

1 Einleitung

Dies ist eine Zusammenfassung des Buchs "Das psychologische Experiment. Eine Einführung" von O. Huber sowie der Kapitel 1,3,4,8,9 und 10 des Buches "Lehrbuch Allgemeine Psychologie" von J. Müsseler (Hrsg.). Die Textboxen sind hier nicht zusammengefasst.

Für den Inhalt übernehme ich natürlich keinerlei Verantwortung. Trotz der Stichworte sollten die Bücher selber gelesen werden.

2 Das psychologische Experiment. Eine Einführung

2.1 Einleitung

- Methoden zur Prüfung, ob eine Hypothese wahr oder falsch ist
- Formulierung von Instruktionen, Kontrolle von Störvariablen

2.2 Psychologie als Wissenschaft

2.2.1 Alltagspsychologie und wissenschaftliche Psychologie

- Alltagswissen durch Beobachtung, ohne fachliches Hintergrundwissen
- Alltagspsychologie im Gegensatz zur wissenschaftlichen Psychologie nicht kritisch überprüft und ist deshalb nicht immer korrekt
- Alltagspsychologie oft falsch, da keine geeigneten Methoden vorhanden sind, um falsche von korrekten Aussagen zu trennen
- die wissenschaftliche Psychologie versucht, Behauptungen *methodisch kontrolliert* zu überprüfen
- 4 Hauptgründe, warum falsche alltagspsychologische Annahmen nicht auffallen:
 1. Handeln basiert auf falscher Annahme \Rightarrow gewünschtes Ergebnis tritt trotzdem ein (Glück, Tautologie), zB gewöhnt an Alkohol \Rightarrow Auto fahren \Rightarrow sicher angekommen, zB Mediziner \Rightarrow Ritual \Rightarrow Sonne geht auf
 2. falsche alltagspsychologische Annahme beeinflusst das Handeln \Rightarrow erwartetes Ergebnis tritt ein, zB Mädchen technisch unbegabt \Rightarrow Tochter bekommt Mädchenspielzeug, kein technisches Spielzeug \Rightarrow Tochter kein Interesse an Technik \Rightarrow unbegabt
 3. Wahrnehmung und Erinnerung ist oft von Wünschen und Erwartungen beeinflusst, zB Zwillinge (Sternzeichen) sind neugierig \Rightarrow Fernsehen kann dann als neugierig interpretiert werden, was bei anderen Sternzeichen als faul interpretiert werden kann
 4. Irrelevant, ob Alltagswissen wahr oder falsch. Es dient oft nur zur nachträglichen Erklärung bestimmter Vorgänge, zB "Akademikerin heiratet Hilfsarbeiter" wird erklärt durch "Gegenseiten ziehen sich an"
- wissenschaftliche Psychologie entwickelt gezielt Methoden, um falsche Behauptungen als solche zu identifizieren
- methodisch kontrollierte kritische Überprüfung ist der wichtigste Unterschied zwischen Alltagspsychologie und wissenschaftlicher Psychologie

2.2.2 Sammlung von Tatsachenwissen - Erforschung von Gesetzmäßigkeiten

- zwei globale Ziele: Sammlung von Tatsachenwissen und Erforschung von Gesetzmäßigkeiten
- Ziel des ersten ist es, eine reine Beschreibung dessen zu finden, was bei einer bestimmten Person, Gruppe, etc. zu einem bestimmten Zeitpunkt / in einem bestimmten Zeitraum der Fall ist

- klassisches Beispiel: Einzelfallstudien der medizinischen oder klinischen Psychologie (Symptome, Eigenschaften, Verhaltensweisen, ...)
- Ziel des zweiten ist es, ein Phänomen in ein System von psychologischen Gesetzmäßigkeiten einzubetten, Ziel ist es, herauszufinden, unter welchen Umständen etwas passiert
- Gesetzmäßigkeiten werden als *Hypothesen* formuliert
- Sammlung von Tatsachenwissen ist eine wichtige und notwendige Grundlage für die Entwicklung von Hypothesen, Ziel ist es jedoch, allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu finden
- Aus Tatsachenwissen ergeben sich Hypothesen nicht von selbst
- Beschreibungen (Tatsachenwissen) sind nie vollständig (zB verschiedene Einschätzung der Relevanz von etwas)

2.2.3 Variablen

- Variablen sind Merkmale oder Eigenschaften, zB Beobachtung / Nichtbeobachtung einer Verhaltensweise
- eine Variable hat mindestens 2 Abstufungen (Merkmal / Eigenschaft vorhanden oder nicht)
- sie kann auch viele Abstufungen haben (zB Abstufung von Emotionen oder Resultat eines IQ-Tests)
- viele Abstufungen kann man auf wenige reduzieren (zB jung - alt statt Alter in Jahren)
- Variablen können einfache Merkmale sein wie etwa "Geschlecht" oder aber auch höchst komplexe wie etwa "politische Einstellung"
- Variablen sind mehr oder weniger beobachtungsnah (Intelligenz ist zB schwer zu beobachten)
- Operationalisierung: beobachtungsferne Variablen werden beobachtbaren Phänomenen zugeordnet

2.2.4 Notwendigkeit der Variablenselektion

- Auswahl aus unendlich vielen beschreibenden Variablen und Konzentration auf diese
- irrelevante Variablen werden vernachlässigt, Abhängig vom Forschungskontext
- keine Aussage darüber, welche Variable relevant ist und welche nicht

2.2.5 Die Prüfung von Hypothesen: Ein Überblick

- eine Hypothese ist eine vermutete Antwort auf eine bestimmte Frage
- Hypothese \Rightarrow empirische Vorhersage \Rightarrow Vergleich mit der Wirklichkeit \Rightarrow Hypothese bestätigt oder falsifiziert
- Experiment: Forscher greift aktiv ins Versuchsgeschehen ein

2.3 Hypothesen

2.3.1 Was ist eine Hypothese

- eine Hypothese ist eine beliebige Aussage, die man provisorisch für bestimmte Zwecke als wahr annimmt, auch wenn man nicht (genau) weiß, ob sie wirklich wahr ist
- Im Allgemeinen nur zeigbar, dass eine Hypothese falsch ist, nicht jedoch, dass sie wahr ist

2.3.2 Entstehung von Hypothesen

- Frage nach der Entstehung von Hypothesen umfasst auch die Frage nach der Herkunft von Fragen
- kein Rezept zum Finden von Hypothesen \Rightarrow intensive Beschäftigung mit dem Gegenstandsbereich erhöht die Chancen
- Alltagspsychologie als Quelle von Hypothesen \Rightarrow im schlimmsten Fall ist die Hypothese falsch
- Erkundungsuntersuchung zur Informationsgewinnung

2.3.3 Überprüfung von Hypothesen

- subjektive Überzeugung, Berufung auf Autoritäten, Beispiele dienen nicht zur Überprüfung von Hypothesen
- Beispiele immer selektiv und subjektiv
- Aneinanderreihung von Beispielen für Menschen ohne methodische Vorkenntnisse höchst überzeugend
- beim Schätzen der subjektiven Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses werden Beispiele aus dem Gedächtnis herangezogen
- empirische Hypothesen können nur durch Vergleiche mit der Wirklichkeit überprüft werden
- (Sach)Hypothese \Rightarrow Empirische Vorhersage \Rightarrow Realisierung \Rightarrow Vergleich Vorhersage - Wirklichkeit \Rightarrow Ergebnis

Empirische Vorhersage aus der Hypothese über einen empirischen Sachverhalt wird eine Vorhersage gemacht, diese wird in dem Sinne formuliert, dass unter bestimmten Bedingungen ein spezielles empirisches Ereignis eintritt, es ist dabei egal ob das Ereignis in der Zukunft oder in der Vergangenheit liegt

Realisierung passiv \rightarrow nicht experimentell (keine Einmischung des Versuchsleiters), aktiv \rightarrow experimentell (mit Einmischung, zB eine Gruppe bekommt Hilfe, die andere nicht)

Vergleich Vorhersage wird mit Ergebnis der Realisierung verglichen

Ergebnis Hypothese wird als wahr akzeptiert oder als falsch abgelehnt

- unausgesprochene Bedingungen: Verständnis der Aufgabenstellung, Wahrheit der Aussagen, ...
- Prüfung der Hypothese nur zusammen mit diesen Bedingungen möglich

2.3.4 Typen von Hypothesen

universelle Hypothesen Hypothesen, die für alle Menschen gelten

nicht-strikte universelle Hypothesen Einschränkung auf Personengruppen (etwa "alle Männer")

existenzielle Hypothesen "Es gibt mindestens einen ..."

Hypothesen über Anteile Hypothesen darüber, dass so und so viel Prozent aller Menschen ...

2.3.5 Verifizieren - falsifizieren - bestätigen

- eine Hypothese gibt als *verifiziert*, wenn sie als wahr bewiesen wurde
- eine Hypothese gibt als *falsifiziert*, wenn sie als falsch bewiesen wurde
- der Bereich, für den die Hypothese formuliert ist, ist klein \Rightarrow es können alle Fälle untersucht werden \Rightarrow alle drei Hypothesen-Typen sind verifizierbar bzw falsifizierbar
- Bereich groß \Rightarrow es können nicht alle Fälle untersucht werden:

(nicht strikte) universelle Hypothesen durch Gegenbeispiel falsifizierbar, Verifikation nicht möglich (Bereich zu groß, verschiedene Modelle zur selben Zeit bei einer Person), universelle Hypothesen nennt man *bewährt* oder *bestätigt*, wenn sie nach der Prüfung nicht falsifiziert wurden (verschiedene Abstufungen)

existenzielle Hypothesen Verifizierung möglich, Falsifizierung nicht

Hypothesen über Anteile Zusammensetzung von Teilgruppen entspricht meist nicht der Zusammensetzung der Gesamtheit ⇒ weder Falsifikation noch Verifikation möglich (Bewährungsgrad mit Statistik möglich)

2.3.6 Vorbereitungen für die Überprüfbarkeit einer Hypothese

Widerspruchsfreiheit Hypothese darf keine Behauptung zusammen mit deren logischen Gegenteil enthalten

Kritisierbarkeit es gibt mögliche Ergebnisse der Prüfung, die die Hypothese falsifizieren oder den Bewährungsgrad absenken, nicht-kritisierbare Hypothesen sind nicht falsifizierbar

Operationalisierbarkeit den in der Hypothese vorkommenden Begriffen müssen beobachtbare Daten zugeordnet werden können, Voraussetzung für die Prüfung

Aufstellung der Hypothese vor der Überprüfung blah

2.3.7 Qualitätskriterien für die Hypothese und die Überprüfung

hoher empirischer Gehalt gibt an, wie informativ eine Hypothese ist, je größer, umso größer die Zahl der Falsifizierungsmöglichkeiten ist, Ziel: hoher empirischer Gehalt und hoher Bewährungsgrad

möglichst strenge Prüfung Falsifizierung bzw Senkung des Bewährungsgrads muss ernsthaft versucht werden

2.4 Die Grundidee des Experiments

- Unterschiede zwischen experimenteller und nichtexperimenteller Forschung

2.4.1 Was ist eine Hypothese

- *Experimentator* greift bei experimenteller Forschung aktiv und gezielt in das Geschehen ein
- Experimentator variiert systematisch mindestens eine Variable und notiert den Effekt
- Experimentator schaltet Störvariablen aus
- Ergebnis kann bei experimenteller Forschung gezielt auf die veränderten Variablen zurückgeführt werden, bei nichtexperimenteller Forschung nicht
- *Ursache - Wirkung*
- nichtexperimentelle Forschung hat große Bedeutung in der Psychologie, experimentelle Forschung kann etwa aus praktischen oder ethischen / moralischen Gründen nicht durchgeführt werden

2.4.2 Typen von Variablen im Experiment

Unabhängige Variable (UV) wird vom Experimentator aktiv verändert, bei mehreren UVn auch *Behandlung* genannt, die Stufen der UVn werden (*experimentelle*) *Bedingungen* genannt

Abhängige Variable (AV) Variable, an der der Effekt der UV beobachtet werden soll

Störvariable Variable(n), die (vermutlich) ebenfalls die AV beeinflussen, sollen eliminiert werden

Moderatorenvariable Gültigkeit einer Hypothese hängt von einem Merkmal der Person oder einer Situation ab, wichtig bei Generalisierung

2.4.3 Beteiligte Personen

- *Versuchsperson* (V_p , V_{pn}) oder *Proband* (P_b) ist eine Person, die an einem Experiment teilnimmt
- *Versuchsleiter* (V_l) ist ein Wissenschaftler, der ein Experiment durchführt

Definition. Bei einem Experiment verändert der V_l aktiv (mindestens) eine UV und beobachtet die Wirkung dieser Veränderung an (mindestens) einer AV . Gleichzeitig schaltet er die Wirkung der Störvariablen aus.

Mit dieser Forschungsmethode kann man Hypothesen prüfen, die eine kausale Beziehung zwischen UV (als Ursache) und AV (als Wirkung) behaupten.

2.4.4 Grundprinzipien der Kontrolle der Störvariablen

Störvariablen als UV einbeziehen oder kontrollieren (= ausschalten) durch:

1. Variablen konstant halten
2. Zufällige Verteilung, mehrere Stufen der Störvariable werden zufällig mit den Stufen der UV kombiniert

2.4.5 Arten von Experimenten

Einteilung nach Ziel

Prüfexperimente eine oder mehrere Hypothesen sollen geprüft werden (normales Experiment)

Erkundungsexperiment Daten sollen zur Bildung einer neuen Hypothese gesammelt werden

Vorexperiment im Rahmen der Planung zur Erprobung und Verbesserung der Durchführung, Operationalisierungstechniken, ...

Einteilung nach der Zahl der UV n je nach Anzahl der UV n *einfaktorielle* oder *mehrfaktorielle* Experimente

Einteilung nach der Zahl der AV n *univariate* oder *multivariate* Experimente

Labor- oder Feldexperimente *Labor* (spezieller Raum) oder *Feld* (natürliche Umgebung), nichtexperimentelle Untersuchung im Feld heißt *Feldstudie*, Kontrolle der Störvariablen im Labor einfacher aber Generalisierbarkeit nicht zwingend gegeben

Internet-Experiment kompletter Ablauf ist programmiert, V_l tritt nicht mit V_p in Kontakt, einige Vorteile (Ablauf, Anzahl der V_{pn} , ...) aber auch Nachteile (Unüberprüfbarkeit, keine Kontrolle, ...)

Echte Experimente und Quasi-Experimente bei einem echten Experiment kann mindestens eine UV geändert und die Störvariablen kontrolliert werden, bei einem Quasi-Experiment funktioniert der zweite Punkt nicht

2.5 Die wichtigsten Schritte bei einem Experiment

2.5.1 Überblick

1. Fragestellung: eher vage, wird später präzisiert
2. (Sach)Hypothese: bisherige Forschungsergebnisse als Grundlage, Angabe von UV und AV
3. Operationalisierung: Begriffe der Hypothese werden beobachtbaren Phänomenen zugeordnet
4. Versuchsplan: logischer Aufbau des Versuchs
5. Kontrolle der Störvariablen: konstant (Verhalten des V_l , Umgebung, Ablauf, Dauer, ...), Variation (Gruppeneinteilung, ...)
6. Stichprobe: Auswahl der teilnehmenden V_{pn} , Größe der Gruppe, Woher kommen die V_{pn} , ...
7. Empirische Vorhersage und statistische Hypothese: auf dem Hintergrund der Punkte 3-6 wird aus der Sachhypothese die konkrete empirische Hypothese für das Experiment abgeleitet, aus dieser dann die statistische Hypothese

8. Durchführung: Durchführung der kompletten Versuchsplanung von der Begrüßung der Vp bis zur Verabschiedung, Instruktionen besonders wichtig
9. Auswertung der Daten: Prüfung der statistischen Hypothese
10. Schluss auf die Sachhypothese: von der statistischen Hypothese muss auf Bewährung / Falsifizierung der Sachhypothese geschlossen werden, relevant: Ergebnis der Sachhypothese, Qualität der Operationalisierung, Kontrolle der Störvariablen, Generalisierung, ...
11. Diskussion: Ist das Erwartete eingetreten? Wenn nein, warum nicht? Mögliche Fehler, Verbesserungen
12. Bericht: siehe 2.5.9

2.5.2 Operationalisierung und Messen

- Güte der Operationalisierung (= *Konstruktvalidität*)
- abstrakter, theoretischer Begriff \Rightarrow indirekte Operationalisierung \Rightarrow reiches und detailliertes Hintergrundwissen nötig
- Techniken:
 - wissenschaftliche Beobachtung** ist die grundlegende Methode zur Datengewinnung
 - Verhaltensbeobachtung**
 - Befragung** mündlich oder schriftlich, struktuiert oder nicht struktuiert
 - Test** standardisierte Reize unter standardisierten Bedingungen
 - Analyse von Verhaltensspuren** weiter Bereich, zB Briefe, Tagebücher, Fotos, ...
- Kombinationen der Techniken möglich
- *Messen* ist die Möglichkeit, Intensitätsgrade von Variablen auszudrücken, durch Zahlen, keine verbalen Relationen
- Messprobleme: Empirische Variablen messbar oder nicht?, Wie dürfen Skalenwerte verändert werden?
- Skalentypen:
 - Nominalskala** verschiedene Gruppen, zB Geschlecht, Blutgruppe
 - Ordinalskala** Unterscheidung größer, kleiner möglich, zB Energieeffizienzklassen
 - Intervallskala** Einheit und Nullpunkt sind willkürlich festgelegt, zB Celsius Temperaturskala
 - Verhältnisskala** Einheit willkürlich, Nullpunkt durch Theorie bestimmt, zB Kelvin-Temperaturskala
 - Absolutskala** natürliche Einheit und Nullpunkt, zB Elemente einer Menge
- weitere Messprobleme: Bedeutsamkeitsproblem (Wahrheitswert der Aussage bleibt bei allen zulässigen Transformationen gleich), Skalierungsproblem (wie Skalenwerte konstruiert werden)
- *Validität*: Güte der Operationalisierung bei einer Messung, "messe ich das, was ich messen möchte?"
- *Reliabilität*: Zuverlässigkeit (Genauigkeit) bei einer Messung

2.5.3 Versuchsplan

- so planen, dass Hypothesenprüfung möglich wird
- eine zweistellige UV: zwei Gruppen (UV(a1)/UV(a2) \rightarrow AV, auch AV \rightarrow UV(a1)/UV(a2) \rightarrow AV möglich)
- Unterschied der Gruppen kann durch Vorhermessung herausgefunden werden
- aber: Vorhermessung kostet Geld, Zeit, ..., AV ist evtl nicht vor der UV operationalisierbar oder die Vorhermessung kann sich evtl auf die Nachmessung auswirken

- in der *Experimentalgruppe* wird die interessante Stufe der UV realisiert, die andere Gruppe wird *Kontrollgruppe* genannt
- Versuchspläne mit nur einer Gruppe und einer Stufe der UV oder einer Gruppe und beiden Stufen der UV sind untauglich

2.5.4 Kontrolle der Störvariablen

- zwei Gruppen von Störvariablen: Vp-spezifische (Alter, Intelligenz, Eigenschaften, ...) und Variablen der Untersuchungssituation (Geschlecht des VI, Gestaltung des Raumes, Reihenfolge von Fragen, ...)
- Unterscheidung der Gruppen in wichtigen Störvariablen verhindert den Schluss auf die Validität der UV
- zwei Standardmethoden um dem entgegenzuwirken:
 - Parallelisieren (matching)** Störvariable wird bei allen Vpn gemessen und anhand dessen werden die Gruppen aufgeteilt (im Durchschnitt etwa gleich), für kleine Gruppen
 - Randomisieren (randomizing)** Vpn werden durch eine Methode in die Gruppen aufgeteilt, Störvariable muss weder bekannt noch operationalisiert werden, für große Gruppen
- Parallelisieren besser als Randomisieren, jedoch höherer Aufwand
- Elimination der Störvariablen: Geräuschdämmung, PC statt VI, ... (nicht alles ist eliminierbar)
- Konstanthalten: gleiches Licht, konstante Temperatur, ... für alle Vpn, trotzdem unterschiedliche Auswirkungen auf die Vpn möglich, evtl Auswirkungen auf die Generalisierung
- Zufallsvariation: zufällige Zuweisung der Stufe(n) der Störvariable an die Vpn (zB zwei VI)
- Kontrollgruppe: bei einer zweistufigen UV ist jeweils die eine Gruppe die Kontrollgruppe für die andere
- Veränderungen und Einflüsse: Müdigkeit, Gewöhnung, Hunger (den Einflüssen sollen alle Gruppen gleich ausgesetzt sein)
- Reaktiver Effekt der Vorhermessung: eventueller Denkprozess durch Vorhermessung oder Vpn merken sich Fragen, durch Kontrollgruppe zu neutralisieren
- Störvariable variiert systematisch mit der UV (Störvariable evtl nicht bekannt) \Rightarrow *Konfundierung* von Störvariable und UV
- lässt sich Konfundierung nicht vermeiden, kann man kein Experiment durchführen

2.5.5 Stichprobe

- eine Stichprobe ist eine Untermenge der Gesamtmenge, je nachdem, wie diese gewählt ist, unterscheidet man verschiedene Typen:
 - mit / ohne Zufallswahl** eine echte Zufallswahl ist wünschenswert, da jede Person die selben Chancen hat (bei einer nichtzufälligen Wahl nicht), die Kosten und der Zeitaufwand ist jedoch enorm, sorgfältiger Auswahl der Stichprobe (vollständige Liste der Elemente, möglichst alle Personengruppen berücksichtigen)
 - mit / ohne Schichtung** prozentuales Verhältnis von Gruppen in der Gesamtmenge auch genauso in der Stichprobe vertreten
- *Zufallsstichprobe* (= mit Zufall, ohne Schichtung), *geschichtete Zufallsstichprobe* (= mit Zufall, mit Schichtung), *anfällende Stichprobe* (= ohne Zufall, ohne Schichtung), *Quotenstichprobe* (= ohne Zufall, mit Schichtung)

2.5.6 Empirische Vorhersage und statistische Hypothese

- die empirische Vorhersage wird aus der Sachhypothese entwickelt, diese wird mit den Daten der Untersuchung verglichen
- die Statistik hilft zu entscheiden, ob die Daten mit der empirischen Vorhersage übereinstimmen oder ob sie (signifikant) abweichen
- durch statistische Verfahren werden Auswirkungen von Messfehlern oder von Störvariablen gering gehalten
- sind die statistischen Verfahren vor der Durchführung festgelegt, so kann aus der empirischen Vorhersage die statistische Hypothese formuliert werden

2.5.7 Durchführung

Ablauf gewissen Punkte naturgemäß vorgegeben (Begrüßung, Instruktion, ...), Gruppenversuch (ökonomischer, nicht so zeitaufwendig) oder Einzelversuch (keine Verhaltensänderungen durch andere Teilnehmer, ...), Anzahl der Vpn pro Tag (Zeit zwischen den Vpn)

Pflege der Vpn Vp soll sich wohl fühlen (Angst, ... sind Störvariablen), Versprechen sind einzuhalten, Zweck des Experiments ist zu erklären (Täuschung, ...), *Anwärmphase* zu Beginn (Plaudern, Raum anschauen, Aufwärmaufgaben), Vp darf nicht die Hypothese des VI erraten, freiwillige Teilnahme der Vpn (kein Verschweigen von negativen / unangenehmen Aspekten, wahrheitsgemäße Nennung der Dauer), kompetentes und sicheres Auftreten des VI

Räumlichkeiten möglichst störungsfrei, gut belüftet und temperiert, keine öffentlichen Stätten, Labor mit spezieller Ausstattung oder ruhiger Nebenraum ohne Ausstattung, Verhinderung von Austausch der Vpn

Hilfsmittel und Geräte alles außer der Vp, des VI und des Raumes, Ersatz bei Ausfällen

Rolle des Computers viele Experimente durch PCs vereinfacht (Entlastung des VI), oft durch einfache Programme, Generierung und Auswertung der Daten schnell möglich, PC kann auch den ganzen Ablauf eines Experiments übernehmen (Standardisierung des Ablaufs, Ausschaltung des VI)

Instruktion was die Vp zu tun hat, soll nicht verwirrend oder unvollständig sein, es muss alles (auch selbstverständliches) mitgeteilt werden, 4 wichtige Komponenten (allgemeiner Zweck des Experiments, was wird genau geschehen, welches Ziel soll die Vp anstreben, Instruktionen sollen verstanden werden), Gestik / Mimik / Tonfall wichtig

Standardisierung der Untersuchungsbedingungen alle Variablen, die nicht UVs sind, sollten konstant gehalten werden

Probelauf (Vorexperiment) Ablauf und Erfassung der Daten wie beim richtigen Experiment, jedoch nur zum Training, Wurde alles korrekt geplant? Tauchen Probleme auf?

2.5.8 Ergebnis

Statistische Auswertung durch Programme, statistische Verfahren wurden vor dem Experiment festgelegt, von der statistischen Hypothesenprüfung kann auf die Gültigkeit / Ungültigkeit der empirischen Vorhersage geschlossen werden

Schluss auf die Sachhypothese Wurden alle Punkte, die für die Prüfung der Sachhypothese wichtig sind, korrekt angenommen und durchgeführt, so kann man von der statistischen Hypothese auf die (Sach-)Hypothese schließen, kommt etwas Unerwartetes heraus, so sollte man das jedoch nicht damit erklären, dass zB nicht alle Störvariablen ausgeschaltet wurden.

Arten der Validität im Experiment *interne Validität* (wie gut werden bedeutsame Störvariablen kontrolliert), *externe Validität* (wie gut kann das Ergebnis verallgemeinert werden), *Konstruktvalidität* (Güte der Operationalisierung von UV und AV), *Validität statistischer Schlussfolgerungen* (angewandtes statistisches Verfahren gerechtfertigt, korrektes Skalenniveau, ...)

2.5.9 Bericht

inhaltliche Gliederung *Einleitung und Theorie* (Fragestellung und zugehörige Theorie), *Methode* (Beschreibung des Experiments, Gegliedert in Vpn (Stichprobe), Materialien (bei nicht allgemein bekannten Hilfsmitteln eine genaue Beschreibung), Versuchsplan (Versuchsplan selber, UV, AV, Operationalisierung, Kontrolle der Störvariablen) und Durchführung (inkl. Instruktionen)), *Ergebnisse* (statistisches Prüfverfahren, statistische Hypothesen, zusammengefasste Ergebnisse des Experiments, Schluss auf die Sachhypothese), *Diskussion* (Ergebnis der Hypothesenprüfung wird inhaltlich analysiert, evtl. neue Fragestellungen / Hypothesen), *Literaturverzeichnis* und *Zusammenfassung*

kritisches Lesen eines Berichts Berichte sind nicht an Einsteiger gerichtet \Rightarrow Überblick erlangen, Artikel keine Einführung in ein Gebiet \Rightarrow Sekundärliteratur, Von was will uns der Autor überzeugen?, immer kritisch bleiben, alles hinterfragen

2.6 Versuchspläne mit mehr als zwei Gruppen

2.6.1 Einfaktorielle Versuchspläne

- viele UVn haben mehr als zwei Stufen
- jeder Stufe der UV wird eine Gruppe zugeordnet, weiterer Ablauf wie bei einem Zweigruppenexperiment
- mit mehreren Stufen der UV ist es möglich, einen Wert für die UV zu finden, bei dem sie am stärksten wirkt
- meist für Hypothesen über Unterschiede, Rangfolgen oder mathematische Funktionen

2.6.2 Versuchspläne mit mehreren UVn

- meist mehrere Ursachen für eine bestimmte Wirkung \Rightarrow mehrere UVn
- Versuchspläne zur gleichzeitigen Variation mehrerer UVn werden *multi-* oder *mehrfaktorielle Versuchspläne* genannt
- jeder möglichen Kombination von Stufen der UVn wird eine Gruppe zugewiesen (= $\prod_{i=1}^n |UV_i|$ Gruppen)
- gut als Matrix darstellbar
- wird sehr schnell groß \rightarrow viele Vpn vonnöten, unter Umständen kann eine Gruppe von Vpn aber auch mehreren Stufen einer (oder mehrerer) UV ausgesetzt werden
- $a \times b \times c \times d$ -Versuchsplan bedeutet, dass 4 UVn mit a , b , c und d Stufen in dem Experiment vertreten sind
- in einem mehrfaktoriellen Experiment können mehrere *Haupteffekte* (= Wirkung einer UV) untersucht werden, das ist auch in einfaktoriellen Experimenten möglich, hier kann aber auch die Interaktion zwischen den UVn untersucht werden
- die Zahl der Hypothesen steigt bei multifaktoriellen Versuchen schnell an
- Formulierung aller Hypothesen nicht notwendig, Ergebnisse ohne Hypothese dürfen jedoch nur zur Beschreibung oder zur Hypothesenbildung benutzt werden

2.7 Störvariablen bei mehreren experimentellen Bedingungen pro Vp

- die Vp muss nicht zwingend alle Stufen der UV durchmachen, es genügt, wenn es mehr als eine ist
- Vorteile beim Durchführen von mehreren Stufen mit einer Vp: Parallelisierung vieler Störvariablen, sehr ökonomisch
- aber: Positions- und Carry-over-Effekte möglich \Rightarrow Reihenfolge wichtig

2.7.1 Positionseffekt und Carry-over-Effekt

- der Positionseffekt ist eine Störvariable, sie hängt mit der Position der verschiedenen experimentellen Bedingungen eines Experiments zusammen (zB Übung, Ermüdung, Durst, ... der Vpn)
- ein Carry-over-Effekt tritt auf, wenn eine experimentelle Bedingung eine spätere inhaltlich beeinflusst
- beim Positionseffekt ist relevant, an welcher Position die Bedingungen dargeboten werden, beim Carry-over-Effekt ist nur relevant, welche Bedingungen vor oder hinter einer anderen stehen

2.7.2 Kontrolle von Positionseffekten

- beim *vollständigen Ausbalancieren* werden alle möglichen Reihenfolgen ($n!$) von experimentellen Bedingungen gebildet und jeder wird eine Gruppen von Vpn zugewiesen, Positionseffekte werden so ausgeglichen
- beim *unvollständigen Ausbalancieren* gibt es unterschiedliche Techniken:
 - Zufallsauswahl** für k Vpn werden zuerst k Reihenfolgen der experimentellen Bedingungen ausgewählt, diese werden dann zufällig auf die Vpn verteilt
 - Spiegelbildmethode** eine Reihenfolge wird ausgewählt, diese wird aber gespiegelt an die ursprüngliche Reihenfolge drangehängt (xyzzyx), Bedingungen müssen zweimal durchführbar sein, Positionseffekt muss linear sein
 - Methode des Lateinischen Quadrats** so viele Reihenfolgen werden erstellt (bestimmtes Schema), wie es Bedingungen gibt, jeder Reihenfolge wird eine Gruppe zugeordnet, der Positionseffekt kann nicht nur kontrolliert sondern auch überprüft werden

2.7.3 Kontrolle von Carry-over-Effekten

- Methoden zur Kontrolle von Positionseffekten hier nicht anwendbar, Reihenfolge hängt von den Inhalten der Bedingungen ab
- Kontrolle möglich, wenn der Effekt bekannt ist, andere Reihenfolge der Bedingungen oder Umbau der Bedingung, die sich auf andere auswirkt (nur, wenn die Hypothese nicht beeinflusst wird) oder durch Rückkehr zu einem Experiment mit nur einer experimentellen Bedingung pro Vp
- wenn es nicht anders möglich ist, sollte möglichst viel Zeit zwischen den Bedingungen oder Experimenten liegen

2.8 Störvariablen aus der sozialen Situation des Experiments

2.8.1 Die Erwartung des VI als Störvariable

- unbeabsichtigte Beeinflussung der Vp durch den VI, nonverbales Verhalten als zentrale Rolle, auch *Rosenthal-Effekt* genannt
- der Erwartungseffekt basiert darauf, dass der VI in der Lage ist, für jede Vp eine Erwartung zu bilden, diese Erwartung muss in Verhalten ausgedrückt werden, dieses Verhalten muss korrekt von den Vpn interpretiert werden und die Vpn müssen sich beeinflussen lassen
- manche VI sind eher anfällig für den Effekt, manche weniger
- Kontrolle möglich durch: Standardisierung der Versuchsbedingungen (weniger Spielraum des VI, evtl Video), Ausschalten des VI (durch Fragebögen oder PC), Training des VI (nonverbale Verhaltensweisen), Manipulation der Erwartung des VI (zusätzlicher VI zur Operationalisierung der AV nötig, Einführung einer Erwartungskontrollgruppe), Blindversuch und Doppelblindversuch (mehrere VI: VI wissen nichts über die experimentellen Bedingungen der Vpn, weiß die Vp auch nicht, in welcher Gruppe sie ist, handelt es sich um den Doppelblindversuch)

2.8.2 Versuchspersonen-Effekte

- Erwartungen der Vp können das Verhalten beeinflussen, drei Typen:
 - Erwartungen, wie eine experimentelle Bedingung wirkt** durch Alltagswissen oder Hypothesen über die Hypothese des VI, Vpn unter Umständen im Unklaren lassen (siehe Doppelblindversuch)
 - Erwartungen aufgrund von Aufforderungsvariablen** können durch Instruktionen entstehen, die darauf hinweisen, dass etwas geschehen könnte
 - Erwartungen über die soziale Erwünschtheit von Verhalten** soziale Normen und Werte können das Verhalten der Vp beeinflussen
- Motive zur (Nicht-)Teilnahme von Vpn: Ablauf des Experiments sagt nicht zu (eventuell werden aber gerade diese Personen benötigt), Zeit, Weg, Geld, Pflicht bei Studenten
- Motive der Vpn, die das Verhalten im Experiment beeinflussen: (Nicht-)Kooperation (erzwungene Teilnahme, schlechte Erfahrungen), Test- und Bewertungsangst, Bedürfnis nach sozialer Anerkennung (führt zu (vermeintlich) sozial erwünschten Verhalten)

2.9 Quasi-Experimente

2.9.1 Was sind Quasi-Experimente?

- können nicht alle Störvariablen kontrolliert werden oder können Vpn nicht zufällig einer Gruppe zugeordnet werden, so nennt man das ein Quasi-Experiment (mindestens eine UV kann jedoch verändert werden)
- wichtig für Experimente im Feld oder unter feldähnlichen Bedingungen
- hat der VI auch keine Kontrolle über die UV, sollte man auch nicht von einem Quasi-Experiment sprechen

2.9.2 Beispiele für quasi-experimentelle Versuchspläne

Versuchspläne mit nichtäquivalenter Kontrollgruppe entweder ist keine Kontrollgruppe vorhanden oder die Gruppen sind nicht randomisiert (zB Schulklassen)

Zeitreihenversuchspläne die AV wird mehr als zweimal gemessen, die UV wird zwischen den Messungen eingeführt, man hat mehr Vergleichsmöglichkeiten

Einzelfall-Versuchsplan mit Revision zB um herauszufinden, ob eine Therapie einen Effekt hat, durch ABAB-Plan (B = therapeutische Behandlung, A = Fehlen der therapeutischen Behandlung)

2.10 Ethische Probleme

- der VI trägt eine besondere Verantwortung der Vp gegenüber
- Verantwortung wächst mit dem Maß der Machtausübung auf die Vp

2.10.1 Ethische Probleme bei psychologischen Untersuchungen

Schädigung der Vpn moralisch fragwürdig, Schädigung durch unangenehme Reize, aktive und passive Schädigung

Täuschung Vp wird über den wahren Grund des Experiments (während und vor des Experiments) im unklaren gelassen

Manipulation von Vpn-Eigenschaften etwa durch Videos, fragwürdig, wenn das Verhalten oder die Einstellung von Vpn geändert wird, ohne dass diese ihre Einwilligung gegeben haben

Unfreiwillige Teilnahme in der nicht-experimentellen Forschung durchaus möglich, bei Experimenten problematisch, aber auch möglich (Kleinkinder, debile Personen)

Verletzungen der Vertraulichkeit / des Datenschutzes Anonymität muss gewährleistet sein

2.10.2 Entschärfung und / oder Lösung von ethischen Problemen

Beseitigung des ethischen Problems Abänderung der Untersuchung, ggf. mit langer Aufwärmphase, ist aber nicht immer möglich (Untersuchung anders nicht möglich)

Informierte Einwilligung und Teilnahme alle negativen Aspekte werden der Vp mitgeteilt, sie kann dann ablehnen oder mitmachen, aber auch jederzeit abbrechen (Informieren nicht immer mit dem Experiment vereinbar)

Nachträgliche Aufklärung Vp hat das Recht, die Einwilligung nachträglich zu entziehen, der Forscher muss sich rechtfertigen, Kontrolle ob die Täuschung geglückt ist

Expliziter Verzicht der Vp auf Rechte etwa Verzicht auf das Recht, vorher über das Ziel und Details des Experiments aufgeklärt zu werden, Vp gibt das Recht auf, vom VI unbeschadet behandelt zu werden (Vertrauen)

Aufwiegen der negativen Aspekte pro Vp finanzieller Ausgleich für eventuelle Schmerzen (mögliche neue ethische Probleme)

Kosten-Nutzen-Rechnung Verletzung von ethischen Prinzipien kontra Wissenszuwachs, ist der Nutzen erheblich größer und werden bestimmte Grenzen nicht überschritten, wäre es moralisch akzeptabel (kleine Menge von Vpn), alles sehr schwammig und schwer gegenüberzustellen

3 Lehrbuch Allgemeine Psychologie

3.1 Visuelle Wahrnehmung

- Wahrnehmung keine 1:1-Abbildung der Realität
- Wahrnehmung nicht passiv

3.1.1 Einleitung: Fragen der visuellen Wahrnehmung

- Wahrnehmung hat eine Sonderstellung
- Auge als Kamera zu verstehen, Interpretation des Bildes erst durch das Gehirn
- Wahrnehmen heißt Verarbeiten der Rohdaten
- *reizgetriebene Verarbeitung* (Bottom-Up): durch Reiz ausgelöste, meist automatisch ablaufende Prozesse
- *datengeleitete Verarbeitung* (Top-Down): Anteil der o.g. sinkt, komplexe Funktionen (Gedächtnis, ...) steigen
- keine strikte Trennung zwischen den beiden Verarbeitungsarten
- Kognitive Komponente immer vertreten, Ausmaß unterschiedlich
- Wahrnehmung nicht möglich ohne Bezug auf bestehende Wissensbestände
- Wahrnehmung aktiv jedoch ohne Aktion, die das Wahrnehmen einleitet (siehe Fledermaus)

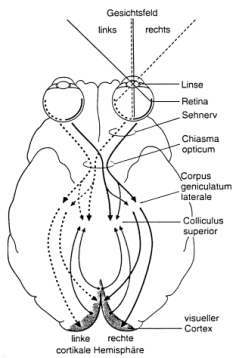
3.1.2 Das Auge und die visuellen Verarbeitungspfade

- Fragestellung der Wahrnehmungspsychologie eng verknüpft mit denen der Sinnes- und Neuropsychologie
- Neocortex fast zur Hälfte durch visuelle Reizung stimulierbar

3.1.2.1 Die Retina

- Auge gleicht einer Kamera (aber nicht weiter)
- Retina: 126 Mio. Rezeptoren (unterschiedlich licht- und farbempfindlich), davon 120 Mio. Stäbchen (Licht) und 6 Mio. Zapfen (Farbe)
- Zapfendichte in der *Fovea centralis* am höchsten (2° des Gesichtsfelds)
- Zapfensystem: höhere räumliche und zeitliche Auflösung
- rezeptives Feld: Bereich des Gesichtsfeldes, der an ein einziges nachgeschaltetes Neuron Informationen weiterleitet
- die kreisförmigen rezeptiven Felder der Ganglienzellen weisen eine antagonistisch verschaltete Zentrum-Umfeld-Organisation auf → hohe Empfindlichkeit für örtliche Kontrastveränderungen
- erste funktionelle Spezialisierung der Ganglienzellen:
 - M-Typ** magnozellular, große rezeptive Felder wegen weit verzweigten Dendritenbäumen grobe achromatische Reizung führt zu schneller transienter Aktivierung, signalisieren nur kurzfristige Veränderungen eines Lichtreizes (keine Dauerbeleuchtung)
 - P-Typ** parvozellulär, kleine rezeptive Felder wegen kleinen Dendritenbäumen fein achromatische und chromatische Reizung führt zu langsamer tonischer Aktivierung, farbempfindlich da die Eingangssignale der 3 Zapfen getrennt verarbeitet werden P-Zellen bleiben während der gesamten Reizdauer erregt

3.1.2.2 Die Bahn des Sehnervs zwischen Auge und Cortex



- Reiz des temporalen Gesichtsfelds (= nasale Retinahälfte) wird in die entgegengesetzte cortikale Hemisphäre geleitet (Umleitung beim *Chiasma opticum*)
- 10% des Sehnervs in den *Colliculus superior* (CS), Steuerung der Blickbewegungen
- 90% in den *Corpus geniculatum laterale* (CGL), Bewegungswahrnehmung (=parvozellulär, Schicht 1,2), Farbe, feine Texturen, Formen, räumliche Tiefe (=magnozellular, Schicht 3-6) (Schiller, Experimente an Affen)

3.1.2.3 Der primäre visuelle Cortex

- sitzt im Okzipitallappen (Hinterhauptslappen), Synonyme: *area striata*, V1
- räumlich retinope Organisation der Zellen (wie im CGL), wobei den fovealen Regionen weit mehr Platz eingeräumt wird als den peripheren Regionen
- die *fovea centralis* (Punkt schärfsten Sehens) nimmt nur 0.01% der Retina ein, beansprucht aber einen großen Teil des primären visuellen Cortex → kortikaler Vergrößerungsfaktor
- Neuronen des CGL projizieren zum visuellen Cortex
- 9 Schichten des primären visuellen Cortex (=V1): 1-3, 4A, 4B, 4C α , 4C β , 5, 6, Schichten haben verschiedene Aufgaben (einfache Zellen (Orientierung), komplexe Zellen (farb-, richtungs- und formsensitiv) und hyperkomplexe Zellen (bewegende Ecken und Winkel))
- je weiter sich ein Objekt von der Retina entfernt, desto spezialisierter reagieren die einzelnen Neuronen auf spezifische Eigenschaften

3.1.2.4 Die weiteren cortikalen Verarbeitungspfade

- V2 bis V5 (=mediotemporales Areal, MT) sind weitere Bereiche des visuellen Cortex
- Verarbeitungspfad nicht strikt seriell (parvo- und magnozellige Informationsflüsse teilen sich in einen temporalen (ventralen, in Richtung Temporallappen, seitlich) und einen parietalen (dorsalen, in Richtung Parietallappen, nach oben) Verarbeitungspfad auf)
- Ungerleider und Mishkin: temporaler "Was"-Pfad (Objekterkennung) und parietaler "Wo"-Pfad (Objektlokalisierung)
- Rosetti und Pisella: die beiden Verarbeitungspfade repräsentieren ein sensomotorisches und ein kognitiv-sensorisches System, die je nach Stimulustyp zum Einsatz kommen
- Aufteilung bzw Aufgabe der einzelnen Verarbeitungspfade ungeklärt
- größere Neuronenspezialisierung mit zunehmender Verarbeitungstiefe

3.1.3 Visuelle Informationsaufnahme und -verarbeitung

3.1.3.1 Visuelle Sehschärfe und Sensitivität

- Sehschärfe ist abhängig vom retinalen Ort der Reizung
- mehrere Rezeptoren pro Ganglienzelle in der Peripherie
- weniger Rezeptoren pro Ganglienzelle und höhere Dichte in den fovealen Arealen \Rightarrow höhere foveale Sehschärfe
- Verarbeitung von Reizen unter bestimmten Bedingungen in der Fovea schlechter als in der Peripherie
- Meinecke und Kehler: fovealer Leistungseinbruch, Textursegmentierungsaufgabe (kleinere Winkel in größeren Winkeln entdecken), Anstieg der Entdeckbarkeit bis 3° retinaler Exzentrizität, dann deutliche Verschlechterung
- Sehschärfe ist abhängig von der Reizdauer und der Reizintensität (Leuchtdichte)
- *Bloch'sches Gesetz*: Sehschärfe bleibt konstant, wenn mit zunehmender Reizdauer die Leuchtdichte reduziert wird (bis 150 ms, zeitliche Aufsummierung der Reizenergie)
- zeitlicher Versatz von Darbietungen führt zur Verschiebung des Zielreizes (Müsseler)
- Hell- und Dunkeladaptionzustand (Veränderung der Pupillengröße, veränderte photochemische Lichtempfindlichkeit vom Zapfen- zum Stäbchensehen) beeinflusst das visuelle Auflösungsvermögen (Kohlrausch-Knick, Schnittpunkt der Dunkeladaptionkurven)
- Sensitivitätsveränderungen im überschwelligem Bereich (graue Kreise, verschiedene Hintergründe), durch *latente Inhibition* (Lichtreizung von Rezeptoren hemmt die Entladung benachbarter Rezeptoren)

3.1.3.2 Farbwahrnehmung

- Wellenlänge zwischen 400 und 700 nm
- Licht wird in unterschiedlicher Wellenlänge reflektiert
- 2-7 Mio Farbabstufungen zu differenzieren
- Farbempfindung aus der Intensität (Helligkeit) und Sättigung
- Dreifarbentheorie (Young und Helmholtz): Blau, Rot, Grün, drei Rezeptorsysteme (siehe Ganglienzellen) mit unterschiedlicher Spektraler Empfindlichkeit
- Gegenfarbentheorie (Hering): Rot-Grün, Blau-Gelb, Schwarz-Weiß, sie lösen einen Gegenfarbenmechanismus aus (positive und negative Reaktion auf die Farbe)
- beide Theorien ergänzen sich

3.1.3.3 Raum- und Tiefenwahrnehmung

- entsteht aus 2D-Projektion der 3D-Welt auf die Retina
- *Relative Ortsinformation ohne Tiefe*: zwei Trugschlüsse (Abbild auf der Retina muss nicht gedreht werden (keine Leistung des Verarbeitungsapparats), Raumwahrnehmung kann nicht durch die Existenz einer der retinalen Abbildung ähnlichen Gehirnkarte (kein Homunculus) erklärt werden), keine metrische Beziehung zwischen Objekten bei retinaler Stimulation
- *Tiefenwahrnehmung bei zweidimensionaler Vorlage*: auch mit einem Auge erkennbar, durch Perspektive und Texturen, (Teil-)Verdeckung und durch die relative Größe und Bekanntheitsgrad von Objekten
- Raum- und Tiefenwahrnehmung in 3D-Anordnungen durch:
 - Die Querdissipation** 3D-Sicht entsteht durch die geringfügig unterschiedlichen Augenwinkel (Horopter: Kreis durch den fixierten Punkt und die Augenmittelpunkte, Objekte werden 1-fach wahrgenommen (Panum-Areal), davor und dahinter doppelt), unterschiedliches Ausmaß der Querdissipation erzeugt unterschiedliche Entfernungen, erste binokulare Zellen im V1 (Korrespondenzproblem = Finden der Disparität verschobener Objekte / Bildpunkte)
 - Okulomotorische Faktoren der Raum- und Tiefenwahrnehmung** Konvergenzwinkel (Stellung der Augen zueinander bei Fixation von weiten und nahen Objekten) und Akkomodation (Anpassung und Form der Linse, flacher, bauchiger)
 - Bewegungsindizierte Raum- und Tiefenwahrnehmung** als Folge der Eigenbewegung des Körpers, entfernte Objekte wandern langsamer am Gesichtsfeld vorbei als nahe Objekte (*Bewegungssparallaxe*, Helmholtz), zunehmende Auf- und Verdeckung

3.1.3.4 Bewegungswahrnehmung

- Objektbewegungen relativ zum ruhenden Betrachter, Informationen über Form, Tiefe und Größe
- vor allem im MT-Areal sind bewegungs- und richtungsempfindliche Neuronen
- *Bewegungssphänomen*: lange Zeit auf einen Wasserfall schauen, dann auf die stationäre Umgebung \Rightarrow Bewegung in entgegengesetzte Richtung (Bewegungsnacheffekt)
- Film als *Scheinbewegung* (stroboskopische Bewegung), zeitlicher und räumlicher Abstand zwischen zwei Lichtsignalen vermittelt einen Bewegungseindruck, Korrespondenzproblem (Objekt zum Zeitpunkt t und $t + 1$)
- Verschiebung des Hintergrunds beeinflusst die Geschwindigkeit und die Richtung der wahrgenommenen Bewegung
- wahrgenommene Geschwindigkeit ist nicht gleich mit der physikalischen Geschwindigkeit
- Fröhlich Effekt: schnelles Objekt wird nicht an seiner Initialposition zum ersten Mal wahrgenommen sondern erst später, Verschiebung in Bewegungsrichtung
- Flash-lag Effekt: wenn zwei Objekte die sich auf gleicher Höhe befinden, sich konstant bewegen und von beiden eines blinkt, scheint das blinkende Objekt zurück zu liegen
- repräsentationales Momentum: wenn der Endpunkt einer Bewegung bestimmt werden soll, lokalisiert man den Reiz an einem Ort, den er noch gar nicht erreicht hat (höhere Gedächtnisprozesse repräsentieren Bewegungstendenzen)

3.1.3.5 Objektwahrnehmungen

- *Figur-Grund-Problem*: Objekt muss vom Hintergrund getrennt werden
- Gruppierung anhand der Gestaltgesetze (Metzger):
 - Gesetz der Gleichartigkeit (Art)
 - Gesetz der Nähe (Entfernung)

- Gesetz des gemeinsamen Schicksals (zb Richtung)
- Gesetz der Voreinstellung (hinzukommende Objekte werden behandelt wie alte)
- Gesetz des Aufgehens ohne Rest (Einbeziehen aller Elemente)
- Gesetz der durchgehenden Linie
- Gesetz der Geschlossenheit (geschlossene Figur)
- Gesetze nicht immer eindeutig \Rightarrow *Prägnanzprinzip* ("Gesetz der guten Gestalt") als übergeordnetes Organisationsprinzip
- Textursegmentierungsaufgabe: Orientierung wichtiger als Formgleichartigkeit (L,T)
- Formkonstanz: Verrechnung der Distanzen zu einer konstanten relativen Form des Objekts (Kippen eines Buches)
- Größenkonstanz: Wissen über Größe eines Objekts, Berechnung einer Größenschätzung aus der Distanzinformation
- Helligkeits- und Farbkonstanz: schwarze Schrift auf weißem Hintergrund in der Sonne und im dunklen Raum
- wahrgenommene Objekte auch durch bestimmte Bedeutungen und Funktionen ausgezeichnet
- Bruner: Dinge werden in kognitiven Kategorien wahrgenommen
- Vertrautheitseffekt: gespeicherte Buchstaben / Wörter werden aufgrund ihrer Vertrautheit schneller und besser verarbeitet als gespiegelte oder rotierte
- Interpretationsvorgang schon beim Wahrnehmungsvorgang
- Schablonenvergleich: Objektidentifikation anhand von Schablonen (Prototypen)
- Objekt muss normalisiert werden bevor es durch Schablonen erkannt werden kann
- Merkmalsanalyse: Objekte haben bestimmte charakteristische Merkmale, flexibler als Schablonenvergleich
- *Pandämonium-Modell*: das wahrzunehmende Objekt wird in verschiedene Merkmale zerlegt, verschiedene Stadien = verschiedene Dämonen: Image-Dämon (erhält retinales Bild), Merkmals-Dämonen (sind zuständig für ein Merkmal, melden sich, wenn "ihr" Merkmal gefunden wird), kognitive Dämonen (achten auf spezifische Kombinationen der Merkmale), Entscheidungs dämon (identifiziert das Input-Muster)
- Merkmalsintegrationstheorie (Treisman): Extraktion von Reizmerkmalen automatisch und parallel auf früher Stufe der visuellen Verarbeitung, Integration dieser Merkmale zu einem Objekt setzt fokale Aufmerksamkeit voraus
- Bindungsproblem: Szene mit mehreren Objekten, Welche Merkmale gehören welchen Objekten (Quadrat, Gelb, Kreis, Rot)? Position als bindendes Element, Identität des Objekts \Rightarrow Position (aber nicht umgekehrt), vielleicht neuronale Oszillation als Bindung
- Biedermann: 3D-Objekte als Summe einer Liste von Teilkörpern (Geons)

3.1.4 Theorien der Wahrnehmung

- es existiert keine allgemeingültige Theorie der Wahrnehmung
- vier einflussreiche Strömungen

3.1.4.1 Die klassische Psychophysik

- Beginn der modernen Psychologie im ausgehenden 19. Jahrhundert
- Gegenstandsbereich ist die Bestimmung einer Transformationsgleichung zwischen einer sensorischen Eingangsgröße und einer am Empfinden und Verhalten orientierten Ausgangsgröße (Suche nach der exakten Beschreibung der Beziehung zwischen Reiz und Empfinden)
- Wie ändert sich das Wahrgenommene (Helligkeit, Farbe, ...) wenn dieses physisch verändert wird?

- psychische Ausgangssignale waren in einem vergleichbaren Skalenniveau zu messen
- $\frac{\Delta I}{I} = \textit{konstant}$ mit I als Standardreiz und ΔI als ebenmerklicher Unterschied (Weber'sche Konstante)
- $E = c \cdot \log(I)$ mit E als wahrgenommene subjektive Größe, I als physikalische Größe und c als Konstante, die in Beziehung zur Weber'schen Konstante steht (Fechner'sches Gesetz)
- $E = aI^b$ (Stevens'sches Gesetz)
- Kritik: neurophysiologische Aspekte kommen zu kurz
- Signalentdeckungstheorie: Schwellenmessung ohne Vermischung von Sinnesempfindlichkeit und Entscheidungsverhalten, Leerversuche ohne Stimulus (Rauschen ohne Signal) (reklektiert die Erwartungen, Voreinstellungen, ... der Vpn), danach richtige Versuche mit oder ohne Signal und dazu Datenerhebung (Wahrscheinlichkeit von Verpasser, Treffer, korrekte Zurückweisung, falscher Alarm)

3.1.4.2 Die Gestaltpsychologie

- Gegenströmung zur Elementarpsychologie, die davon ausgeht, dass Wahrnehmung sich aus kleinsten elementaren Empfindungen zusammensetzt (s. Scheinbewegung / Scheinkontur)
- Wie ist Wahrnehmung organisiert?, Gestaltgesetze
- Prägnanzprinzip: Tendenz zur einfachsten, besten und stabilsten Gestalt
- Wann liegt eine solche Gestalt vor?, fehlende Kriterien für die beste und einfachste Gestalt
- keine unbedingt wertlose Strömung, es existieren moderne Zugänge, die den subjektiv beschreibenden Charakter erweitern

3.1.4.3 Der wahrnehmungsökologische Ansatz von James J. Gibson

- Entfernung bereits in der umgebenden Oberflächeninformation enthalten, muss nur aufgenommen werden
- retinales Bild viel zu mehrdeutig
- Spezifikation ohne zb Texturgradient (Invariante), Entfernungsinformationen unabhängig von der Position, Erkennen solcher Invarianten (perspektivisch unveränderte Form) beeinflusst die Wahrnehmung maßgeblich
- direkte Wahrnehmung ohne komplexe Verarbeitungsschritte
- Eigenbewegung sehr wichtig (Objektverdeckungen werden so reversibel)
- visuelle Verarbeitung überflüssig, Konzept des Angebots
- Finden einer Invarianz reicht nicht aus, sie muss auch vom Beobachter genutzt werden
- Ansatz ist empirisch weder beweis- noch widerlegbar (deshalb umstritten)

3.1.4.4 Der computationale Ansatz von David Marr

- Theorie aus der KI
- Betrachtung naturalistischer Szenen
- retinales Bild als Ausgangspunkt, subjektiver Wahrnehmungseindruck als Endpunkt
- reale Welt im Gehirn nur symbolisch repräsentiert, Wahrnehmungseindruck als Kombination der Repräsentanten
- Was wird wie repräsentiert?
- Erkennen von Objekten als Ziel
- verschiedene Stadien:

- retinales Abbild: räumliche retinale Verteilung der verschiedenen Lichtwellen + Intensitäten
 - primäre Rohskizze: Konturen-, Kantenelemente, Ecken und Kantenenden...
 - $2\frac{1}{2}$ -D Skizze: Repräsentation der Flächen und ihrer Anordnung mit einer groben Tiefencharakteristik, organisiert auf den Betrachter
 - 3-D Modellrepräsentation: Modell der real existierenden Welt liegt so vor, wie der Betrachter sie wahrnimmt
- der Übergang zwischen den Stadien soll algorithmisch fassbar sein
 - Differenz zweier Gauß-Verteilungen (DOG) kann man in seiner Arbeitsweise gut mit der neuronalen Arbeitsweise abgleichen (Ganglienzellen, 0-Schnittpunkte)
 - zu viel reizgetriebene Verarbeitung (Bottom-Up) in der Theorie (vom PC)
 - Kann die Beschreibung visueller Prozesse in Form eines Algorithmus überhaupt Erkenntnisse über die Arbeitsweise des visuellen Systems liefern?

3.1.4.5 Ausblick

- nicht Gegenstandsbereich nur einer wissenschaftlichen Disziplin
- Wahrnehmung als Transformation der Eingangsinformationen
- visuelle Wahrnehmung häufig zusammen mit akustischer Wahrnehmung

3.2 Aufmerksamkeit

- Cocktail-Party-Phänomen: Geräuschkulisse ausblenden, Reaktion auf eigenen Namen, ankommende akustische Reize werden sensorisch kodiert, aber nur ein kleiner Ausschnitt wird bewusst wahrgenommen

3.2.1 Einleitung

- Selektion von bestimmten Inhalten, bestimmte Informationen werden zugänglich gemacht
- handlungsvermittelnde Funktion: Handlungsziele sollen möglichst effizient erreicht werden
- selektive Aufmerksamkeit dient im wesentlichen der Handlungssteuerung (*handlungssteuernde Selektion*, Auswahl von bestimmten Inhalten)
- *perzeptive Selektion*: bestimmte aus vielen sensorischen Reizen auswählen
- zb Selektionsproblem (Allport): Baum voll Äpfel, für jeden Akt des Pflückens steuert ein Apfel die Bewegung, alle anderen werden ausgeblendet, beeinflussen dennoch die Handlung
- *Selection-for-Action-Ansatz* (Neumann): Handlung ist eine Sequenz von Bewegungen (durch die selbe interne Kontrollstruktur gesteuert), die durch Fertigkeiten (hierarchische Schemata, im LZG gespeichert) gesteuert werden
- nur die Ausführung einer begrenzten Anzahl an Handlungen gleichzeitig möglich, worin sind diese Beschränkungen begründet?

3.2.2 Selektive Aufmerksamkeit

- Selektionsfunktion der Aufmerksamkeit: nur kleine Ausschnitte der Umwelt determinieren die Selektion
- relevante Teilmenge der Informationen wird ausgewählt

3.2.2.1 Klassische Ansätze zur selektiven Aufmerksamkeit

- 3 Paradigmen:
 - Cherrys (1953) Paradigma des *dichotischen Hörens*
 - Broadbents (1954) *split-span*-Paradigma
 - Welfords (1952) Paradigma zur Untersuchung der *Psychologischen Refraktärperiode*
- experimentelle Untersuchungen (mittels der Paradigmen) führte zur ersten Informationsverarbeitungstheorie der Aufmerksamkeit (*Filtertheorie* von Broadbent)
- dichotisches Hören: zwei Nachrichten (linkes und rechts Ohr), Konzentration auf eine der beiden, Vpn waren kaum in der Lage die andere Nachricht wiederzugeben, Stimmwechsel von Mann auf Frau wurde bemerkt
- split-span: simultane Ziffernpaare (linkes und rechtes Ohr), Wiedergabe bevorzugt nach Ohr (2-6-1, 7-9-5) und nicht nach Paaren (2-7, 6-9, 1-5), aufgabenirrelevante Nachrichten werden vor der Verarbeitung abgeblockt, physikalische Merkmale der Eingangsinformationen sind effektive Hinweisreize zur Differenzierung der Nachrichten, nur diese Merkmale der nichtbeachteten Nachrichten können entdeckt werden, Nachrichtenselektion auf der Basis physikalischer Reizmerkmale
- psychologische Refraktärperiode: zwei Reize schnell hintereinander, Reaktion auf den zweiten Reiz hängt von dem zeitlichen Abstand (SOA, stimulus onset asynchrony) der beiden Reize ab (kurzer Abstand → längere Reaktionszeit), Verarbeitung des ersten Reizes muss erst abgeschlossen sein (serielle Verarbeitung), Beleg für eine Beschränkung in der menschlichen Informationsverarbeitungskapazität
- *Filtertheorie der Aufmerksamkeit* (Broadbent): zwei Reize erlangen parallel Zugang zu einem sensorischen Speicher, nur einer kann auf der Basis seiner physikalischen Merkmale einen selektiven Filter passieren, schützt kapazitätslimitiertes Verarbeitungssystem vor Überlastung, frühe Nachrichtenselektion, Weiterleitung nach Alles-oder-Nichts-Prinzip, Teilung der Aufmerksamkeit erfordert rasches Umschalten
- *Attenuationstheorie der Aufmerksamkeit* (Treisman): Revision der Filtertheorie, einige Informationen durchbrechen den Filter (eigener Name auf der Cocktail-Party), abgeschwächte Weiterleitung und Verarbeitung der nicht beachteten Informationen (variabel, aber auf einer frühen Stufe), erreichtes Analyseniveau hängt von der verfügbaren Verarbeitungskapazität ab, Schwellen für bestimmte Wörter / Satzteile (eigener Name)
- *Theorie der späten Selektion* (Deutsch und Deutsch): Selektion näher am Ausgabeende des Systems, volle Analyse aller Eingangsreize, Weiterverarbeitung erfolgt nur für relevante Reize, effizienter Prozess der Gewichtung wird vorausgesetzt, parallel arbeitender Prozessor, keine serielle Verarbeitung möglich
- *frühe vs späte Selektion*: je mehr Verarbeitungsstadien vor der Selektion sind, desto mehr Bedarf an Verarbeitungskapazität, Ort der Selektion abhängig von der Aufgabenstellung, alternativ: hohe Anforderung der Aufgabe an die Zielreizselektion ⇒ wenig irrelevante Daten werden mit verarbeitet (und umgekehrt)

3.2.2.2 Selektive visuelle Aufmerksamkeit

3 Ansätze:

ortsbasierte visuelle Aufmerksamkeit (Posner): visuelle Aufmerksamkeit wie eine Art Lichtkegel, Stimuli an diesem beachteten Ort werden gründlicher verarbeitet, 3 Mechanismen (*move* (Verlagerung der Aufmerksamkeit), *disengage* (Ablösen der Aufmerksamkeit), *engage* (Anbinden der Aufmerksamkeit)), neuere Vorstellung (Downing): attentionale Auflösung im Zentrum am höchsten und zum Rand hin abfallend (je nach Aufgabentyp), 2 Mechanismen zur Orientierung: *endogen* (mit Interpretation, zB Pfeil, willentlich, lange Latenz (> 200ms), kann durch exogene Reize unterbrochen werden) und *exogen* (automatisch, zB durch Lichtblitz, reizgetriggert, kurze Latenz (~ 50ms), kann unabhängig von einer Zweitaufgabe ablaufen), Richtung der Aufmerksamkeit ist an die Augenbewegung gekoppelt, Aufmerksamkeitsbewegung geht Augenbewegung voraus, Inhibition Of Return (IOR): SOAs (Zeit zwischen Hinweisreiz und Zielreiz) < 300 ms verkürzen die Reaktionszeit und SOAs > 300 ms verlängern die Reaktionszeit (mögliche Reorientierung nötig), ortsbezogene Aufmerksamkeit beeinflusst die visuelle Sensitivität und das Entscheidungskriterium, Flankierreizparadigma (Eriksen und Eriksen), Aufmerksamkeit als variable *Gummilins*e (fokussiert (kleiner Bereich - hohe Auflösung) oder unfokussiert (weiter Bereich - verringerte Auflösung))

objektbezogene visuelle Aufmerksamkeit Aufmerksamkeit nicht auf einen abstrakten Ort sondern auf ein Objekt an einem bestimmten Ort gerichtet, laut Duncan (Versuch mit Rechteck und Linie) kann man nur ein Objekt zu einem gegebenen Zeitpunkt beachten, objektbasierte visuelle Selektion ist wesentlich ortsbezogen (sie findet in einem räumlichen Medium statt)

dimensionsbasierte Aufmerksamkeit Treisman: wechselseitige Interferenz bei dualen Diskriminationsleistungen mit gleichen dimensionsspezifischen Analysatoren, Dimensionsgewichtungsansatz (Müller) (Farbe gewichtet \Rightarrow Farbverarbeitung wird erleichtert \Rightarrow Verarbeitung anderer Objektattribute erschwert), Dimensionseffekt unabhängig von Objekteffekt und umgekehrt, relativ frühe Selektionsprozesse

3.2.2.3 Visuelle Suche

- Merkmalsintegrationstheorie (Treisman): 2 Modi: parallele (einfaches Merkmal, popout (präattentiv)) und serielle (Merkmalkombination, attentional) Suche
- bei serieller Suche liegt der Fokus immer auf einem Objekt, das mit der Target-Beschreibung verglichen wird (ca 10ms), serielles Bindungsstadium als Bottleneck
- mögliche illusionäre Konjunktionen bei nicht beachteten Objekten
- Theorie der gesteuerten Suche: bottom-up (ein Objekt sticht heraus, parallel, berechnet Kanten von Merkmalsdifferenzen, bei einfacher Suche (Merkmalsuche)) oder top-down (seriell weil manche Distraktoren höhere Aktivierung als das Target haben, bei Konjunktionen, "Gesamtsieger aller Disziplinen")
- je größer die Target-Distraktor-Ähnlichkeit, desto stärker wirkt sich das Rauschen aus
- Ähnlichkeitstheorie: alle Suchen laufen parallel ab, bei geringer Target-Nontarget-Ähnlichkeit und hoher Nontarget-Nontarget-Ähnlichkeit ist die Suche leicht (und umgekehrt), visueller Kurzspeicher als wichtige Komponente, Objekte konkurrieren um Zugang (top-down Gewichtung der Objekte anhand der Ähnlichkeit des zu suchenden Targets), Gruppierungen spielen eine wichtige Rolle ("en-masse-Zurückweisung"), Objektbindung erfolgt parallel-präattentiv, Bottleneck ist also nicht die Bindung, sondern der Zugang zum limitierten Kurzzeitspeicher, Theorie der späten Selektion (im Gegensatz zu MIT und GST)

3.2.2.4 Temporale Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit

- visuelle Umgebung besteht meist aus statischen und dynamischen Komponenten
- alte Objekte (zu einem anderen Zeitpunkt im visuellen Feld vorhandene Objekte) werden mit einer Art Markierung versehen (zur Unterscheidung)
- Verarbeitung neuer Objekte wird priorisiert (aktiv oder passiv)
- zwei Mechanismen zur passiven Priorisierung: IOR (die betrachteten Objekte werden als "bekannt" markiert) und Aufmerksamkeitskaperung (neue Objekte fallen auf, selbst wenn alte Objekte ihre Eigenschaft ändern), Verarbeitung mit diesen Mechanismen aber nicht zu erklären (da limitiert)
- aktiver Verarbeitungsbias (Bias = Verzerrung), der gegen alte Objekte eingesetzt wird (auditive oder visuelle Zusatzaufgaben während der Vorschauperiode reduzieren den Vorschauvorteil, wenn schon enkodiert wurde wirkt sich nur eine visuelle Zusatzaufgabe negativ aus)

3.2.2.5 Limitationen der selektiven visuellen Aufmerksamkeit

- Überlastung der Mechanismen der räumlichen oder zeitlich selektiven Aufmerksamkeit (Unaufmerksamkeitsblindheit, Veränderungsblindheit (große Änderungen in einer Szene werden nicht wahrgenommen, wenn der Betrachter den Akt der Veränderung nicht mitbekommt) oder Aufmerksamkeitsblinzeln (alle siehe 3.3.4.1))
- Unaufmerksamkeitsblindheit: Konzentration auf ein Objekt, taucht unerwartet ein anderes Objekt auf, so kann es nur von Prozessen verarbeitet werden, die keine Aufmerksamkeit erfordern, Ort und Farbe werden oft ($> 70\%$) korrekt berichtet, Anzahl und Form nur mit ca 50%

3.2.2.6 Neurokognitive Mechanismen der selektiven Aufmerksamkeit

- Untersuchung der Aufmerksamkeitsprozesse durch Einzelzelleableitung am wachen Tier (Affen), Messung ereigniskorrelierter Potenziale an der Schädeloberfläche des Menschen, Untersuchung der Folgen von lokalen Hirnschäden und mit Kernspin-, Magnetresonanz- und Positronenemissionstomographen
- zwei bedeutsame Charakteristiken des visuellen Systems:
 - Parallelität funktional spezialisierter Verarbeitungsmechanismen
 - quasi-hierarchische Organisation
- V1: erste cortikale Stufe der visuellen Informationsverarbeitung
- verschiedene Zellen sind darauf spezialisiert, Farbe, Form, Bewegungen, ... zu berechnen (parallel)
- weitere Unterteilung des visuellen Systems in einen *ventralen* Was-Pfad und einen *dorsalen* Wo- bzw Wie-Pfad (räumliche Informationen für Wahrnehmung und Handlung)
- elementare visuelle Informationen dienen als Grundlage für die Berechnung komplexer Informationen auf höheren Stufen (zB erst Kanten in V1 → komplexere Bestandteile der Form in V4 → Objekterkennung (IT (inferior temporales Areal) = unterer temporaler Bereich))
- quasihierarchisch, da auch Aktivitätsfluss in absteigender Richtung, von niedrigen zu hohen Stufen und es gibt keine zentrale Autorität
- niedrige Stufe (zB V1) ⇒ kleine rezeptive Felder (= Ausschnitt des visuellen Felds), hohe Stufe (zB IT) ⇒ große rezeptive Felder (= Ausschnitt des visuellen Felds)
- *visuelles Gehirn*: parallel und verteilt arbeitendes System, in dem visuelle Informationen in einer Reihe von quasihierarchischen Schritten berechnet werden, die von niedrigeren zu höheren Ebenen fortschreiten und durch eine zunehmende rezeptive Feldgröße der entsprechenden Neuronen gekennzeichnet sind
- kognitiv-neurowissenschaftliche Schlüsseluntersuchungen:
 - Theorie der visuellen Aufmerksamkeit (TVA, Bundesens): mit Hilfe mathematischer Gleichungen formuliert, vereinte Theorie des Erkennens und der Selektion (beide Prozesse in einem vereinigten Mechanismus realisiert), ein Objekt wird gleichzeitig visuell erkannt und selektiert, Aufmerksamkeit sind zwei aufeinanderfolgende Prozesse: Filtern (perzeptorische (primär unbewusste Prozesse betreffend) Merkmale werden repräsentiert und gewichtet, sich durchsetzende Objekte werden kategorisiert) und Kategorisieren
 - Ortsbezogene Aufmerksamkeit: Einzelzelleableitungsstudien (ventraler Pfad: hohe Feuerrate bei effektiven Reizen in V4, ITC, V2, V1 (spätere Phase der Verarbeitung), dorsaler Pfad: Aufmerksamkeitseffekte im MT, MST und LP (beteiligt an der Verarbeitung von Bewegungsinformationen, richtungsselektiv)), EKP-Studien (4 Positionen, Vpn konzentrieren sich auf eine Position, stärkere P1- und N1-Komponenten bei Reizen an beachteten Positionen), PET- und fMRT-Studien (Aufmerksamkeit auf bestimmte Position oder Hinweisreiz, Aufzählung, welche Hirnregionen beteiligt sind), Neuropsychologische Läsionsstudien ("unilaterale Neglekt" und "Extinktion", sensorische Strukturen sind intakt, Verarbeitung ist nicht hinreichend)
 - Objektbezogene Aufmerksamkeit: Einzelzelleableitungs-Studie (auch hier verwendbar, Präsentation des Zielreizes, dann Präsentation des Zielreizes und eines Distraktorreizes), bildgebende Verfahren (zwei transparente, übereinanderliegende Bilder, eines bewegte sich, Vpn sollten sich auf eines der Bilder oder auf die Bewegung konzentrieren, bei Konzentration auf zB die Bewegung wurde auch das sich bewegende Objekt registriert und nicht nur die Bewegung ansich), neuropsychologische Läsionsstudien (Objekte im vernachlässigten Feld werden genauso wahrgenommen, jedoch sind sie im Wettbewerb um Aufmerksamkeit benachteiligt)
 - Merkmals- und dimensionsbezogene Aufmerksamkeit: Einzelzelleableitungs-Studien (Reiz bewegt sich in Vorzugsrichtung im RF einer abgeleiteten Zelle und ein zweiter parallel entgegengesetzt, so war die Antwort des Neurons auf den effektiven Reiz reduziert, wenn der Affe den ineffektiven beachtete), EKP-Studien (Selektion visueller Reize beruht aufgrund ihrer räumlichen Position auf qualitativ anderen neuronalen Mechanismen als die Selektion aufgrund von nicht-räumlichen Merkmalen), bildgebende Verfahren (auch gezeigt)

- Duncans Hypothese der integrierten Kompetition: erhöhte neuronale Reaktion auf ein Objekt geht mit einer verminderten Antwort auf andere Objekte einher, verhaltensrelevanten Objekten wird durch Präaktivierung relevanter neuronaler Populationen ein Vorteil verschafft, Objektdominanz in einem Gehirnteil führt zur Dominanz in anderen Teilen (unterschiedliche Eigenschaften des Objekts sind gleichzeitig verfügbar), Aufmerksamkeit als Zustand des Netzwerks als Ganzes
- neuronale Theorie der visuellen Aufmerksamkeit: Annahmen: Neuronen im visuellen System sind darauf spezialisiert, einzelne Merkmale zu repräsentieren, Neuronen reagieren zu einem Zeitpunkt nur auf die Eigenschaft eines Objekts, dann: *filtering* und *pigeonholing* wird auf der neuralen Ebene durch die Anzahl der Zellen wiedergespiegelt, in denen das Objekt repräsentiert wird bzw durch die Feuerrate der Neuronen, die bestimmte Merkmale kodieren, zwei Wellen (erst unselektive Verarbeitung und Zuweisung von attentionalen Gewichten und dann selektive Verarbeitung mit Zuweisung kortikaler Verarbeitungskapazität)

3.2.3 Aufmerksamkeit und Performanz

- Aufmerksamkeit ist zentral für die Vermittlung zielgerichteter Handlungen

3.2.3.1 Aufgabenkombination und geteilte Aufmerksamkeit

- Wie gut kann man die Aufmerksamkeit zwischen zwei oder mehr parallel auszuführenden Tätigkeiten teilen?
- Interferenzen und Leistungseinbrüche bei multipler Aufgabenausführung sind interessant wegen möglicher Rückschlüsse auf Limitationen des menschlichen Informationsverarbeitungssystems
- zwei alternative Erklärungsansätze für Mehrfachaufgaben-Performanz: zentrale Kapazität (ein zentraler Allzweck-Prozessor mit limitierter Kapazität) und Modularität (multiples spezifisches Verarbeitungssystem)
- (zentrales) kapazitätslimitiertes System bis Mitte des 20. Jahrhunderts vorherrschend (wegen von-Neumann-Rechner, Theorie von Broadbent)
- parallel-multipler Vergleichsprozess zur Bestimmung der aktivsten Signale (Gehirn ist ein massiv paralleles Rechensystem, Theorie von Deutsch und Deutsch)
- Performanz bei Mehrfachaufgaben wird durch drei Faktoren determiniert:

Aufgabenähnlichkeit Allport: auditive Nachricht und entweder auditiv präsentierte Wörter (geringe Gedächtnisleistung) oder visuell präsentierte Bilder (hohe Leistung), Theorie: gleichzeitige Ausführung zweier Aufgaben führt in dem Maße zu Interferenzen in dem sie die gleiche Stimulusmodalität involvieren oder gleiche Bearbeitungsstadien beanspruchen oder auf die gleichen Gedächtniscodes zurückgreifen, auch Kompatibilität von Reiz und Reaktionszuordnung wichtig: vokale Reaktion auf auditiven Reiz und gleichzeitig manuelle Reaktion auf akustischen Reiz führt zu Interferenzen

Übung Versuch (Spelke) über 4 Monate, Vpn mussten 5 Stunden am Tag üben, einen Text zu lesen und zu verstehen und gleichzeitig ein Diktat zu schreiben, Ergebnisse wurden immer besser, Möglichkeit der Automatisierung einer Aufgabe (trotzdem zB Textverständnis vorhanden) oder Strategie des raschen Alternierens (aber kein Performanz-Einbruch gemessen), Übung minimiert Interferenz (aber keine vollständige Elimination), Förderung der Doppelaufgabenperformanz zB durch Lernen neuer Strategien oder durch zunehmende Automatisierung

Aufgabenschwierigkeit Kahneman: Aufmerksamkeit als limitierte aber flexibel einsetzbare Ressource, kann geteilt werden oder auf eine Tätigkeit konzentriert werden, schwierige Aufgaben erfordern jedoch mehr Aufmerksamkeit, Gesamtkapazität hängt vom Erregungsniveau ab (mehr → mehr, Yerkes-Dodson-Gesetz: mehr Erregung bringt nur bis zu einem bestimmten Punkt mehr Leistung, danach Verschlechterung der Leistung), Zirkularitätsproblem (Kritik von Allport): Schwierigkeit → Interferenz → Schwierigkeit → Interferenz (kein unabhängiges Maß), Unterscheidung zwischen *Datenlimitation* (Verwendung weiterer Ressourcen führt nicht zu einer Verbesserung) und *Ressourcenlimitation* (Leistung ändert sich durch Anzahl der eingesetzten Ressourcen, nicht genügend vorhanden)

- *Performance Resource Function (PRF)*: Abbildung der Leistung als Funktion der eingesetzten Ressourcen, Aufgabe ist datenlimitiert: Einsatz von zusätzlichen Ressourcen führt nicht zu einer Leistungssteigerung, bis zu diesem Punkt ist die Aufgabe ressourcenlimitiert

- *Performance Operating Characteristic (POC)-Kurve*: Funktion der Leistung, bei zwei ressourcenlimitierten Aufgaben führt eine Leistungserhöhung bei der einen Aufgabe zu einer Leistungsminderung bei der anderen, bei fehlender Leistungsminderung bei Aufgabe A heißt A daten-limitiert, bei gleich hoher Leistung wie bei Einzelausführung wird der Zugriff auf separate Ressourcen angenommen, Kritik: (Zirkularitätsproblem) es gibt keine unabhängige Weise, die Ressourcenanforderungen zu messen oder Unterschiedlichkeit der Ressourcen zu bestimmen
- Summe der Einzelleistungen häufig größer als die Gesamtleistung, Mehrfachstätigkeit erzeugt häufig zusätzliche Anforderungen
- Theoretische Ansätze:
 - Ein-Kanal-Theorem** (Broadbent, Welford) zentraler Verarbeitungs kanal, Kombination durch Alternierung, psychologische Refraktärperiode (PRP) als Zeitintervall, in dem nur ein Reiz verarbeitet werden kann, struktureller Engpass anscheinend vorhanden (lt. Pashler)
 - Theorien der zentralen Kapazität** (Moray, Kahnemann) limitierte zentrale Kapazität (GPLCP = general purpose limited capacity processor), die flexibel Verarbeitungskapazität zuordnet, bei Übersteigerung der Gesamtresourcen kommt es zu Aufgabeninterferenz, Probleme bei der Messung der Aufgabenschwierigkeit (Zirkulationsproblem) und bei der Erklärung von Effekten bei ähnlichen Aufgaben
 - Modulare Theorien** (Norman und Bobrow, Wickens, Allport) multiple spezialisierte Ressourcen, kritisch ist die Aufgabenähnlichkeit, Probleme bei der Bestimmung ob diese Subsysteme gleich oder unterschiedlich sind (Zirkularitätsproblem), keine Falsifizierbarkeit, Koordinationsproblem (Outputkoordination für kohärentes Handeln)
 - Synthese-Theorien** (Norman und Shallice) hierarchisches System mit zentralem Prozessor zur Kontrolle und Koordination der fortlaufenden Handlungen, unabhängige und spezifische Verarbeitungsmechanismen auf der untergeordneten Stufe

3.2.3.2 Automatische Verarbeitung

- einige Verarbeitungsvorgänge stellen nach einiger Zeit keine Anforderungen mehr an die zentrale Kapazität
- Kennzeichen automatischer Prozesse: rasch, keine Reduktion der Kapazität, unvermeidbar (werden bei bestimmten Reizen immer ausgelöst), dem Bewusstsein nicht zugänglich
- Ansätze zur Erklärung:
 - Automatische Bahnung und kontrollierte Hemmung** (Posner) automatische Aktivationsprozesse (ohne Intention, ohne Bewusstsein, ohne Interferenz) sollten unterschieden werden von bewussten Operationen, die die Kapazität mindern, spielt eine zentrale Rolle
 - Automatische und kontrollierte Verarbeitung** (Schneider) Unterscheidung zwischen automatischen (keine Kapazitätslimitierung, keine Aufmerksamkeit, schwere Modifikation) und kontrollierten (limitierte Kapazität, erfordert Aufmerksamkeit, flexible Reaktion auf Veränderung) Prozessen, Probleme bei den Versuchen: Hinweis auf nicht strikt parallele Suchprozesse, was verändert sich im Verlauf der Übung
 - Automatizität und Supervisory Attention** (Norman und Shallice) drei Stufen kognitiver Verarbeitung (zunehmendes Niveau an Bewusstsein): vollautomatische Verarbeitung (ausgelöst durch Triggerstimuli), teilautomatische Verarbeitung (Konfliktregulationsprozess, der außerhalb bewusster Kontrolle einem Schema den Vorrang verschafft), willentlich-intentionale Kontrolle
 - Automatizität als Gedächtnis-Retrieval** (Logan) Gedächtnisspuren durch Stimulusverarbeitung, Wissen wie man mit diesem Stimulus umzugehen hat
 - Automatizität und Handlungsparameterspezifikation** (Neumann) primäre und sekundäre Kriterien, primär: Art der Funktion (keine Kapazität, keine Interferenz), Art der Kontrolle (Stimulation oder Intention), Art der Repräsentation (keine Notwendigkeit von bewusstem Gewahrsein, "Es liegt mir auf der Zunge"), sekundär: automatische Prozesse fest verdrahtet bzw erlernt, einfach, schnell und inflexibel (nur durch ausgedehnte Übung modifizierbar); Verbrauch keiner Kapazität schwer nachzuweisen

3.2.3.3 Aufmerksamkeit und Umschalten zwischen Aufgaben

- weitere wichtige Rollen:
 - Aufmerksamkeit bei der aufgabengerechten Einstellung
 - Konfiguration des Verarbeitungssystems
 - Rekonfiguration beim Umschalten zwischen zwei Aufgaben

3.2.3.4 Aufmerksamkeit und Performanz: Resümee

- Aufmerksamkeit als Zentrale für die Vermittlung zielgerichteter Handlungen
- Wie gut kann man Aufmerksamkeit teilen?
- Aufgabenperformanz hängt im wesentlichen ab von: Aufgabenähnlichkeit, Aufgabenschwierigkeit und der Übung
- Beeinträchtigung, wenn parallel zu erledigende Aufgaben gleiche spezialisierte Ressourcen in Anspruch nehmen
- schwierige Aufgabe impliziert größere Anforderung
- Übung fördert Performanz durch Automatisierung

3.2.4 Ausblick

- große Fortschritte, neue Prozessmodelle
- Verfeinerung der Paradigmen und der gewonnenen Ergebnisse
- selektive Aufmerksamkeit und “Aufmerksamkeit und Performanz” in Verbindung mit neuropsychologischen Daten
- Brückenschlag zwischen selektiver Aufmerksamkeit und “Aufmerksamkeit und Performanz”
- vielleicht echte generelle “Theorie der Aufmerksamkeit”

3.3 Bewusstsein

- ursprüngliche Bedeutung (aus dem griechischen): moralisches Gewissen, später auch “inneres Wissen”

3.3.1 Einleitung

- Bewusstsein ist eng mit dem individuellen Leben verknüpft, individuelles Erleben der Aussen- und Innenwelt
- Behauptung: nur Menschen haben Bewusstsein → Kriterium für das Menschsein
- Vielzahl von Bedeutungsschattierungen: Grade der Wachheit, Erlebnisqualität, Gewahrsam der eigenen Person (Selbst-Bewusstsein), Kontrollierbarkeit von Gedanken und Handlungen, moralische oder politische Einstellung
- lange Zeit war Bewusstsein ein Argument für einen zumindest teilweise unabhängigen Geist, durch Introspektion zugänglich
- psychologische Forschung setzte sich Ende des 19. Jahrhunderts intensiv mit der Bewusstseinsthematik auseinander, Untersuchung nichtbeobachtbarer mentaler Vorgänge galt als unwissenschaftlich
- aktuelle Forschungsansätze stehen eher unverbunden nebeneinander, ergeben (noch) kein kohärentes Bild
- Mensch als informationsverarbeitendes System, Informationen werden aufgenommen, verarbeitet und eventuell zwischengespeichert und dann in Form von Verhalten ausgegeben (Dritte-Person-Perspektive)
- Bewusstseinsphänomene (wie das Erleben von Wahrnehmungsinhalten) sind nur aus der Erste-Person-Perspektive erfassbar (weil mit mentalem “Ich” verknüpft)
- beide Perspektiven ineinander überführbar? (unklar)
- Bewusstseinsbegriff in vielen Thesen der allgemeinen Psychologie vorhanden

3.3.2 Bewusstsein - Ein heterogener Begriff

- synthetischer Charakter des Bewusstseins: Bewusstsein integriert verschiedene Sinnesempfindungen, Gedanken, ...
- willkürliche Kriterien für das Vorhandensein von Bewusstsein: objektive Kriterien (messbar) und subjektive Kriterien (nur der Selbstbeobachtung zugänglich)
- mehrere Arten des Bewusstseins (Block):
 - Wachheits- bzw Erregungszustand** globaler Systemzustand, Aktivität in subcortikalen Arealen korreliert mit verschiedenen Wachzuständen, Blockade (durch pharmakologische Substanzen) führt zu Bewusstlosigkeit, auch bei Tieren, gut erforscht
 - phänomenales Bewusstsein** (Qualia, Quale) Eigenschaft von Repräsentationen, individuelles Erleben von Sinneswahrnehmungen und Gedanken (zB das Fühlen des Stechen des Schmerzes), an Erste-Person-Perspektive gebunden, von aussen nicht fassbar, hard-problem, Kernproblem der Forschung
 - Zugriffsbewusstsein** liegt vor, wenn eine Repräsentation Gegenstand übergeordneter, koordinierter und kontrollierter Verarbeitungsprozesse werden kann, Grundlage von Entscheidungen (Urteilen, Handlungen), lässt sich aus der Dritte-Person-Perspektive beschreiben, soft-problem, unproblematisch für die Bewusstseinsforschung
 - Monitoring-Bewusstsein** Wissen über eigene Wahrnehmung oder Gedanken, betrifft reflexiven Charakter des Bewusstseins
 - Selbst-Bewusstsein** bezieht sich auf Gedanken über sich selbst, Wissen von und Einstellung gegenüber der eigenen Person

3.3.3 Theoretische Ansätze zur Erklärung des Bewusstseins

- Theorien aus unterschiedlichen Forschungsrichtungen
- Unterscheidung von Bewusstseinstheorien anhand von zwei Dimensionen: *Prozessdimension* (Bewusstsein als Ergebnis mentaler Prozesse oder als intrinsische ("von innen her kommende") Eigenschaft mentaler Repräsentationen) und *Spezifitätsdimension* (Bewusstsein als Funktion eines spezifischen kognitiven Moduls oder assoziiert mit einem beliebigen Informationsverarbeitungsmodul)

3.3.3.1 Klassische psychologische Ansätze

- Kurzzeitgedächtnismodell (Atkinson, Shiffrin): Inhalt des Kurzzeitspeichers entspricht dem Inhalt des phänomenalen Bewusstseins, Kontrollprozesse (zB aktives Wiederholen) entsprechen Zugriffsbewusstsein
- Arbeitsgedächtnismodell (Baddley): Kurzzeitspeicher für verbale und visuell-räumliche Informationen, übergeordnetes Kontrollsystem, Kurzzeitspeicher aufrechterhalten sonst Verfall der Informationen, Kontrollsystem manipuliert die kurzzeitig gespeicherten Informationen, Hypothese: phänomenales Bewusstsein ist identische mit dem Inhalt des verbalen bzw visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnisses, Zugriffsbewusstsein als Funktion des Kontrollsystems, Problem: Arbeitsgedächtnis beinhaltet ca. 7 Objekte, es können aber nur ca. 3 Elemente phänomenal bewusst werden, Lösung: nur die Elemente werden phänomenal bewusst, die im Fokus der Aufmerksamkeit stehen (selektive Aufmerksamkeit), Aufmerksamkeit ist aber nur eine notwendige und keine hinreichende Bedingung, Aufmerksamkeit spielt eine große Rolle für die Bewusstwerdung von Reizen, sie ist aber nicht mit Bewusstsein gleichzusetzen
- Konzept der Kontrollierbarkeit kognitiver Prozesse (Posner und Schneider): kontrollierte Prozesse sind langsam, kapazitätsbeschränkt, intentional und bewusst, nicht-kontrollierte automatische Prozesse sind schnell, nicht intentional steuerbar und interferieren nicht mit anderen Prozessen, Zugriffsbewusstsein liegt vor, wenn ein kognitiver Prozess kontrolliert abläuft
- DICE-Modell (dissociable interactions and conscious experience) (Schacter): phänomenales Bewusstsein und Zugriffsbewusstsein wird in eine gemeinsame funktionale kognitive Architektur eingebettet, implizite Gedächtnisphänomene (Gedächtnisinhalte beeinflussen das Verhalten, ohne dass eine phänomenal bewusste Erinnerung vorliegt), Unterscheidung zwischen bewusstem Erleben mentaler Repräsentationen und ihrer Verhaltenswirksamkeit,

CAS (= conscious awareness system) für Wahrnehmen / Erinnern / Wissen, phänomenal bewusstes Erleben entsteht durch die Interaktion des CAS mit spezifischen Verarbeitungs- oder Gedächtnismodulen, CAS hat Funktionen (produziert phänomenales Erleben, integriert die Ausgänge der unterschiedlichen Verarbeitungsmodule (globale Datenbasis), sendet an das exekutive System), vorliegen von phänomenalem Bewusstsein ist eine notwendige Voraussetzung für das Vorliegen von Zugriffsbewusstsein, das prozedurale System (motorische und perzeptive Fähigkeiten) weist keine Verbindung zum CAS auf, Problem: Aufmerksamkeitsprozesse unzureichend berücksichtigt, Welche Mechanismen aktivieren das CAS?, Welche Prozesse innerhalb des CAS führen zu bewusstem Erleben?

3.3.3.2 Evolutionäre Ansätze

- Erklärung der Herausbildung des menschlichen Bewusstseins vor dem Hintergrund der biologischen Entwicklungsgeschichte als auch der menschlichen Kulturgeschichte
- spezifisch menschliches Bewusstsein als Wechselwirkung des immer komplexer werdenden Gehirns und der kulturellen Entwicklung
- letzten vier Arten des Bewusstseins werden nur den Menschen und evtl einigen Affenarten zugesprochen
- hochentwickelte Sprache zeichnet den Menschen aus (Zusammenhang zur Entwicklung von Bewusstsein)
- Donald: Herausbildung von phänomenalem Bewusstsein als das Ergebnis eines evolutionären Anpassungsprozesses, spekulativ (da nicht überprüfbar), betont die mögliche kulturelle Bedingtheit des Bewusstseins, drei Punkte zu klären: Kodierung (Informationsaustausch zwischen multimodalen Repräsentationsmodulen) und explizites Gedächtnis (Gedächtnisabruf durch (nicht-)sprachliche Abrufzeile) und Entwicklung neuer Repräsentationsformate (modalitätsunabhängige symbolische Formate), Entstehung des Bewusstseins eng an die Gehirnentwicklung gekoppelt, Verhältnis von Gehirngewicht zum Körpergewicht ist immer größer geworden, vor allem der Anteil der tertiären Cortex-Areale ist gestiegen (Spezialisierung für bestimmte Funktionen, durch Lernerfahrung veränderbar), Bewusstsein entwickelte sich wegen der Notwendigkeit nach kognitiver Kontrolle und wegen der immer komplexer werdenden Kommunikation (stark verknüpft mit dem phänomenalen Bewusstsein)
- Prinz: zentraler Bestandteil für die Entwicklung des Bewusstseins ist die Konstitution des mentalen "Ich", Ausgang ist ein Primat der Handlungsentscheidungen anhand erlernter Bewertungsalgorithmen trifft, vergangene Ereignisse und zukünftige Planung spielen für die Entscheidung keine Rolle, Ich-bezogene Repräsentationsmodi lassen sich hieraus entwickeln, zwei Voraussetzungen: duale Repräsentation (Fähigkeit, wahrgenommene und abgerufene Informationen getrennt zu verarbeiten) und Gedankenattribution (Vergegenwärtigungen können auch systemintern erzeugt werden, Frage nach dem Ursprung (Attributionsproblem) → das Ich), Handlungen werden als selbstverursacht erlebt, wenn sie dem Ich zugeschrieben werden, Anwesenheit des Ichs als Grundlage mentaler Repräsentationen, Gemeinschaft mit Ich-förmiger Struktur fördert die Ausbildung des Ichs bei neuen Mitgliedern, ohne Ich-förmige Struktur können Mitglieder nicht Selbst-Bewusst werden, Selbstbewusstsein ist Voraussetzung für phänomenales Bewusstsein

3.3.3.3 Neurowissenschaftliche Ansätze

- Suche nach neuronalem Korrelat des Bewusstseins steht im Vordergrund
- Crick und Koch: Erklärung des phänomenalen Bewusstseins bei visueller Wahrnehmung, bei phasensynchronem Feuern von Neuronen im visuellen Cortex wird visuelle Wahrnehmung phänomenal bewusst, entstehende Aktivierungsmuster bilden die Grundlage des Bewusstseins, aber nur wenn das visuelle Areal mit dem Frontalhirn verlinkt ist, wo das Arbeitsgedächtnis lokalisiert ist, gilt also nicht für den visuellen Cortex
- Baars: Repräsentationen, die Bestandteil des *global workspace* sind, stellen den Inhalt des phänomenalen Bewusstseins und gleichzeitig das Zugriffsbewusstsein dar, Repräsentationen (bewusst gemachte Informationen) sind global verfügbar
- Dehaene und Naccache: Erweiterung des *global workspace*, bestehend aus Hirnarealen mit ausgeprägter wechselseitiger Verknüpfung auch über eine große räumliche Distanz hinweg, andere Hirnareale stellen ihre Repräsentationen nicht global zur Verfügung (zB Blutdruckregulation im Hirnstamm), Kategorien neuronaler Netze die den *global workspace* bilden: perzeptuelle Systeme (liefern Informationen über aktuellen Zustand der Umwelt),

Langzeitgedächtnissysteme (Wiederherstellen von früheren Zuständen des global workspace), Motorsysteme (Vorbereitung und Ausführung kontrollierter Handlungen), Bewertungssysteme (emotionale Valenz aufgrund früherer Erfahrungen), Aufmerksamkeitssystem (selektives Bahnen von Inhalten, die den Fokus des Interesses darstellen), situationsabhängiger Beitrag der Areale ohne Supervision

- keine Einigkeit über die dem Bewusstsein zugrunde liegenden neuronalen Mechanismen

3.3.3.4 Philosophische Ansätze

- Bewusstsein ist eine Erfindung der Philosophie
- wissenschaftsgeschichtlicher Ausgangspunkt der Bewusstseinsforschung
- Kernfrage: lässt sich Bewusstsein allein auf psychologische und / oder neuronale Prozesse zurückführen?
- Dualismus (Descartes): Denken ist das Wesen des Geistes (diesem ist auch alles bewusst), der Geist (damit auch das Bewusstsein) stellt eine immaterielle Substanz dar, der Geist bedient sich jedoch des Körpers um mit der Umwelt zu interagieren, Problem: Wie kann ein immaterieller Geist kausal auf einen materiellen Körper einwirken?
- eliminativer Materialismus: Bewusstseinsphänomene gleichgesetzt mit Gehirnprozessen, reduktionistische Strategie zur Bewusstseinsforschung, Phänomene der Mikroebene sind geeignet um Phänomene der Makroebene zu erklären, Bewusstsein wird nicht durch Gehirnprozesse verursacht sondern ist mit diesen identisch
- Identitätstheorie (Churchland): Bewusstsein mit Gehirnprozessen gleichsetzen anstatt es damit zu erklären
- funktionalistischer Ansatz (Dennet): Gehirn als Hardware mit Bewusstsein als Software, es reiche aus, Bewusstsein anhand von Verhaltensweisen zu untersuchen, Theorie der multiplen Entwürfe, konkurrierende Repräsentationsstränge, die zum koordinierten Handeln beitragen (Zugriffsbewusstsein), Bewusstsein als Produkt der kulturellen Evolution, es gibt kein phänomenales Bewusstsein
- Erklärungslücke: phänomenales Bewusstsein nicht durch neurobiologische oder psychologische Mechanismen zu erklären, es entzieht sich grundsätzlich einem empirischen wissenschaftlichen Zugang

3.3.4 Empirische Bewusstseinsforschung

- derzeitige vorhandene Theorien zum Bewusstsein in der Regel zu allgemein formuliert, als dass im Experiment testbare Hypothesen abgeleitet werden können
- vielfältige experimentelle Zugänge zur Untersuchung von Bewusstseinsphänomenen: an gesunden Probanden, an neuropsychologischen Patienten mit speziellen Störungen und an Tieren
- Erfassung von zB Reaktionszeiten, Fehlerraten oder neuropsychologischen Maßen für die Gehirnaktivität

3.3.4.1 Bewusste und unbewusste Wahrnehmung

- Reize im Fokus der Aufmerksamkeit werden im Allgemeinen bewusst wahrgenommen
- phänomenales Erleben ermöglicht verbales Berichten über das Erlebte und unter Umständen Erinnerung an den Reiz
- durch experimentelle Manipulation möglich, phänomenales Bewusstsein über Reize auszuschalten (Maskierungstechniken)
- Reiz zusammen mit der Maske wird bewusst wahrgenommen
- Einfluss bewusst und unbewusst wahrgenommener Reize auf kognitive Prozesse kann so bestimmt werden
- Begriff der unter-schwelliger Wahrnehmung wird vermieden, da er die Existenz einer Wahrnehmungsschwelle impliziert (unterschwellige Reize können auch Informationsverarbeitungsprozesse auslösen), es existiert eher eine Erkennungsschwelle
- Markierungstechniken: Mustermaske, Metakontrastmaske, Vierpunktmaske

- Zielreiz wird vom Maske räumlich überlagert
- Modell zur visuellen Maskierung (Enns und Di Lollo): für die Herausbildung eines bewussten visuellen Perzepts muss eine Verfestigung der Repräsentation im visuellen System stattfinden (stabiler visueller Input ($> 100\text{ms}$) notwendig), Reiz aktiviert den primären visuellen Cortex, dieser aktiviert höhere Areale, diese projizieren zurück auf den visuellen Cortex, diese Schleife muss mehrmals durchlaufen werden bis ein stabiler Zustand entsteht, das von einem Reiz ausgelöste Aktivitätsmuster zerfällt in den höheren visuellen Arealen schneller als im primären visuellen Cortex, Maskierungseffekte entstehen durch Zerfall des Zielreizes bei genügend langer Präsentation des Maskierungsreizes (dieser ist dann Maskierungsdominant), *Maskierung durch Objektsubstitution*
- unbewusst wahrgenommene visuelle Reize können Verarbeitungsprozesse nachfolgender Stimuli beeinflussen (zur Demonstration häufig *Bahnungsparadigmen* verwendet)
- Beziehung zwischen Bahnungs- und Zielreiz als Grundlage für Bahnungseffekte
- zwei Formen von besonderer Bedeutung:
 - Reaktionsbahnung: Beschleunigung einer geforderten Reaktion auf einen Zielreiz, wenn zuvor ein mit der selben Reaktion verknüpfter Bahnungsreiz gezeigt wird (Voraktivierung), wird eine andere Handlung erfordert, so folgt eine Reaktionsverlangsamung, auch bei maskierten Bahnungsreizen
 - semantische Bahnung: Erleichterung einer Reaktion auf einen Zielreiz aufgrund der vorherigen Darbietung eines semantisch verwandten Bahnungsreizes, Entscheidung bei semantisch (nicht) verwandten Wortpaaren, ob der Zielreiz ein sinnvolles Wort ist, auch bei maskierten Bahnungsreizen
- zwei vorgeschlagene Mechanismen im semantischen Gedächtnis zur Erklärung von Bahnungseffekten:
 - Bahnung durch automatische Aktivationsausbreitung: topologische Netzwerkorganisation des Gedächtnisses als Voraussetzung (Konzeptknoten, die die Wortbedeutung semantisch verwandter Wörter kodieren, liegen räumlich benachbart), Aktivierung des zugehörigen Konzeptknotens, dann räumliche Ausbreitung und Heben des Aktivierungsniveaus anderer Knoten, bei semantisch verwandten Wörtern steigt ein Knoten so auf einem höheren Niveau ein
 - kontrollierte Prozesse: bewusste Wahrnehmung des Bahnungswortes vorausgesetzt, Erwartung der Vpn aufgrund des Bahnungsreizes bei erwartungsbasierter Bahnung, schnellere Reaktion möglich bei Übereinstimmung, nur bei großem zeitlichen Abstand zwischen den Reizen ($> 700\text{ms}$)
- Eignung von Maskierung wird bei Vpn durch einen Sicherheitstest überprüft (Entscheidung über bestimmte Merkmale der maskierten Reize, ungefähr Ratewahrscheinlichkeit)
- Bahnungseffekte auch bei vollständiger Nichtsichtbarkeit des Bahnungsreizes zu erwarten
- bewusste Identifikation des Bahnungsreizes nicht förderlich bei der Verarbeitung des Zielreizes
- derzeit keine theoretisch begründbaren Kriterien für die Bewusstheit der Wahrnehmung vorhanden
- qualitativ unterschiedliche Effekte bei maskierten und unmaskierten Reizen als stärkstes Argument für unbewusste Wahrnehmungsprozesse (spricht für die Beteiligung unterschiedlicher Prozesse)
- zwei qualitative Unterscheidungen im Detail:
 - Selektion kontextadäquater Information (Marcel): bei bewusster Wahrnehmung Auswahl kontextadäquater Information, bei unbewusster Wahrnehmung Auswahl relevanter und irrelevanter Informationen gleichermaßen, Worttripelversuch (1. Bank, 2. Park, 3. (Vp) sitzen), nur bei bewusster Wahrnehmung möglich
 - Zeitverlauf maskierter und unmaskierter Bahnungseffekte: maskierte / unmaskierte Bahnungseffekte haben unterschiedliche Zeitverläufe, maskierte zerfallen nach ca 200ms , unmaskierte werden größer, je mehr Zeit für die Verarbeitung zur Verfügung steht, Verstärkung der unmaskierten vermutlich wegen zeitlicher Dauer bis zum Einsatz von strategischen Verarbeitungsmechanismen, unterschiedliche Zeitverläufe von Hirnaktivierungen bei maskierten / unmaskierten Reizen (mit EKP abbildbar), N400 (negative Polarität, Latenz von 400ms) ist spezifisch für semantische Informationsverarbeitung (kognitiver Aufwand für die Aktivierung einer Wortbedeutung), N400-Bahnungseffekte (Amplitude bei semantisch verwandten Wortpaaren verringert), bewusste und unbewusste Reize lösen semantische Aktivierungen in den identischen Hirnarealen aus aber mit unterschiedlichen Zerfallscharakteristiken

- Aufmerksamkeitsblinzeln: rapid-serial-visual-presentation (RSVP)-Paradigma, zwei Zielreize (unterscheiden sich) in einer schnellen Abfolge von Reizen entdecken (12 Hz), Ausprägung der Reize bekannt, hohe Identifikationsrate des Zielreizes bei unmittelbarer Nachfolge oder weitem Abstand, niedrige Rate bei mittlerem Abstand (Aufmerksamkeitsblinzeln), tritt nur bei Erkennung des ersten Zielreizes auf, Verarbeitung des ersten dauert noch eine gewisse Zeit an oder Wettbewerb beim Abruf des zweiten Reizes aus dem visuellen Kurzzeitgedächtnis, keine gute Erklärung für das Ausbleiben des Blinzeln bei schneller Abfolge, Verfeinerung: 3 Zielreize, der zweite wurde in der Zeitspanne des Aufmerksamkeitsblinzeln positioniert, wie wirkt sich der zweite in Bezug auf das N400-Potenzial auf den dritten aus? zweiter Reiz hat Bahnungseffekt auf den dritten, unabhängig davon, ob er erkannt wurde oder nicht, Ergebnis: nicht bewusst identifizierte Wörter wurden bis zur semantischen Ebene hin verarbeitet
- zeitliche Stabilität des visuellen Inputs und aufmerksambasierte Selektion des Stimulus spielen eine Rolle für die bewusste Wahrnehmung
- Wiederholungsblindheit: Stimuli werden bei rascher sequentieller Präsentation unmittelbar nacheinander wiederholt, das zweite Auftreten des Stimulus wird nicht erkannt, wird als einziges Ereignis wahrgenommen
- Veränderungsblindheit: große Veränderungen in einer Szene werden nicht bemerkt, wenn die Aufmerksamkeit nicht auf den entsprechenden Abschnitt gerichtet ist

3.3.4.2 Störung des visuellen Bewusstseins bei hirnerkrankten Patienten

- visuelles System ist modular aufgebaut
- spezifische Funktionen der Module
- Ausfall (Schädigung oder Abkopplung) eines Moduls führt nicht zum Ausfall der visuellen Wahrnehmung, sondern nur von spezifischen Teilleistungen
- bei unmöglicher bewusster Identifikation von Reizen werden diese trotzdem noch verarbeitet und in motorische Handlungen einbezogen
- verschiedene Störungen der bewussten visuellen Wahrnehmung bei hirnerkrankten Patienten:
 - Blindsight: bei Schädigung des primären visuellen Cortex, Blindheit in Teilbereichen des Gesichtsfelds, trotzdem Durchführung von Sakkaden (Augenbewegungen) in Richtung eines im blinden Gesichtsfeld liegenden Objekts, Patienten können die Handöffnung vor einer Greifbewegung an die Größe des Objekts anpassen, obwohl sie nichts sehen, Dissoziation (Abgrenzung / Unterscheidung) zwischen beeinträchtigter bewusster Wahrnehmung und weitgehend erhaltenen visuomotorischen Leistungen
 - Milner und Goodale: ventraler "Was"-Pfad (Aussehen von Objekten wird analysiert) und dorsaler "Wo"-Pfad (sensitiv für den Ort von Objekten, Vorbereitung von visuomotorischen Handlungen mit Objekten), phänomenales Bewusstsein entsteht bei der Objektwahrnehmung durch neuronale Aktivität im ventralen Pfad, Aktivität im dorsalen Pfad trägt nicht zum visuellen Bewusstsein bei, visuomotorische Leistungen von Blindsightpatienten durch dorsalen Pfad vermittelt, intakter primärer visueller Cortex ist Voraussetzung für bewusste Wahrnehmung
 - Visuelle Agnosien: entstehen durch Schädigung höherer visueller Areale im ventralen Pfad (also nicht im primären visuellen Cortex), einfache Stimuli (Linien, Lichtpunkte) können wahrgenommen werden, komplexere nicht, Integration von visuellen Merkmalen zu einem einheitlichen Perzept gestört, verschiedene Arten von Agnosien: apperzeptive Agnosie (Defizite beim Erkennen und Unterscheiden sehr einfacher Formen), assoziative Agnosie (keine Objekterkennung möglich, obwohl die Form erkannt wird), Prosopagnosie (betrifft selektiv das Erkennen von Gesichtern), Farbagnosie (Farben können nicht mit Objekten assoziiert werden)
 - Extinktion: Patient kann einen Stimulus nicht bewusst wahrnehmen, wenn gleichzeitig ein ähnlicher Stimulus im anderen Gesichtsfeld präsentiert wird, Schädigung des oberen Parietallappens (Wechsel von Aufmerksamkeit)
 - visuospatialer Neglekt: Stimuli in einem Gesichtsfeld werden nicht bewusst erkannt, auch bei vorgestellten visuellen Szenen und Seiten von Objekten (unabhängig von der Orientierung), Schädigung des rechten unteren Parietallappens, Fokus der Aufmerksamkeit immer in der linken Gesichtshälfte oder Defizit bei der Präsentation von räumlichen Relationen zwischen Objekten, Reize im vom Neglekt betroffenen Gesichtsfeld werden dennoch weitgehend bis zur semantischen Ebene verarbeitet

3.3.4.3 Das neuronale Korrelat des visuellen Bewusstseins

- in welchen Hirnarealen korrelieren Aktivitäten mit einem bestimmten Wahrnehmungserlebnis?
- Identifikation neuronaler Mechanismen, die mit einem bewussten Wahrnehmungserlebnis einhergehen
- am Menschen können derzeit nur makroskopische Mechanismen untersucht werden (Beschränktheit bildgebender Verfahren, nur relativ große Neuronenpopulationen nachweisbar)
- Leopold und Logothetis: binokulare Rivalität wird durch Präsentation unterschiedlicher Reize auf dem linken und rechten Auge erzeugt, kein zusammengesetztes Perzept sondern mal das eine mal das andere, Versuch an wachen Affen, die trainiert waren, mit einem Hebel das aktuelle Perzept anzuzeigen, vor allem neuronale Aktivität in einem sehr späten Abschnitt des visuellen Verarbeitungsstranges (spezifisch in Objekterkennung involviert, trägt zum bewussten Wahrnehmungserlebnis bei)
- fMRI-Studien beim Menschen: Hirnaktivität korreliert nur im unteren Temporallappen, nicht aber im primären visuellen Cortex mit dem Wahrnehmungserlebnis, der Übergang zwischen zwei phänomenal bewussten Zuständen wird begleitet von einer Veränderung der Hirnaktivität in mehreren Hirnarealen, korreliert jedoch nicht mit der Aktivität eines Hirnareals
- Tierexperimentelle Studien zum Thema phasensynchroner Aktivität: Feuerungsraten auch von weit auseinander liegenden Neuronen sind phasengekoppelt, wenn sie Merkmale des selben Objekts kodieren, Inwieweit korrelieren phasensynchrone Aktivität von Neuronen und bewusste Wahrnehmung?, Engel et al: synchrone neuronale Aktivität ist Grundlage für die bewusste Wahrnehmung, sie korreliert bereits im visuellen Cortex mit dem Wahrnehmungserleben (widerspricht Leopold und Logothetis: ungeklärt)

3.3.4.4 Bewusstsein und höhere kognitive Funktionen

- selektive Aufmerksamkeit ist Voraussetzung für phänomenales Bewusstsein
- Zugriffsbewusstsein und exekutive Kontrolle sind identische Konzepte
- Reize sind phänomenal bewusst, wenn ihre Repräsentationen eine Spur im episodischen Gedächtnis hinterlassen (beinhaltet Wissen, eingebettet in räumlich-zeitlichen Kontext)
- Bewusstheit von Gedächtnisinhalten stellt wichtiges Kriterium zur Abgrenzung zwischen episodischem Gedächtnis (als Teil expliziter Gedächtnisstrukturen) und impliziten Gedächtnisstrukturen dar
- Vorbereitung und Einleitung willkürlich initiiertes motorischer Handlungen sind subjektiv bewusst
- subjektiv empfundene zeitliche Reihenfolge von Operationen bei einer Handlungsplanung (bewusster Entschluss, dann motorische Ausführung) wird durch Experimente infrage gestellt
- motorische Steuerung hat schon eingesetzt bevor der Entschluss bewusst wird (Libet: ca 400ms eher), motorische Steuerung wurde unbewusst initiiert (Zeigerexperiment)
- Untersuchung zur Korrektheit von schnellen *Greifhandlungen* (Castiello): 300ms vor der bewussten Wahrnehmung (Verarbeitung außer acht gelassen), Experiment mit drei Stäben, Korrektur der Zielposition nach 100ms, vokale Antwort aber erst nach ca 400ms nach der Korrektur, Ergebnis: Korrektur der Greifbewegung durch schnelle unbewusste Verarbeitung im dorsalen Pfad des visuellen Systems, bewusste Objektidentifikation beruht auf langsameren Prozessen im ventralen Pfad, Problem: Ausführen von zwei Aufgaben gleichzeitig
- Kritik an den beiden letzten Ansätzen: Auftretszeitpunkt des Bewusstseins wird mit dem Zeitpunkt der Artikulation gleichgesetzt
- Beeinflussung komplexer Entscheidungen durch unbewusste emotionale Bewertungsprozesse (Bechara): Glücksspielaufgabe mit vier Kartenstapel (2 schlechte, 2 gute), emotionale Erregung = elektrodermale Reaktion der Haut, nach 10 Spielrunden gab es bei den Vpn eine Prä-Vorahnung (keine berichtete Präferenz aber unbewusste emotionale Bewertung, ohne Verhaltenswirkung), nach 50 Spielrunden (Vorahnung) "komisches Gefühl" jedoch kein Regelwissen, nach 80 Spielrunden bewusstes Regelwissen

3.3.5 Empirische und theoretische Bewusstseinsforschung: Eine Gegenüberstellung

- theoretische und empirische Ebene klaffen weit auseinander
- phänomenales Bewusstsein entsteht als Ergebnis verteilter Verarbeitungsprozesse und ist nicht Funktion eines spezifischen Moduls
- phänomenales Bewusstsein beruht auf stabilen Repräsentationen
- phänomenales Bewusstsein hat Konsequenzen für die Informationsverarbeitung
- nur ein geringer Teil der Repräsentationen wird phänomenal bewusst

3.3.6 Ausblick

- genaue Definition des Bewusstseinsbegriffs bleibt aus
- Welche Prozesse führen zur Entstehung der verschiedenen Aspekte des Bewusstseins?
- Welche Repräsentationen sind bewusstseinsfähig?

3.4 Konditionieren und implizites Lernen

3.4.1 Einleitung

- das ganze Leben besteht aus Lernen
- Lernen ist ein Prozess, der als Ereignis von Erfahrungen relativ langfristige Änderungen im Verhaltenspotential erzeugt
- Lernen als das Bilden von Verbindungen (Assoziationen) zwischen Ereignissen
- drei Prinzipien der Assoziationsbildung (Aristoteles): Kontiguität (zwei Ereignisse werden assoziiert, wenn sie wiederholt zeitlich oder räumlich gemeinsam auftreten, zB Schweißausbruch beim Hören des Geräuschs des Zahnarztbohrers im Wartezimmer), Ähnlichkeit, Kontrast (große Ähnlichkeit als auch große Unähnlichkeit kann eine Assoziation zwischen zwei Elementen stiften)
- das Beispiel mit dem Zahnarztbohrer wird als "klassisches Konditionieren" bezeichnet, die Assoziation zwischen Reaktion und Reiz heißt *operantes Konditionieren*, komplexe Folgen von Reaktionen und Reizen sind *implizites Lernen*

3.4.2 Klassisches Konditionieren

- von Ivan Pavlov erforscht: Speichelfluss eines Hundes durch Fleischpulver, antizipatorische (vorwegnehmende) Reaktion: konditionierter Reflex
- Basisordnung des klassischen Konditionierens: unconditionierter Stimulus (US) löst eine unconditionierte Reaktion (UR) aus (zB Fleisch → Speichelfluss), US wird mit einem neutralen Stimulus gepaart (zB Läuten einer Glocke) ⇒ konditionierte Reaktion (CR, zB Speichelfluss bei Glockenläuten) ⇒ Glockenläuten ist konditionierter Stimulus / Reiz geworden
- kleiner Albert: positive Reaktion auf weiße Ratte, Bild der Ratte gepaart mit schrillum Ton ⇒ negative Reaktion beim Anblick der Ratte ⇒ Emotionen können durch Lernprozesse konditioniert werden

3.4.2.1 Methoden und Basisphänomene

Erwerb und Löschung:

- Basisphänomene lassen sich auch an der Lidschlagkonditionierung beim Menschen zeigen: Luftstoß auf die Cornea des Auges (US) → Lidschlussreaktion (UR) → (US) gepaart mit Ton oder Lichtreiz (CS) → CS löst Lidschlussreaktion aus

- Lernstärke: prozentuale Häufigkeit, mit der die CR als Funktion der Häufigkeit der CS-US-Paarungen auftritt, die Stärke hängt nicht nur von der Anzahl der CS-US-Paarung ab, sondern auch von der Intensität des US (schnelleres Konditionieren)
- *Löschung*: wenn der CS nicht mehr vom US gefolgt wird, nimmt die Wahrscheinlichkeit der CR deutlich ab, mehr als einfaches "Verlernen", CR kann nach einiger Zeit später erneut auftreten, möglicherweise Erlernen einer Gegenreaktion (zB Nichtreaktion), diese kann unter Umständen vergessen werden
- Spontanerholung einer bereits gelöschten CR möglich
- *Reinstatement*: geringe Veränderung der Umgebung kann gelöschte CR wieder herstellen
- zeitliches Intervall zwischen CS und US (McAllister): Häufigkeit am höchsten bei einem Intervall zwischen 200 und 700ms, am effektivsten wenn CS dem US zeitlich vorausgeht (verzögertes Konditionieren und Spurenkonditionieren), simultan weniger effektiv
- auch rückwirkendes Konditionieren möglich (höhere Ordnung)
- exzitatorisches Konditionieren: CS kündigt US an (positive Relation zueinander)
- inhibitorisches Konditionieren: CS signalisiert Abwesenheit von US (negative Relation zueinander)

Merkmale des CS: Generalisierung und Diskrimination

- CR findet nicht nur spezifisch auf den gelernten CS statt, sondern auch generalisiert auf ähnliche Training-CS, Generalisierungsgradient (Experiment mit Lidschlussreaktion am Kaninchen und Ton einer bestimmten Frequenz)
- CR schwächt mit abnehmender CS-Ähnlichkeit ab
- Diskriminationslernen: CR wird auf ganze Klasse von Reizen generalisiert, es kann aber auch gelernt werden, zwischen Reizen zu unterscheiden

Merkmale der CR

- CR ist der ursprünglichen UR ähnlich, CS aktiviert inneres Bild von US (reflexartige Reaktion)
- CR = UR: auf den CS wird so reagiert, als ob es der US wäre (Reizsubstitution)
- Alternativ: CS liefert Informationen über den US, so dass die CR auf den US vorbereitet
- CR \neq UR: zB Ratten, US Stromschlag, UR hohe Aktivität, (irgendein) CS mit US gepaart, CS bewirkt Reaktionslosigkeit, Erklärbar: Anblick des Feindes (CS) und Flucht beim Angriff des Feindes (US)

CS-US Zusammengehörigkeit

- manche CS werden mit einem gegebenen US leichter assoziiert als andere
- rein empiristische Auffassung (Locke, Skinner): Organismen kommen unbeschrieben auf die Welt, alles Wissen wird durch Erfahrung erworben \Rightarrow alle Ereignisse werden prinzipiell gleich gut assoziiert (stimmt nicht, zB Geschmacksaversion)
- Assoziierbarkeit von Stimuli wird stark von biologischen Prädispositionen (Veranlagungen) bestimmt, einige CS lassen sich also besser mit einem gegebenen US assoziieren als andere
- Geschmacksaversion (Garcia und Koelling): durstige Ratten, nur ein Zugang zu Wasser, CS1 süßer Geschmack, CS2 ein Licht und ein Ton, Gruppe 1 Brechmittel (US1), Gruppe 2 Stromschlag (US2), danach bekamen die Ratten separat entweder CS1 oder CS2, beobachtet wurde die Menge des getrunkenen Wassers (CR), Ergebnis: Übelkeit wird eher mit Geschmacksreizen assoziiert als mit äußeren Reizen, Schmerz eher mit audiovisuellen Reizen als mit Geschmack (Ratten, denen übel war, tranken weniger süßes Wasser)
- assoziative Bevorzugungen: Manche CS-US-Relationen haben eine höhere biologische Relevanz oder Zusammengehörigkeit als andere (angeboren)

3.4.2.2 Erklärungsansätze I: Die Reflextradition

- frühere Untersuchungen: US war ein Reiz, der eine unbedingte, reflexartige Reaktion erfordert (Reflextheorie, zB Wasser → schwimmen)
- CS löst CR aus, die dem ursprünglichen Reflex (UR) ähnelt ("konditionierter Reflex")
- CS ersetzt den US in seiner Fähigkeit, eine UR auszulösen (CS hat eine direkte Verbindung zur UR erworben)
- laut dieser Sichtweise muss Kontiguität (räumliche und vor allem zeitliche Nähe) zwischen CS und US für das Konditionieren einer neuen S-R-Verbindung vorausgesetzt werden (gestützt durch Abnahme der Stärke / Wahrscheinlichkeit des CR bei großen CS-US-Intervall)
- gegen diese Sichtweise sprechen Experimente, die zeigen, dass CR auch ungleich UR sein kann (durstige Ratten), Auftreten einer Reaktion ist für die Bildung einer Assoziation zweier Reize nicht erforderlich, Informationsgehalt des CS ist die entscheidende Voraussetzung und nicht Kontiguität

3.4.2.3 S-R-Lernen oder S-S-Lernen?

- Assoziation zwischen CS und UR oder CS und US?, wird kontrovers diskutiert
- Pearce: Konditionieren als Informationsverarbeitungsprozess, CS und US als Ereignisse im "sensorischen Register", Aktivierung des US löst UR aus, wiederholte Paarung von CS und US führt entweder zu einer direkten Assoziation von CS und UR (S-R) oder zu einer direkten Assoziation von CS und US (S-S), im letzten Fall löst CS eine Erinnerung an US aus, der dann einen antizipatorischen (vorwegnehmenden) CR auslöst
- Paradigma der Reaktionsverhinderung (Light und Gantt): Reaktion auf den US wird verhindert, eventuell gelernte Assoziation kann dann nicht auf die Ausführung einer Reaktion zurückgeführt werden, Summton (CS) mit Stromschlag (US) gepaart, Pfote wurde gelähmt, konnte also nicht zurückgezogen werden (UR), nach Erholung der Pfote löste der CS eine CR aus, obwohl diese nie mit der Reaktion gepaart wurde, spricht für S-S, Aber (Pearce): Reaktionen im Gehirn repräsentiert und nicht die motorische Reaktion sondern die Repräsentation der UR im Gedächtnis wird assoziiert
- US-Entwerungsparadigma: nachdem klassische Konditionierung stattgefunden hat, Licht (CS), Futter (US), erhöhte Aktivität (CR), Ratten bekamen Futter, CS zeigte dann keine CR mehr → spricht gegen das Bilden einer S-R-Assoziation, ist mit S-S erklärbar (kein Hunger, keine Aktivität weil kein Grund)
- Paradigma des sensorischen Vorkonditionierens (Rizley und Rescorla): spricht für S-S, Licht als erster neutraler Reiz (CS2), gepaart mit einem Ton als zweiten neutralen Reiz (CS1), Reize werden nur beobachtet (ohne Reaktion), CS1 wird nun mit Stromschlag (US) gepaart, CR (Pfote zurückziehen) wird auf CS1 ausgeführt, CS2 löst nun auch CR aus (CS2 → CS1 → US → CR), Reaktion ist für die Bildung einer S-S-Assoziation nicht nötig

3.4.2.4 Erklärungsansätze II: Relativer Informationswert der CS-US-Relation

- es werden vor allem S-S-Relationen statt S-R-Relationen gelernt
- CS-US-Kontiguität nicht allein entscheidend, auch zB die Basisrate des US (Auftrittshäufigkeit des US, wenn er nicht vom CS angekündigt wird) oder konditionierte Inhibition (Hemmung) wichtig
- Konditionieren höherer Ordnung: Experiment mit Ratten, Licht wird mit Futter gepaart, dann Ton mit Licht, Ton löst CR aus, Ratten satt und Licht löst keine CR aus → S-S-Lernen, Ton löst trotzdem noch immer CR aus → S-R-Lernen (höhere Ordnung), es gibt allerdings auch Gegenstudien
- hohe Kontingenz (bedeutet großer Zusammenhang, hohe Wahrscheinlichkeit des Auftretens des US) zwischen CS und US
- reduzierte Kontingenz: CS enthält weniger Informationen über das Auftreten des US
- $\Delta P = P(US|CS) - P(US| - CS)$ (Kontingenz = CS-US-Kontiguität - Basisrate, $\Delta P = 1$ bei perfekter CS-US-Kontingenz)

- Versuch mit Ratten (Rescorla): Hebel für Futter, Ton (CS) mit Stromschlag (US) mit einer Wahrscheinlichkeit gepaart, US ohne CS trat auch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf, Ergebnis: Erhöhung der Kontiguität hat keinen Einfluss auf das Lernen, wenn gleichzeitig auch die US-Basisrate auf den selben Wert erhöht wurde
- CER: "konditionierte emotionale Reaktion", zB Einfrieren aller Aktivitäten
- konditionierte Inhibition: CS-US-Kontiguität in bestimmten Situationen nicht für die Bildung einer Assoziation erforderlich, hohe US-Basisrate wird beibehalten, während des CS tritt jedoch kein US ein, Ergebnis: negative CS-US-Relation, Abwesenheit des US wird erwartet wenn CS dargeboten wird
- Standardparadigma zum Nachweis konditionierter Inhibition: CS+ (positiv mit US assoziiert), CS- (negativ mit US assoziiert), Ton (CS+) + Stromschlag und Ton + Licht (CS-), Problem: haben die Tiere etwas über den CS- gelernt oder über die Kombination Ton / Licht? Hierzu:
 - Summationstest (Pavlov, Rescorla): Welchen Effekt hat ein CS- wenn er mit einem CS+ gepaart wird?, CS+ mit US gepaart → CER, CS- mit CS+ gepaart → verminderte CER
 - Verzögerungstest: CS- wird mit einem anschließenden Test direkt mit dem US gepaart, da eine negative Relation zwischen CS- und US gelernt wurde, verzögerte sich das Lernen einer positiven Relation zwischen CS- und US, negative Assoziation wird gelernt obwohl CS- und US niemals gepaart wurden
- wichtige Befunde, die aber auch gegen eine zu simple Kontingenzannahme sprechen:
 - Overshadowing: zwei gleichzeitig dargebotene CS bilden unterschiedlich starke Assoziationen zum US, der eine "überschattet" den anderen
 - Blockierungsphänomen (Kamin): Blockieren einer Assoziation durch eine andere
- Overshadowing und Blockierungsphänomen widersprechen Kontiguitäts- und Kontingenzannahme
- relative Information, die ein Reiz über einen anderen gibt, ist entscheidend, neue Assoziationen können gebildet werden, wenn es eine Diskrepanz (Widersprüchlichkeit) zwischen einer Erwartung und dem Eintreten eines Ereignisses gibt

3.4.2.5 Modelle klassischen Konditionierens

Rescorla-Wagner-Modell:

- Fähigkeit des CS, die US-Repräsentation zu aktivieren und damit die CR auszulösen hängt von der Stärke der CS-US-Assoziation ab
- der Zuwachs an assoziativer Stärke lässt sich wie folgt beschreiben: $\Delta V = \alpha\beta(\lambda - V)$ mit V = Stärke der Assoziation, Δ = deren Veränderung, α = Lernrate (hängt von der Auffälligkeit des CS ab), β = Intensität des US, λ = theoretisch maximal mögliche Stärke der Assoziation
- assoziative Stärke wächst mit der Anzahl der Lerndurchgänge bis zur theoretisch maximal möglichen Stärke, zu Beginn ist der CS maximal informativ, dies nimmt immer mehr ab
- leicht auf mehrere CS zu verallgemeinern: Summe der assoziativen Stärken
- Erklärung des Blockierungsphänomens: das frühe Stärken der CS1-US-Assoziation blockiert das Lernen der redundanten CS2-US-Assoziation (beide konkurrieren um wenig verbleibende Stärke)
- Erklärung von Overshadowing: Lernrate α ist für beide CS unterschiedlich, der weniger auffällige CS gerät dabei schon nach dem ersten Lerndurchgang ins Hintertreffen
- Problem für das Rescorla-Wagner-Modell: latente Inhibition, alleinige Darbietung des CS, Lernrate wird deutlich reduziert, wenn der CS nun mit einem US gepaart wird, Lernen einer Erwartung (CS hat keine Konsequenzen), angenommene Stärke der CS-US-Assoziation beginnt bei Null (CS alleine sollte also keinen Einfluss gehabt haben, was nicht stimmt)
- Dazu: alleinige Präsentation des CS macht diesen weniger auffällig, wodurch er schlechter konditioniert werden kann

- weiteres Problem: Konditionieren mit konfiguralem Hinweisreiz, zwei Reize A und B werden alleine oder als zusammengesetzter CS dargeboten, es kann gelernt werden, anders auf AB zu reagieren als auf die einzelnen Reize, zB wird auf A und B reagiert (A+, B+), nicht aber auf AB (AB-, negatives Patterning), auf AB sollte jedoch laut Modell stärker reagiert werden (Addition der assoziativen Stärke), AB könnte sich jedoch von A und B unterscheiden (schwächt das Modell jedoch ab)
- derzeit gibt es kein Modell, das alle Befunde erklären kann

3.4.2.6 Zusammenfassung

- Kontingenz kann Kontiguität nicht ablösen
- Berechnung von Kontingenz erfordert Registrierung der Häufigkeit des gemeinsamen Auftretens von CS und US, dies setzt jedoch das Lernen von CS-US-Assoziationen voraus (diese müssen gebildet werden, bevor die Kontingenz berechnet werden kann)
- Erwerb von Assoziationen hängt von Kontiguität ab, Kontingenz entscheidet, ob diese im Verhalten wirksam werden

3.4.3 Instrumentelles Lernen

- auch operantes Konditionieren genannt
- Lernprozesse in Situationen, in denen Ereignisse von der Ausführung einer Reaktion abhängen
- in der frühen Lernpsychologie vor allem als Untersuchung des S-R-Lernens betrachtet
- Thorndike: Zeit für den Ausbruch einer Katze aus einem Käfig, verstärkt durch außerhalb angebotenes Futter, Katze brauchten erst lange (Try and Error) um auszubrechen, Zeit wurde jedoch immer kürzer, Belohnung (Futter / Freiheit) als Konsequenz (K), Konsequenz nur Verstärker der S-R-Assoziation
- Gesetz der Wirkung: erfolgreiches (dh verstärktes) Verhalten tendiert dazu, häufiger aufzutreten

3.4.3.1 Instrumentelles (operantes) Konditionieren - Basisphänomene

- Skinner: Unterscheidung zwischen *respondenten* und *operanten* Verhalten
- respondentes Verhalten beim klassischen Konditionieren (Verhalten ist eine Reaktion auf den Reiz)
- operantes Verhalten: (instrumentelles) Verhalten, das eine Konsequenz in der Umwelt herbeiführt
- Skinner-Box: Käfig mit Elektrorost, Licht, Hebel und Futtermagazin

Verstärkung und Verstärkungspläne:

- Wie kann Verhalten durch die Umwelt kontrolliert werden?
- Verstärker: ein Reiz, der die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Reaktion erhöht (rein operationale Definition)
 - positive Verstärkung: Hebel → Futter
 - negative Verstärkung: Hebel → kein Stromschlag mehr
 - Bestrafung: Hebel → Stromschlag (auch Entzug eines angenehmen Reizes möglich)
 - primäre Verstärker (Nahrung, Futter) wirken ohne vorherige Lernvorgänge verstärkend
 - sekundäre oder generalisierte Verstärker: Paarung eines primären mit einem neutralen Reiz
- Verstärkerpläne: kontinuierlich (jede gewünschte Reaktion wird verstärkt) oder intermittierend (Quotenverstärkung → Reaktionshäufigkeit oder Intervallverstärkung → Zeitintervalle, beide fest (nach Anzahl der Reaktionen) oder variabel (nach Zeit)), schnelle Erlernung vs Löschesistenz

Kontiguität von Reaktion und Verstärkung:

- Intervall zwischen Reaktion und Verstärkung als wichtige Variable

- 500ms haben sich als optimal herausgestellt, längere Intervalle beeinträchtigen das Lernen

Stufenweise Annäherung (shaping):

- Tieren neue (nahezu alle beliebigen) Verhaltensweisen beibringen, Verstärkung bei Bewegung in die gewünschte Richtung
- Tier muss immer komplexere Verhaltensfolgen ausführen um belohnt zu werden
- Dressur: Verkettung (chaining) von solchen neuen Verhaltensfolgen

Biologische Einschränkungen des Lernens:

- klare Begrenzungen in der Effektivität operanten Konditionierens
- zB (Breland und Breland): Waschbären sollen Münzen in Behälter legen, Waschbären fingen nun aber an, Münzen wie Futter vorher zu reinigen, Eindringen von artspezifischen Verhaltensmustern (*instinctive drift*)

Selbstaussformung des Verhaltens (auto-shaping):

- Tiere lernen ein vom VL unbeabsichtigtes neues Verhalten
- Brown und Jenkins: Tauben bekamen nach Beleuchtung einer Taste Futter (keine Reaktion nötig), Tauben fingen an, auf die Taste zu picken

Merkmale der Reizsituation: Generalisation und Diskrimination

- auch operant gelerntes Verhalten tendiert genau wie bei der klassischen Konditionierung dazu, auf ähnliche Stimulusituationen zu generalisieren
- Gruuman, Kalish: Tauben picken auf farblich beleuchtete Taste → Futter, auch picken bei anderer Farbe (abgeschwächt)
- *Diskriminationslernen* lässt nur Reaktion auf eine ganz bestimmte Reizdimension zu
- beim instrumentellen Konditionieren wird auch gelernt, unter welchen Bedingungen ein bestimmtes Verhalten erfolgreich ist

Merkmale operanten Verhaltens:

- Wie spezifisch ist das gelernte Verhalten?
- traditionell: nur verstärkte Reaktionen wurden gelernt
- zB (MacFarlane): Ratten schwimmen durch ein Labyrinth zum Futter (Schwimmen wurde verstärkt), beim Laufen waren die Ratten aber ebenso erfolgreich, Ergebnis: Weg zum Verhaltensziel wurde gelernt

3.4.3.2 Beobachtungslernen (soziales Lernen)

- kontrollierbare Umwelt als Voraussetzung für operantes Konditionieren
- Menschen lernen nicht nur durch eigene Handlungen sondern auch durch das Beobachten anderer Personen (*Beobachtungslernen*)
- Früher: imitatives Verhalten als Ausdruck eines angeborenen Instinkts
- Miller und Dollard: Imitation zeigt alle Merkmale gelerntes Verhaltens, Studie mit Kindern, Modellperson wählt zwischen zwei Schachteln (eine mit Bonbon), diese Wahl wird von der Vp beobachtet, Imitation und Gegenimitation wurden gleich schnell gelernt (Verhalten in Relation zur Modellperson), dies spricht gegen die Instinkttheorie (Gegenimitation sollte viel langsamer gelernt werden)
- Beobachtungsprobleme auch durch bloße Beobachtung (ohne Ausführung eigenen verstärkten Verhaltens) möglich ("stellvertretende Verstärkung")

- Bandura: Kindern wurde Film gezeigt, in dem ein anderes Kind eine Puppe misshandelte, Erwachsener tadelte das Kind (stellvertretende Bestrafung) oder lobte es (stellvertretende Verstärkung) oder neutrales Ende des Films, danach wurden die Kinder in einen Raum mit einer Puppe gebracht und beobachtet, Kinder mit erlebter stellvertretender Verstärkung zeigten häufiger aggressives Verhalten
- soziales Lernen als wichtige Grundlage für das Lernen von Rollenverhalten in der Gesellschaft
- Wird ein spezifisches Verhalten oder das Erreichen eines Ziels gelernt?
- Meltzoff und Moore: 11-21 Tage alte Babys imitieren einfaches Verhalten des V (spricht für ersteres)
- andere Studien mit Vorschulkindern (spricht für zweites)

3.4.3.3 Kausallernen beim Menschen (response-outcome learning)

- es wird gelernt, ob ein Verstärker durch Verhalten herbeigeführt wird, wenn ja, wird auf eine *Kausalbeziehung* zwischen Verhalten und Konsequenz geschlossen
- Menschen kann man nach der Wahl nach deren Meinung über den Effekt des Verhaltens ausfragen (Skala -100, 0, 100), Tiere nicht (diese verhalten sich nur so, als ob sie eine Kausalbeziehung gelernt hätten)
- Wasserman: Vpn drücken Taste (oder nicht), daraufhin leuchtet ein Licht (oder nicht), Variation von $P(\text{Licht}|\text{Taste})$ und $P(\text{Licht}|\neg\text{Taste}) (=P(\text{Outcome}|\pm\text{-Response}))$, kausales Urteil der Vpn reflektiert das Verhältnis der beiden Wahrscheinlichkeiten ziemlich genau, Vpn beurteilen R-O-Kontingenzen direkt als kausale Relation

3.4.3.4 Erklärungsansätze für instrumentelles Lernen

- Welche theoretische Rolle spielt die Verstärkung für den (S-R-) Lernprozess?
- Skinner (Extremposition): Unter welchen Bedingungen tritt Verhalten auf?, durch Herbeiführen der Bedingung und Verstärkung kann es kontrolliert werden, keine Annahmen über nicht-beobachtbare Prozesse, Konzept der Assoziation inakzeptabel (weil nicht direkt beobachtbar), S-R-Verbindungen werden nicht gelernt, diskriminative Stimuli definieren Situationen in denen operantes Verhalten erfolgreich ist
- Thorndike: beim Lernen werden neue S-R-Verbindungen aufgebaut, wenn Verstärkung auf die Reaktion folgt, durch Wiederholen wird die Verbindung graduell stärker, Verstärkung bringt Lernprozess in Gang (ist aber kein Bestandteil der Assoziation)
- Guthrie: wie Thorndike, Verstärkung ist jedoch nicht wesentlich für instrumentelles Lernen, bloße Kontiguität reicht zur Bildung einer S-R-Verbindung aus
- Hull: wie Thorndike, nur triebreduzierende Reize wirken als Verstärker, Triebreduktion sorgt für Stärkung der S-R-Assoziation
- kein Mechanismus zur Antizipation (Vorwegnahme oder Erwartung künftigen Verhaltens und Erlebens) des Verstärkers als Schwäche der S-R-Ansätze
- Tolman: wesentliches Merkmal des Verhaltens: zielgerichtet, Zielantizipation als wichtiger Bestandteil des Lernens, Reiz-Reaktion-Konsequenz-Verbindung (S-R-O) statt S-R-Verbindung, Lernen nicht mehr Konditionieren von spezifischen Reaktionen sondern Erwerb von assoziativen Strukturen (repräsentieren "Wissen" über instrumentelle Mittel-Zweck-Relationen)
- Rescorla: keine lineare Verknüpfung (S-R-O), sondern hierarchisch assoziative Struktur S-(R-O)
- Verstärkung für den Ausdruck des Lernens im Verhalten wichtiger als beim Erwerbsprozess selbst, Ratten lernten im Labyrinth ohne direkte Verstärkung, *latentes Lernen* (lernen ohne Verstärkung) zeigte sich erst im beobachtbaren Verhalten wenn Verstärkung am Ziel eingeführt wird, es werden *kognitive Landkarten* gelernt (für die spätere instrumentelle Zielerreichung wichtig), Ziel als Verstärker dient dazu, gelerntes Verhalten in Antizipation des Ziels tatsächlich auszuführen (Verstärkung ist ein kognitiver Anreiz)

3.4.3.5 Gemeinsamkeiten zwischen instrumentellem und klassischem Konditionieren

- bei beiden sind Kontiguität und Kontingenz relevant
- klassisches Konditionieren (KK): VI erzeugt eine Kontingenz zwischen CS und US, wobei der US unabhängig von der Reaktion auftritt
- instrumentelles Konditionieren (IK): in einer Stimulussituation führt eine Reaktion zum Verstärker (US), der ohne Reaktion nicht auftreten würde
- in beiden Fällen wird eine prädiktive (vorhersagbare) Reaktion gelernt: KK (CS sagt US vorher), IK (CS (situativer Kontext) sagt gemeinsam mit der Reaktion den US vorher)
- Gemeinsamkeit lässt sich dadurch veranschaulichen, dass das Rescorla-Wagner-Modell auch auf instrumentelles Konditionieren anwendbar ist
 - Stärke des Modells: Behandlung von kompetitiven Lernsituationen mit mehr als einem Prädiktor CS für den US
 - IK: Reaktion und Versuchssituation konkurrieren um die Vorhersage des US (dh des Verstärkers)
 - treten beide gemeinsam auf, wird die S-R-O-Assoziation gestärkt, tritt O und nicht R auf, so wird sie geschwächt (O könnte ja nur von S vorhergesagt werden)
- beide Konditionierungsarten verweisen auf einen grundlegenden Lernprozess, der sich auf die Abfolge von Ereignissen in der Umwelt bezieht

3.4.4 Implizites Lernen

- Sind sich Lernende des Lernens bewusst?
- Lernsituationen, in denen die Lernenden scheinbar eher instinktiv (intuitiv, *implizites Lernen*) als bewusst lernen
- explizites Lernen: zB Regeln, mathematische Beweise
- zentrale Frage: Gibt es einen besonderen Lernmechanismus im impliziten Lernen, wodurch es sich von explizitem Lernen unterscheidet?
- Lernsituationen, in denen Strukturen einer relativ komplexen Reizumgebung gelernt werden, ohne dies zu beabsichtigen und ohne Validierung des resultierenden Wissens, das resultierende Wissen ist schwer zu verbalisieren
- drei Merkmale des impliziten Lernens: es findet beiläufig statt, es ist weniger von Aufmerksamkeitsfaktoren abhängig als explizites Lernen, Lernen kann auch unbewusst bleiben (Vermutung)

3.4.4.1 Experimentelle Paradigmen zur Untersuchung impliziten Lernens

Steuerung komplexer Systeme

- dynamische Steuerungsaufgaben (Berry und Broadbent): Vpn sollen die Produktion einer fiktiven Zuckerfabrik steuern
- Vpn sollen Produktionsniveau gleich hoch halten und sollen dafür die Anzahl der Arbeiter eingeben, bekommen dann die Produktionsmenge als Feedback, Produktionsmenge hängt nicht nur von der Anzahl der Arbeiter ab, sondern ist eine unbekannte und komplexe Formel, Vpn mit guten Resultaten (gleichbleibendes Niveau) konnten auch nicht erklären, wie sie es gemacht haben (nicht verbalisierbar)

Lernen versteckter Kovariationen (Zusammenhänge / statistische Abhängigkeiten)

- Lewicki: Vpn werden Fotos von Personen gezeigt, die als freundlich oder intelligent bezeichnet wurden, bei einer Gruppe hatten "Intelligente" lange Haare und "Freundliche" kurze Haare (Kovariation), bei der anderen Gruppe umgekehrt (diese Tatsache war den Vpn unbekannt), Test mit Zuordnung neuer Fotos zeigte überzufällige Häufigkeit mit der Aussage des VI, keiner der Vpn konnte die Haarlänge als Begründung nennen

Lernen künstlicher Grammatiken

- Reber: Vpn sollen Buchstabenfolgen auswendig lernen, basierend auf einer künstlichen Grammatik, Vpn wissen nichts von dem grammatischen Regelsystem
- nach der Lernphase wurde den Vpn von der Grammatik erzählt (nicht aber die Regeln selber)
- Vpn müssen danach Buchstabenfolgen nach $\in G$ und $\notin G$ klassifizieren, dies geschieht wieder überzufällig gut (60% korrekte Klassifizierung)
- Regeln der Grammatik konnten später nicht spezifiziert oder erklärt werden \rightarrow implizites Grammatiklernen

Sequenzlernen

- serielle Reaktionszeit(-RT)-Aufgaben
- Urteil wird aus der Geschwindigkeit der Reaktion geschlossen
- Sterne an einer von vier horizontal angeordneten Positionen, Vpn sollen entsprechend eine von vier Reaktionstasten drücken, nach der Reaktion folgt die nächste Darbietung (500ms)
- Vpn waren bei wiederholten Folgen weit aus performanter als bei zufälligen
- einige Vpn hatten Regelmäßigkeit nicht bemerkt, zeigten aber auch RT-Effekte

3.4.4.2 Prädiktive Relationen beim impliziten Lernen

- KK: vorwiegend CS-US-Relationen gelernt, IK: vermutlich vorwiegend S(-R-O)-Relationen
- Welche prädiktiven Relationen liegen den Lerneffekten zugrunde?
- auch Lernen von Kontingenzen zwischen Handlungen und Effekten (R-O-Assoziation) beim impliziten Lernen der Steuerung komplexer Systeme (ähnlich IK), eher Regellernen als Lernen einzelner Relationen
- große Anzahl von möglichen Systemzuständen, Lernen bezieht sich eher auf Regeln als auf R-O-Assoziationen (Vermutung)
- Kovariationslernen ähnelt strukturell eher dem klassischen Konditionieren als dem instrumentellen Lernen, Lernen von Kontingenzen zwischen zwei Reizmerkmalen (zB sagt die Haarlänge etwas über die Kategorie aus)
- Grammatiklernen: S-S-Kontingenzen werden in Form von abstrakten Regeln repräsentiert, alternativ: Erinnern einzelner Lernexemplare und dann Ähnlichkeitsvergleich, in jedem Fall: gelernte Kontingenzen müssen auf neue Situationen regelhaft übertragen werden
- ersten drei Paradigmen: Kontingenzen zwischen Ereignissen oder Reizmerkmalen werden gelernt, die dann auf neue Situationen oder Reize übertragen werden müssen, Was bedeutet es einer Regel zu folgen?, Hypothese: Lerneffekte beruhen auf dem Erinnern einzelner Lernexemplare
- Sequenzlernen: strittig: S-S-Lernen (Sequenz der Reize wird gelernt) oder R-R-Lernen (Sequenz der Reaktionen wird gelernt), beides möglich, Präferenz für das Lernen "räumlicher Relationen", Neu: R-S-Lernen am Sequenzlernen beteiligt, Lernmechanismen greifen Strukturen höherer Ordnung auf, Findet implizites Lernen tatsächlich auch unbewusst statt?

3.4.4.3 Unbewusstes Lernen

- grundlegende konzeptuelle und methodologische Probleme: Definition und Operationalisierung von Bewusstheit, Wie kann die Unbewusstheit eines Lerneffekts etabliert werden?
- zwei Kriterien zur Demonstration unbewussten Lernens: Informationskriterium (Test zur Aufdeckung bewussten Wissens muss auf genau diejenigen Kontingenzen gerichtet sein, die auch den vermeintlich unbewussten Verhaltenseffekten zugrunde liegen), Sensitivitätskriterium (Test zur Aufdeckung von unbewusstem Wissen darf nicht weniger sensitiv sein, als der Test für die Aufdeckung von bewusstem Wissen)
- KK wurde zunächst wegen seiner primitiven und reflexhaften Art als unbewusst angesehen, aber: keine Hinweise auf unbewussten Ablauf

- evaluatives Konditionieren: affektive Reaktion (zB emotionale Bewertung) von einem Reiz auf einen neutralen Reiz transferiert, unbewusst?
- Kovariationslernen: Nachbefragung nicht sensitiv genug, unbewusst?, Befunde konnten nicht repliziert werden
- Findet unbewusstes Lernen in komplexen instrumentellen Lernaufgaben statt?, zB Zuckerfabrik: Vpn mit guten Ergebnissen konnten Zusammenhang zwischen Input und Output eher schlechter wiedergeben, Erklärung: bessere Kontrolle des Outputs und dadurch weniger erfahrene Zustände
- bewusstes Wissen über die Kontingenzen konnte meist durch sensitive Testverfahren aufgedeckt werden (cued-report, forced-choice test), Tests können auch subjektiv sehr unsicheres Wissen aufdecken
- Grammatiklernen als unbewusst angesehen, keine unbewussten abstrakten Regeln sondern eher Häufigkeitsmerkmale der Buchstabenfolgen oder erinnerte Teilfolgen, Wissensfragmente liegen gelegentlich unter einer subjektiven Bewusstseinschwelle
- auch Sequenzlernen nicht zweifelsfrei unbewusst
- Fazit: Lernen kann in bestimmten komplexen Situationen intuitiv erfolgen und lässt sich nur durch sehr strenge Testverfahren als bewusst aufdecken
- subjektiv unterschwelliges und damit phänomenales Wissen wird beim impliziten Lernen erworben
- Problem bei experimenteller Bewusstseinsforschung: Auf Grundlage des gegenwärtigen bewussten Wissens soll auf den Bewusstseinsstatus in den vergangenen Lernepisoden zurückgeschlossen werden

3.5 Kategorisierung und Wissenserwerb

- Kategorisierung, um Vorhersagen zu treffen oder Entscheidungen zu fällen
- Ohne Kategorien würde jedes Objekt einzigartig erscheinen, Vorhersagen wären nicht möglich
- Gemeinsamkeiten werden in Klassen zusammengefasst, so kann auf früheres Wissen zugegriffen werden

3.5.1 Einleitung

- in Kategorien werden Objekte anhand ihrer Gemeinsamkeiten zusammengefasst
- Objekte können konkret oder abstrakt sein
- auch Kombinationen von Kategorien möglich

3.5.1.1 Funktionen von Kategorien

- neue Erfahrungen können mit bereits vorhandenem Wissen in Kontakt gebracht werden
- ohne Kategorien könnte man nicht von Erfahrungen profitieren
- *Klassifikation* (Zuordnung von Objekten und Ereignissen zu mentalen Repräsentationen) wurde lange Zeit als die wichtigste oder einzige Funktion von Kategorien angesehen, Kategorien leisten jedoch erheblich mehr
- vorhandenes Wissen kann auf neue Erfahrungen angewandt werden, Kategorien sind Grundlage von *Verstehen*
- wichtige Rolle beim *Lernen*, Kategorien werden nicht nur angewandt sondern auch erworben und modifiziert
- Unterstützung von Inferenzen (Schlussfolgerungen), zB Erwartung bei der Kategorisierung eines Tieres als Hund oder als Wolf
- *Denken* auch in hohem Maße kategorienbasiert, deduktive Schlüsse (vom Allgemeinen auf das Besondere) und induktive Schlüsse (vom Besonderen auf das Allgemeine)
- auch bei *Planungen* und Prozessen der *Handlungssteuerung*
- zentrale Rolle in der *Sprache* und der *Kommunikation*, Möglichkeit, über gemeinsames kategorienrepräsentiertes Wissen zu kommunizieren, Modifikation von Kategorien durch indirektes Lernen

3.5.1.2 Konzepte und Misskonzepte

- Kategorien können auch zu Problemen führen, zB durch falsche oder zu umfassende Kategorien
- zB zwei Gruppen von Linien (kürzere und längere), bei der Experimentalgruppe mit A und B beschriftet, bei der Kontrollgruppe unbeschriftet, die Experimentalgruppe tendierte eher dazu, die Linien innerhalb der beiden Kategorien als ähnlicher in ihrer Länge wahrzunehmen
- große Bedeutung im Bereich sozialer Kategorienbildung, zB zwei Gruppen (7-8-jährige und 11-12-jährige Mittelschichtskinder, wenige Schwarze in der Wohngegend) wurden Bilder von vier Paaren gezeigt (beide schwarz, beide weiß oder gemischt), Babyfotos sollten den Paaren zugeordnet werden, bei den gemischten Paaren keine Präferenz der Jüngeren, bei den Älteren jedoch eher schwarze Babys als weiße, Ergebnis: übliche Rassenstereotype übernommen, Kinder von gemischten Paaren werden als Schwarze angesehen, Experiment mit Tieren (verschiedene Haar-, Hautfarbe) zeigte diese starke Präferenz nicht, Befunde abhängig vom kulturellen Umfeld

3.5.2 Die mentale Repräsentation natürlicher Kategorien

- dominierendes Forschungsfeld ist die Frage, wie Kategorien kognitiv repräsentiert sind und wie neue Objekte bereits vorhandenen Kategorien zugeordnet werden
- man ging lange Zeit davon aus, dass die semantischen Inhalte von Kategorien psychologisch weniger wichtig sind als die Struktur der Repräsentationsmedien

3.5.2.1 Ähnlichkeitsbasierte Ansätze

- Wie werden Objekte oder Ereignisse nun einer Kategorie zugeordnet?
- diejenigen Objekte werden zusammengefasst, die sich ähnlich sind, Wie wird diese Ähnlichkeit nun aber kognitiv bestimmt?
- unterschiedliche Sichtweisen, wie Kategorien repräsentiert werden und wie Ähnlichkeit bestimmt wird:

Die klassische Sicht

- dominierte bis in die 1960er
- Konzepte durch definierende Merkmale ausgezeichnet, die die (notwendigen und hinreichenden) Bedingungen der Kategorienzugehörigkeit definieren (zB Dreieck hat drei Seiten, 180 Grad Winkelsumme, ...)
- alle Mitglieder einer Kategorie gleich gut
- Kategorienlernen = Entdeckung der definitiven Merkmale der Kategorie (zB Objekte mit dunklem und mit hellem Hintergrund)
- Forschung fand nur anhand von geometrischen Figuren statt
- Probleme der klassischen Sicht:
 - Kategoriegrenzen eher unscharf, große Variabilität bei der Festlegung der relevanten Merkmale (viele nicht notwendig und hinreichend)
 - Kategorien nicht diskret, Exemplare mehr oder weniger stark zu einer Kategorie gehörig (Ausmaß von *Typikalität*), Typikalität kann mit einer Ratingskala gemessen werden und sie wirkt sich auf die Reaktionsgeschwindigkeit aus
 - Kategorien des Alltags haben in der Regel keine wissenschaftlich basierten Merkmale, sie sind eher nicht festgelegte theorieähnliche Gebilde, abhängig vom aktuellen wissenschaftlichen Stand oder Wissensstand

Die Prototypensicht

- Kategorien als Bündel von typischen oder charakteristischen Merkmalen, die nicht notwendig oder hinreichend sein müssen

- es gibt einen Prototypen, der die typischen Merkmale zusammenfasst, ein Exemplar muss diesem nicht vollständig entsprechen, um in der Kategorie zu sein
- Prototypen werden beim Erwerb der Kategorie aus den Merkmalen der Exemplare gebildet
- ein neues Exemplar wird mit allen Prototypen verglichen und in die Kategorie mit der größten Ähnlichkeit einsortiert
- Experiment mit Bildern mit Punkten, ein Bild ist ein Prototyp, andere Bilder werden von diesem abgewandelt durch leichtes Verschieben der Punkte, die Bilder der anderen Gruppe werden wahllos erstellt, Bilder der ersten Gruppe sind sich ähnlicher
- mit dieser Ansicht ist auch die Unschärfe der Kategoriegrenzen und die Typikalität erklärbar: Exemplare können mehr oder weniger charakteristische Merkmale einer Kategorie aufweisen
- Wie kann man sich Prototypen-Repräsentationen vorstellen?
- *Familienähnlichkeit* (Wittgenstein): Exemplare einer Kategorie teilen eines oder mehrere Merkmale mit anderen Exemplaren, es gibt jedoch kein Merkmal, das alle Exemplare aufweisen
- der Prototyp ist die zentrale Tendenz aller Exemplare der Kategorie
- Möglichkeit von Gewichtung einzelner Merkmale gemäß ihrer Relevanz (weil zB von mehreren Exemplaren geteilt)
- Experimente häufig mit künstlich konstruiertem Material, viele konsistent mit der Prototypensicht, typische Exemplare werden schneller kategorisiert als atypische, Exemplare mit mehreren gleichen Charakteristika werden besser behalten als welche mit wenigeren
- Probleme der Prototypensicht:
 - viele Eigenschaften von natürlichen Kategorien vernachlässigt
 - nur zentrale Tendenz wird gespeichert, aber keine Informationen über Variabilität oder relative Größe der Kategorien, die Berücksichtigung dieser Aspekte konnte aber nachgewiesen werden
 - häufig auch Idealtypen als Prototyp anstelle von mittleren Ausprägungen
 - Merkmalskorrelationen werden vernachlässigt (zB kleine Vögel singen eher als große), dieses Wissen wird bei der Kategorisierung genutzt
 - Kontexteffekte können nicht erklärt werden (Sektretärinnen: Kaffee, Tee und Fernfahrer: Kaffee, Milch)
 - additive Verknüpfung der gewichteten Merkmale, Exemplar gehört zu der Kategorie, wenn es mindestens x von y Merkmalen erfüllt, solche Kategorien heißen *linear trennbar*, hat sich als problematisch erwiesen (zB Tiere mit den Merkmalen Intelligenz und Größe)
 - Prototypentheorien implizieren die lineare Trennbarkeit von Kategorien, Exemplare scharen sich um den jeweiligen Prototypen, nur linear trennbare Kategorien sind erlernbar, wurde nicht eindeutig gezeigt

Die Exemplarsicht

- es wird kein Prototyp gebildet, hier werden die einzelnen Exemplare zusammen mit der Kategorienbezeichnung eingepreßt
- neue Exemplare werden einer Kategorie zugeordnet, weil sie an die vorhandenen Exemplare der Kategorie erinnern (weil sie ihnen ähnlich sind)
- Exemplare werden mit einzelnen Repräsentanten der Kategorien verglichen und nicht mit Prototypen, die meisten Theorien gehen davon aus, dass eine Vielzahl ähnlicher Exemplare parallel im Gedächtnis aktiviert werden
- diejenigen Exemplare, die dem neuen Exemplar am ähnlichsten sind, haben den größten Einfluss auf die Entscheidung
- Grundannahme erscheint wenig plausibel, sie kann aber eine Vielzahl von Problemen der Prototypensicht erklären
- mehr Informationen als bei der Prototypensicht vorhanden, Sensibilität für die Variabilität der Exemplare kann geklärt werden, auch die Merkmalskorrelationen lassen sich hierdurch besser erklären

- Exemplartheorien sagen nicht vorher, dass linear trennbare Kategorien leichter zu lernen sind als nichtlineare, der Lernprozess erfordert es nicht, eine Grenze zwischen Kategorien zu ziehen (wegen der getrennten Speicherung von Einzelexemplaren)
- schnelle Klassifizierung neuer typischer Exemplare weil sie einer großen Zahl von Exemplaren der eigenen Kategorie ähnlich und vielen Exemplaren der anderen Kategorien unähnlich sind
- atypische Exemplare sind eher Exemplaren anderer Kategorien ähnlich als Exemplaren der eigenen Kategorie, führt zu Unsicherheit und verlängerter Latenz
- Probleme der Exemplarsicht:
 - möglicherweise unrealistische Annahmen über unsere Speicherkapazität
 - werden nicht alle jemals erlebten Objekte gespeichert, wie soll dann selektiert werden?
 - Warum gibt es bestimmte Kategorien?
 - Warum können zwei unterschiedliche Kategorien nicht zusammengelegt werden?

Theorie der Entscheidungsgrenzen

- basiert auf einer Weiterentwicklung der Signalentdeckungstheorie
- typische Aufgaben in dieser Theorie sind zB die Klassifizierung von Rechtecken mit unterschiedlicher Länge und Breite, Stimuli werden mit ihrer Kategoriezugehörigkeit präsentiert, mehr oder weniger komplexe Kategorisierungsregeln, auch Überlappung möglich (fehlerfreie Performanz fast unmöglich)
- Grundannahme der Theorie: perzeptuelle Information über einen Stimulus ist mit einer gewissen Variabilität behaftet (durch das visuelle System erzeugt)
- perzeptuelle Identifikation eines bestimmten Stimulus erfordert ähnliche Prozesse wie die Kategorisierung von Stimuli, variable Stimuli müssen auf einzelne Reaktionen abgebildet werden
- einfacherer Prozess als bei der Exemplarsicht: Beobachter repräsentieren die Stimuli in einem geometrischen Ähnlichkeitsraum, dieser Raum wird mittels diskriminativer Funktionen aufgespalten, jeder Teilraum wird mit einer eigenen Reaktion assoziiert, die sich auf verschiedene Kategorien beziehen
- zB kann eine Person mit der Kategorie A antworten, wenn ein Objekt in die Region A dieses Raumes fällt
- Grenzen der Regionen werden Entscheidungsgrenzen genannt, diese müssen nicht zwingend gerade sein oder fehlerfreie Trennbarkeit garantieren, Ziel ist eine möglichst optimale Grenze
- Kategorisieren ist also kein Vergleich sondern eine Entscheidung, in welche Region der jeweilige Stimulus fällt
- Lernen ist hier ein Erwerb von Entscheidungsregeln, die die Kategorisierungsantwort festlegen, diese Regeln sind nicht zwingend eindeutig oder fehlerfrei in der Bestimmung der Kategoriezugehörigkeit, sie sind eher möglichst fehlerfrei, Objekte nahe der Entscheidungsgrenzen sind schwieriger zu klassifizieren
- Kategorien können theoretisch unendliche viele Formen annehmen, eine Einschränkung ist die Annahme (Maddox und Ashby) der quadratischen (als Funktion) Entscheidungsgrenzen
- nicht immer werden die optimalen Entscheidungsgrenzen gefunden, geschieht aufgrund von Limitationen der Informationsverarbeitungskapazität und fehlendem Wissen, vor allem bei komplexen, nichtlinearen Kategorien
- bei vier Kategorien mit separierenden quadratischen Funktionen fielen die Vpn auf einfachere Strategien zurück (lineare Trennung weil zu komplex)
- kein Konsens über die Überlegenheit einer Theorie (Entscheidungsgrenzen, Exemplartheorie)
- Probleme der Theorie der Entscheidungsgrenzen:
 - Theorie eventuell zu stark auf die Art des Versuchsmaterials abgestimmt, deswegen vielleicht primäre Geltung bei elementaren visuellen Kategorien
 - unklare Anwendung auf komplexere natürliche Kategorien

- unklare Vorstellung von Repräsentationen von Kategorien

Theorien multipler Systeme

- multiple Kategorisierungssysteme, zB Zusammenarbeit eines regel- und eines exemplarbasierten Systems
- nicht nur empirisch den einfachen Theorien überlegen sondern auch durch neurowissenschaftliche Studien gestützt
- Uneinigkeit, welche der Systeme nebeneinander bestehen

Regeln und Prototypen manche Konzepte (zB ungerade Zahl) sind eindeutig definierbar, aber selbst diese weisen Typikalitätsgradienten auf (7 ist "ungerader" als 87), zwei Ebenen der Kategorierepräsentation: ein zentraler Bereich (beinhaltet Definitionen, bei Denkprozessen eingesetzt) und eine oberflächliche und prototypbasierte Identifikationsprozedur (Kategorisierung von Objekten), nur bei Objekten mit definitiven Kern anwendbar

Prototypen und Exemplare sowohl Prototypen abstrahierbar als auch Exemplare speicherbar, Wahl der Strategie von der Kategorie gesteuert, Exemplartheorie überlegen bei kleinen und hochdifferenzierten Kategorien, bei großen und kohärenten Gruppen eher der Prototypenansatz

Regeln und Exemplare Exemplartheorien stellen zu große Anforderungen an die Speicherkapazität, Lernen ist ein sequenzieller Prozess (Modell RULEX), zuerst Suche nach einer einfachen und kategorietrennenden Regel, bei erfolgreicher Klassifizierung hinreichend vieler Exemplare werden nun Ausnahmen von dieser Regel memorisiert (aber selten Speicherung vollständiger Lernexemplare), neue Objekte werden in der umgekehrten Reihenfolge kategorisiert, Extrapolation auf außerhalb des Lernbereichs liegende Exemplare möglich

Explizite und implizite Regeln Erweiterung der Theorie der Entscheidungsgrenzen, zwei parallele Lernsysteme, die miteinander im Wettbewerb stehen (Modell COVIS, konnektionistisches Lernmodell), *implizites System* (weil häufig nicht verbalisierbar) operiert weitgehend jenseits des Bewusstseins und lernt Kategorien im Sinne der Theorie der Entscheidungsgrenzen, Stimuli werden zu kategorialen Zonen zusammengefasst, (sub)optimale Entscheidungsgrenzen, *explizites System* verwendet dem Bewusstsein zugängliche und verbalisierbare Regelhypothesen, primär einfache Hypothesen, leicht wahrnehmbare und sprachlich leicht benennbare Dimensionen, Testen von verschiedenen alternativen Regelhypothesen (die mit den meisten korrekten Kategorisierungen setzt sich durch), Kategorisierung wird von beiden Systemen beeinflusst (Dominanz bei dem System mit der zuversichtlichsten Entscheidung)

- generell arbeiten bei jeder Aufgabe mehrere Gehirnbereiche zusammen, aufgabenspezifische Muster
- Vergleich (Smith) einer Kategorisierungsbedingung: Regelanwendung vs Exemplarvergleich, aktive Gehirnregionen implizieren die Annahme, dass Regellernen ein bewusster, analytischer Prozess ist, während Exemplarlernen sich eher auf visuell-perzeptive Gedächtnisregionen bezieht
- explizites Lernen wird durch ein Zusammenspiel von präfrontalem Cortex und Striatum gesteuert
- implizites Lernen jenseits des Bewusstseins: Studien mit Amnestikern, die keine bewusste (explizite) Erinnerung an die Lernitems hatten, die Kategorisierungsaufgabe lernten sie wie Gesunde
- kein einheitlicher Gehirnbereich für das implizite Lernen verantwortlich, aufgabenabhängige Interaktionen
- beim impliziten Lernen von Kategorien mehren sich die Befunde, die von einer Beteiligung des Striatums ausgehen, Experiment mit Amnestikern und Parkinsonpatienten (geschädigtes Striatum)

3.5.2.2 Kritik ähnlichkeitsbasierter Theorien

- bisher: Kategorisierung beruht auf Ähnlichkeit
- Ähnlichkeit kann sehr variabel und kontextabhängig sein, Grau bei Haarfarbe eher Weiß als Schwarz, Grau bei Wolken eher Schwarz als Weiß (Medin und Shoben)
- anderes Beispiel von Kontextsensitivität (Medin, Goldstone und Gentner) mit drei Objekten, beim Vergleich von Objekt B mit A wird B als dreizackig wahrgenommen, beim Vergleich von B mit C wird B als vierzackig wahrgenommen

- Kontrastmodell der Ähnlichkeit (Tversky): Ähnlichkeit zweier Objekte ist eine gewichtete Funktion der gemeinsamen Merkmale und der für jedes Objekt einzigartigen Merkmale: $S(A, B) = \Theta f(A \cap B) - \alpha f(A - B) - \beta f(B - A)$ mit Ähnlichkeit S von A und B als Funktion f (monoton wachsend) der gemeinsamen Merkmale ($A \cap B$), der Merkmale die A aber nicht B hat ($A - B$) und umgekehrt ($B - A$) und den Gewichtungsparametern Θ, α, β
- alle Gewichtungen sind kontextabhängig (Amerikaner aus dem Norden und aus dem Süden unähnlicher bei einem Treffen in Washington als in Tokio), Richtungsasymmetrien (Granatapfel ähnlicher zu Apfel als umgekehrt) können durch unterschiedliche Gewichtung der einzigartigen Merkmale erklärt werden
- verschiedene Objekte können beliebig ähnlich oder unähnlich sein wenn man keine Einschränkung für die Auswahl der Merkmale macht, abwägige Merkmale werden von Vpn nie gemacht, was auf Vorwissen und weitere Faktoren hindeutet, keine Nennung von wichtigen Merkmalen (möglicherweise weil diese als selbstverständlich angesehen werden)
- Annahme stabiler Merkmale wurde infrage gestellt (Goldstone und Steyvers), Vpn abstrahierten neue Merkmale während eines Versuchs, bei dem Elemente in Klassen eingeteilt werden sollten, Kategorien können also auch zu einer Neustrukturierung des repräsentierten Merkmalsraums führen
- mögliche Entkopplung von Ähnlichkeit und Kategorisierung (Rips): Vpn sollten sich ein rundes Objekt (7,5cm Durchmesser) vorstellen, eine Gruppe sollte die Ähnlichkeit zu einer Münze und zu einer Pizza einschätzen, die andere (Kategorisierungsgruppe) sollte sagen ob das Objekt eher ein Geldstück oder eine Pizza sei, die erste Gruppe tendierte eher zu einem Geldstück, die zweite eher zu einer Pizza (Größe von Pizzen flexibler als die von Geldstücken)
- weiteres Beispiel für die Entkopplung (Gelman und Markman): Kindern wurde ein Bild eines Flamingos, einer Amsel und einer Fledermaus gezeigt, oberflächliche Ähnlichkeit zwischen der Amsel und der Fledermaus, den Kindern wurde gesagt, was davon Vögel sind, diese schlossen daraus, dass es noch weitere Gemeinsamkeiten (außer der Ähnlichkeit) zwischen Flamingo und Amsel geben muss
- Ähnlichkeit nicht nur eine mögliche Ursache für Kategorien, eventuell kann sie auch ein Produkt von Kategorisierungsprozessen sein

3.5.2.3 Die Theoriesicht

- alternative Sichtweise: Konzepte sind wissensbasiert und werden von intuitiven Theorien über die Welt beeinflusst
- natürliche Kategorien (zB Lebewesen) kann man sich nicht als Bündel unabhängiger Merkmale vorstellen, Merkmale häufig durch kausale oder funktionale Relationen verknüpft
- Murphy und Medin: Kategorisierung entspricht eher der Beziehung von wissenschaftlicher Theorie zu empirischen Daten als einfachen Ähnlichkeitsvergleichen, Kategorien sind dabei die intuitiven Theorien und Lernexemplare sind die Daten, für die man entscheiden muss, ob sie zur Theorie passen und ob die von der Theorie geforderten erläuternden Relationen vorliegen (zB Betrunkener, Swimmingpool)
- Theorie und Daten nicht unabhängig voneinander, Beschreibung der Daten zum Teil abhängig von den Theorien (Kinderzeichnungen von "normal-intelligenten" oder von "hoch-intelligenten" Kindern), Merkmal also keine objektive Eigenschaft sondern eher eine Konstruktion der Interaktion von Theorie und Daten
- Theorien liefern eine Begründung für die Existenz von Kategorien und deren Kohärenz (logischer Zusammenhang), durch Aktivierung von Vorwissen kann man Lernende dazu bringen, kohärente Kategorien zu sehen, die sie vorher eher nicht wahrgenommen haben, Ausmaß von Kohärenz hat einen wichtigen Einfluss auf die Lerngeschwindigkeit von Kategorien, zB (Wattenmaker) Klassifizierung von Personen mit bestimmten Eigenschaften (Kategorien entweder linear oder nicht-linear trennbar), nichtlineare Strukturen waren leichter zu lernen, mit dem Vorwissen "eine Gruppe hat nur ehrliche Personen" war das Lernen linear trennbarer Kategorien einfacher, zunächst unverbundene Merkmale bekamen einen gemeinsamen thematischen Bezug
- nicht immer lineare Trennbarkeit (Wattenmaker): Personen in die Klassen Maler und Bauarbeiter gruppieren, drei Merkmalspaare (eins typisch für Maler, eins typisch für Bauarbeiter), linear trennbare Kategorien vergleichsweise leicht zu lernen, mit dem Wissen "es gibt auch Maler, die draussen arbeiten" ist nun die nichtlineare Struktur einfacher zu lernen

- relative Schwierigkeit verschiedener Kategorienstrukturen interagiert mit dem Vorwissen
- Probleme der Theoriesicht
 - nur Ansatzweise geklärt, wie die zugrunde liegenden Annahmen in eine formal präzise Theorie zu übersetzen sind, die sich empirisch testen lässt, häufig nur qualitative Überlegungen
 - offen, wie man sich den Erwerb des Vorwissens vorstellen soll, eventuell ähnlichkeitsbasierte Konzepte am Anfang des Lernprozesses
 - Ähnlichkeitskonzept im Rahmen der Theoriesicht vorschnell aufgegeben, relationale Merkmale spielen eine wichtige Rolle bei der Repräsentation von Konzepten
 - Relationen beim Ähnlichkeitsvergleich gelegentlich wichtiger als die Merkmale, die durch diese Relationen verknüpft werden

3.5.3 Arten von Kategorien

- auffälliges Merkmal ähnlichkeitsbasierter Theorien: keine Unterscheidung zwischen unterschiedlichen Typen von Kategorien, Bezug der Kategorien gleichgültig (Annahme)
- Theoriesicht: zunehmendes Interesse an unterschiedlichen Kategorien

3.5.3.1 Natürliche Arten vs Artefakte

- wichtige Unterscheidung zwischen natürlichen Arten (in der Natur vorgefundene Objekte) und Artefakten (vom Menschen geschaffene Objekte)
- Werden diese beiden Objektbereiche unterschiedlich repräsentiert?

Natürliche Arten:

- viele Untersuchungen beeinflusst von der Position des *psychologischen Essenzialismus* (Medin und Ortony), Menschen verhalten sich so, als hätten die Dinge, die sie umgeben, eine tiefer liegende Essenz, die sie zu den Dingen macht, die sie sind
- viele Kulturen glauben daran, dass es tiefer liegende wesentliche Eigenschaften gibt, die die wahrnehmbaren Oberflächenmerkmale beeinflussen, genaue Vorstellung von der Essenz nicht notwendig, der Glaube daran reicht aus
- Belege zB Probanden bezeichneten einen Vogel, der durch Umweltgifte nun eher einem Insekt ähnelt noch immer als Vogel (Rips), dasselbe mit einem Waschbär, der wie ein Stinktier aussah (Keil)
- Welche Rolle spielen daneben die Oberflächenmerkmale und wie homogen ist die angenommene Essenz?
- Studie (Malt) mit Wasser (Tee, Meerwasser, Mineralwasser, welches ist typischer) zeigt, dass andere Faktoren (Gebrauch, typischer Ort, Quelle) genauso wichtig sind, wie die chemische Zusammensetzung

Artefakte:

- werden weniger mit einer inneren Essenz in Verbindung gebracht, eher mit funktionalen Merkmalen (Barton und Komatsu, Ziege und Reifen)
- Debatte: objektive Funktion vs intendierte Funktion (kaputter Stuhl immer noch ein Stuhl)
- auch physikalische Eigenschaften wichtig (sieht aus wie ein Boot, funktioniert so, wird als Boot klassifiziert, selbst wenn der Erbauer es so nicht wollte)
- Essentialismus, der sich nicht auf materielle Eigenschaften bezieht, sondern auf dargebrachte Intentionen

3.5.3.2 Kausale Kategorien

- weitere Möglichkeit, die Unterschiede zwischen verschiedenen Kategorien zu begründen: Ausgang von Unterschieden in der zugrunde liegenden kausalen Struktur
- Ahn: generell haben Merkmale, die Ursachen bezeichnen, eine größere Bedeutung, als Merkmale, die Effekte bezeichnen, zB bei einer kausalen Kette (Früchte, klebrige Füße, Nester bauen) ist der erste Punkt wichtiger für die Kategoriezugehörigkeit als der letzte
- Kim und Ahn: Studie mit Symptomen von fiktiven Anorexie-Patienten, Vpn sollten eigenen kausalen Zusammenhang zwischen den Symptomen erstellen, bei fiktiven Patienten mit nur einzelnen Symptomen zeigte sich, dass nicht nur die Anwesenheit der Symptome gecheckt wurde sondern auch die eigene subjektive Theorie (kausaler Zusammenhang) angewandt wurde
- Sortierung von Exemplaren (Medin): Begriffe sollten nach Belieben in zwei Kategorien sortiert werden (probabilistische Beziehung zu diesen), Vpn sortierten eher auf der Basis korrelierter Symptome, wenn diese kausal verknüpft werden konnten
- kausale Struktur von Kategorien beeinflussen das Lernen (Murphy und Allopenna): neun Kategorien mit Tieren, deren Merkmale kausal (scharfe Zähne - Fleischfresser) oder nicht kausal (spitze Ohren - Flecken) verknüpft waren, die Kategorien mit kausal verknüpften Merkmalen wurden erheblich schneller gelernt
- Einfluss von abstraktem Wissen über die Kausalstruktur auf den Lernprozess (Waldmann): identische Lernexemplare, Merkmale, Kategorien, aber einmal mit Merkmal als Ursache der Kategorien und einmal mit Merkmal als Effekt der Kategorien, zB Vorhandensein oder Abwesenheit von drei Substanzen im Blut, Vpn sollten die Patienten in "leidet an Krankheit" und "leidet nicht an Krankheit" kategorisieren, eine Gruppe: Substanzen kamen aus der Nahrung (Ursache der Krankheit), andere Gruppe: Substanzen als durch Krankheit entstanden (Effekt der Krankheit)
- identische Lernaufgaben führen zu unterschiedlichem Lernen in Abhängigkeit von der eingangs instruierten Kausalstruktur, Waldmann: nicht linear trennbare Struktur mit korrelierten Merkmalen leichter zu lernen wenn Merkmale Effekte repräsentierten (Korrelation der unabhängigen Effekte), linear trennbare Struktur leichter wenn Merkmale Ursachen repräsentierten (alternative Ursachen beeinflussen den Effekt unabhängig voneinander)
- Waldmann: Vpn gehen davon aus, dass mehrere Ursachen im Wettbewerb in Bezug auf die Erklärung des Effekts stehen, während mehrere Effekte einer gemeinsamen Ursache nicht miteinander im Wettbewerb in Bezug auf ihre diagnostische Aussagekraft sind, Widerspruch zu assoziationalistischen und konnektionistischen Lerntheorien (kompetitiver Lernmechanismus unabhängig von der Art der Merkmale)
- bisherige Studien: Wie beeinflussen vorhandene kausale Theorien das Lernen und die Nutzung von Kategorien?, nun (Waldmann): Hat die Art der bereits vorhandenen Kategorien nicht auch einen Einfluss darauf, welche kausalen Theorien gelernt werden?
- zB rote und große Früchte lösen Allergien aus, grüne und kleine Früchte lösen Krankheiten aus, Führt nun eine kleine und rote Frucht eher zu einer Allergie oder nicht?, hängt davon ab, ob wir vorher Früchte eher nach Farbe oder nach Größe kategorisiert haben
- Studien zeigen, dass die Beziehung zwischen Kausalwissen und Kategorienbildung bidirektional ist

3.5.3.3 Andere Arten von Kategorien

- viele Jahren waren Kategorien mit Nomen-Bezeichnungen die einzigen, nun aber zunehmend andere Kategorientypen
- Nomen bezeichnen eher Cluster von korrelierten Merkmalen, die zu perzeptuellen *chunks* führen, Verbkategorien beziehen sich eher auf zeitlich ausgedehnte Ereignisse, die kausale Relationen zwischen Objekten / Aktivität / Veränderungen kodieren
- Klix: zwischenbegriffliche Relationen häufig als *Geschehenstypen* in Form von ereignisbezogenen Netzwerken repräsentiert (Schule: Lehrer, Schüler, Unterricht, Pause als ereignisbezogene Relation)

- falsch: Kategorien werden bei Erwachsenen vorzugsweise als systematische Hierarchien abgespeichert
- thematische, ereignisbezogene Relationen haben einen deutlichen Einfluss auf das Kategorisierungsverhalten (Waldmann)
- kaum untersucht ist der Bereich der abstrakten Kategorien (zB Gerechtigkeit), Ansatz: Begriffe werden in Analogie zu konkreten Kategorien verstanden
- Müssen Kategorien nach Inhaltsbereichen differenziert werden?, traditionell: Repräsentation und Verarbeitung von Kategorien weitgehend unabhängig vom konkreten Inhalt, seit einigen Jahren: angeborene bereichsspezifische *constraints* (Grenzen), die den Lernprozess steuern

3.5.4 Relationen zwischen Kategorien

- Kategorien nicht isoliert, sondern in Relation zu anderen
- bisheriger Schwerpunkt: systematische Beziehungen, andere möglich: kausal oder funktional verknüpft, Teil-Ganzes-Beziehung, Bestandteil typischer Ereignisfolgen

3.5.4.1 Taxonomien

- Kategorien häufig systematisch auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen angeordnet, auf jeder Ebene gehört ein Exemplar zu einer aus einer Reihe alternativer, sich wechselseitig ausschließender Kategorien (Pudel ist Hund, Säugetier, Lebewesen und kein Reptil oder Pflanze), es besteht Klasseninklusion
- Collins und Quillian: taxonomisches (systematisches) Wissen wird repräsentiert als hierarchisches Netzwerk von Knoten, jedem Knoten sind Eigenschaften zugeordnet, die vererbt werden und so lange gelten, bis sie überschrieben werden
- psychologisch privilegierte Ebene der Taxonomien (eine Reihe von Aufgaben fällt uns am leichtesten), mittlere Beschreibungsebene (Ebene der *Basiskategorien*), zB vierbeiniges Tier als Hund und nicht als Tier oder Pudel (belegt zB durch Hoffmann), Basiskategorien werden als erstes in der Entwicklung gelernt
- Kennzeichnung von Basiskategorien (Rosch): hohe Familienähnlichkeit (Hunde vergleichsweise ähnlich im Vergleich zu Tieren)
- Basisebene kann mit dem Ausmaß von Erfahrung in diesem Bereich variieren, auch kulturell verschieden
- Coley: induktive Sonderstellung für die untergeordnete Ebene, interessante Inkonsistenz

3.5.4.2 Nichthierarchische Kategoriestructuren

- vor allem soziale Kategorien nicht in eine systematische Hierarchie zu bringen (gleichzeitig Frau, Psychologin, Tennisspielerin), *Kreuzklassifikation*
- bevorzugte Kategorien (Srull und Wyer): Häufigkeit und Kategorienaktivierung spielen eine wichtige Rolle
- Konkurrenz zwischen taxonomischen und ereignisbezogenen Kategorien (Ross und Murphy): zB lassen sich Nahrungsmittel beiden Arten von Kategorien zuordnen, beide Typen werden generiert und genutzt, taxonomische häufiger
- offene Frage: Wie stellt man sich die Repräsentationen und den Zugriff auf eine Wissensbasis vor?

3.5.5 Der Erwerb von Kategorien

3.5.5.1 Konnektionistische Modelle

- die meisten Theorien des Erwerbs von Kategorien basieren auf der Konzeption ähnlichkeitsbasierter Theorien, die den Lernprozess unabhängig von Vorwissen modellieren, konnektionistische Modelle (gehen von assoziativen Lernprozessen aus) dominieren in den letzten Jahren

Modell 1 (verallgemeinertes Komponenten-Merkmals-Modell von Glucks und Bowers):

- einfache Merkmale des Lerninputs (zB Symptome), Outputknoten kodieren unterschiedliche Kategorien (zB zu diagnostizierende Krankheit), nur linear trennbare Kategorien, Assoziationsgewichte auf den Linien, Outputknoten als Summe der eingehenden Linien, Fehlerfrei bei korrekter (De-)Aktivierung des Knotens, bei unerwartetem Ergebnis werden die Assoziationsgewichte modifiziert (Fehlerminimierung)
- Wettbewerb zwischen den vorhandenen Merkmalen um die Vorhersage der Kategorie, nahezu perfekte Klassifikation durch ein Merkmal resultiert in Modifikation der anderen Merkmale, auch wenn diese individuell die Kategorie sehr gut vorhersagen
- bei mehreren Outputknoten wird eine Wahlregel benötigt, Funktion der relativen Stärke des Outputknotens

Modell 2 (konfigurales Merkmalsmodell von Gluck und Bower):

- Input wird erweitert um Knoten, die Merkmalskonfigurationen kodieren (zB AB), Problem: explosiv anwachsende Menge von Inputknoten wenn man alle möglichen Konfigurationen zulässt (zB ABC, ABCD)

Modell 3:

- gehört zu den wichtigsten innerhalb der konnektionistischen Bewegung
- nur einfache Merkmale (A,B,C) auf der Inputebene, auch die Outputebene ist vergleichbar, mittlere Ebene (hidden layer) mit vermittelnden Knoten (hidden nodes), die konfigurale Beziehungen im Input repräsentieren
- Aktivierung der vermittelnden Knoten abhängig von den assoziativen Gewichten der Inputknoten, Aktivierung der Outputknoten ist eine Funktion der Aktivierung der vermittelnden Knoten und der assoziativen Gewichten zwischen den Ebenen, Gewichte werden proportional zum Fehler am Output modifiziert (ebenenweise)
- Modell kann konfigurale, nichtlineare Aufgaben bewältigen, Aber sind sie ein plausibles psychologisches Modell für Lernprozesse?
- viel Zeit benötigt für manche konfigurale Aufgaben, die Vpn eher leicht fallen, Neigung zu katastrophischer Interferenz (einmal gelerntes wird schnell vergessen, wenn neue inkompatible Lernaufgaben präsentiert werden), vermittelnde Knoten für eine große Zahl von Inputknoten verantwortlich (schnelle Modifikation von Gewichten)

Modell 4 (ALCOVE von Kruschke):

- Inputebene (A,B,C) aktiviert über vermittelnde Knoten (E1,E2) die Reaktionsknoten (R1,R2, Outputebene), auch hier werden die assoziativen Gewichte in Abhängigkeit vom Fehler beim Output modifiziert, Wettbewerb zwischen den Gewichten
- entscheidender Unterschied besteht in der Aktivierungsfunktion der vermittelnden Knoten und der Bedeutung der Gewichte
- E1 und E2 repräsentieren einzelne Lernexemplare (mit einem Netzwerk eigener Knoten), jedes Lernexemplar hat einen eigenen Knoten, Aktivierung der Exemplarknoten durch eine Funktion der Ähnlichkeit mit dem Lerninput, ein Lernexemplar aktiviert meist nicht nur einen Exemplarknoten, sondern mehrere in Abhängigkeit von der Ähnlichkeit, assoziative Verbindung der Exemplarknoten mit der Outputebene
- Aufmerksamkeitsgewichte an der Inputebene: Variation der psychologischen Relevanz der unterschiedlichen Merkmalsdimensionen, Fehler beim Output als Grundlage für die Modifikation der Aufmerksamkeitsgewichte
- Grund für den vergleichsweise großen Erfolg ist die Fähigkeit, in Abhängigkeit vom Lernmaterial die selektive Aufmerksamkeit zu optimieren,
- neues Modell (SUSTAIN von Love): auch Kategorien bildbar, wenn keine Rückmeldung über die richtige Kategoriezugehörigkeit gegeben wird, Lernexemplare werden auf Basis ihrer Ähnlichkeit organisiert, startet mit einzel-nem Cluster und fügt neue hinzu wenn die Exemplare den bestehenden Clustern nicht ähneln oder wenn keine Rückmeldung kam

3.5.5.2 Wissensbasierte Lerntheorien

- Modelle mit Wissenseffekten (Choi): einfache konnektionistische Modelle, bei denen die Assoziationsgewichte bei Vorwissen nicht bei Null starten, Beschränkt auf assoziative Beziehungen zwischen Merkmalen und Kategorien
- Integrationstheorie (Heit): Kategorisierungsentscheidungen nicht nur anhand von aktuell erlebten Exemplaren sondern auch anhand von früheren, anderen Lernkontexten, Welche Vorerfahrungen werden aber aktuell herangezogen?
- Theorie aus der künstlichen Intelligenz: theoretische Annahmen über eine Kategorie, ausdrückende Regeln, Erfüllt das Lernexemplar die in der Theorie spezifizierten Bedingungen?, wenig empirische Untersuchungen
- Problem aller bisherigen Ansätze: spezifisches Vorwissen wird vergleichsweise gut berücksichtigt, aber keine Möglichkeit um abstraktes Wissen auszudrücken (wie bei den kausalen Theorien von Waldmann)
- wissensbasiertes Lernen bisher nur ansatzweise modelliert

3.5.6 Die Nutzung von Kategorien

- Annahme: Kategorien sind unabhängig von ihren Nutzungskontexten stabil und invariant, in den letzten Jahren zunehmend infrage gestellt
- Welche Funktionen können Kategorien erfüllen?, häufig Wechselwirkung zwischen den Kontexten der Kategorienutzung und der Kategoriestructur, die die traditionelle Strategie der kontextfreien Untersuchung von Kategorien infrage stellt
- Kategorisierung wesentlich komplexer als in früheren Theorien vermutet

3.5.6.1 Der Einfluss von Zielen und pragmatischen Kontexten

- Barsalou hat gezeigt, dass Kategorien adhoc im Hinblick auf aktuelle Ziele gebildet werden können, diese Kategorien weisen Typikalitätsgradienten wie natürliche Kategorien auf, Basis ist ein Vergleich mit einem Idealexemplar (keine Ähnlichkeitsvergleiche zwischen den Exemplaren), möglicherweise weniger stabil wegen der selteneren Aktivierung und der geringeren Überlappung
- Hoffmann (extreme Sicht): Kategorien fassen generell funktional äquivalente Objekte zusammen, die im Zusammenhang mit Handlungszielen austauschbar sind, Kategorisierung wird der antizipativen (vorwegnehmenden) Handlungssteuerung untergeordnet (Landschaftsgärtner sortieren Bäume (Nutzung und Anordnung) anders als Biologen (wissenschaftlich systematisch))
- Ross: Vpn lernten fiktive Krankheiten auf der Basis von Symptomen zu klassifizieren, für eine Therapie (für die die Vpn sich entschieden) waren nur einige der Symptome wichtig, beim Diagnostizieren neuer Patienten wurde den therapielevanten Symptomen mehr Beachtung geschenkt, die Nutzung der Kategorie veränderte die Repräsentation
- welchen Einfluss hat Kommunikation auf die Bildung von Kategorien: Vpn sollten zu zweit (Anweiser und Ausführer) oder alleine Lego-Modelle bauen, zusammenarbeitende Personen sortierten die Bauteile später ähnlicher als Einzelpersonen, Kommunikation führte zu Gemeinsamkeiten der Kategorisierung

3.5.6.2 Konzeptuelle Kombination

- Konzepte können kombiniert werden, hierdurch wird ein neuer Sachverhalt ausgedrückt
- keine Theorie der konzeptuellen Kombination, die allen Phänomenen gerecht wird
- ursprünglich: Bedeutung des kombinierten Konzepts allein als Funktion der Bedeutung seiner Elemente
- *selektives Modifikationsmodell* (Smith und Osherson): Adjektiv-Nomen-Kombination, "brauner Apfel" aktiviert erst den Prototypen von Apfel und ersetzt dann die prototypische Farbe "rot" durch "braun", Problem: Typikalität der kombinierten Konzepte lässt sich manchmal nicht aus den Elementen vorhersagen (kleine, große Holz- und Metalllöffel), Kombinationen weisen gelegentlich Merkmale auf, die für keines der Elemente typisch war (Haustiervögel im Käfig)

- viele unterschiedliche Strategien, um kombinierte Begriffe zu verstehen: Nomen-Kombination (auffällige Eigenschaft des einen wird auf das andere übertragen)

3.5.6.3 Sprache und Kategorien

- Sind Wörter sprachliche Benennungen von sprachunabhängigen Konzepten und Kategorien oder hängen diese von der gesprochenen Sprache ab?, radikalste Sichtweise: Denken ohne Sprache ist nicht möglich (Tiere und Babys dürften dann nicht denken können)
- *linguistischer Determinismus* (Whorf): Sprache determiniert unser Denken, Denken ist so lange unstrukturiert und chaotisch, bis es durch die Muttersprache strukturiert wird, mittlerweile weitgehend aufgegeben
- radikale Gegenseit (Fodor): Kategorien völlig unabhängig von Sprache, Kinder kommen mit Konzepten zur Welt, die beim Spracherwerb mit den Wörtern in Verbindung gebracht werden
- derzeitiger Erkenntnisstand: wechselseitige und grundsätzlich reversible Beeinflussung zwischen Sprache und Denken, linguistische Kategorien der Muttersprache heben bestimmte Erfahrungsdimensionen zugunsten anderer hervor, Einfluss nicht streng, Kategorien durch weitere Erfahrungen (Zweitsprache) modifizierbar
- Studie von Boroditsky zur Zeit: Zeit wird häufig durch räumliche (horizontale) Beziehungen ausgedrückt (before, after), in Mandarin auch vertikale Relationen (oben, unten), Schlagen Unterschiede in der Sprache sich auch im Denken nieder?, Aufgaben mit nicht-räumlichen Begriffen ("März ist früher als April"), Amerikaner antworteten schneller auf temporale Fragen, wenn sie vorher horizontale Relationen beantwortet hatten, bei Mandarin eher mit vorherigen vertikalen Aufgaben, Einfluss nicht absolut oder irreversibel: vertikale Relationen von Amerikanern trainierbar
- anderes Beispiel im Bereich räumlicher Relation: räumliche Relationen eher situationsspezifisch bei Deutschen ("vor etwas stehen"), bei einem mexikanischen Dialekt eher in absoluten Koordinaten ("südlich von etwas stehen"), 4 Objekte von einem Tisch auf einen anderen räumen, gleiche relative Anordnung vs gleiche Position bezüglich der Himmelsrichtungen
- kognitives System flexibel genug, um Semantik ganz unterschiedlicher Sprachen zu erwerben, bestimmte Unterscheidungen können für eine jeweilige Sprache in den Vordergrund oder in den Hintergrund geschoben werden, solche Einflüsse sind aber nicht spezifisch für Sprache (auch bei anderen Lernaufgaben, die Kategorien generieren)
- Dehaene: es gibt zwei kognitive Systeme, die mit Zahlen operieren: ein primitives System (auch bei Tieren, approximative Vergleiche von Mengen, funktioniert nur bei kleinen Zahlen ≤ 10), exakte Operationen mit größeren Zahlen setzen *sprachliche* Repräsentationssysteme voraus (neuropsychologische Befunde, Verlust von mathematischem Denken geht of mit dem Verlust von Sprache einher, mathematische Aufgaben in der Sprache, in der sie gelernt wurden einfacher, als in einer anderen Sprache)

3.5.6.4 Kategorien und Induktion

- similarity-coverage-model (Osherson): die Ähnlichkeit zwischen Exemplaren und Kategorien steuert den Induktionsprozess
- die Stärke des Arguments wird von zwei Faktoren beeinflusst: der Ähnlichkeit zwischen der Kategorie in der Annahme und der Kategorie der Schlussfolgerung, der Ähnlichkeit der Kategorie der Annahme zur niedrigsten systematischen Kategorie, die noch die Kategorien in Annahme und Schlussfolgerung umspannt
- das Vertrauen in ein Urteil basiert auf einer Gewichtung dieser beiden Faktoren
- viele Vorhersagen sind intuitiv plausibel, andere nicht: "alle Rotkehlchen..." auf "alle Vögel..." wird als stärker empfunden als auf "alle Straußenvögel..." obwohl Straußenvögel auch Vögel sind (Straußenvögel eher atypische, Rotkehlchen eher typische Vögel)
- Zweifel an diesem Modell: Experten auf einem Gebiet haben andere Präferenzen als Laien ("Krankheit A bei Birken und Föhren" ist hier nicht stärker als "Krankheit B bei zwei Birkenarten", wegen ihres Fachwissens), Theorie eher für Laien zugeschnitten

- Beispiele für die Rolle von Kausalwissen bei Betrachtung der Rolle der Prädikate in induktiven Argumenten: “viele ehemalige Kriminelle sind Leibwächter” auf “viele Kriegsveteranen sind Leibwächter” ist überzeugender als das Argument “viele ehemalige Kriminelle sind arbeitslos” auf “viele Kriegsveteranen sind arbeitslos”

3.5.7 Ausblick

- Ansätze erweisen sich als unvollständig, die Frage nach Ähnlichkeit ist keineswegs einfach zu klären
- Theorie: viele Befunde der Kognitionspsychologie können nur für westliche Kulturen Geltung beanspruchen, Gibt es interkulturelle Unterschiede in der Art und Weise der Repräsentation der Welt?
- wenig Wissen über Ereigniskategorien und abstrakte Kategorien

3.6 Gedächtniskonzeptionen und Wissensrepräsentationen

3.6.1 Einführung und Begriffserklärung

- Gedächtnisforschung zB zur Verbesserung von polizeilichen Verhörmethoden
- das *Arbeitsgedächtnis* kann nur eine sehr begrenzte Zeit eine sehr begrenzte Menge an Informationen bereithalten
- Trennung zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis orientiert sich an Broadbents Modell menschlicher Informationsverarbeitung
- die o.g. Trennung liegt auch dem *modalen Gedächtnismodell* (Mehrspeichermodell) von Atkinson und Shiffrin zugrunde:
 - sensorisches Register / Gedächtnis** visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch, gustatorisch, wenige hundert Millisekunden, bildet Brücke zwischen Wahrnehmung und einer konventionellen Vorstellung von Gedächtnis, in Broadbents Modell die erste präattentive Stufe der Informationsverarbeitung
 - Langzeitgedächtnis** deklaratives System (episodisches Wissen, semantisches Wissen) und nondeklaratives System (perzeptuelles Wissen, prozedurales Wissen)
 - Arbeitsgedächtnis** zentrale Exekutive, Subsysteme (phonologische Schleife, visuell-räumliches System, episodischer Puffer)
- Unterteilung noch recht grob, zahlreiche Vorschläge für weitere Unterteilungen
- drei Ebenen, wo eine solche Unterscheidung angesiedelt sein kann:
 - deskriptive Ebene** Unterscheidung von Gedächtnissystemen aufgrund unterschiedlicher Anforderungen der Gedächtnisaufgabe oder aufgrund des zu verarbeitenden Materials, prinzipiell beliebige Formen von Gedächtnis (Gesichter, Telefonnummern (wenig plausibel), ...), nicht alle Formen gleich plausibel, Gedächtnis für Gesichter möglich (in der sozialen Gemeinschaft, bessere Wiedererkennung von Gesichtern mit ähnlichem ethnischen Hintergrund)
 - funktionale Ebene** Gedächtnissysteme können unterschieden werden, keine starke Orientierung an oberflächlichen Eigenschaften von Gedächtnisaufgaben, Unterscheidung anhand der Funktionsweise von Gedächtnissystemen, *Dissoziationsparadigma* zum experimentellen Nachweis unterschiedlicher Gedächtnissysteme auf der funktionalen Ebene, Haben bestimmte Manipulationen unterschiedliche Effekte auf verschiedene Gedächtnisaufgaben? (Gedächtnistests G_X und G_Y , Manipulation M_A (wirkt sich auf G_X und nicht auf G_Y aus), M_A beeinflusst einen Aspekt von Gedächtnis, der vom Text G_X , aber nicht von G_Y erfasst wird, einfache Dissoziation), zB das Altern betrifft vor allem die Komponenten des Gedächtnisses, die an dem direkten Abruf von bestimmten Lernepisoden beteiligt sind, doppelte Dissoziation: M_B wirkt sich auf G_Y aus aber nicht auf G_X , Untersuchungen von Gedächtnisleistungen in unterschiedlichen Aufgaben mit mathematischen Prozessmodellen
 - neuronale Ebene** Definition von Gedächtnissystemen unterschiedlicher beteiligter Hirnstrukturen, Erkenntnisse durch bildgebende Verfahren oder durch Patienten mit Läsionen
- streng genommen können die neuronale und die funktionale Ebene unabhängig voneinander betrachtet werden, in der Praxis aber meist zusammen diskutiert
- theoretisches Postulat eines spezialisierten Gedächtnissystems sollte sich auf allen Analyseebenen bewähren

3.6.2 Langzeitgedächtnis

- zwei dominierende Herangehensweisen: Gedächtnis als Menge von verschiedenen zu identifizierenden Systemen und Betonung auf der Analyse von Gedächtnisprozessen
- daneben noch: mathematische Modellierung von Gedächtnis

3.6.2.1 Systemorientierter Zugang zum Langzeitgedächtnis

- Unterscheidung zwischen deklarativem und nondeklarativem Wissen (Zuordnung zu verschiedenen Gedächtnissystemen)
- deklaratives Wissen: verbalisierbares Wissen, besonders flexibel und speziell zu Beginn eines Lernprozesses wichtig (zuerst: in welchen Situationen ist welche Eingabe nötig)
- nondeklaratives Wissen: schwer zu verbalisieren, zB ist für Experten etwas oft einfacher zu zeigen als zu erklären
- empirische Befunde betreffen die Gedächtnisleistungen von amnestischen Personen, Amnesie hat verschiedene Gründe aber ähnliche Gedächtnisleistungen bei den Patienten
- Patient H.M.: Hirnoperation, große Teile der medialen Temporallappen entfernt, leidet unter retrograder (kurzer Zeitraum) und anterograder (Merkfähigkeit für neue Bewusstseinsinhalte) Amnesie, konnte sich an viele Dinge nicht erinnern, konnte aber normale Gespräche führen (Arbeitsgedächtnis unversehrt), konnte bestimmte kognitive und motorische Fähigkeiten trotz der Schädigung des deklarativen Gedächtnisses erwerben (zB Spiegelzeichen)
- nondeklarative Gedächtnisleistungen weit weniger von amnestischen Erkrankungen betroffen als deklarative, Beleg für die Verschiedenheit der zugrunde liegenden Gedächtnissysteme
- Schlafforschung: fördert die Ausbildung von Gedächtnisinhalten, verschiedene (relevante) Schlafphasen: REM (rapid eye movement) und SWS (slow wave sleep)
- verschiedene Schlafstadien werden zyklisch durchlaufen (je ca. 90 Minuten) und enden mit der REM-Phase, SWS vor allem in der ersten Hälfte der Schlafperiode, REM vor allem in der zweiten
- Plihal und Born: Lernen und Erinnern von Wortpaaren (deklaratives Gedächtnis) profitiert stärker von der ersten Schlafhälfte als das Nachzeichnen von indirekt über einen Spiegel sichtbare Figuren (nondeklaratives Gedächtnis), umgekehrt profitierte letzteres stärker von der zweiten Hälfte
- SWS-Schlafphasen wichtiger für die Ausbildung des deklarativen Gedächtnisses
- REM-Phasen wichtiger für die Ausbildung nondeklarativer Gedächtnisinhalte

Deklaratives Gedächtnis

- Unterscheidung zwischen *episodischem* und *semantischem Langzeitgedächtnis* nach Tulving:
episodisches Langzeitgedächtnis Zuordnung von Erinnerungen an persönlich erlebte Ereignisse und deren räumliche und zeitliche Koordinaten
semantisches Langzeitgedächtnis Sachwissen ohne zeitlich-räumliche Einbettung
- Beleg für Unterscheidung: amnestische Patienten haben massive Probleme beim Erinnern autobiographischer Ereignisse, sonst sind sie relativ unauffällig, problematisch: große Teile der "semantischen" Wissensbestände vor der Erkrankung erworben (gehen nur mit einer sehr kleinen Wahrscheinlichkeit verloren)
- nach einer Hirnschädigung und mit zunehmendem Alter sind diejenigen Begriffe, die man später im Leben erworben hat, mit größerer Wahrscheinlichkeit nicht mehr verfügbar
- semantisches Wissen redundant repräsentiert, Fakten kommen als Komponenten vieler verschiedener Episoden vor
- viele weitere Probleme, auf deskriptiver Ebene plausibel, Zweifel ob auf anderen Analyseebenen sinnvoll
- Unterscheidung von episodischem und semantischem Gedächtnis sinnvoll auf deskriptiver Ebene, fraglich auf den anderen Analyseebenen

Nondeklaratives Gedächtnis

- wesentlich mehr Erfahrungen im Gedächtnis gespeichert als zu einem gegebenen Zeitpunkt berichtbar, beeinflussen alle unser Erleben und Verhalten
- Erfahrungen als nondeklarativ bezeichnet, weil sie nicht berichtet werden können, "der größere Teil des Erfahrenen bleibt dem Bewusstsein verborgen und entfaltet doch eine bedeutende und seine Fortexistenz dokumentierende Wirkung" (Ebbinghaus)
- Vielzahl von Phänomenen: zB Priming (Bahnung, Nachwirkungen der Verarbeitung einzelner Objekte oder Ereignisse), amnestische Personen gleich gut wie gesunde
- einfaches assoziatives Wissen, wird in Sequenzlernaufgaben untersucht, erscheinende Punkte auf dem Bildschirm, Vpn müssen entsprechende Tasten drücken, Sequenzlernen gilt als demonstriert, wenn die Antwortzeiten bei systematischer (unbekannter) Reihenfolge kürzer sind als bei zufälliger Reihenfolge, amnestische Personen gleich gut wie gesunde
- weitere noch komplexere Phänomene, die sich auf kognitive und motorische Fertigkeiten beziehen

Explizite und implizite Messung von Erfahrungsnachwirkungen

- Messung der Erfahrungsnachwirkungen erfolgt implizit, explizite Gedächtnistests: Wiedererkennen, freies Reproduzieren (unbewusste Konfrontation mit dem Wissen in einer früheren Lernphase), bei impliziten Tests entfällt der Bezug zu einer Lernphase, Nachwirkungen einer bestimmten Lernerfahrung drückt sich in einer fehlerfreien oder schnellen Verarbeitung aus, Erinnerung an die Lernphase ist nicht notwendig
- deskriptive Unterscheidung zwischen implizit und explizit gemessenen Gedächtnisleistungen (Graf und Schacter) ungeheuer populär
- Beispiel zur Entwicklung und zur Erklärung der resultierenden Probleme (Wortstammergänzungsaufgabe): Lesen von langen Wortlisten (Phase 1, unter Vorwand, *inzidentelle* Phase, Wörter werden nur als Nebenprodukt gelernt), Wortstämme, die sich zu Wörtern ergänzen lassen, Vpn sollen die ersten drei Wörter nennen, die ihnen einfallen, vorher gelesene Wörter werden häufiger ergänzt (Phase 2, als separate Untersuchung getarnt, explizites Erinnern an vorangegangene Phase nicht nötig), "unbewusste" Erinnerungen bei impliziten Gedächtnistests im Gegensatz zu "bewussten" Erinnerungen bei expliziten Tests
- Interessant: Vergleiche zwischen impliziten und expliziten Prüfverfahren, amnestische Patienten bei expliziten (zB Wiedererkennen) sehr viel schlechter als gesunde Personen, kaum Unterschied bei impliziten → funktionale Dissoziation
- junge Menschen vs alte Menschen (und etliche andere Beispiele): keine Unterschiede im impliziten, wohl aber im expliziten Prüfverfahren (beim o.g. Beispiel)
- nicht alle experimentellen Dissoziationen zur Unterscheidung von expliziten und impliziten Gedächtnisleistungen interpretierbar (*Reliabilitätsproblem*), implizite Prüfverfahren messen oft weniger verlässlich, Gruppenunterschiede werden mit dem impliziten Verfahren oft seltener entdeckt, Dissoziationen würden also auch auftreten, wenn das selbe Gedächtnissystem für beide Verfahren genutzt wird (also nicht jeweils verschiedene Gedächtnissysteme)
- ein Prüfverfahren erfasst mehr oder weniger "rein" ein bestimmtes Gedächtnissystem (benötigte Annahme, *Kontaminationsproblem*), Vpn können sich aber eventuell bewusst an die in Phase 1 genannten Wörter erinnern, das Verfahren wird so zu einem expliziten, oder wenn in Phase 2 ein Wort nicht aus dem Gedächtnis abgerufen wird sondern einen Vertrautheitseindruck erweckt (wird dann als "alt" bezeichnet)
- *Prozessdissoziationsprozedur*: Prozedur zur Dissoziation expliziter kontrollierter Abrufprozesse und automatischer vertrautheitsbasierter Prozesse innerhalb einer einzigen Aufgabe:
 - einfachste Form (Jacoby): Lernphase (Informationen in zwei unterschiedlichen Formaten, zB erst lesen dann hören), zweite Phase besteht aus zwei Bedingungen: *Inklusionsbedingung* ("Ja" zu allen gehörten und gelesenen Wörtern, "Nein" zu Distraktoren), *Exklusionsbedingung* ("Ja" zu allen gehörten Wörtern, "Nein" zu allen gelesenen und zu Distraktoren)

- aus diesen beiden Bedingungen lässt sich zum einen die Wahrscheinlichkeit r des kontrollierten Abrufs eines Wortes bestimmen und zum anderen die Wahrscheinlichkeit a einer automatischen vertrauheitsbasierten Antwort (und mit diesen beiden dann auch die Wahrscheinlichkeit der Antwort "Ja" auf ein Wort in den jeweiligen Bedingungen)
- angewandt zB durch Hertel und Milan: depressiv verstimmte Personen seien durch ein geringeres Maß an "kognitiver Kontrolle" gekennzeichnet → r ist bei depressiven kleiner als bei nicht depressiven Personen, a hingegen ist bei beiden Gruppen gleich
- funktionale Dissoziation auf der Ebene von Prozesskomponenten
- Problem: zB Raten nicht vorgesehen
- stochastische *multinominale Modelle* als Alternative zu Jacobys Messmodell:
 - Wahrscheinlichkeiten bestimmter latenter Zustände können geschätzt werden, Raten wird berücksichtigt
 - Annahmen benötigt: in welchen *Situationen* führen welche *kognitiven Prozesse* zu welchen *beobachtbaren Antworten* → ableitbare Modellgleichungen
 - Rateprozesse wirken nur dann, wenn Gedächtnisprozesse nicht erfolgreich waren
 - Vorteile: 1. Einfachheit, mit der sich Hypothesen über das Zusammenspiel verschiedener kognitiver Prozesse beim Zustandekommen beobachtbaren Antwortverhaltens formal präzise formulieren lassen, 2. statistische Prüfung inhaltlicher Hypothesen kann direkt auf der Ebene der Parameter durchgeführt werden, die unmittelbar die interessierenden hypothetischen Prozesse repräsentieren
 - es müssen keine statistischen Tests auf der Ebene globaler Verhaltensdaten durchgeführt werden, die interessanten Parameter (zB r) können direkt auf Unterschiede (bzgl. der Gruppen) getestet werden

3.6.2.2 Prozessorientierter Zugang zum Langzeitgedächtnis

- systemorientierte Interpretation von Dissoziationsbefunden (zwischen nondeklarativem und deklarativem Gedächtnissystem) ist keineswegs zwingend
- gänzlich anderes Bild bei der Analyse der Gedächtnisleistungen auf der Basis der beteiligten Prozesse

Verarbeitungstiefe und transferangemessenes Verarbeiten:

- These von Craig und Lockhart: ein erfolgreicher Abruf von Informationen aus dem Gedächtnis hängt weniger davon ab, in welchem Gedächtnissystem eine Information abgelegt ist, eher wichtig sind die bei der Enkodierung beteiligten Gedächtnisprozesse, Verarbeitungstiefe der Informationen als Schlüsselrolle (je tiefer desto besser abrufbar)
- Studie von Hyde und Jenkins: Lernphase: unterschiedliche Orientierungsaufgaben (nichtsemantische (zB ob ein Wort einen bestimmten Buchstaben enthält, nicht Bedeutung des Wortes wichtig sondern dessen Form) und semantische Aufgaben (zB ist ein Wort ein Substantiv oder ein Verb, kommt es häufig vor oder wird es als angenehm empfunden, Bedeutung des Wortes wichtig)), Wörter aus einer semantischen Orientierungsaufgabe (tiefere Verarbeitung) wurden besser gelernt als Wörter aus einer nichtsemantischen Orientierungsaufgabe
- Kritik an der Studie: objektive Bestimmung der Verarbeitungstiefe nicht möglich, ausschließlich Prozesse der Enkodierung berücksichtigt, aber auch Abrufprozesse müssen beachtet werden, ähnliche Studie mit einer semantischen Orientierungsaufgabe und einer Reim-Orientierungsaufgabe, anschließend zwei Wiedererkennungstests, typisches Ergebnis mit einer besseren Gedächtnisleistung nach der semantischen Orientierungsaufgabe, beim Reim-Wiedererkennungstest war die Gedächtnisleistung nach der phonologischen Orientierungsaufgabe besser als nach der semantischen → nicht allein die Tiefe der Verarbeitung wichtig sondern auch das Ausmaß der *Transferangemessenheit der Verarbeitung* (Grad der Überlappung von kognitiven Prozessen bei der Enkodierung und dem Abruf von Informationen)
- Aber: deutlich bessere Gedächtnisleistung bei der Kombination der semantischen Orientierungsaufgabe mit dem Standard-Gedächtnistest als bei der Kombination aus phonologischer Orientierungsaufgabe und Reim-Wiedererkennungstest, dies kann durch die Theorie der Transferangemessenheit alleine nicht geklärt werden → Integration der Prozesse

- Blaxton: systemorientiert vs prozessorientiert, Lernphase: Wörter ohne Kontext einfach lesen (Schwerpunkt auf perzeptuellen Prozessen des Lesens) oder Wörter mit Kontext generieren (Schwerpunkt auf den konzeptuellen Prozessen der Wissensgenerierung), in der Testphase wurden sowohl implizite als auch explizite Prüfverfahren eingesetzt (von zwei expliziten Tests betonte eine Variante eher perzeptuelle, die andere eher konzeptuelle Verarbeitungsprozesse (dasselbe für implizite Tests)), also zwei Tests mit Bezug auf die Lernphase und zwei ohne, und zwei dieser Tests mit Bezug auf die Form von Wörtern und zwei mit Bezug auf die Bedeutung von diesen
 - systemorientierte Erwartung: explizite Gedächtnistests betreffen das deklarative Gedächtnissystem, implizite Gedächtnistests eher das nondeklarative Gedächtnis, parallele Effekte der Lernbedingungen (Lesen vs Generieren) für die beiden Prüfverfahren
 - prozessorientierte Erwartung: Gedächtnistests mit perzeptuellen Hinweisen sollten sich ähnlich verhalten
 - Ergebnis: Gedächtnisleistung war immer dann besser, wenn die Verarbeitungsprozesse aus der Lernphase mit denen aus der Abrufphase übereinstimmten (unabhängig davon, ob ein explizites oder ein implizites Prüfverfahren eingesetzt wurde), Kernaussage der Theorie des transferangemessenen Verarbeitens bestätigt, systemorientierte Trennung von deklarativem und nondeklarativem Gedächtnis wird vor Probleme gestellt

Kontexteffekte und Enkodierungsspezifität:

- *Enkodierungsspezifität*: Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Abrufs ist größer, wenn die Information in dem Kontext abgefragt wird, in dem sie gelernt wurde
- Godden: Liste mit Wörtern an Land und unter Wasser lernen, Gedächtnistest auch an Land oder unter Wasser, Anzahl der reproduzierten Wörter war beim selben Kontext höher
- Murnane: Wörter auf einem PC, verschiedene Variationen (Hintergrundfarbe, Schriftfarbe, Position), Präsentation der Wörter später in der selben Darstellung oder verschieden, bessere Wiedererkennung bei identischen Testkonzepten
- Prinzip nicht nur auf Variationen des visuellen Kontexts anwendbar, auch Gerüche, aktuelle emotionale Zustände oder Einfluss psychotroper Substanzen
- Goodwin: Wortliste entweder nüchtern oder unter Alkohol lernen, Leistung wurde auch alkoholisiert oder nüchtern geprüft, nüchterne generell besser, beim alkoholisierten Lernen war die Leistung jedoch beim alkoholisierten Abrufen besser als beim nüchternen
- Informationen können dann besser abgerufen werden, wenn die Stimmung beim Abruf und beim Enkodieren der Informationen ähnlich war
- häufig stimmungsabhängige Effekte auf die Gedächtnisleistung bei freier Reproduktion, Vorgabe von Hinweisreizen verringert diese erheblich (zB ersten drei Buchstaben vorgeben), spielen aber keine Rolle mehr, beim Wiedererkennen häufig keine stimmungsabhängigen Effekte, da das Wort aus der Lernphase schon bekannt ist und nicht mehr generiert werden muss
- Lern- und Abrufkontext sind äußerst wichtige Faktoren für die Vorhersage eines erfolgreichen Abrufs aus dem Langzeitgedächtnis, Ansatz der transferangemessenen Verarbeitung (zB Reime bilden während der Lernphase, bessere Leistung, wenn ein Reim-Wiedererkennungstest verwendet wird), kann man auch unter das Konzept der Kontexteffekte fassen
- fast gleich gute Erinnerungsleistungen, wenn die Lernumgebung nach einem Kontextwechsel vorgestellt wird, kognitives Interview: Vpn sollen sich an Gefühle und Gedanken erinnern, auch wenn sie irrelevant sind, so werden mehr richtige Informationen erinnert, zugleich aber nicht mehr falsche

Interferenz und Vergessen

- zwei Positionen: permanentes Gedächtnis (alle gelernten Informationen bleiben für alle Zeit im Gedächtnis gespeichert) und die Möglichkeit, dass alte Inhalte unter bestimmten Umständen überschrieben und verändert werden können
- keine empirische Klärung möglich (zB bei Amnesiepatienten, bestimmte Ereignisse können temporär nicht erinnert werden, sie sind aber nach einiger Zeit wieder zugänglich), Beispiel belegt nicht, dass prinzipiell alle Informationen immer vorhanden sind

- zwei Formen von Vergessen: *proaktive Interferenz* (Altes beeinflusst den Abruf von Neuem) und *retroaktive Interferenz* (Neues beeinflusst den Abruf von Altem), Untersuchung mit der *Paarassoziationsaufgabe* (A-B, A-D, C-D)
- keine Einigkeit darüber, aufgrund welcher Prozesse diese Effekte auftreten, klassische Interferenztheorie: Antwortwettbewerb (geringere Wahrscheinlichkeit bei mehreren möglichen Antworten) und Verlernen von Assoziationen (Abschwächen der Assoziationsstärke zwischen zwei Reizen A und B, wenn eine neue Assoziation A-D gelernt wird, spontane Erholung möglich)
- kritische Variable beim Antwortwettbewerb: wie gut sagt der Hinweisreiz A die Antwort B vorher
- Dazu (Bower): Stimuli aus verschiedenen Kategorien (Zahlen, Namen, Buchstaben, ...), einmal eine kongruente Bedingung (A-B aus derselben Kategorie, A sagt die Kategorie von B sicher voraus) und einmal eine nichtkongruente Bedingung (A-B aus verschiedenen Kategorien, B kann aus jeder möglichen Kategorie sein), die nichtkongruente Bedingung zeigt starke Interferenzeffekte, die kongruente fast keine
- Interferenzeffekte sind eher darauf zurückzuführen, dass eine Zielinformation wegen Antwortwettbewerbs schlecht abgerufen werden kann (Verlernen von Assoziationen für alle Zeit eher nicht plausibel)
- Interferenz durch Nachinformation (Loftus): Verzerrung von Erinnerungen durch inkonsistente Nachinformationen, Serie von Dias über einen Verkehrsunfall, auf einem ist ein Wagen (Reiz A) und ein Stoppschild (Reiz B), anschließend Fragen zum Unfall, konsistent (Frage nach dem Wagen und dem Stoppschild) oder inkonsistent (Frage nach Wagen und Vorfahrtachtenschild), danach Wiedererkennungstest mit Originalbildern und anderen (u.a. auch eins mit Wagen und Vorfahrtachtenschild, zufällige Reihenfolge), Erinnerungsleistung waren bei inkonsistenten Fragen am schlechtesten, Vermutung: Integration der Gedächtnisspur der Nachinformation mit der Gedächtnisrepräsentation des ursprünglichen Ereignisses
- Aber (Bekerian): Originalinformation im Gedächtnis keinesfalls verändert oder gelöscht, sondern momentan einfach nur unzugänglich, wurden die Bilder in der letzten Phase nicht zufällig, sondern in der Originalreihenfolge präsentiert, zeigte sich kein Unterschied mehr zwischen Bedingungen mit konsistenter und inkonsistenter Nachinformation

Gedächtnistäuschungen

- Kann man bei einem erfolgreichen Abruf aus dem Gedächtnis sicher sein, dass die abgerufene Information mit der ursprünglich gespeicherten identisch ist? Nein!
- unzählige Befunde, dass erinnerte Ereignisse von den eigentlichen Ereignissen abweichen
- Analyse von Gedächtnisfehlern ist von großer Relevanz (Zeugenaussagen, erinnerte Kindheitserlebnisse in einer Therapiesitzung, ...)
- Gibt es Kriterien, um zu unterscheiden, ob ein berichtetes Ereignis wirklich stattgefunden hat? Dazu: Situationen schaffen, in denen Gedächtnisfehler relativ häufig und systematisch auftreten (zB Schemaforschung: Nacherzählung eines Restaurantbesuchs mit Zahlen der Rechnung (wurde nicht bezahlt) oder die erinnerte Geschwindigkeit bei einem Unfall war höher, wenn nach der Geschwindigkeit gefragt wurde (zT wurde zerbrochenes Glas erinnert))
- Deese: Lernlisten aus Wörtern, die alle in semantischer Beziehung zu einem standen (dieses wurde nicht aufgeführt), beim Reproduzieren wurde dieses Wort jedoch sehr häufig genannt
- Roediger und McDermott: kritisches Wort tritt auch bei Wiedererkennentests auf, Personen "erkannten" die Wörter mit großer subjektiver Sicherheit wieder (spricht gegen Raten), zusätzlich "erinnerten" sich bei der Präsentation des Wortes viele Vpn an spezifische Details (Gefühl, worauf man achtet, ...)
- Gedächtnisfehler weisen alle Charakteristiken echter Erinnerungen auf, Effekt erweist sich als sehr robust: auch bei vorheriger Aufklärung mit der Bitte um Vermeidung tritt der Effekt auf
- verbreitete Vorstellung des semantischen Gedächtnisses zur Erklärung des Effekts: Netzwerkstruktur mit Knoten, die durch Aktivierung auf ein Niveau gehoben werden und ihre Nachbarn ebenfalls anheben, semantisch verwandte Wörter heben durch ihre Aktivierung das Niveau des kritischen Knotens

3.6.2.3 Formale Gedächtnistheorien

- seit den 1980ern gibt es Versuche, das Langzeitgedächtnis durch mathematische Modelle zu beschreiben
- alle an einer Gedächtnisaufgabe beteiligten Prozesse und Strukturen müssen beschrieben werden, es wird versucht, ein Maximum an Befunden mit einem Minimum an theoretischen Annahmen zu analysieren
- *globale Gedächtnismodelle* nehmen eine prominente Stelle ein, Erinnerung an ein Ereignis wird durch alle im Gedächtnis repräsentierten Inhalte mitbestimmt (widerspricht der aktuell dominierenden Sichtweise in der Gedächtnispsychologie, dass Erinnerungsleistung im Wesentlichen von den Charakteristiken individueller Gedächtnisrepräsentationen abhängt)
- bei global operierenden Prozessen verliert die Charakteristik individueller Gedächtnisrepräsentationen an Bedeutung, da die Erinnerung immer von allen Lernerfahrungen abhängt
- zahlreiche Standardbefunde der Gedächtnispsychologie können komfortabel erklärt werden
- MINERVA 2 (habe ich nicht zusammengefasst)

3.6.3 Arbeitsgedächtnis

- derzeitig populärstes Modell von Baddley, es ist modular angelegt
- ursprünglich mit drei Komponenten (zentrale Kontrolleinheit / Exekutive und zwei Subsysteme (phonologisches und visuell-räumliches)), später zusätzlich mit einem episodischen Puffer

3.6.3.1 Phonologisches und visuell-räumliches Subsystem

- Belege zugunsten einer Trennung von phonologischem und visuell-räumlichem Subsystem: zB wird eine Folge von Konsonanten stärker durch verbale als durch visuelle Zusatzaufgaben gestört (umgekehrt beim visuell-räumlichen Arbeitsgedächtnis)
- Hinweise auf verschiedene neuronale Strukturen der angenommenen Subsysteme (Smith und Jonides): erhöhte linkshemisphärische Aktivität bei phonologischen Aufgaben, hohe rechtshemisphärische Aktivität bei visuell-räumlichen Aufgaben
- phonologische Schleife: akustische und artikulatorische Information wird verarbeitet, visuell präsentierte sprachliche Information wird in einen artikulatorischen Code übersetzt und ebenfalls gespeichert
- Informationen werden durch *subvokales Wiederholen* in der Schleife gehalten, wird das Wiederholen unterdrückt, so gehen die Informationen innerhalb von 1-2 Sekunden verloren
- was nicht innerhalb von zwei Sekunden ausgesprochen werden kann, übersteigt die Kapazität der Schleife und muss aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden
- Erklärung einiger Gedächtniseffekte mit der Annahme der phonologischen Schleife:
 - Wortlängeneffekt** die Anzahl der Wörter, die im Arbeitsgedächtnis bereitgehalten werden können, hängen von der Länge der Wörter ab, längeres Artikulieren benötigt mehr Zeit, so dass weniger Informationen durch den artikulatorischen Kontrollprozess aufgefrischt werden können, offenes Aussprechen parallel zu einer Behaltensaufgabe eliminiert den Wortlängeneffekt, jedoch nicht den Effekt phonologischer Ähnlichkeit
 - Effekt phonologischer Ähnlichkeit** ähnlich klingende Elemente (C, B, D, W, T) sind schlechter kurzfristig in einer bestimmten Reihenfolge zu behalten als verschieden klingende (L, K, S, Q, X)
- stützt die Annahme, dass das Repräsentationsformat tatsächlich ein phonologisches ist
- weitere Unterteilung der phonologischen Komponente: passiver phonologischer Speicher ("Zwischenlager" für phonologisch kodierte Information, eng mit Prozessen der Sprachwahrnehmung verbunden) und artikulatorischer Kontrollprozess (enge Beziehung zu Prozessen der Sprachproduktion, "auffrischen" phonologischer Information)

- Effekt unbeachteter Sprache: aufgabenirrelevante Hintergrundgeräusche vermindern die Behaltensleistung gelesener Wörter, diese werden wahrscheinlich phonologisch rekodiert und im phonologischen Speicher abgelegt, akustische Information muss zum Stören nicht unbedingt Sprachcharakter haben (Lautstärke- und Frequenzveränderungen)
- Befunde stehen nicht im Einklang mit dem Arbeitsgedächtnismodell (es kann diese nicht erklären), störender Einfluss unbeachteter akustischer Information ist nicht auf deren Sprachähnlichkeit, sondern auf die Menge der Zustandsveränderungen zurückzuführen, oder auch: Distraktorwörter stören stärker, wenn sie eine starke semantische Assoziation zu den zu erinnernden Wörtern aufweisen, oder auch: in der Sprache selten vorkommende Distraktorwörter stören stärker als oft vorkommende
- die visuell-räumliche Komponente (Verarbeitung von visuellen Wahrnehmungen und Vorstellungen) soll auch aus mehreren Komponenten bestehen: eine für Objektmerkmale (Farbe, Form) und eine für räumliche Informationen
- Warum nur zwei Subsysteme (phonologisch und visuell-räumlich) in dem Modell? Warum nicht weitere Module?, zB kinästhetisches Modul
- *episodischer Puffer*: in ihm werden Informationen in einem multimodalen Code repräsentiert, dient der Manipulation und Verknüpfung von Informationen, kontrolliert von der zentralen Exekutive, diese soll Informationen aus einer Vielzahl an Quellen zu einer einheitlichen episodischen Repräsentation zusammenfügen (bildet Gegenstand des Bewusstseins)

3.6.3.2 Zentrale Exekutive

- Steuerung der Subsysteme, Verarbeitungsprioritäten werden vergeben, Routineprozesse bei Bedarf unterbrochen, nicht-routinisierte Prozesse überwacht, ...
- eine Art Aufmerksamkeitssystem und eine Art Restkategorie für alle möglichen Prozesse, die man dem Arbeitsgedächtnis (aber nicht dem phonologischen oder visuell-räumlichen Subsystem) zuordnen kann
- die zentrale Exekutive kann von den beiden Subsystem gut abgegrenzt werden: das Addieren von Zahlen wird weniger durch verbale oder visuelle Zusatzaufgaben gestört als durch das Generieren von Zufallszahlen (sollte vorwiegend die zentrale Exekutive betreffen)
- neuronale Repräsentation häufig in Verbindung mit präfrontalem Cortex

3.6.3.3 Alternative Konzeptionen von Arbeitsgedächtnis

- *embedded-processes-Modell* (Cowan): geht von der Funktion des Arbeitsgedächtnisses aus, weniger von der Modularität
- Ausgangspunkt ist das Langzeitgedächtnis, hier sind einige Elemente in einem aktivierten Zustand, diese sind dann "verfügbar", Elemente werden aktiviert, wenn diese in einer kognitiven Operation verwendet werden, eine Untermenge dieser Elemente befindet sich im Fokus der Aufmerksamkeit
- aktivierte Elemente bilden das Arbeitsgedächtnis, Verknüpfungen zwischen diesen können gebildet werden, um die Elemente später im Langzeitgedächtnis zu speichern, explizite Möglichkeit des Lernens ohne Aufmerksamkeit
- verschiedenartige Informationen werden in verschiedenen Teilen des Gedächtnisses und verschiedenen neuronalen Strukturen repräsentiert, Baddleys phonologische Schleife und visuell-räumlicher Speicher werden also nur als verschiedene Formate innerhalb des aktivierten Langzeitgedächtnisses betrachtet
- zwei generelle Funktionscharakteristika: Fokus der Aufmerksamkeit ist mehr durch die Kapazität als durch die Zeit begrenzt (Grenze bei ca. vier Elementen) und das aktivierte Gedächtnis ist eher zeitlich als kapazitätsbegrenzt (Aktivierung verliert sich ohne erneute Reaktivierung nach 10-20 Sekunden)
- Aktivierung von Informationen wird auch über eine hypothetische zentrale Exekutive gesteuert
- vielversprechender Ansatz, scheint mit einer großen Zahl an empirischen Befunden kompatibel

3.6.4 Sensorisches Gedächtnis

- sensorische Register als Schnittstelle zwischen Wahrnehmung und Gedächtnis zu betrachten, Informationen liegen in einem "reizspezifischen" Format vor, sensorische Register werden für alle Sinnesmodalitäten angenommen
- Neisser: *ikonisches Gedächtnis* (visuell), *Echogedächtnis* (akustisch), ...
- Experiment mit 3×4 -Matrix (Sperling): 50ms präsentiert, 4.32 Elemente konnten berichtet werden, laut subjektivem Eindruck sieht man jedoch mehr als man berichten kann, Variation: nach der Präsentation gibt ein Ton an, welche Zeile zu berichten ist, 3.04 Elemente konnten so berichtet werden → etwa 9 Elemente im ikonischen Gedächtnis verfügbar, viel mehr als berichtbar
- zeitlicher Abstand des Tons beeinflusst die Anzahl der berichtbaren Zeichen, ab 500ms kein Unterschied mehr zu der ersten Versuchsanordnung → 500ms sind die Informationen im ikonischen Gedächtnis repräsentiert
- wahrscheinlich zwei Phasen des ikonischen Gedächtnisses zu unterscheiden: eine echt-sensorische Phase (150-250ms dauernd) und eine zweite Phase, in der bereits weitere Merkmale der visuellen Objekte repräsentiert sind
- Dauer der Informationsspeicherung hängt von der Dunkeladaption des Auges ab, was darauf hindeutet, dass zu mindest ein Teil des "Gedächtnisses" auf der Retina zu lokalisieren sein dürfte
- Echogedächtnis weniger strittig: zB anstrengender Tag, man wird etwas gefragt und fragt sofort zurück, weil man es nicht verstanden hat, merkt dann aber direkt, dass man es doch verstanden hat, das entsprechende Gedächtnis scheint Informationen für zwei Sekunden zu speichern
- auch hier Unterscheidung von zwei Komponenten des Echogedächtnisses: ein kurzer auditiver Speicher (hält wenig analysierte Information für 150-350ms bereit, werden von nachfolgenden Stimuli überschrieben) und ein langer auditiver Speicher (speichert Informationen für 2 Sekunden, unter Umständen auch bis zu 20 Sekunden)

