

Denken II: Schlussfolgern

Dipl.-Psych. Miriam Spering
Allgemeine Psychologie
Universität Giessen

- 1 -

Nach einer Folienvorlage von Prof. Dr. Joachim Funke, Universität Heidelberg

Denken II: Schlussfolgern (Spering) - 2 -

Überblick Denkpsychologie

Teil I: Problemlösen (22.06.2006)

- 1 Was ist Denken?
- 2 Theorien des (problemlösenden) Denkens
- 3 Einfaches Problemlösen
- 4 Komplexes Problemlösen
- 5 Kreativität

Teil 2: Schlussfolgern (29.06.2006)

- 6 Deduktives Schließen
- 7 Induktives Schließen

Überblick Schlussfolgern

Deduktives Schließen

Aussagen-Logik
Konditionales Schließen

Prädikaten-Logik
Kategoriales Schließen

Induktives Schließen

6 Deduktives Schließen

- **Definition**
 - » Deduktives Schließen bezeichnet den Übergang von einer bzw. mehreren Aussagen (= Prämissen) zu einer neuen Aussage (= Konklusion)
- **Logik-Varianten**
 - » Aussagenlogik
 - » Prädikaten- oder Begriffslogik

Goethes „Faust“

(Mephisto zum Studenten)

„Mein teurer Freund, ich rat' euch drum
Zuerst Collegium Logicum.
Da wird der Geist euch wohl dressiert,
In Spanische Stiefeln eingeschnürt,
Dass er bedächtiger so fortan
Hinschleiche die Gedankenbahn...“



Kutschera, F. v., & Breitkopf, A. (2000). *Einführung in die moderne Logik. 7., neu bearbeitete Auflage*. Freiburg: Karl Alber.

Aussagenlogik

• Konditionales Schließen

» bezieht sich auf Wenn-Dann-Aussagen (im Alltag sehr häufig; Wenn-Dann-Wissen wird oft implizit verwendet)

» Bsp:

– Wenn es regnet, ist die Straße nass.

– Es regnet.

– ergo: Die Straße ist nass.

Vordersatz / Antezedens (n.)

Nachsatz / Konsequens (n.)

Konditionales
Schlusschema

» zentrale Frage: Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus Wenn-Dann-Aussagen treffen, wenn entweder der „Wenn“-Teil oder der „Dann“-Teil der Aussage beobachtet oder nicht beobachtet werden kann?

Aussagenlogik

• Gegenstand (allg.)

» beschäftigt sich mit der Verknüpfung von Aussagen, *ohne* die interne Struktur zu analysieren

» allein die *Form* der Aussage entscheidet, daher äquivalent zu...

– Wenn P, dann Q.

– Gegeben P.

– Deshalb Q. [modus ponens]

– Wenn P, dann Q.

– Nicht Q.

– Nicht P. [modus tollens]

Schlusschemata, die prinzipiell
logische Schlüsse zulassen

modus ponens und modus tollens

- **Generell gültig:**
 - » modus ponens
 - Es wird vorwärts vom Antezedens P auf das Konsequens Q geschlossen.
 - Diese Art von Schluss taucht im Alltag am Häufigsten auf.
 - » modus tollens
 - Es wird rückwärts aus der Negation des Konsequens Q auf die Negation des Antezedens P geschlossen.
- **Generell nicht zulässige Schlüsse:**
 - » aus der Negation des Antezedens P (Es regnet nicht...)
 - » aus einem gegebenen Konsequens Q (Die Straße ist nass...)

Aussagenlogik und kognitive Psychologie

- **Wie gehen Menschen mit solchen Schlusschemata um?**
 - » Es werden oft falsche Schlüsse gezogen, oder ungültige Schlüsse akzeptiert.
 - » Allgemein wird aus dem modus ponens häufig der richtige Schluss gezogen, während sich das modus tollens als schwieriger erweist.

Aussagenlogik: Gültiger Schluss?

- Wenn der Ball nach links rollt, geht die grüne Lampe an.
- Der Ball rollt nach links.

- Deshalb geht die grüne Lampe an.

gültig!
[modus ponens]

- Wenn der Ball nach links rollt, geht die grüne Lampe an.
- Der Ball rollt nicht nach links.

- Deshalb geht die grüne Lampe nicht an.

nicht gültig!
[Negation des
Antezedens]

Wahrheitstafeln

- Wahrheitstafeln regeln die Veränderung von Wahrheitswerten aufgrund bestimmter Junktoren
 - » einstellige
 - Negation
 - » zweistellige
 - Konjunktion
 - Disjunktion
 - Implikation

Wahrheitstafeln (1/4)

• Verneinte Aussage: Negation

- » Wenn eine Aussage A wahr ist, dann ist die Verneinung $\neg A$ (lies: "nicht A ") falsch.
- » Wenn eine Aussage A falsch ist, dann ist die Verneinung $\neg A$ wahr.
- » Eine Aussage A kann nicht gleichzeitig wahr und falsch sein.
- » Die Aussagen A und $\neg A$ können nicht gleichzeitig wahr sein.

A	$\neg A$
falsch	wahr
wahr	falsch

Wahrheitstafeln (2/4)

• Und-verknüpfte Aussagen: Konjunktion

- » Die Aussage $A \wedge B$ ist immer dann wahr, wenn sowohl A als auch B jeweils wahr sind. Andernfalls ist $A \wedge B$ falsch, nämlich dann, wenn entweder A oder B oder beide Aussagen falsch sind.

A	B	$A \wedge B$
w	f	
f	w	
w	w	
f	f	

Wahrheitstafeln (3/4)

• Nicht-ausschließendes Oder: Disjunktion

- » Die Aussage $A \vee B$ ist immer dann wahr, wenn mindestens eine der Teilaussagen A oder B wahr ist, bzw. wenn beide Teilaussagen wahr sind. Andernfalls ist $A \vee B$ falsch, nämlich dann, wenn sowohl A als auch B falsch sind.

A	B	$A \vee B$
w	f	
f	w	
w	w	
f	f	

Wahrheitstafeln (4/4)

• Materiale Implikation

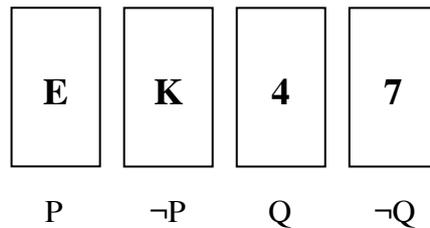
- » Die materiale Implikation, auch Konditional genannt, verbindet zwei Aussagen A und B zu einer neuen Aussage, die besagt, dass A eine hinreichende Bedingung für B ist; dass also B schon dann wahr ist, wenn A wahr ist.

A	B	$A \rightarrow B$
w	f	
f	w	
w	w	
f	f	

Hilfe: Wann ist die Aussage $A \rightarrow B$ falsifiziert?

Selektionsaufgabe von Wason (1966)

- Versuchspersonen werden 4 Karten vorgelegt:



- Aufgabe: Drehe die Karten um, die zeigen, ob die folgende Wenn-Dann-Aussage korrekt ist:
 „Wenn auf der Vorderseite einer Karte ein Vokal zu sehen ist, dann ist auf ihrer Rückseite eine gerade Zahl.“

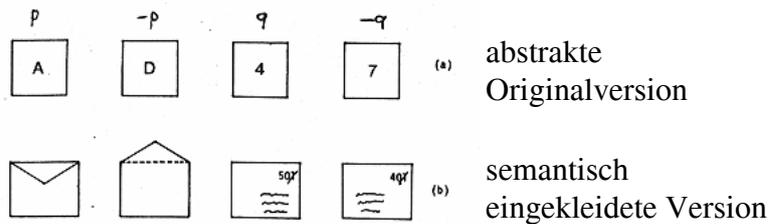
Selektionsaufgabe: Ergebnisse

- Phänomen: in abstrakter Version bei 75% der Vpn Verzicht auf Falsifikation (nach Oaksford & Chater, 1994)
- Problem mit „modus tollens“ (wenn aus etwas Wahrem etwas Falsches folgt, ist die gesamte Aussage falsch)

Umgedrehte Karte	Schlusschema	% Pbn, die die Karte umgedreht haben
E	modus ponens	89
7	modus tollens	25
4	Affirmation des Konsequens	62
K	Negation des Antezedens	16

Alternative Selektionsaufgabe

- Konkrete, aus dem Alltag genommene Inhalte verbessern die Leistung in der Selektionsaufgabe
- Bsp.: Frankierung von Briefen als semantische Einkleidung (Wenn ein Brief verschlossen ist, dann ist eine 50er Marke darauf.)



Kontexteffekte der Selektionsaufgabe

- » Karten mit „Zug“ (q), „Auto“ (n-q), „Manchester“ (p), „Leeds“ (n-p); Regel: „Jedesmal wenn ich nach Manchester fahre, nehme ich den Zug!“
- » Karten mit „über 18“ (q), „unter 18“ (n-q), „Bier“ (p), „Cola“ (n-p); Regel: „Wenn eine Person Bier trinkt, muss sie über 18 Jahre alt sein“
- » Sobald realistischere Kontexte gewählt werden, steigt die Wahrscheinlichkeit korrekter Entscheidungen drastisch!



Wason, P.C. (1983). Realism and rationality in the selection task. In J.S.B.T. Evans (Ed.), *Thinking and reasoning: Psychological approaches* (pp. 44-75). Cambridge: Cambridge University Press.

„Matching bias“-Erklärung von Evans (1989)

- Wason-Paradigma:
 - » Hat weniger mit Deduktion als vielmehr mit der Verwendung von Heuristiken und den daraus resultierenden Verzerrungen zu tun!
- „matching bias“:
 - » Pbn wählen Karten, die zu den erwähnten Instanzen passen (und ignorieren z.B. eine Negation im Antezedens-Teil), aus zwei Gründen:
 - (a) Eine Aussage vom Typ „wenn (nicht) p dann (nicht) q“ ist *immer* eine Aussage über p und q, unabhängig von der Präsenz einer Negation!
 - (b) Die Verwendung von „wenn“ ermuntert dazu, das *Antezedens* als *wahr* zu betrachten!



Evans, J.S.B.T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Erklärung mit pragmatischen Schlussfolgerungs-Regeln

- » Nach Holyoak & Cheng (1995) sind inhaltspezifische Schlussregeln nach Situationstypen (Versprechen, Erlauben, Verpflichten, etc.) gebündelt
- » z.B. für eine **Erlaubnis-Situation** (vgl. Bier-Trinken über 18) vier Regeln:
 - (a) Wenn eine Handlung ausgeführt wird, müssen die Voraussetzungen erfüllt sein. (=modus ponens)
 - (b) Wenn eine Handlung nicht ausgeführt wird, brauchen die Voraussetzungen nicht erfüllt sein.
 - (c) Wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, darf die Handlung ausgeführt werden.
 - (d) Wenn die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, darf die Handlung nicht ausgeführt werden. (=modus tollens)
- » Im Bsp. „Bier trinken“ führt Regel (d) sofort zur falsifizierenden Instanz.
- » Evolutionspsychologischer Gedanke:
 - **Betrüger-Entdeck-Mechanismus** (*cheat detection*) existiert, muss aber durch die Situation aktiviert werden



Holyoak, K.J. & Cheng, P.W. (1995). Pragmatic reasoning with a point of view. *Thinking and Reasoning*, 1, 289-313.

Erklärung von Fehlern mit dem „belief bias“

- » Nach Evans, Barston & Pollard (1983) erhöht die – logisch irrelevante – Glaubhaftigkeit einer Konklusion die Frequenz, mit der man sie akzeptiert oder produziert
- » In solchen Fällen wird zum Teil falsch geschlussfolgert (d.h. das Ergebnis korrigiert mit Blick auf Glaubhaftigkeit), zum Teil gar nicht geschlussfolgert, sondern ausschließlich aufgrund der logisch irrelevanten Aspekte entschieden

Prädikatenlogik

- beschäftigt sich mit der *internen* Struktur von Aussagen, der Struktur von Prädikaten und mit Quantifizierungen
 - » Bsp.:
 - Anne ist größer als Bärbel.
 - Bärbel ist größer als Claudia.
 -
 - Anne ist größer als Claudia.
 - » Regel für das Prädikat „ist größer als“:
 - Für alle x, y, und z gilt: Wenn x größer als y ist und y größer als z ist, dann ist x größer als z.

Kategoriales Schließen

- Kategoriale Syllogismen sind ein Spezialfall der Prädikatenlogik
- Syllogismus: Kern der klass. Logik von Aristoteles
- Katalog von Typen logischer Schlussfolgerungen, immer nach gleichem Muster aufgebaut
 - » bestehen aus genau zwei Prämissen und einer Konklusion
 - » jede der Prämissen setzt jeweils zwei Mengen miteinander in Beziehung
 - » drei Mengen werden in den Prämissen angesprochen, eine in beiden Prämissen
 - » Konklusion macht Aussage über die verbliebene, noch nicht angegebene Relation
- Bsp.:
 - » Prämisse 1: Alle Menschen sind sterblich.
 - » Prämisse 2: Sokrates ist ein Mensch.
 -
 - » Konklusion: Deshalb ist Sokrates sterblich. [wahr]

Kategoriale Syllogismen und Alltagsnähe

- Problem: Begriffe und ihre Beziehungen untereinander sind nicht eindeutig und kontextfrei definierbar.
 - » Menschliche Informationsverarbeitung geht mit Begriffen viel flexibler um, als es die Logik vorsieht.
- Aber: Logik macht im Alltag trotzdem oft Sinn, z.B. All-Aussagen, die durch empirisch definierte Mengen eingeschränkt sind, oder Aussagen, die durch Quantoren (z.B. „einige“) eingeschränkt sind.

Alle Schüler *der Schule X* wohnen in Gießen.

Hans ist Schüler der Schule X.

Hans wohnt in Gießen.

Quantoren in Syllogismen

- **affirmativ generalisierend**
 - » „Alle A sind B“
- **affirmativ partikularisierend**
 - » „Einige A (=mindestens eins) sind B“
- **negativ generalisierend**
 - » „Kein A ist B“
- **negativ partikularisierend**
 - » „Einige A sind nicht B“

Erklärungsansätze für falsche Schlüsse bei Syllogismen 1/2

- **Atmosphären-Hypothese (Woodworth & Sells, 1935)**
 - » Urteilsprozess wird nicht durch logische Ableitung, sondern durch die in den Prämissen enthaltene „Atmosphäre“ beeinflusst:
 - » bei mindestens einer negativen Prämisse wird negative Konklusion akzeptiert
 - » bei mindestens einer partikulären Prämisse wird partikuläre Konklusion akzeptiert
 - » in allen anderen Fällen wird die universelle affirmative Konklusion akzeptiert
- **Aber: die Beschreibung des Effekts liefert noch keine Erklärung für sein Auftreten...**

Erklärungsansätze für falsche Schlüsse bei Syllogismen 2/2

- Konversions-Hypothese (Chapman & Chapman, 1959)
 - » aus „Einige A sind B“ wird „Einige B sind A“ (korrekt)
 - » aus „Kein A ist B“ wird „Kein B ist A“ (korrekt)
 - » aus „Alle A sind B“ wird „Alle B sind A“ (falsch)
 - » aus „Einige A sind nicht B“ wird „Einige B sind nicht A“ (falsch)

 - » Der Konversionsprozess kann
 - (a) in einer direkten verbalen Umsetzung jeder Prämisse bestehen, oder
 - (b) in einer unzureichenden Repräsentation von „Alle A sind B“, bei der die Existenz von B's, die nicht A sind, nicht vorkommt.
 - » Empirische Evidenz spricht für Fall (b).

Erklärungsansätze des deduktiven Schließens

- » Schlussregel-Ansätze
 - unterschiedliche Schwierigkeit ist bedingt durch unterschiedlich viele Regelnanwendungen bzw. durch Anwendung unterschiedlich schwieriger Regeln (Rips, 1983)
 - *modus ponens* wesentlich leichter als *modus tollens*, da nur 1 Regel (eben m.p.) anzuwenden ist; im anderen Fall führt *modus ponens* zunächst zu einem Widerspruch, der erst in einem weiteren Schritt aufgeklärt werden kann
- » Mentale Modelle
 - Annahme, daß die Repräsentation der Prämissen auf internen Modellen beruht, welche in Analogie zu den in den Aussagen beschriebenen Zuständen stehen (Johnson-Laird, 1983, 1990; vgl. auch Hinnermann, 1993); Fehler entstehen durch unvollständige Modelle



Hinnermann, H. (1993). Training des deduktiven Denkens. In K.J. Klauer (Ed.), *Kognitives Training* (pp. 165-188). Göttingen: Hogrefe.
 Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
 Rips, L.J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, 90, 38-71.

7 Induktives Schließen und Entscheiden unter Unsicherheit

- Warum induktive Schlüsse?
 - » Wahrscheinlichkeitsurteile machen Entscheidungshilfen notwendig, „rules of thumb“, „Heuristiken“
 - » es gibt kein formales Kalkül zum Ableiten „wahrer“ Induktionsschlüsse

Elementare Heuristiken nach Kahneman & Tversky

- » „**availability**“ (Verfügbarkeit)
 - Leichtigkeit, mit der relevante Beispiele genannt werden können
- » „**representativeness**“ (Repräsentativität)
 - Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines unsicheren Ereignisses oder einer Stichprobe danach, wie ähnlich es in wichtigen Aspekten seiner „Eltern-Population“ ist; wie sehr es auffällige Merkmale seines erzeugenden Prozesses besitzt.
- » „**anchoring and adjustment**“ (Anker- und Anpassungsheuristik)
 - eine zufällig gegebene Zahl wird als Anker für eine Schätzung verwendet



Tversky, A. & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.

Verfügbarkeit

- » „availability“ (Verfügbarkeit)
 - Leichtigkeit, mit der relevante Beispiele genannt werden können
 - Bsp. 1
 - man hat 7 Sek Zeit abzuschätzen, wieviele Ländernamen einem in den nächsten 2 Min einfallen werden
 - => gute Prädiktion wg. Verfügbarkeitsheuristik!
 - Bsp. 2
 - gibt es mehr Wörter (im Englischen) mit „r“ an erster oder an dritter Stelle?
 - => falsche Vorhersage wg. Verfügbarkeitsheuristik!

Repräsentativität

- » „representativeness“ (Repräsentativität)
 - Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines unsicheren Ereignisses oder einer Stichprobe danach,
 - wie ähnlich es in wichtigen Aspekten seiner „Eltern-Population“ ist;
 - wie sehr es auffällige Merkmale seines erzeugenden Prozesses besitzt.
 - Bsp. 1
 - ist bei Münzwurf die Sequenz (a) „KKKZZZ“ unwahrscheinlicher als (b) „KZKZZK“?
 - falsches Urteil (b) aufgrund Repräsentativitätsheuristik!
 - Bsp. 2 (mit Basisraten-Mißachtung)
 - 30 Ingenieure und 70 Juristen werden untersucht; einer davon, Hans, ist 45, verheiratet, Vater von 2 Kindern; ist konservativ, sorgfältig und ehrgeizig; ist Heimwerker; interessiert sich nicht für politische und soziale Probleme; ist Hans Ingenieur oder Jurist?
 - falsches Urteil „Ingenieur“ aufgrund Repräsentativitätsheuristik (Stereotyp)!
 - Veränderung der Basisrate ändert nicht das Urteilsverhalten!

Anker- und Anpassungsheuristik

- » „anchoring and adjustment“ (Anker- und Anpassungsheuristik)
 - eine zufällig gegebene Zahl wird als Anker für eine Schätzung verwendet
 - Bsp. 1:
 - schnelle Schätzung des Ergebnisses von $1*2*3*4*5*6*7*8$ fällt geringer aus als von $8*7*6*5*4*3*2*1$
 - Bsp. 2:
 - Schätzung der Anzahl afrikanischer UNO-Nationen fällt anders aus je nach zufällig gezogener Startzahl (20 -> „35“, 70 -> „50“)

„Heuristics and biases“ (Kognitive Täuschungen)

- » Das Forschungsprogramm von Kahneman & Tversky hat zweierlei gebracht:
 - (1) eine Liste sog. „biases“, Fehler bzw. Täuschungen beim Wahrscheinlichkeitsurteil (base-rate fallacy; conjunction fallacy)
 - (2) Erklärungen dieser „biases“ in terminis von Heuristiken



Hell, W., Fiedler, K. & Gigerenzer, G. (Eds.). (1993). *Kognitive Täuschungen. Fehl-Leistungen und Mechanismen des Urteilens, Denkens und Erinnerns*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Zum Forschungsprogramm „Kognitive Täuschungen“

- » Täuschungen („biases“)
 - Basisraten-Mißachtung („**base-rate fallacy**“): Pbn fällen Urteile ohne Beachtung der apriori-Wahrscheinlichkeit (siehe Bsp. „Ingenieur oder Jurist?“)
 - Konjunktionsfehler („**conjunction fallacy**“): Mißachtung der Tatsache, daß die Wahrscheinlichkeit der Konjunktion zweier Ereignisse nicht größer sein kann als die eines der Einzelereignisse:
 - Linda ist 31, Single, intelligent, in Philosophie promoviert; als Studentin hat sie sich für gegen Diskrimination und für soziale Gerechtigkeit ausgesprochen und an Antinuklear-Demos teilgenommen.
 - Für wie wahrscheinlich halten sie folgende Möglichkeiten: (a) Linda ist Bankangestellte, (b) Linda ist Bankangestellte und in der Frauenbewegung aktiv? (Alternative b wird von 85% der Pbn gewählt!)
 - „**overconfidence**“: systematische Diskrepanz zwischen Konfidenz und relativer Häufigkeit richtiger Lösung bei Fragen wie:
 - Welche Stadt hat mehr Einwohner: (a) Islamabad, (b) Hyderabad? Wie sicher sind Sie, daß Ihre Antwort richtig ist?
 - Konfidenzurteile fallen generell höher aus als die korrespondierenden Anteile korrekter Antworten

Kritik von Gigerenzer (1991)

- Das Forschungsprogramm von Kahneman & Tversky *täuscht* uns über kognitive Täuschungen, denn...
 - » kognitive Illusionen können zum Verschwinden gebracht werden, wenn man Pbn nach Häufigkeiten anstelle von Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten fragt!
 - » bei den untersuchten Aufgaben gibt es nicht nur eine richtige Lösung!
 - » Pbn-Verhalten stellt keine Verletzung der Wahrscheinlichkeitstheorie generell dar, sondern einer ganz bestimmten normativen Sicht!
 - » Bei Umstellung von probabilistischer (z.B. 2%) auf frequentistische Darstellung der Aufgaben (2 von 100) deutlich bessere Ergebnisse
 - » Grund: Im Lauf der Evolution haben Menschen gelernt, mit Häufigkeiten umzugehen, nicht aber mit Wahrscheinlichkeiten!

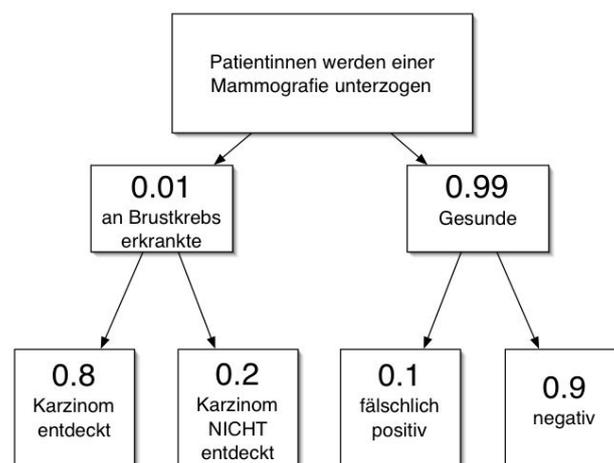


Gigerenzer, G. (1991). How to make cognitive illusions disappear: Beyond "Heuristics and Biases". In W. Stroebe & M. Hewstone (Eds.), *European review of social psychology*. Vol. 2 (pp. 83-115). New York: Wiley.

Bsp: Positiver Mammografie-Befund

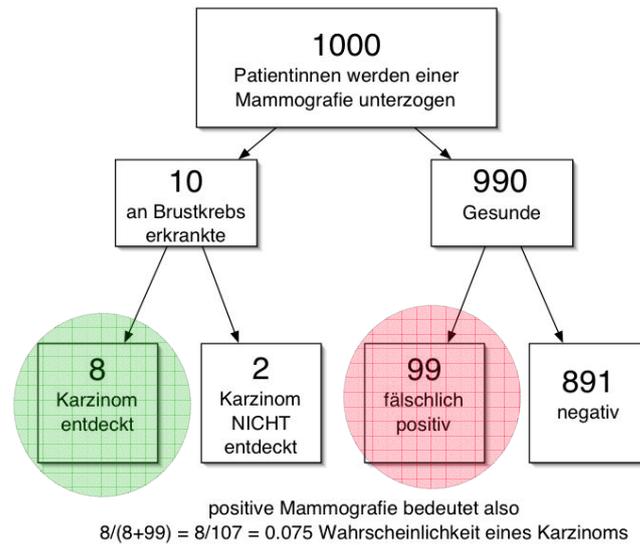
- Ausgangslage:
 - » Die Wahrscheinlichkeit, dass eine 40-jährige, symptomfreie Frau Brustkrebs hat, beträgt 1%.
 - » Die Wahrscheinlichkeit, dass diese Krankheit mit einer Mammografie erkannt wird, wenn sie vorliegt, beträgt 80%.
 - » Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Mammografie fälschlicherweise auf Brustkrebs hinweist, obwohl die Krankheit gar nicht vorliegt, beträgt 10%.
- Frage:
 - » Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine 40-jährige, symptomfreie Frau tatsächlich Brustkrebs hat, wenn sie einen positiven Mammografiebefund erhalten hat?

Bsp. Baumdiagramm Mammografie (probabilistisch)



positive Mammografie bedeutet also
 $0.01 \cdot 0.8 / (0.01 \cdot 0.8 + 0.99 \cdot 0.1) = 0.075$ Wahrscheinlichkeit eines Karzinoms

Bsp. Baumdiagramm Mammografie (frequentistisch)



Entscheiden unter Unsicherheit

- Frage:
 - » Wie werden zwischen mehreren Möglichkeiten Entscheidungen getroffen?
- Antwort:
 - » Normative Theorien: „expected utility“
 - » Deskriptive Theorien: „prospect theory“
 - » Mengengerichte: multiple Regression, Linsenmodell
 - » „fast and frugal heuristics“ (ABC-Group, Gigerenzer et al.)



Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2004). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung* (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Nutzen-Konzept („utility“)

- Nutzen:
 - » ein Maß für die Zielerreichung - je mehr eine Option der Zielerreichung dient, umso höher der Nutzen
 - » kann für beliebige Ziele verwendet werden
 - » nicht gleichbedeutend mit Befriedigung

Normative Theorien

(Baron, 1988, p. 287ff.)

- Kernaussage:
 - » Menschen versuchen ihren Nutzen zu maximieren, d.h. Auswahl der Option, die den höchsten Nutzen verspricht
 - » bei unsicheren Ausgängen wird der Nutzen mit seiner Wahrscheinlichkeit multipliziert
- drei Sorten von Nutzentheorien:
 - » „expected-utility theory“ (EU)
 - » „multiattribute utility theory“ (MAUT)
 - » Utilitarismus



Baron, J. (1988). *Thinking and deciding*. Cambridge: Cambridge University Press.

Nutzentheorien

- » „expected-utility theory“
 - befasst sich mit dem „trade-off“ zwischen der Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses und dessen Nutzen
 - Bsp. Sollte man Zeit in einen Stipendienantrag stecken, dessen Erfolg nicht gewiß ist?
- » „multiattribute utility theory“ (MAUT)
 - befasst sich mit den „trade-offs“ zwischen verschiedenen Nutzen
 - Bsp.: Sollte man mehr Zeit zur Prüfungsvorbereitung aufwenden oder besser mehr Geld durch einen Hiwi-Job verdienen?
- » Utilitarismus
 - Historisch:
 - Moralphilosophie von Jeremy Bentham (1789) und John Stuart Mill (1863)
 - Inhaltlich:
 - betrifft Entscheidungen, die einen Konflikt zwischen den Zielen verschiedener Personen bedeuten
 - was ist die beste Entscheidung, die den erwarteten Nutzen für *alle* Personen maximiert?

Prospekt-Theorie von Kahneman & Tversky

(nach Baron, 1988, p. 330ff.)

- Allgemeines
 - » soll erklären, wann und warum Pbn vom normativen Nutzenmodell abweichen
 - » gilt für Situationen, in denen wir zwischen Optionen wählen, die mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit eintreten
 - » besteht aus einem Wahrscheinlichkeitsteil und einem Nutzenteil
- Grundannahme:
 - » subjektive Wahrscheinlichkeit wird mit Nutzen multipliziert
 - » je wahrscheinlicher ein Ereignis, umso stärkere Gewichtung
 - » wichtig:
 - Wahrscheinlichkeiten werden verzerrt
 - Nutzenurteile hängen von Referenz-Punkt ab



Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.

Prospekt-Theorie - Phänomene 1: certainty effect

(Slovic, Lichtenstein & Fischhoff, 1988, p. 700ff.)

- “certainty effect”: Tendenz zur Überschätzung sicherer Ereignisse verglichen zu solchen, die bloß wahrscheinlich sind
 - » Entscheidung 1:
 - **A**. Gewinn von 4000 mit Wahrscheinlichkeit .80
 - **B**. Gewinn von 3000 mit Gewißheit
 - Pbn wählen B vor A
 - » Entscheidung 2:
 - **C**. Gewinn von 4000 mit Wahrscheinlichkeit .20 [=0.25 Option **A**]
 - **D**. Gewinn von 3000 mit Wahrscheinlichkeit .25 [=0.25 Option **B**]
 - Pbn wählen C vor D
 - » Widerspruch der beiden Präferenzen! Entsteht durch *Sicherheit* in E 1.



Slovic, P., Lichtenstein, S. & Fischhoff, B. (1988). Decision making. In R.C. Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey, & R.D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology. Second edition. Volume 2: Learning and cognition* (pp. 673-738). New York: Wiley.

Prospekt-Theorie - Phänomene 2: reflection effect

- “reflection effect”: Präferenzen werden umgekehrt, wenn aus Gewinnen Verlusten werden
 - » Entscheidung 1:
 - **A'**. Verlust von 4000 mit Wahrscheinlichkeit .80
 - **B'**. Verlust von 3000 mit Gewißheit
 - Pbn wählen A' vor B'
 - » Entscheidung 2:
 - **C'**. Verlust von 4000 mit Wahrscheinlichkeit .20 [=0.25 Option **A**]
 - **D'**. Verlust von 3000 mit Wahrscheinlichkeit .25 [=0.25 Option **B**]
 - Pbn wählen D' vor C'
 - » erneut: Widerspruch der beiden Präferenzen aufgrund des Sicherheitseffekts
 - » zusätzlich reflection: Risikovermeidung bei Gewinnen, Risikobereitschaft bei Verlusten

Prospekt-Theorie - Phänomene 3: isolation effect

- “isolation effect”: Tendenz zur Vereinfachung von Wahlalternativen, produziert inkonsistente Präferenzen
 - » Zweistufiges Spiel (Entscheidung 2 ist vorher mitzuteilen!):
 - Stufe 1: mit $p=.75$ Ende ohne Gewinn, mit $p=.25$ weiter zur zweiten Stufe
 - Stufe 2:
 - E. Gewinn von 4000 mit Wahrscheinlichkeit .80
 - F. Gewinn von 3000 mit Gewißheit
 - isolierte Beurteilung führt zur Präferenz von F, obwohl...
 - $E = .25 \times 0.80 \times 4000 = 800$
 - $F = .25 \times 1.00 \times 3000 = 750$

Prospekt-Theorie: Erklärung

- Annahme eines zweistufigen Vorgangs
 - » 1) Editionsprozess („framing“)
 - Kodierung der Ergebnisse als Gewinne oder Verluste um einen neutralen Referenzpunkt
 - Kombination der Wahrscheinlichkeiten, die mit identischen Ergebnissen verknüpft sind
 - Trennung riskanter von sicheren Komponenten
 - Streichung aller Aspekte, die für alle Optionen gemeinsam gelten
 - » 2) Evaluation und Auswahl
 - durchschnittlicher Wert V jedes edierten „Prospekts“ (=erwarteter Gewinn) bestimmen:
 - $V = \pi(p) * v(x) + \pi(q) * v(y)$
 - wobei Wert-Funktion $v(x,y)$, Gewichtungsfunktion $\pi(p,q)$, $p+q=1$, x =Gewinn, y =Verlust
 - anschließend höchstes V auswählen

Mengenurteile

(Baron, 1988, p. 362ff.)

- » Mengenurteile
 - betreffen die Bewertung einzelner Fälle auf der Basis von Informationen in Hinblick auf bestimmte Kriterien
- » Beispiele:
 - Bewertung einer Prüfungsleistung
 - Schönheitswettbewerb, Rangplätze für Stellenbewerber
- » Mengenurteilen ist daher ...
 - Beurteilung eines einzelnen Objekts („rating“)
 - Ordnung einer Menge durch Zuweisung von Zahlen („ranking“)
 - Klassifikation (dichotome Entscheidung)

Klassisches Verfahren: Multiple Regression

- Vorhersage einer Kriteriumsvariablen (AV: Y) bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer Prädiktorvariablen (UVn: X_1, X_2, \dots)
- $Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + e$
 - Y': vorhergesagtes Kriterium
 - a: Achsenabschnitt („intercept“; Konstante)
 - b_i : Regressionsgewicht für Prädiktor i unter Auspartialisierung des Einflusses aller übrigen Prädiktoren
 - X_i : Prädiktor i
 - e: Anpassungsfehler
- wenn standardisierte Variablen (z-transformiert) verwendet werden, erhält man standardisierte Regressionsgewichte („Beta-Gewichte“)
- -> gibt den eigenständigen Beitrag eines Prädiktors im Kontext aller übrigen Prädiktoren zur Aufklärung der Kriteriumsvarianz an
- Problem:
 - Annahme *additiver* Wirkungen
 - Annahme eines *linearen* Wirkungszusammenhang

„fast and frugal heuristics“ (Gigerenzer et al.)

- Konzept einer adaptiven Werkzeugkiste, die schnell und sparsam arbeitet
- Verbindung dreier Rationalitätskonzepte:
 - » „bounded rationality“ (Herbert Simon)
 - Inferenzen über die Welt müssen schnell und sparsam getroffen werden
 - Grundbausteine: (a) heuristisches Prinzip zur Suche, (b) Abbruchkriterium
 - » Ökologische Rationalität
 - Nutzung verschiedener Umwelt-Strukturen
 - » Soziale Rationalität
 - Sonderform der Ökologischen Rationalität: Ausnutzung der *sozialen* Umwelt (durch Beachtung von sozialen Normen, elterlicher Zuwendung, etc.)



Gigerenzer, G., & Todd, P. M. (1999). Fast and frugal heuristics: The adaptive toolbox. In G. Gigerenzer, P. M. Todd, & the ABC Research Group (Eds.), *Simple heuristics that make us smart* (pp. 3-34). New York: Oxford University Press.

Schnell und sparsam: „recognition“ & „take the best“

- recognition heuristic:
 - » Wiedererkennen als einfachstes Prinzip
 - » Bsp.: der „less-is-more“-Effekt (Goldstein & Gigerenzer, 1999)
 - Welche Stadt hat mehr Einwohner: San Diego oder San Antonio?
 - Amerikanische Studierende: 62% korrekt, deutsche Studierende: 100%
 - Grund: Amerikaner kennen beide Städte, Deutsche nur San Diego
- take the best (TTB), ignore the rest:
 - » TTB-Heuristik verwendet Cue mit höchster Validität und schaut, ob der zur Entscheidung führt - falls nicht, weiter mit dem zweitbesten Cue bis zur Entscheidung
 - » Bsp. „welche Stadt hat mehr Einwohner“ (Gigerenzer & Goldstein, 1999), insgesamt 83 deutsche Städte > 100.000 Einwohner, 9 Cues (geordnet nach ökolog. Validität: Hauptstadt, Messe, Bundesliga, IC-Anschluß, Landeshauptstadt, Universität, Autoschild, Ruhrgebiet, Osten)



Gigerenzer, G., & Goldstein, D. G. (1999). Betting on one good reason: The take the best heuristic. In G. Gigerenzer et al. (Eds.), *Simple heuristics that make us smart* (pp. 75-96). New York: Oxford University Press.
 Goldstein, D. G., & Gigerenzer, G. (1999). The recognition heuristic: How ignorance makes us smart. In G. Gigerenzer et al. (Eds.), *Simple heuristics that make us smart* (pp. 37-58). New York: Oxford University Press.

Literatur 1

– Grundlagen

- Aebli, H. (1980/1981). *Denken: das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Band II: Denkprozesse*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Baron, J. (1988). *Thinking and deciding*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dörner, D. (1976). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Funke, J. (2000). Psychologie der Kreativität. In R. M. Holm-Hadulla (Ed.), *Kreativität* (pp. 283-300). Berlin: Springer.
- **Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.**
- Funke, J. (Ed.). (im Druck). *Denken und Problemlösen (=Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band 8)*. Göttingen: Hogrefe.
- Gigerenzer, G., Todd, P. M., & the ABC Research Group (Eds.). (1999). *Simple heuristics that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Gilhooly, K.J. (1996). *Thinking. Directed, undirected and creative. Third edition*. London: Academic Press.
- Greeno, S.G. & Simon, H.A. (1988). Problem solving and reasoning. In R.C. Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey, & R.D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology. Second edition. Volume 2: Learning and cognition* (pp. 589-672). New York: Wiley.
- Hell, W., Fiedler, K. & Gigerenzer, G. (Eds.). (1993). *Kognitive Täuschungen. Fehl-Leistungen und Mechanismen des Urteilens, Denkens und Erinnerns*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Literatur 2

– Grundlagen ff.

- Hussy, W. (1984). *Denkpsychologie. Ein Lehrbuch. Band 1: Geschichte, Begriffs- und Problemlöseforschung, Intelligenz*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hussy, W. (1986). *Denkpsychologie. Ein Lehrbuch. Band 2: Schlußfolgern, Urteilen, Kreativität, Sprache, Entwicklung, Aufmerksamkeit*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R., & Fischer, K. (2004). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung (2. Auflage)*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Keane, M.T. & Gilhooly, K.J. (Eds.). (1992). *Advances in the psychology of thinking. Volume One*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Klix, F. (1992). *Die Natur des Verstandes*. Göttingen: Hogrefe.
- Mayer, R.E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition. Second edition*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Schaefer, R. (1985). *Denken. Informationsverarbeitung, mathematische Modelle und Computersimulation*. Heidelberg: Springer.
- Schaub, H. (1997). Denken. In J. Straub, W. Kempf, & H. Werbik (Eds.), *Psychologie. Eine Einführung. Grundlagen, Methoden, Perspektiven* (pp. 374-400). München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Sternberg, R.J. (Ed.). (1994). *Thinking and problem solving*. San Diego, CA: Academic Press.

Literatur 3

– Komplexes Problemlösen

- Dörner, D. & Reither, F. (1978). Über das Problemlösen in sehr komplexen Realitätsbereichen. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 25, 527-551.
- Dörner, D. (1981). Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. *Psychologische Rundschau*, 32, 163-179.
- Dörner, D., Kreuzig, H.W., Reither, F. & Stäudel, T. (Eds.). (1983). *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Bern: Huber.
- Funke, J. (1992). *Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung*. Berlin: Springer.
- Funke, J. (1999). (Hrsg.) Komplexes Problemlösen [Themenheft]. *Psychologische Rundschau*, 50.
- Frensch, P.A. & Funke, J. (Eds.). (1995). *Complex problem solving: The European perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Putz-Osterloh, W. & Lüer, G. (1981). Über die Vorhersagbarkeit komplexer Problemlöseleistungen durch Ergebnisse in einem Intelligenztest. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 28, 309-334.
- Sternberg, R.J. & Frensch, P.A. (Eds.). (1991). *Complex problem solving: Principles and mechanisms*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Literatur 4

– Planen und Handeln

- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Hamburg: Rowohlt.
- Friedman, S.L., Scholnick, E.K. & Cocking, R.R. (Ed.). (1987). *Blueprints for thinking: The role of planning in cognitive development*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Funke, J. & Fritz, A. (Eds.). (1995). *Neue Konzepte und Instrumente zur Planungsdiagnostik*. Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- Gollwitzer, P.M. (1991). *Abwägen und Planen. Bewußtseinslagen in verschiedenen Handlungsphasen*. Göttingen: Hogrefe.
- Hacker, W. (1986). *Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern: Hans Huber.
- Hayes-Roth, B. & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Kuhl, J. (1983). *Motivation, Konflikt und Handlungskontrolle*. Heidelberg: Springer.
- McDermott, D. (1992). Robot planning. *AI Magazine*, 13 (2), 55-79.

Literatur 5

– Planen und Handeln ff.

- Norman, D. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Volume 4* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Schaub, H. (1993). *Modellierung der Handlungsorganisation*. Bern: Huber.
- Strohschneider, S. & von der Weth, R. (Eds.). (1993). *Ja, mach nur einen Plan. Pannen und Fehlschläge – Ursachen, Beispiele, Lösungen*. Bern: Hans Huber.
- von Cramon, D.Y. & Matthes-von Cramon, G. (1993). Problemlösendes Denken. In D.Y. von Cramon, N. Mai, & W. Ziegler (Eds.), *Neuropsychologische Diagnostik* (pp. 123-152). Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft.

– Kreativität

- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins.
- Holm-Hadulla, R. M. (Ed.). (2000). *Kreativität*. Heidelberg: Springer.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Finke, R. A. (Eds.). (1995). *The creative cognition approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.

Literatur 6

– Klassiker

- Ach, N. (1935). *Analyse des Willens*. Berlin: Urban & Schwarzenberg.
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, G.A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Duncker, K. (1935). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Julius Springer.
- Graumann, C.F. (Ed.). (1965). *Denken*. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Kainz, F. (1964). Das Denken und die Sprache. In R. Bergius (Ed.), *Allgemeine Psychologie. I. Der Aufbau des Erkennens. 2. Halbband: Lernen und Denken* (pp. 566-615). Göttingen: Hogrefe.
- Lindsay, P.H. & Norman, D.A. (1972). *Human information processing. An introduction to psychology*. New York: Academic Press.
- Métraux, A. & Herrmann, T. (Eds.). (1991). *Otto Selz. Wahrnehmungsaufbau und Denkprozeß. Ausgewählte Schriften*. Bern: Huber.
- Miller, G.A., Galanter, E. & Pribram, K.H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human information processing*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Potentielle Klausurfragen Denken II

- 1. Beschreibe die klassische Karten-Selektionsaufgabe nach Wason (1966). Warum kommt es bei semantisch eingekleideten Versionen dieser Aufgabe zu besseren Leistungen? Nenne und beschreibe zwei mögliche Erklärungsansätze.**
- 2. Was versteht man unter einer Heuristik? Beschreibe eine der elementaren Heuristiken nach Kahneman & Tversky (1981) anhand eines Beispiels ausführlich.**