ganzen zusammengefaßt

Texturbereichstrennung Perzeptuelle Trennung von Bildbereichen mit unterschiedlicher Textur

Textone (JULEZ 1981) Elementarmerkmale sind

1. Orientierung
2. Linienkreuzung
3. Linienenden
4. „Kleckse“, kleine Punkte, größere Kreise, Flecken

Merkmalsintegrationstheorie (TREISMAN 1987) Wahrnehmung durchläuft 5 Stufen:

1. **Präattentive Stufe**: Identifikation der Elementarmerkmale durch Texturbereichstrennung; rasch verlaufend.
Elementarmerkmale sind:
 - Linienbogen
 - Linieneigung
 - Farbe
 - Linienendpunkte
 - Bewegung
2. **Stufe der gerichteten Aufmerksamkeit** Zusammensetzen der Elementarmerkmale (physiologisch: Verknüpfung der Informationen der parietalen („wo“) und der temporalen („was“) Bahn; läuft langsamer
3. Wahrnehmung von 3D-Objekten
4. Vergleichen dieses Objektes mit gespeicherten Repräsentationen
5. Bei Übereinstimmung: Identifikation des Gegenstandes

4.4.4 Raumfrequenzerklärung der Objektwahrnehmung

Streifenmuster Kennzeichen:

Wellenform

Kontrast $\frac{\text{Amplitude}}{\text{Mittelwert}}$ der Intensität

Raumfrequenz $\frac{\text{Anzahl Perioden}}{\text{Streckeneinheit}}$

Orientierung Winkel zur Senkrechten

Phase Position relativ zu einem ortsfesten Referenzpunkt

Kontrastempfindlichkeitsfunktion Größte Empfindlichkeit bei $\frac{2 \dots 4}{\text{Grad}}$

Raumfrequenzkanäle Nachgewiesen durch Messungen der *Kontrastempfindlichkeitsfunktion* nach Adaption eines Streifenmusters \Rightarrow Verringerte Empfindlichkeit in diesem Bereich

4.5 Wahrnehmung von räumlicher Tiefe und Größe

4.5.1 Theorie der mehrfachen Tiefenkriterien

Okulomotorische Tiefenkriterien Beruhen auf Signalen die im Auge entstehen

Konvergenz Augen drehen sich bei der Wahrnehmung naher Objekte einwärts

Akkommodation Formveränderungen der Linse

Monokulare Tiefenkriterien Sind auch wirksam, wenn man nur *ein* Auge benutzt

Verdecken Wenn Objekt A Objekt B verdeckt, liegt A *vor* B

Relative Größe im Blickfeld Objekte im Vordergrund erscheinen unter größerem Sehwinkel als entferntere

Relative Höhe im Blickfeld Objekte, die sich *höher* im Blickfeld befinden, erscheinen entfernter

Atmosphärische Perspektive Entfernte Gegenstände erscheinen durch Verschmutzung der Luft unschärfer

Gewohnte Größe von Gegenständen Wissen über Objektgröße beeinflusst Wahrnehmung der Entfernung. Am effektivsten, wenn andere Informationen fehlen

Lineare Perspektive Fluchtpunktperspektive

Texturgradient Entferntere Objekte scheinen dichter zusammengepackt

Bewegungsinduzierte Tiefenkriterien Wirken bei bewegtem Beobachter

Bewegungsparallaxe Ferne Objekte haben bei gleicher realer Geschwindigkeit auf der Netzhaut kleinere Winkelgeschwindigkeit als nahe.

Fortschreitendes Auf- und Zudecken Flächen in unterschiedlicher Entfernung scheinen sich bei Bewegungen, die nicht senkrecht zu ihnen verlaufen, relativ zueinander zu bewegen

Querdisparation Beruht auf unterschiedlichem Blickwinkel beider Augen

Korrespondierende Netzhautpunkte Stellen auf beiden Netzhäuten, die mit derselben Stelle des visuellen Cortex verbunden sind. Liegen bei übereinanderliegenden Netzhäuten übereinander

Horofter Gedachter Kreis durch *Fixationspunkt* und *optische Mittelpunkte* beider Augen.

Querdisparationswinkel Winkel zwischen den beiden Netzhautbildern eines realen Punktes. Je weiter das Objekt vom Horofter entfernt ist, desto größer ist sein Querdisparationswinkel

Zufallsstereogramme Bei zwei identischen Zufallsmustern werden in einem davon Bereiche verschoben und beiden Augen je ein Muster gezeigt. Querdisparation bewirkt räumliche Tiefe

neuronale Verarbeitung der Querdisparation Im visuellen Cortex gibt es Neuronen, die auf Querdisparationswinkel reagieren (Nachweis durch Ableitung (Affe) und Entfernen der binokularen Neuronen durch monokulare Aufzucht (Katze)

Korrespondenzproblem Wie werden die Netzhautbilder so verglichen, daß Querdisparationswinkel berechnet werden kann? Bisher keine befriedigende Lösung.

Autostereogramm Querdisparation innerhalb *eines* Bildes. Bildteile, die Querdisparation erzeugen, wenn man mit divergierenden (auf ∞ eingestellt) Augen das Bild betrachtet, wiederholen sich.

4.5.2 Wahrnehmung der Größe von Objekten

Schwinkel hängt von Größe *und* Entfernung des Objekts ab

Größenkonstanz Wir nehmen die Größe eines Objekts als konstant wahr, auch wenn sich die Größe seines Bildes auf der Netzhaut ändert. Daher ist eine **Korrektur der Relation Größe–Entfernung** nötig.

Emmertches Gesetz

$$G_W = K(G_N \cdot D_W)$$

Mit G_W = Größe des wahrgenommenen Nachbildes, K = Konstante, G_N = Größe des Netzhautbildes, D_W = wahrgenommene Distanz

4.5.3 Geometrisch-optische Größentäuschungen

Blick aus der Höhe Aus dem Flugzeug wirken Häuser klein, ad Entfernungsinformationen fehlen

Amesseche Raum Spezieller Raum, in dem zwei Menschen gleicher Größe aufgrund fehlender Entfernungsinformationen (Blick durch Lochblinde) unterschiedlich groß

Mondtäuschung Mond scheint knapp über dem Horizont größer als am Zenit. Erklärungsversuche

durch wahrgenommene Entfernung Mond am Horizont scheint weiter weg, da Gelände mehr Tiefeninformationen enthält

durch Schwinkelgrößenvergleiche Mond scheint am Horizont größer, da er von relativ zur Himmelsfläche kleineren Objekten umgeben ist

Müller-Lyrsche Täuschung „PfeilLinie“ scheint länger als „Y-Linie“, da fälschlicherweise Korrektur der Größenkonstanz vorgenommen wird (Pfeillinie wird als Außenhecke, Y-Linie als Innenecke interpretiert). Erklärung umstritten, aber keine befriedigende Alternative.

4.6 Wahrnehmungsökologischer Ansatz

(J.J. GIBSON 1950) Wahrnehmung in der *natürlichen* Umwelt. Angewiesen auf Informationen, die sich nicht bei jeder Bewegung ändern

invariante Informationen Tiefenkriterien, die konstant bleiben, wenn der Beobachter sich bewegt.

Texturgradient

Muster des optischen Fließens Die Umwelt „fließt“ am bewegten Beobachter vorbei. Darin ist Information enthalten, anhand derer sich der Beobachter zielgerichtet durch diese Umwelt bewegen kann.

Horizontverhältnis Verhältnis von Anteil eines Objekts, der über den Horizont hinausragt zu Anteil unter dem Horizont ist bei gleicher Entfernung gleich.

umgebende optische Anordnung soll nach Gibson statt dem Netzhautbild von Wahrnehmungsforschung untersucht werden. Wichtig ist dabei die *Veränderung* der Umgebung

unmittelbare Wahrnehmung Wahrnehmung ebteht *unmittelbar*, direkt aus den Informationen der optischen Anordnung, z.B. Größeninformationen aus der Anzahl der Einheiten auf einem Texturgradienten

4.7 Sprachwahrnehmung

4.7.1 Akustische Sprachsignale

Phonem kürzeste lautliche Einheit, die die Bedeutung eines Wortes verändert

phonetische Merkmale ergeben sich aus den physischen Bewegungen des Stimmtraktes (Kehlkopf, Stimmbänder, -luippen, -ritze, Mundhöhle, Nasenhöhle, Zunge, Lippen)

Konsonanz, Sonorität Konsonant/Vokal ?

Stimmhaftigkeit Durch Schwingung der Stimmlippen gebildet ?

Artikulationsort Ort, an dem der Vokaltrakt geschlossen wird.

Artikulationsort	Stimmhaft	Stimmlos
Bilabial (geschlossene Lippe)	[b]	[p]
Alveolar (Zunge wird gg. Zahndamm gedrückt)	[d]	[t]

akustisches Sprachsignal zeitliches Muster von Frequenz und Intensität

Sprachsignalmerkmale bestimmter Teil des akustischen Sprachsignals, der mit einem bestimmten Phonem verknüpft ist

bei Vokalen ist der Stimmtrakt relativ weit geöffnet

Variabilität der Sprachsignalmerkmale Ein bestimmtes Phonem ist nicht immer mit den selben Sprachmerkmalen verknüpft, sondern vom Kontext beeinflusst.

Formanten waagrechte Bänder, die immer mit Vokalen verknüpft sind

Verlauf der Formantansätze rasche Frequenzänderung, die jedem Formanten vorausgeht

Artikulationsfluß Überschneidung der Artikulation verschiedener Phoneme

Wahrnehmungskonstanz Phoneme werden immer gleich wahrgenommen, obwohl der Artikulationsfluß das akustische Signal verändert

Das alltägliche Sprechen erzeugt Unterschiede in den Sprachsignalmerkmalen (Stimmhöhe, Akzent)

4.7.2 Motorische Theorie der Sprachwahrnehmung

Es gibt eine **Verarbeitungseinheit für Phoneme** (hypothetische neuronale Struktur), die unabhängig von anderen auditiven Mechanismen ermittelt, welche phonetischen Merkmale die ankommenden akustischen Signale erzeugt haben und identifiziert sie.

Kategoriale Wahrnehmung Stimuli werden wahrgenommen, als ob sie distinkten Kategorien zugehörten. Keine Abstufung innerhalb einer Kategorie. Beim Sprechen sind die einzelnen Wörter häufig nicht abgegrenzt, scheinen es aber bei bekannten Sprachen zu sein

Vokaleinsatzzeit nach einem Konsonanten zeitliche Verzögerung zwischen dem Einsetzen eines lauten und dem Beginn der Schwingung der Stimmbänder. Länger nach stimmlosen Konsonanten

Phonetische Grenze Vokalensatzzeit am Übergang der Wahrnehmung von z.B. /da/ nach /ta/

McGurk-Effekt Videoband, auf dem Person /ga-ga/ spricht; Tonspur durch /ba-ba/ ersetzt. Proband gibt an, er hört /da-da/. Wenn er die Augen schließt, hört er /ba-ba/

Duale auditive Wahrnehmung Ein akustisches Signal wird in zwei Teile aufgespalten und jedem Ohr *ein* Teil dargeboten (z.B. wird ein Formant abgespalten). Der Hörer nimmt auf dem Ohr mit dem Formant ein nichtsprachliches Zirpen, auf dem anderen das ganze Sprachsignal wahr.

Interpretation: Sprachsignal wird vom Sprachmodus, Zirpen vom allgemeinen auditiven Modus erzeugt.

4.7.3 Gibt es Informationen zur Lauttrennung

Verhältnis zwischen Frequenz am Beginn des Formantansatz scheint konstant zu sein.

4.7.4 Physiologische Grundlagen der Sprachwahrnehmung

- Nach häufiger Darbietung einer stimmhaften Silbe bewirkt Verschiebung der phonetischen Grenze. Erklärung: Adaption von für Stimmhaftigkeit zuständigen Neuronen.
- Adaptionenversuche mit McGurk-Effekt ergaben Ermüdung für das *akustische Sprachsignal*, nicht für das *wahrgenommene*.
- Sprache ist in der *linken* Hirnhälfte angesiedelt. Schädigung des *Broca-Areals* führt zu Sprachschwierigkeiten, Schädigung des *Wernicke-Areals* zu Verständnisschwierigkeiten
- PET-Untersuchungen zeigen bei Sprachwahrnehmung Aktivierung in der linken, bei Tönen in der rechten Hemisphäre

Kapitel 5

Spada; Gedächtnis und Wissen

5.1 Psychologie des verbalen Lernens

umfaßt Erwerb, Behalten und Vergessen einfacher Verknüpfungen zwischen verbalen Elementen

Untersuchungsmethoden :

Serielles Lernen EBBINGHAUS 1885 wiederholtes Lernen einer Liste von einfachen verbalen Einheiten. Die Wiedergabe erfolgt in Reihenfolge der Darbietung.

Effekt der Länge der Silbenreihe 6 Silben o.k. dann aber mehr Silben viel mehr Wiederholungen **Effekt der Anzahl der Wiederholungen:** Behaltensleistung proportional zu Wiederholungen starkes überlernen hat keine Auswirkung

Die folgenden Untersuchungen stützten sich auf zwei methodische Varianten

Lern-Prüf-Methode Liste einprägen, in richtiger Reihenfolge wiedergeben, erneut einprägen usw. **Die Antizipationsmethode:** > einmalige Vorgabe, Vp soll sagen welches Item als nächstes kommt, bekommt dann auch das Item gegeben und soll nächstes bestimmen. Untersucht wurden Merkmale der Items, Ähnlichkeit, Bedeutungsinhalt, Häufigkeit im Auftreten der Sprache

Der serielle Positionseffekt Items am Beginn und am Ende werden am besten eingepägt und ist invariant gegenüber Versuchsbedingungen ⇒ es wird eine Assoziation zwischen dem Item und seiner Position gelernt.

Paarassoziationslernen Itempaare A-B in vorgegebener Reihenfolge einprägen und wiedergeben also A wird gezeigt B muss gesagt werden bis ganze Liste ohne Fehler

kann unterteilt werden in: **Reizdiskrimination:** Vp lernt Unterscheidung der As **Reaktionslernen:** Erwerb der Antwort B auf Reiz A; **Assoziationslernen:** lernen der Verknüpfung zwischen Reiz und Reaktion: Computermodell: EPAM Simon Feigenbaum

untersucht wurde: **Beschaffenheit des Materials und deren Effekte auf das Behalten:** von Bedeutung sind Ähnlichkeiten (verringert Lernleistung bei

Reizen), Bildhaftigkeit, Bedeutungsgehalt; **Art der erworbenen Assoziation**: werden zwei Assos gelernt oder eine symmetrische ;nicht gelöst **die erworbenen Assots**: werden nach dem alles oder nichts Prinzip gebildet aber heute ein sich allmähliche Verknüpfungsstärke ist verbreitet. **Wirkungsweise von Mediatoren**: das sind Eselsbrücken: sie erleichtern das Erlernen der Assoziation

freies Reproduzieren die Reihenfolge der Wiedergabe ist freigestellt: \Rightarrow **primacy-recency-effekt**: Worte am Listenanfang und Ende werden besser wiedergegeben als in mittleren Positionen. Der Primacyeffekt wird schlechter, wenn Liste länger und besser wenn länger dargeboten, recency davon nicht betroffen. P-Effekt wird erklärt, daß zu Beginn öfters wiederholt wird, R-Effekt wird auf Kurzzeitspeicher(6-7) zurückgeführt.. Anders als beim PAL und SL hier **Verbesserung der Wiedergabeleistung durch Ähnlichkeiten unter den Items**. Struktur der Liste, Beziehung zwischen den Items

Wiedererkennen jetzt nicht mehr nur Wiedergabe von zuvor eingprägtem Material, sondern auch wiedererkennen eingprägten Materials von nicht gelerntem. **Aufgabe**: es wird eine Itemliste gelernt und eine neue, die die n Items enthalten kann zusammen mit neuen vorgelegt. Proband soll nun für jedes Item sagen, ob es in der gelernten Liste enthalten war. (z.B. MultipleC: ein altes mehrere neue altes ankreuzen)

die Leistung beim Wiedererkennen außerordentlich hoch eine geläufige Erfahrung ist das Wiedererkennen von Menschen nach langer Zeit (34 Jahre) im gegensatz zu Namen

Wiedererkennen ähnlicher Sachverhalte ist schwer Beleg: 1 Woche nach Reizlernen sollte wiedererkannt werden, dabei sollten die alten Reize von Störreizen unterschieden werden. Es gab Störreize, die ähnlich den gelernten waren und solche, die sich gänzlich davon unterschieden. Die Probanden fielen auf die ähnlichen viel häufiger ein als auf die unähnlichen Reize

Wiedererkennen kann gezielt manipuliert werden grünes Auto wird in einer Frage als blau bezeichnet \Rightarrow die Probanden meinten dann auch das Auto sei blau

Wiedererkennen sehr gut nur kann es durch subjektive und andere Einflüsse getäuscht werden

Signal-Detektions-Theorie es gibt Gedächtnisspuren, die eine Stärke besitzen. Beim Lernen wird sie angelegt. Es ist nun beim Abfragen möglich diese Spur direkt anzusteuern, ist sie stark genug, wird der Inhalt als bekannt gemeldet

Transfer bezeichnet die Effekte einer Lernaufgabe auf die andere. Es gibt positiven und negativen Transfer \Rightarrow beim PAL gibt es den besten Effekt, wenn 1. A-B und 2. Liste auch A-B verschlechtert wird die Lernleistung wenn 1.A-B und 2.A-C Weitere Erschwernis durch **Kontextgebundenheit**: Je mehr sich die Listenpaare ähneln desto schwieriger wird es sie zu lernen, aufgrund von Verwechslungen. \Rightarrow **Retroaktive Hemmung**: die Erschwernis alte Items Wiederzugeben, wenn neue mit gleichem Reiz gelernt wurden (A-B,A-C, \Rightarrow A-C) umgekehrt **Proaktive Hemmung** alte können besser wiedergegeben werden.

Vergessen Vergessenskurve von Ebbinghaus: zeigt auf der Ordinate die %uale Ersparnis gemessen von der Zeit, die seit dem Erlernen der Liste vergangen ist \Rightarrow innerhalb von 24 Stunden fällt die Kurve von 60% auf 34% ab (negative Beschleunigung) flacht dann immer mehr ab (Potenzfunktion). Geht nun aber der Verlust der Gedächtnisspur alleine auf die verstrichene Zeit zurück ?

Interferenztheorie der erlernte Inhalt geht nicht durch die Zeit verloren, sondern durch die konkurrierenden neuen Assoziationen (gleicher Reiz andere Antwort). Bekräftigt wird sie durch die Theorie des **Verlernens**: so wird eine Assoziation nicht permanent gespeichert, sondern verlernt durch fehlende Verstärkung der Gedächtnisspur.

aber auch der proaktiven Hemmung wurde großes Gewicht zuteil, so wurde festgestellt, daß Vpn im Labor Listen innerhalb von 24 Stunden vergaßen (Interferenztheorie hätte konkurrierendes Material da sein müssen was aber nicht war) \Rightarrow auch proaktive Hemmung spielt eine Rolle

5.2 Kognitionspsychologie des Gedächtnisses

Kognitive Psychologie untersucht geistige Prozesse beim Erlangen von Wissen und bei der Nutzung

man ist der Auffassung, daß Sachverhalte intern (im Menschen) repräsentiert werden. Daraus resultieren dann interne Verarbeitungsschritte. \Rightarrow das System benötigt interne Strukturen zum Verarbeitungsprozeß (Aufnahme, Kodierung). Besonders Speicher werden benötigt und eine CPU in Menschenform

Speichermodelle

Das Mehr-Speicher-Modell des Gedächtnisses Es wird unterschieden in Strukturmerkmale und Kontrollprozesse des Gedächtnisses. Infoaufnahme verläuft automatisch immer gleich

Strukturmerkmale es gibt permanente Strukturen, in Form von drei separaten Speichern: Sensorische Register, Kurzzeitspeicher, Langzeitspeicher. Der Ablauf der Informationsflusses geschieht ebenfalls in dieser festen Reihenfolge: Aufnahme in senso, a Kurz a Lang

sensorische Register Aufnahme von Reizmustern über Sinnesorgane. (diesem wird jeweils ein sensorisches Register zugeordnet) Unterste Stufe der Verarbeitung. Keine Bedeutungshaltige Verarbeitung. Infos werden selektiv an nachfolgenden Speicher übertragen \Rightarrow Zeit gegeben durch kurzzeitiges Festhalten der Infos danach Info Verlust (ca. Wenige 100 msec)

Kurzzeitspeicher erhält Infos aus Langzeitgedächtnis und sensorischen Registern. Wenn Aufmerksamkeit auf Inhalt fehlt \Rightarrow Verlust nach wenigen Sekunden (länger als sensorisch). Wenn etwas verarbeitet werden soll muß es in den KZS (working memory). Kapazität 6-7 Einheiten

Langzeitspeicher erhält Infos aus KZS und sensorischen Registern. Ist permanent und unbegrenzt. Übertragung in LZS kann bewußt oder unbewußt erfolgen. Kodierung ist wohl semantisch

Kontrollprozesse regeln, welche Infos zwischen den Speichern transferiert wird. Sie unterliegen der Kontrolle der Person z.B. Wiederholen (festhalten der Infos im KZS)

dieses Modell scheint aber weniger realistisch zu sein. Die Trennung in 3 Einheiten gilt als problematisch

Das Einspeichermodell des Gedächtnisses weiterentwicklung des 3 SM. Es sieht Ebenen in der Verarbeitung und automatische sowie kontrollierte Prozesse der Kodierung vor.

sensorische Register werden nicht mehr als separate Speicher gesehen: die Aufgabe dieser zuvor separaten Speicher wird als erster Schritt in der Informationsverarbeitung des Gedächtnisses gesehen: alle Eigenschaften der zuvor besprochenen Speicher bleiben erhalten, jedoch sieht man sie nicht mehr als einzelne Speicher sondern als Schritte der Informationsverarbeitung des Gedächtnisses

Kurzzeitgedächtnis dieser Begriff bezieht sich nun nicht mehr auf einen Speicher sondern auf einen Zustand, der innerhalb der Informationsverarbeitung angenommen wird. Eine Teilmenge der Information wird aktiviert und zur Weiterverarbeitung bereit gemacht ACT-Modell von Anderson

5.2.1 Das Langzeitgedächtnis

ist permanent, umfaßt alles Wissen eines Menschen, passives Reservoir von Kenntnissen, seine Struktur gliedert einem Netzwerk, es besitzt mehrere Ebenen des miteinander verknüpfter Gedächtnisinhalte, es unterscheidet zwischen automatischer und kontrollierter Kodierung (Aktivierung von Wissen) durch Kodierung erfolgt eine interne Repräsentation des Inhaltes (auf verschiedenen Ebenen möglich)

Die Struktur wird als riesiges Netzwerk gesehen, das aus vielen Knotenpunkten besteht. Sie repräsentieren die elementaren Informationseinheiten des Gedächtnisnetzwerkes. Es kann einfach verknüpft oder sehr komplexe Verbindungen geben. Das Netzwerk steht für das Wissen des Menschen um seine Umwelt. Die Knotenpunkte umfassen unterschiedlich viele Informationen. Die Unterteilung in prozedurales (das Wissen wie etwas ist und deklaratives (das Wissen, daß etwas ist) Wissen ist umstritten.

Aktivierung des Langzeitgedächtnisses die Inhalte gelten als passiv, müssen erst zur Aktivierung aufgerufen werden. Entweder durch **Information über die sensorischen Kanäle** oder durch **intern ablaufende geistige Prozesse**. Aktivierte Knotenpunkte stellen ihr repräsentiertes Wissen der bewußten Verarbeitung zur Verfügung. Die Bewußte Info bleibt für kurze Zeit aktiv, kann durch Kontrollprozesse aber aufrechterhalten werden. Ziehen wir die **Aufmerksamkeit** ab, geht der Knotenpunkt in Passivität zurück ⇒ **die temporäre Aktivierung von Infos im LZG heißt Kurzzeitgedächtnis** (nur ein Zustand des LZG). Kann ein Punkt nicht aktiviert werden ⇒ entspricht Vergessen. Die ständige Aktivierung kann man als **geistige Aktivität** sehen.

Die Organisation der Inhalte des LZG es wird ein hierarchisch geordnete Ebenenstruktur angenommen. Beginnend von den sensorischen Inputs bis zu den kom-

plexen Formen der internen Verarbeitung z.B. Bedeutung eines Inputs. Das Fortschreiten von einer Ebene zur nächst höheren wird gleichgesetzt mit der Aktivierung von Knotenpunkten \Rightarrow untere Ebenen repräsentieren einfache Knotenpunkte (Mustererkennung) und höhere Ebenen komplexe Knotenpunkte und eine komplizierte Verschaltung dieser. In der untersten Ebene erfolgt dies automatisch (sensorischer Input) Merkmale (Linien, Winkel usw.) werden aktiviert, nächste Stufe Inhalte usw)

Verarbeitung kann unterschiedlich tief erfolgen, Der Ablauf ist zumindest zeitweise gerichtet, der sensorische Input wird erstmal automatisch bis zu einer bestimmten Ebene kodiert. Können dann bewußt weiterverarbeitet werden. Hohe Verlustrate der Info in den unteren Ebenen

5.3 Das Kurzzeitgedächtnis

die aktivierten Knotenpunkte des LZG bezeichnet man als Inhalt des KZG. Sensorische Infos werden bis zu einer bestimmten Ebene automatisch kodiert. Überlastung ausgeschlossen durch hohe Verlustrate. Davon wird selektiv ausgewählt, welche den gerade Verfolgten Zielen nützlich ist. **Diese selektive Aufmerksamkeit** ist ein vom Individuum kontrollierter Prozeß. **Arbeitsgedächtnis** oft Synonym für KZG. Es meint die Verarbeitung gerader aktivierter Infoelemente durch geistige Operationen. Inhalte können auf hoher Ebene durch Wiederholung aufrechterhalten werden. **Die Beschränkung des KZG wird auf die Beschränkung dieses Kontrollprozesses zurückgeführt.**

Merkmale der Kodierung auf niedrigen Ebenen

Kodierung Übersetzung des Reizes in eine Form, die weiterverarbeitet werden kann

die Kodierung sensorischer Infos erfolgt auf unterster Ebene automatisch (Aktivierung von Knotenpunkten)

Infoverlust sehr hoch aufgrund von **Interferenzen**: Synonym für Verdrängung, ähnliche Reize verdrängen sich. Auf unterster Ebene viele Knoten aktiv \Rightarrow große Interferenz \Rightarrow großer Verlust \Rightarrow auf höheren Ebenen nicht so viele Knoten aktiv \Rightarrow kein so großer Verlust der Infos

Automatische Kodierung visueller Reize

Aktivierung der Reize dauert an. Wenn 12 Buchstaben \Rightarrow können ca. 4 wiedergeben. Durch **Teilwiedergabe**: 3*4 Matrix an Buchstaben, Proband soll eine Zeile wiedergeben (weiß aber nicht welche) \Rightarrow kurz nach Darbietung (0.15 sec) kann 80% der Menge erkannt werden wartet man länger als eine Sekunde \Rightarrow nur ca. 4 können erkannt werden

Mehrspeichermodell sieht Ableseprozeß vor unvollständig kodierte Reize werden nacheinander in nachgeschalteten Speicher geladen; aber Info zerfällt schneller als gelesen werden kann

Im Einspeichermodell entspricht dem Versuch. Alle Reize werden sozusagen automatisch bis zu einer bestimmten Ebene kodiert und dort für wenige msec aktiviert.

Automatische Kodierung akustischer Reize

ähnlich wie visuell: mit Ganzberichtsverfahren knapp 50% Teilberichtsverfahren 60%, auch hier Speicherung für wenige msec, Verlust in unteren Ebenen sehr rasch und viel

Merkmale der Kodierung auf höheren Ebenen

Nur ein Teil der automatisch kodierten Info erlangt Beachtung und aktiviert Knoten auf höheren Ebenen. Die so aktivierten Knoten sind Inhalt des KZG und uns bewußt., sie sind auf unterschiedlichen Ebenen kodiert, es überwiegt verbale Kodierung

Phonetische Kodierung Vpn mußte sich Liste von visuell dargebotenen Buchstaben nach seriellem Lernen einprägen \Rightarrow phonetisch gleiche Buchstaben wurden eher verwechselt (auch akustisch gleiches Resultat). Liste von Synonymen können die ersten und mittleren Items nicht son gut reproduziert werden (aufgrund von Interferenz)

Visuelle Kodierung bei visueller Einprägung, (bei der artikulatorische Aktivität verhindert wird) verschwindet der Effekt der phontischen Verwechslungen \Rightarrow die visuelle Kodierung ist eine andere wie die akustische

Semantische Kodierung 10 Wörter einprägen, angeben ob Testwort Wort der Liste oder ein Synonym für ein Wort einer Liste: Kritisch: Wenn Testwort Synonym für ein Wort der Liste ist, Vp aber beurteilen soll, ob Testwort identisch mit einem Wort der Liste. Kommt es zu verwechslungen \Rightarrow aufgrund semantischer Kodierung

Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses Gedächtnisspanne: viele Inofs können gleichzeitig aktiv sein, eine bestimmte Anzahl davon kann durch Kontrollprozesse aufrechterhalten werden **max Wiederholungen = 8** wenn sehr vertraut, 4 bei unbekanntem Material. **allgemein:** Gedächtnisspanne ist das, was bei einmaliger Darbietung behalten werden kann. Kann erhöht werden durch Kodierung(chunking), Ordnung, Rhythmus, Muster

Arbeitsgedächtnis die zur Zeit aktivierte Info wird Gegenstand kognitiver Operationen

Chunking Bildung neuer Infoeinheiten aus Einheiten. Chunks können beliebig groß werden, KZG ca. 7 ± 2 Chunks, Experten bilden immer größere Chunks heraus(Schach)

Informationsverlust = inaktiv werden von vorher aktivierten Knotenelementen. Ursach Zerfall der Aktiviation als Ursache der Zeit und Interferenz. **Zeit:** zwischen Reiz und Wiedergabe zählen(zum Verhindern von Wiederholung) \Rightarrow je länger gezählt wird umso schlechter wurde die Wiedergabe **Interferenz:** Reiz geboten Interferenz so niedrig wie möglich gehalten (mit Tönen im Rauschen) \Rightarrow kaum info Verlust über 40 sec.nicht eingetreten Insgesamt Verlust im KZG auf höherer Ebene durch Interferenz und desweiteren abhängig von den Wiederholungen

Abruf von aktivierter Information: ist schnell und leicht, steigt linear mit Listenlänge, kann unterteilt werden in zwei Prozesse, Suchen und Entscheiden: Paradigma: Liste einprägen Testitem zeigen entscheiden ob enthalten oder nicht. Schnittpunkt mit Ordinate = 400 msc für nicht enthalten und enthalten Diese Zeiten gelten für unbekannte Itemlisten. Für bekannte konnte jedoch gezeigt werden, daß sich die Zeiten verkürzen

Kapitel 6

Spada – Denken und Problemlösen

6.1 Wissen und Denken bei Aufgaben . . .

Aufgaben können gelöst werden, indem wir Algorithmus in Gedächtnis rufen. Bei Problemen können wir aber auch versuchen durch Nachdenken neue Informationen einzuarbeiten \Rightarrow Wissenserweiterung \Rightarrow Denken und Wissen ergänzen sich

Subtraktionsaufgaben und Waagebalkenaufgaben als Beispiele

am Beginn einer Beschäftigung mit einem algorithmisch lösbarem Aufgabentyp gibt es oft systematische Fehler, die sich mit der Übung auflösen.

inwieweit kann man von Ergebnis auf algorithmus schließen eine richtigen Lösung kann auf sehr unterschiedliche Weise zustande kommen, größer sind noch die Ursachen, wie eine falsche Lösung zustande kam. (hier sind neben systematischen Fehlern auch unsystematische zu berücksichtigen) Auch bei Waagebalkenaufgabe kann nur das Gewicht beachtet werden oder auch wo sie hängen \Rightarrow **Theorien von Lösungsverhalten:** relevant für pädagogische Interventionen, um gezielt systematische Fehler auszumerzen

Typen von Daten, Sprachen der Theorienformulierung was wird untersucht, welche Anhaltspunkte für die Theorien sind vorhanden, welche Daten behandeln die Theorien

Richtigkeit der Lösung, Art des Fehlers

Manifestation des Prozesses der Aufgabenbearbeitung (schriftliche Lösungen (Geometrie))

Erfassung der Augenbewegungen

Lösungszeit

Methode des lauten Denkens

formale Modelle zur Rekonstruktion des beim Menschen beobachteten Lösungsverhalten

Ein Lösungszeitmodell

was passiert mit Kindern, erste Klasse, die 2+3, 4+4, im Kopf rechnen. Wird die Lösung **konstruktiv** ermittelt oder ruft das Kind das Ergebnis einfach ab? \Rightarrow nur die **Lösungszeit** kann hier Aufschluß geben

Das entwickelte Modell von Groen und Parkman betrachtet **Addition** von Zahlen 0-9.

Es gibt einen **mentalen Zähler** der gesetzt werden kann oder in Einerschritten erhöht wird

Variante A Zähler auf 0; m mal um 1 erhöht anschließend n mal um 1 erhöht $\Rightarrow m+n$

Variante B Zähler auf m setzen, n mal um 1 erhöhen $\Rightarrow m+n$

Variante C Zähler wird auf $\max(m,n)$ gesetzt und dann um $\min(m,n)$ mal um 1 erhöht $\Rightarrow m+n$

Zeit zum Anheben des Zählers: A: $x = m + n$; B: $x = n$; C: $x = \min(m, n)$

es wird angenommen, daß die unterschiedlichen Lösungszeiten nur vom Anheben des Zähler herrühren. Die anderen Wahrnehmungen (Zähler setzen, Vergleichsoperation) werden als konstant gesehen (von Variante zu Variante verschieden) \Rightarrow

$$\text{Lösungszeit von Kind } v := t_{vi} = a_{vj} + b_v * x_{ij}$$

mit a_{vj} = Zeitkonstante unter Variable j

b_v = Zeitkonstante zur Anhebung des Zählers um 1

x_{ij} = Häufigkeit der Anhebung des Zählers bei Aufgabe i unter Variante j

Alle möglichen Aufgabenstellungen wurden klassifiziert nach x=Anhebungen des Zählers in Variante C und es wurde eine Gerade gezeichnet, die die Lösungszeiten (Variante C) der Kinder vorhersagen sollte.

am Ende wurden 20 der 39 Kinder das Lösungsverhalten in C zugeschrieben, den anderen konnte keine Variante zugeordnet werden

Die Mehrzahl der Kinder dieses Alters ermitteln die Lösung konstruktiv. Sie verwenden einen effizienten Algorithmus, der nicht unterrichtet worden war.

Problematisch einer Indikatorzeit stehen viele Unbekannte gegenüber; bei Erwachsenen nicht klar, ob konstruktiv oder Abrufen \Rightarrow Addition und Multiplikation in Netzwerk wenn Zahlen, wie aus Tabelle abrufen

Ein Wahrscheinlichkeitsmodell der Lösungsrichtigkeit

es wird die Richtigkeit des Ergebnisses zur Bewertung der Bearbeitung herangezogen.

die Schwierigkeit einer Aufgabe wird gemessen anhand: **Anzahl und Schwierigkeit der den Lösungsprozeß konstituierenden kognitiven Operationen**. Es wird

die Schwierigkeit einer Aufgabe als Wahrscheinlichkeit ihrer Lösung definiert

die Schwierigkeit einer Operation als Wahrscheinlichkeit ihrer korrekten Anwendung

die Aufgabenlösungswahrscheinlichkeit als relative Häufigkeit richtiger Lösungen von Probanden

Suppes: Wahrscheinlichkeit der richtigen Lösung :=
[hier fehlt Bild]

a_j = Wahrscheinlichkeit einer falschen Anwendung von Operation j
 f_{ij} = Häufigkeit mit der Operation j in Aufgabe i vorkommt \Rightarrow **Schätzung der Operationsfehlerwahrscheinlichkeit**: anhand der **multiple lineare Regressionsanalyse**: sei die relative Häufigkeit richtig gelöster Aufgaben = $r_i \Rightarrow r_i = P_i$
 es gilt: [hier fehlt Bild] \Rightarrow Gleichungssystem aus dem die Fehlerwahrscheinlichkeit berechnet werden kann. (Test, wenn Fehlerhäufigkeiten sich bei einem neuen Satz Aufgaben bestätigen)

Für das addieren zweier mehrstelliger Zahlen wurden drei Fehlertypen unterschieden:

Operation 1 richtig oder falsches addieren zweier Zahlen und festhalten der Addition

Operation 2 korrekte Bildung bzw. irrtümliche Unterlassung eines übertrages

Operation 3 korrekte Unterlassung bzw. irrtümliche Bildung eines übertrages

Für diese Operationen wurde mit der Formel eine Fehlerwahrscheinlichkeit ermittelt (2 war am häufigsten)

Daraus läßt sich dann die Fehlerwahrscheinlichkeit der Aufgabe errechnen

Probleme dieses Modells

Operationsfehlerwahrscheinlichkeiten werden unabhängig von der Aufgabe und der Stelle an der sie auftreten betrachtet

Operationsfehlerwahrscheinlichkeiten werden als konstant über alle Probanden betrachtet

Reihenfolge der Operanden wird nicht beachtet

Modelle zur Rekonstruktion richtiger und falscher Lösungen

Symbolisch formulierte kognitionswissenschaftliche Modelle: richtige Lösungen \Leftarrow Beherrschung und korrekte Anwendung eines Lösungsalg.

Falsche Bearbeitung \Leftarrow korrekte Ausführung eines fehlerhaften od. unvollst. Lösungsalg.

kognitive Strukturen und Operationen werden explizit repräsentiert

die Modelle sind symbolisch und nicht numerisch formuliert

oft für jede einzelne Person ein individuelles Modell

ist oft automatisiert

fehlerhafte Lösungen werden auf mangelndes Wissen zurückgeführt

es wird davon ausgegangen, daß Schüler deswegen zur falschen Lösung kommen, weil sie falsche Prozeduren anwenden und weniger weil sie die Prozedur falsch machen \Rightarrow Schüler kann korrigiert werden indem man ihm seine richtigen und falschen Teilschritte zeigt anstatt bloß das Ergebnis.

Beispiele symbolischer Modelle

Brown und Burton . Prozedurales Netzwerk: besteht aus einer Menge Knoten, die die Prozeduren repräsentieren. Diese sind durch Aufrufbeziehungen miteinander verbunden. Jede Prozedur hat einen beschreibenden Teil und ein realisierten Teil, der die Prozedur ausführt (LISP-Programm)

Fehlwissen kann auf dieselbe Art und Weise repräsentiert werden eine richtige Prozedur wird durch eine falsche ersetzt, der wechselseitige Aufruf der Prozeduren ist fehlerhaft, die Abarbeitung geschieht in einer falschen Reihenfolge.

Brown und Burton analysierten 110 einfache fehlerhafte Prozeduren und 270 zusammengesetzte

individuelles Schülermodell lasse Schüler Aufgaben rechnen, gebe seine Aufgaben in ein Netzwerk, daß alle richtigen und alle falschen Prozeduren berücksichtigt
 ⇒ stimmt die Lösung einer Aufgabe überein ⇒ Angewandter Algorithmus des Schülers ist entdeckt

39 % der untersuchten waren Fehler von 1 bis 2 falschen Prozeduren, 12 % machten alles richtig, bei 35% keine Rückführung auf das Antwortverhalten möglich. ⇒ doch mit einer beträchtlichen Zahl unsystematischer Fehler zu rechnen. Aber, die vorgelegten Aufgaben waren für einen Teil der Fehler nicht geeignet und immerhin 39% kann systematisch im Unterricht geholfen werden.

Offene Fragen: das Netzwerk stellt Architektur bereit, die zeigt wann Fehler auftreten, sie kann diesen Fehler aber nicht erklären, zudem würden einige Fehler eine Änderung der starren Konollstrukturen des Modells erfordern

Die Studie von Young und O'Shea Produktionssysteme umfassen

einen oder mehrere Datenspeicher

ein oder meherer Produktionssysteme

einen Interpreter

Der Produktionsspeicher enthält Wissen in Form von Wenn..Dann Regeln. Der Wenn Teil einer Regel wird im Datenspeicher nachgeprüft wenn er zutrifft wird die Dann Aktion im Dateinspeicher festgehalten und geprüft welche Wenn-Dann-Regeln nun zur Ausführung kommt. Kommt es zum Konflikt, da mehrere Wenn-Teile erfüllt, ist es die Aufgabe des Interpreters zu entscheiden welche Regeln zuerst ausgeführt wird

die Wenn-Dann-Regeln sind sehr **flexibel**: sie beinhalten operatives und Kontrollwissen, während bei den Netzwerken die Knoten nur operatives Wissen, die Kontrolle aber starr durch die Verbindungen gegeben waren. Erweiterung des Produktionssystems somit auch kein Problem:**Modularität**

falsche Lösungen: kommen durch Weglassen richtiger Produktion, Veränderung richtiger Produktionen(Wenn oder Dann) durch hinzufügen falscher Produktionen

Diagnose individuellen Wissens Rückschluß von bearbeiteten Aufgaben auf die Menge richtiger und falscher Produktionen eines Schülers.

von 178 relevanten systematischen Fehlern konnte durch nur 8 Produktionssysteme 160 korrekt vorhergesagt werden. Neben dem korrekten Produktionssystem wurden am häufigsten diese identifiziert:

korrekte Produktionen aber ohne B2A und mit falscher B2B

korrekte Produktionen aber mit ZNN

korrekte Produktionen aber ohne CM bzw. B2A

Diagnose und tutorielle Förderung aus den eben beschriebenen Modellen zur Rekonstruktion richtiger und falscher Lösungen lassen sich eine Reihe von Erkenntnissen gewinnen. Aufgrund des detaillierten Bildes über korrekte und fehlerhafte Komponenten beim Lösen von Aufgaben kann im Stadium des Lernens direkt auf fehlerhafte Wissenskomponenten eingegangen werden.

weitergehend könnte man nun nicht nur nach den Ursachen falscher Lösungen Fragen sondern auch nach der **Entstehung falschen Wissens**:

Generativer Ansatz Erwerb von korrektem und fehlerhaftem Wissen. Die bisherigen Modelle erklären nicht, wie es zu falschem Wissen kommt. Auch beruht die Diagnose auf einer Fehlerbibliothek, die nicht unbedingt vollständig sein muß und kompliziert zu ermitteln ist

Flickwerktheorie von Brown und Van Lehn Schüler umgehen bei einem Algorithmus, den sie nur unvollständig beherrschen die Sackgasse, indem sie sich etwas zusammenreimen \Rightarrow ein „zusammengeflickter“ Algorithmus \Rightarrow Fehler möglich.

Lernsystem SIERRA von Van Lehn basiert auf einer Theorie des induktiven Lernens. Erwerb fehlerhafter Prozeduren wird vor allem auf ungünstig gewählte Beispiele zurückgeführt.

Für induktives Lernen vorteilhafte Aufgabengestaltung

die Aufgaben müssen so sein, daß jede weitere Lektion nur eine zusätzliche Prozedur enthält

die Anzahl der Aufgaben zum Erwerb der Prozedur darf ein Minimum nicht unterschreiten

alle Zwischenschritte sind sichtbar zu machen (da sie induktiv nicht erschlossen werden)

durch eine neue Lektion wird das bisher gelernte weitgehend nicht umstrukturiert

6.2 Induktives und deduktives Denken

Deduktives Denken

wahre Prämissen ermöglichen die Ableitung wahrer Schlüsse

deduktives Denken dient der Wissenserweiterung durch Schlußfolgerung von bestehendem Wissen

Denken in Implikationen (konditionales oder bedingtes Schließen) .

Konditionalsatz zwei Aussagen sind durch eine **Implikation** miteinander verbunden: Wenn $P \Rightarrow Q$ (Hauptprämisse) gegeben P (Nebenprämisse)

Modus Ponens gegeben P Folgerung Q ist gültig

Negation des Vorder(Hinter)gliedes: eindeutige Folgerung nicht möglich;

Modus Tollens gegeben nicht Q Folgerung nicht P gültig

Probleme des Menschen beim konditionalen Schließen

Wenn Probanden die Gültigkeit bestimmter Schlüsse zu beurteilen haben:

der Modus Ponens wird so gut wie immer als richtig erkannt

der Modus Tollens hingegen von 66 - 75% als falsch eingestuft

die beiden anderen Schlußschemata ebenfalls von nahezu 60% nicht richtig

bei der Bestätigung des Vorder oder Hintergliedes wird angenommen, daß die Probanden den Konditionalsatz als **äquivalenzrelation** sehen (genau dann wenn) und daß der Mensch im Alltag **Hypothesen** bildet, aufgrund derer es durchaus Sinn macht diese Schlüsse als gültig zu sehen.

Beim Modus Tollens wird argumentiert, daß es sich um **negierte** Aussagen handele, wir im Allgemeinen aber nicht darauf geschult sind mit Negationen umzugehen. Auch erschwere das rückwärtsgerichtete Schließen (vom Hinter auf das Vorderglied) die Beurteilung der Gültigkeit des Schlusses

Wenn Probanden selbst bedingte Schlüsse ziehen müssen

Wasonsche Kartenaufgabe auch hier zeigte sich, daß Probanden keine Schwierigkeiten hatten, den Modus Ponens zu entdecken, beim Modus Tollens hingegen fast alle versagen.

Schwierigkeit dieser Aufgabe die Probanden müssen selber aktiv logischer Schlußfolgerungen entwickeln und anwenden. Hier müssen alle Karten umgedreht werden, die eine mögliche Regelverletzung darstellen. Menschen sind es sonst aber gewohnt nach Bestätigungen der Regeln zu schauen.

Die Ergebnisse verbessern sich wenn die Repräsentation erleichtert wird (Manchester, Leeds, Car, train "Every time I go to Manchester I travel by car.,")

Wie löst der Mensch Konditionalsätze, **die auch Konjunktion und Disjunktion** enthalten

Die Rekonstruktion geschieht mit Hilfe von ANDS (Lisp-Programm) Annahmen:

der Mensch verfügt über bestimmte Inferenzregeln, die zur Prüfung dienen

Fehler sind auf einen nichtvollständigen Regelsatz zurückzuführen

Vorwärts und Rückwärtsschließen ergänzen einander

es wird im Sinne einer Heuristik gelöst

das Modell realisiert die Inferenzregeln als Wenn Dann Regeln. Am Beginn der Prüfung stehen im Datenspeicher die Prämissen und die Folgerung und im Produktionsspeicher die Inferenzregeln. Weitere Fakten Scheißegal

Denken mit Quantoren kategorischer Syllogismus gebildet mit Quantoren

alle, einige, kein, einige ... nicht (universell, partikulär bejahend, verneinend)

Venn-Diagramme zur Veranschaulichung

eine fehlerhafte Aussage hängt stark mit der mentalen Repräsentation der Syllogismen ab

hohe Anzahl von Fehlerurteilen hängt mit der Menge zusammen, die man berücksichtigen muß \Rightarrow aufgrund von Auslastung und Verwechslung viele Fehler auch bei korrekten. Auch fehlerhafte Prüfprozeduren führen dazu, nicht alle Möglichkeiten in betracht zu ziehen

Paradigmen :

prüfen, ob ein vollständiger kategorialer Syllogismus schlüssig ist
 prüfen, ob eine von mehreren Konklusionen aus zwei Prämissen folgt
 Konklusion aus zwei Prämissen ableiten bzw. kein gültigen Schluß finden

Menschen beurteilen Fehlschlüsse oft als gültig

schlüssige Syllogismen werden oft nicht als solche erkannt

universelle Quantoren ergeben weniger Fehler

Hintergrundwissen über die Prämissen senkt die Fehlerquote

Atmosphärenhypothese Erklärt wie Probanden Schlüsse ziehen (siehe Anderson Kap10)

Atmhypo gut in 2/3 der Fälle aber es gibt systematische Abweichungen von Beobachtungen

schlüssige Syllogismen werden öfter als richtig eingestuft als falsche (Hypo meint beide seien gleich)

die Reihenfolge der Prämissen spielt eine Rolle (Nennung der Objekte)

Konversionshypothese geht davon aus, daß Subjekt und Prädikat in Prämissen als vertauschbar angenommen wird. Auch hier kommt es zu systematischen Fehlern

induktives Denken :

Aus Einzelerfahrungen allgemeine Schlüsse ziehen. Den Probanden ist meistens nicht bewußt, daß es sich um rein hypothetische Schlüsse handelt.

induktive Schlüsse sind nur mehr oder weniger wahrscheinlich (im Gegensatz zu deduktiven)

es beinhaltet **Bildung, Prüfung** gegebenenfalls **Revidierung** (neue Infos) **von Hypothesen**

der Vorgang ist konstruktiv und aktiv; es wird aktiv über das vorliegende Wissen hinausgegangen, um neue Hypothesen zu bilden \Rightarrow Untersuchungen zum induktiven Denken:

die klassische Konzeptbildungsforschung nach Bruner Vpn haben die Aufgabe, Objekte, die bestimmten Klassen zugeordnet sind anhand von Regeln und Merkmalen induktiv zu erschließen und sie den Klassen zuzuordnen

Konjunktives Konzept immer zwei oder mehr Merkmale müssen in einer bestimmten Ausprägung gegeben sein, damit das Objekt zum Konzept gezählt wird (Weiß und 3 Umrandungen)

disjunktives Konzept verknüpft mit oder (Kreuz oder Kreis)

Merkmalsidentifikation dem Proband wird gesagt, ob es sich um konjunktives oder disjunktives Regelwerk handelt \Rightarrow muß nur noch die Merkmale erschließen

Regellernen Regeltyp ist zu erkennen

Konzeptlernen beides muß herausgefunden werden

Rezeptionsparadigma immer ein Beispiel nach dem anderen. Immer muß Vp sagen, ob er glaubt, daß das Beispiel zum Konzept gehört. Rückmeldung: Beispiel positiv, negativ

Selektionsparadigma hier kann sich die Vp die Beispiele immer selber aussuchen (nicht nur Informationsverarbeitungsprozesse sondern auch Infosuchstrategien)

Generalisierungsstrategie zur Merkmalsidentifikation: nimm alle Merkmale des ersten positiven Beispiels: beim nächsten unterscheide:

positives Beispiel wurde als solches erkannt: behalte alle Merkmale bei
positives Beispiel wird nicht erkannt \Rightarrow nimm gemeinsame Merkmale beider

negatives Beispiel wird erkannt \Rightarrow behalte bisherige Hypothese bei
negatives Beispiel als positiv \Rightarrow kann bei korrekter Anwendung nicht sein

Probleme diese Strategie versagt bei disjunktiven Konzepten und bei, Veränderung des Konzeptes über die Zeit und falsche Rückmeldungen

sukzessive Hypothesenprüfung Art Heuristik. Vom ersten positiven Beispiel werden willkürlich einige Merkmale herausgegriffen. Immer wenn die bisherige Hypothese sich als falsch erweist wird sie durch eine neue ersetzt. Die neue Hypothese berücksichtigt aber auch Konzepte, die bereits verworfen wurden

konservative Generalisierungsstrategie Ausgang ist das erste positive Teil \Rightarrow es wird immer nur ein Merkmal variiert

gewagte Generalisierungsstrategie mehrere Merkmale werden variiert.

Mathematisch-numerische Modelle und Computersimulationsmodelle mathematische Modelle basieren auf theoretisch elaborierten stochastischen Prozessen

Scheitern liefern nur Erkenntnisse, die schwer zu verallgemeinern sind. Es wird nicht gesagt wie eine Hypothese zustande kommt

Computermodelle:Langley

Diskriminationsstrategie im Gegensatz zu Generalisierungsstr. Wird hier von einem sehr allgemeinen Konzept ausgegangen, die Merkmale werden so weit wie möglich gefaßt: beim ersten positiven wird angenommen (alles beliebig) und dann immer nur, was sich davon unterscheidet. (in Abbildung 9 klappt das nicht so gut)

Um Hypothesen, die sich in mehr als einem Merkmal unterscheiden generieren zu können entwickelte man das auf ein Produktionssystem beruhende Programm PRISM: dabei handelt es sich um ein **sich selbst modifizierendes Produktionssystem**: Neue Regeln werden generiert, die Stärke der Regel in Abhängigkeit vom Erfolg ihrer Anwendung verändert \Rightarrow wenn mehrere Merkmalsunterschiede zwischen zwei Hypothesen \Rightarrow viele neue werden generiert und die alte nicht gelöscht. Je erfolgreicher eine Hypothese ist, desto höher wird ihr Stärkeparameter und das ist dann die Hypothese. Es gelangt immer zur Hypothese auch bei falschen Aussagen und Hypothesenverwerfungen. Auch wird ein gewisser Grad an Allgemeinheit und Übertragbarkeit erreicht.

kritisch] der hohe Gedächtnisaufwand, viele Hypothesen sind zu prüfen. Auch wird der Bedeutungszuweisung aufgrund von Wissen nicht Rechnung getragen.

BACON-Programmsystem kommt zu allgemeinen Naturgesetzen mit Hilfe induktiven Denkens

6.3 Problemlösen

in der Psychologie wird besonders der inneren Repräsentation von Problemen Beachtung geschenkt

Problemraum: der Löser konstruiert aus den Regeln, einen Graphen bestehend aus Anfangs, Zwischen und Zielzuständen \Rightarrow Lösungswege aufgrund der Übergangsfunktionen (Regeln)

Turm von Hanoi kürzester Weg = $2n - 1$ Schritte bei n Scheiben

objektive Problembeschreibung: alle Schritte können vollständig dargestellt werden.

Problemklassifikation nicht alle Probleme können formal in Graphen beschrieben werden \Rightarrow dennoch lassen sie sich nach ihren Problemräumen charakterisieren siehe weiter unten

Untersuchungen ergaben, daß mit zunehmender Übung kürzestmögliche Wege herausgefunden werden bei Hochbegabten schneller als bei Normalen

Problemlösen ist zielgerichtet, besteht aus einer längeren Kette geistiger Operationen:

dem Turm von Hanoi Spieler wird folgende vorgehensweise unterstellt:

Aufbau einer internen Repräsentation der Aufgabenwelt (**Problemraum**)

der Aufbau ist mit einem **Selektionsprozeß** und **Interpretationsprozeß** verbunden (nicht alle Einzelheiten werden aufgenommen, sondern nur die, die aus der Instruktion hervorgehen und die der Problemlöser aufgrund seines Wissens verwenden kann \Rightarrow meist unvollständige Problemr.)

Suchraum ist Teil des Problemraumes, in dem der Löser den Zielzustand vermutet und dort nach ihm sucht, gelingt keine Lösungsfindung \Rightarrow man kann den Problemraum verändern durch noch nicht berücksichtigte Merkmale, Berücksichtigung neuer Operatoren, Abbruch der Problemlösung

Def. Problem wenn der Problemraum (internes Abbild) eine Lücke enthält, die zwischen Zielzustand und Ausgangszustand steht wird sie als Problem erlebt. \Rightarrow Problemlösen ist Interaktion zwischen Löser und Aufgabenumwelt, ob Zustand als Problem erkannt wird hängt von der Art des Problemraumes ab, Lücken im Problemraum sind die Probleme, sie sind auf Wissensdefizite (Zustände, Operatoren, kleine Suchräume) zurückzuführen, wie schnell der Problemraum gelöst wird hängt von Problemraum ab und Größe der Lücken und wie jemand seinen Suchraum abgrenzt

Taxonomien für Lücken im Problemraum: Problemklassifikation nicht alle Probleme können mit formalen Mitteln beschrieben werden. \Rightarrow sie werden in Klassen eingeteilt:

schlecht definierte Probleme alle Menschen glücklich machen; Start- Endzustand nicht präzise definiert

Neuordnungsprobleme Austausch zwischen den einzelnen Elementen zur Gesamtheit

Transformationsproblem Turm von Hanoi

Induktionsproblem Analogiebildung muß erkannt werden

bei allen drei letztgenannten müssen die Relationen zwischen den Problemelementen erkannt werden und auf neue Situationen übertragen werden

die nächste Klasse behandelt die **Abbildung von Operatoren** dazu zählen:

Sequenz von Operatoren Turm von Hanoi, alles bekannt nur nicht die Reihenfolge

Syntheseproblem mangelndes Wissen über erfolgreichere Operatoren z.B. Neunpunkte

Klassifikations, Kompositionen, Transformationsprobleme Art der Operatoren, die anzuwenden sind bereiten Schwierigkeiten. Zuordnung, Zusammenführen, überführen

Puzzleprobleme Vorwissen kann gar nicht oder nur in geringem Umfang genutzt werden (Summe)

komplexe Probleme Löser greifen intensiv auf ihr Vorwissen zurück.

interne Repräsentation der Aufgabenumwelt Aufbau des subjektiven Problemraumes

ein interner Problemraum ist dem Forscher nicht zugänglich aber es gibt Eigenschaftskennntnisse, die ein solcher Baum hat.

das Wissen des Problemlösers: aus Instruktion und Problemsituation, u. schon vorhandenes Wissen

Wissen über eine Menge von Handlungen und Operatoren neues Wissen kann generiert werden

das Problem selbst diese Lücke glit es zu schließen

diese drei Punkte gelten als **invariant** und bei jedem Menschen im Problemraum vorhanden

vollständige Problemräume stehen meistens nicht zur Verfügung (Schach) dennoch können Probanden die Nähe eines Zustandes zum Zielzustand gut einschätzen, was mit zunehmender Übung noch verbessert werden kann

die Bedeutung von Gedächtnisleistungen für das Problemlösen

Problemraum erfordert umfangreiche Gedächtnisleistungen

Lücke, Problem: es mangelt an Operatoren oder Wissen, das nicht im Gedächtnis ist.

es gibt einen **dynamischen Austauschprozeß** zwischen LZG, KZG und sensorischer Infoverarbeitungs Ebene, zwischen gerade aufgenommenem und altem Wissen

es gibt Grenzen dieses Austauschprozesses gerade was die **Kapazität** betrifft (KZG)

elementare Problemlöseprozesse und Strategien der Lösungssuche wie finden Löser ihren Weg von Anfangs zum Zielzustand.

Handelt es sich um **parallele oder serielle** Verarbeitung: heutiger Wissensstand. Parallel alle Aufgaben, die keine Aufmerksamkeit erfordern (automatische Abläufe), für alle kognitiven und komplexen Vorgänge wird eine serielle Verarbeitung vermutet

Einsicht und umstrukturieren beim Problemlösen der Lösungsfindungsprozeß wird als das Umstrukturieren von alten Wissensbeständen durch neu **eingesehene** Gesichtspunkte verstanden (**produktives Denken**) im Gegensatz zu reproduktivem. Bei dem altes Wissen angewendet wird)

Erkennen der **schlechten Gestalt**

Umstrukturierung mit dem Versuch einer besseren Gestalt

Einsicht in die Problemsituation und Entdeckung der Lösung

Lösungsfindung

Heuristische Strategien beim Lösen einfacher Probleme Problemlösen verläuft nicht längerfristig planvoll denn ein Bottom-up arbeitender würde bei der Last der zu berücksichtigenden Daten zusammenbrechen, Top-Down arbeitender berücksichtigt zu wenig Daten

es wird zwischen den Verarbeitungen abgewechselt. Aber mit welcher Systematik, die läßt sich nämlich schon früh erkennen und bleibt sie über die Findung stabil? Sicherlich nicht

Hilfclimbing die ersten Schritte beim Problemlösen, die Bottom up geprägt sind scheinen oft zufällig. Sie sind Folge von Ein-Schritt-Verfahren, bei dem der Löser versucht seinen Zustand in einen anderen zu überführen, der dem Zielzustand am ehesten entspricht (kann auch zu falschem Ziel führen)

Ein-Schritt-Verfahren benötigen mindestens ein Kriterium (TOTE-Einheit)

Mehr-Schritt-Planungen das Suchen nach dem Weg durch den Problemraum nennt sich **heuristische Strategien**: führen nicht unbedingt zum Ziel erleichtern die Suche in der Regel aber (erhebliche Weiten können systematisch durchsucht werden)

GeneralProblemSover:Mittel-Ziel-Analyse (DUNCKER) fand bei Probanden vier immer wieder auftauchende Heuristiken. Sie sind so geartet, daß sie vom Detaillierten Problem Abstand schaffen wollen. Die Detaillierten-Problem-Phase wird unterbrochen. Richtige Antworten aus **Konflikt,- Situations,- Material- und Zielanalyse** führen zur Verkleinerung, Erweiterung des suchraumes zusammen mit der exakten Festlegung der Zielrichtung (Es werden neue Teilziele gebildet)

ermittle den maximalen Unterschied zwischen A und B setze dies als neues Teilziel , eliminiere den Unterschied durch Einsetzen eines Operators, Such Operator usw setze gegebenenfalls neues Teilziel

Informationsverarbeitung bei komplexen Problemen Bürgermeister einer Stadt schlecht definiertes Problem mit großer Anforderung an Wissensbestand.

Charakteristika komplexer Probleme:

große Komplexität durch viele Variablen

Vernetztheit der Variablen (Auswirkung der Veränderung einer Variable)

Intransparenz fast unmöglich das Problem zu durchschauen

Eigendynamik Variablen können sich auch ohne Eingriff selbst verändern

Polytelie eine eindeutige Problemstellung besteht nicht, es können unterschiedliche Ziele verfolgt werden

Wissenschaftliche Kontroversen ob komplexe Probleme geeignet: dagegen

daß komplexe Probleme denen im Alltag vorkommenden ähnlicher seien als Puzzle-Probleme ist nicht belegt

die unüberschaubare Menge an Lösungen machen den eingeschlagenen Lösungsweg zu einem individuellen Ergebnis

keine Möglichkeit zur formalen Systembeschreibung

Fehlerhaftes und unflexibles Denken siehe Anderson Kap 8 zweite Seite besser

Architektonische Vorstellungen über den kognitiven Apparat

Vorstellung von Klix

Merkmalsfolgen werden vom Problemlöser aufgenommen und Gedächtnisstrukturen zugeordnet. Diese leisten Klassifizierungsaufgaben beim Erkennen neuer Aufgaben

Die Gedächtnisstrukturen sind mit der sprachlichen Ebene verbunden ⇒ Begriffsbildung

es gibt ein Gedächtnisteil, der elementare Operatoren(Transformationen) speichert, sie können auf die Merkmalsfolgen angewandt werden

Treten die Merkmalsfolgen mit den Operatoren in Wechselwirkung ⇒ interne Repräsentation ist entstanden, ein Suchraum kann festgelegt werden

Operatoren werden durch einen Bewertungsprozeß ausgewählt, wird auch durch Streß, Emotionen und Motivation beeinflusst

Transformation als Handlung \Rightarrow motorische Aktivität

Dörners Phantastereien

es gibt eine zwei Ebenenstruktur: **Datenbasis** und **Informationsauswertebasis** ergeben den kognitiven Apparat

Problemlösen findet im Wechselspiel der beiden Ebenen statt. Dabei kommt der Datenbasis die reproduktive Rolle und der IAB die produktive Seite des Denkens

die epistemischen Struktur arbeitet wie Gedächtnis (netzwerk mit Wissensknoten)

heuristische Struktur enthält Programme zur Infoverarbeitung, sie fügt Operatoren der Datenbasis mit neuen Operatoren zu einem neuen heuristische Verfahren zusammen.

Zusammenarbeit :

es wird eine Verbindung zwischen denen im KZG befindlichen Infos über das Problem und dem LZG hergestellt

daraus entsteht ein internes Abbild der Problemsituation

durch die Verknüpfung von Problemzuständen und verfügbaren Operatoren \Rightarrow Suchraum

durch neue Verbindungen kann eine Suchraumerweiterung oder eine Fokussierung stattfinden

ACT-Theorie von ANDERSON

es gibt nur ein einziges kognitives System beim Menschen.

das System besitzt drei Gedächtnisse:

Arbeitsgedächtnis als KZG mit beschränkter Kapazität]

deklaratives Langzeitgedächtnis Wissen, daß etwas ist

prozedurales Langzeitgedächtnis Wenn ... Dann ... - Wissen

Ablauf: Reize aus der Umwelt werden in Symbolfolgen transformiert und ab ins Arbeitsg.

Arbeitsg. Kann Infos in dekl. Speichern und abrufen und einen Vergleichsprozeß mit seinen Inhalten und dem proz. Starten. Ist dieser Vergleich positiv \Rightarrow Ausführung der Aktion \Rightarrow kann zur Speicherung neuem deklarativem Wissen führen usw.

6.4 Expertenwissen

Untersuchungen an Schachspielern führt zu Chunkbildung (einziger Unterschied zu Laien)

aus Untersuchungen ergibt sich, Aneignung von Expertenwissen ist Zeitraubend, es müssen Chunks gebildet werden, die über die möglichen Problemstellungen verfügen. Dies muß erstmal bewußt erbracht werden bevor es zu einem automatischen Ablauf wird.

Verbesserung der Problemlöseleistung nach Dörner **übungstraining** üben ähnlicher, aber einfacher mit wenig Lösungsschritten lösbarer Aufgaben verbessern das Löseverhalten

Taktiktraining übung von Teilabläufen eines Problem wirkt sich positiv aus

Strategietrainig Ablauf einer Lösungsstrategie bewußt machen (heuristiken oft unbewußt)

Selbstreflektion bewußtes Nachdenken über eigenes Denken führt zur Auffindung von Denkfehlern während des Problemlösens