

# Allgemeine Psychologie I: Denken I

Markus Knauff

Abteilung Kognitionsforschung



„Spock“ vom Raumschiff Enterprise

**Logik ist der  
Anfang aller  
Weisheit, nicht  
das Ende.**

Spock in Star Trek VI

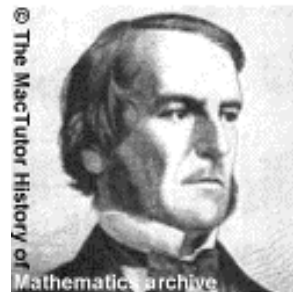


## Beim letzten Mal . . .

- Denkpsychologie beschäftigt sich mit der Frage, wie aus vorhandenem Wissen neues Wissen abgeleitet wird.
- Problemlösepsychologie beschäftigt sich damit, wie ein (unerwünschte) Startzustand in einen (erwünschten) Zielzustand überführt wird.
- Sprachpsychologie untersucht die Generativität sowie Regelhaftigkeit gesprochener und geschriebener Sprache sowie das Verstehen von Sprache.
- Die Denkpsychologie hat sehr enge Verbindungen zu Logik, die Problemlösepsychologie zur Künstlichen Intelligenz (KI) und die Sprachpsychologie zur Linguistik.

## Logik und Denken

- Psychologie des schlussfolgernden Denkens steht in enger Beziehung zur Logik.
- Die Logik als Teildisziplin der Mathematik und Philosophie hat zum Ziel, formal zu spezifizieren, wann eine Aussage richtig ist.
- Georg Boole: *Eine Untersuchung der Gesetze des Denkens* (1854).
- „Ist menschliches Denken rational?“ Dazu später mehr ...



George Boole  
(1815- 1864)

## Schlussfolgerndes Denken

- Beim schlussfolgernden Denken wird neues Wissen aus dem inferiert, was bereits bekannt ist.
- Deduktion: Aus wahren Aussagen, werden Aussagen abgeleitet, die immer wahr sind (wahrheitserhaltend)
- Induktion: Aus Aussagen, werden Aussagen abgeleitet, die nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit wahr sind (nicht wahrheits-erhaltend)

## Deduktion: Wahr bleibt wahr!

- Die drei Hauptforschungsgebiete: **Quantoren, Konditionale und Relationen**
- Schließen mit Quantoren:
  - *alle, einige, keine, einige nicht*
- Konditionales Schließen :
  - *wenn .... dann*
- Relationales Schließen:
  - $x r_1 y, Y r_2 z, ?X r_3 Z$

## Syllogismen: Schließen mit Quantoren

Alle A sind B	Alle Amerikaner sind Belgier.
<u>Alle B sind C</u>	<u>Alle Belgier sind Christen.</u>
Alle A sind C	Alle Amerikaner sind Christen.

- Allgemeine Form kategorialer Syllogismen: aus mindestens zwei Prämissen wird eine Konklusion (Schlussfolgerung) abgeleitet!
- A und C = Endterme, B = Mittelterm
- Quantoren: *alle, einige, keine, einige nicht*

## Kategoriale Syllogismen

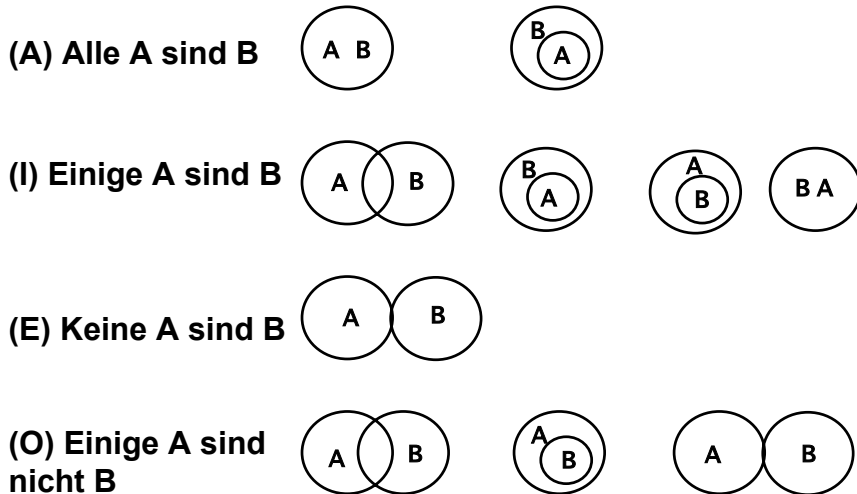
Aussagetypen (*moods*)

<b>A</b>	Alle A sind B	bejahend	universell
<b>I</b>	Einige A sind B	bejahend	partikulär
<b>E</b>	Keine A sind B	verneinend	universell
<b>O</b>	Einige A sind nicht B	verneinend	partikulär

Formen oder Figuren (*figures*)

<b>A – B</b>	<b>B – A</b>	<b>A – B</b>	<b>B – A</b>
<b>B – C</b>	<b>B – C</b>	<b>C – B</b>	<b>C – B</b>

## Euler Kreise zur Beschreibung der Prämissen



## Syllogismen

- Wie viele Syllogismen: 256? 192? 512?
- Wie viele gültige (starke und schwache) Syllogismen: 24? 48? 27?

**Barbara, Celarent, Sarii, Ferio,  
Celantes, dabitis, fapesmo,  
Cesare, campestres, festino, baroco darapti,  
Felapton, disamis, datisi, bocardo, ferison ...**

**AAA EAE AII EIO EAE ...**

## Was ist hier ein gültiger Schluss?

Alle A sind B

Mood: AAA

Alle B sind C

---

(Perfekter Syllogismus)

? Alle A sind C

Figur: A – B, B – C

Alle Amerikaner sind Belgier

Alle Belgier sind Christen

---

? Alle Amerikaner sind Christen

## Und hier?

Keine A sind B

Mood: EAO

Alle B sind C

---

Figur: A – B, B - C

? Einige C sind keine A

Keine Amerikaner sind Belgier

Alle Belgier sind Christen

---

? Einige Christen sind keine Amerikaner

## Empirische Befunde

TABLE 7.2  
Results Obtained by Dickstein (1978)

Syllogism	Correct Response	Percent Correct	Preferred Conclusion	Syllogism	Correct Response	Percent Correct	Preferred Conclusion
AA1	A(I)	95(3)	A	AA3	I	29	A
AE1	N	37	E	AE3	N	18	E
AI1	I	90	I	AI3	I	90	I
AO1	N	37	O	AO3	N	18	O
EA1	E(O)	92(5)	E	EA3	O	24	E
EE1	N	61	N	EE3	N	82	N
EI1	O	68	O	EI3	O	55	O
EO1	N	55	N	EO3	N	45	O
IA1	N	24	I	IA3	I	84	I
IE1	N	68	N	IE3	N	40	N
II1	N	55	N	II3	N	63	N
IO1	N	53	N	IO3	N	45	N
OA1	N	29	O	OA3	O	79	O
OE1	N	82	N	OE3	N	53	N
OH1	N	58	N	OH3	N	47	N
OO1	N	61	N	OO3	N	66	N
AA2	N	21	A	AA4	I	21	A
AE2	E(O)	95(3)	E	AE4	E(O)	90(3)	E
AI2	N	11	I	AI4	N	24	I
AO2	O	74	O	AO4	N	16	O
EA2	E(O)	92(5)	E	EA4	O	5	E
EE2	N	61	N	EE4	N	74	N
EI2	O	58	O	EI4	O	24	N
EIO2	N	63	N	EIO4	N	82	N
IA2	N	24	I	IA4	I	90	I
IE2	N	18	E	IE4	N	34	O/N
II2	N	37	I	II4	N	58	N
IO2	N	40	O	IO4	N	45	O/N
OA2	N	16	O	OA4	N	29	O
OE2	N	58	N	OE4	N	58	N
OI2	N	34	O	OI4	N	58	N
OO2	N	47	N	OO4	N	47	N

Abbreviations: A, all; E, no; I, some; O, some . . . not; N, no valid conclusion.  
The first letter indicates the mood of the first premise, the second letter the mood of the second premise, and the number of the figure of the syllogism. Weak conclusions are given in parentheses.

## Empirische Befunde

- Manche Syllogismen sind sehr einfach zu lösen, andere sehr schwierig einzusehen, selbst wenn die Lösung bekannt ist
- Insgesamt ist die Leistung beim syllogistischen Schließen
  - besser als durch Zufall erwartet
  - mit vielen Fehlern verbunden
  - Bei verschiedenen Syllogismen unterschiedlich schwierig

## Warum?

## Theorien styllogistischen Schließens

- **Atmosphärenhypothese**  
(Woodworth & Sells, 1935)
- **Matching-Hypothese**  
(Wetherick & Gilhooly, 1990)
- **Konversionshypothese**  
(Chapman & Chapman, 1959)
- **Gricesche Implikationshypothese**  
(Newstead, 1989; Grice, 1975)
- **Ambiguitätshypothese**  
(Erickson, 1974)

## Atmosphärenhypothese

**Kein A sind B**  
**Alle B sind C**  

---

**? Kein A sind C**

Ungültig aber von  
den meisten Vpn  
akzeptiert

→ verneinende  
Konklusion wird  
bevorzugt

**Alle A sind B**  
**Einige B sind C**  

---

**? Einige A sind C**

Ungültig aber von  
den meisten Vpn  
akzeptiert

→ spezifischere  
Konklusion wird  
bevorzugt

## Atmosphärenhypothese

- Die Prämissen schaffen eine „Atmosphäre“, die die Bevorzugung einer bestimmten Konklusion nahe legt
  - mindestens eine negative Prämisse führt zu einer negativen Konklusion
  - zwei universelle Prämissen führen zu einer universellen Konklusion
  - zwei affirmative Prämissen führen zu einer affirmativen Konklusion
  - mindestens eine partielle Prämisse führt zu einer partiellen Konklusion

## Matching-Hypothese

- verwandt mit der Atmosphärenhypothese
  - ein Quantor wird in der Konklusion bevorzugt, der auch in einer der Prämissen vorgekommen ist
  - bei zwei verschiedenen Quantoren wird der konservativere bevorzugt (kein > einige, einige > alle)

## Konversionshypothese

- Fehler entstehen, weil Prämissen verstanden werden, als würden sie auch das Gegenteil implizieren (was aber logisch nicht der Fall ist)
- Fehler können nur entstehen bei A und O Syllogismen, jedoch nicht bei I und E

(A) Alle A sind B  $\rightarrow$  A sind A

(O) Einige A sind nicht B  $\rightarrow$  Einige B sind nicht A

## Gricesche Implikationshypothese

- Unterschied in der „Bedeutung“ von Quantoren in der Logik und in der Alltagssprache
- Grice: Principles of cooperation (1975)
  - Quantität (nicht zu viel und nicht zu wenige Information); Qualität: (sag die „Wahrheit“); Relevanz; Klarheit
- insbesondere bei „einige“ treten „Fehler“ auf
  - Logik: einige = mindestens ein und möglicherweise alle
  - Alltagssprache: einige = mindestens ein, aber nicht alle (und weniger als die Hälfte)

## Ambiguitätshypothese

- wegen der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses werden Prämissen unvollständig repräsentiert
- nicht jede der Interpretationen wird berücksichtigt, was zu Fehlern führt



## Bewertung der Theorien

- Antwort Bias Theorien beschreiben Fehler anhand Bevorzugung bestimmter Antworten
  - z.B. Matching-Hypothese, Atmosphärenhypothese
- Kodierungstheorien beschreiben Fehler anhand des (falschen) Verständnisses der Prämissen einer Denkaufgabe
  - Z.B. Konversionshypothese, Gricesche Implikationshypothese, Ambiguitätshypothese
- alle diese Theorien beschreiben zwar Leistungen, erklären jedoch nicht, die mentalen Prozesse, die für diese Leistungen und Fehlleistungen verantwortlich sind

## Theorie mentaler Beweise

- ... reasoning consists in the application of mental inference rules to the premises and conclusion of an argument. The sequence of applied rules forms a mental proof or derivation of the conclusion from the premises, where these implicit proofs are analogous to the explicit proofs of elementary logic. (Rips, 1994, p. 40)



Lance Rips

## PSYCOP – ein „natürliches“ Inferenzsystem

- PSYCOP (Rips, 1994) basiert auf den
  - elementare logischen Operatoren Konjunktion (und), Disjunktion (oder) und Konditional (wenn—dann)
  - Griceschen Implikationen (z.B. das „einige A sind B“ bedeutet, das es einige A gibt, die nicht B sind)
  - Inferenzregeln, wie modus ponens (Wenn A dann B,  $A, \rightarrow B$ ) und Transitivität  $A r B, B r C, \rightarrow A r C$ ) und andere
  - 10 Vorwärts- und 14 Rückwärtsregeln

## Syllogismen in PSYCOP

The four syllogistic sentences expressed in words (first lines), their translations into the notation for PSYCOP's inference rules (second lines), and their implicatures (third lines). English equivalents are given in brackets on the right. (Adapted from Rips, 1994, ch. 7)

*Mood*

A	All A are B IF A(x) THEN B(x) A(a) AND B(a)	[if x is A then x is B] [there are things, a, which are A and B]
I	Some A are B A(b) AND B(b) A(a) AND NOT B(a)	[there are things, b, which are A and B] [there are things, a, which are A and not B]
E	No A are B NOT (A(x) AND B(x)) A(a) AND NOT B(a)	[it is not the case that x is A and x is B] [there are things, a, which are A and not B]
O	Some A are not B A(b) AND NOT B(b) A(a) AND B(a)	[there are things, b, which are A and not B] [there are things, a, which are A and B]

x is a variable (i.e. a label for a class); a and b are "temporary names", (i.e. labels for possible instances).

## Eine Lösung für den „perfekten“ Syllogismus AAA

**Alle Amerikaner sind Belgier**

**Alle Belgier sind Christen**

---

**? Alle Amerikaner sind Christen**

**Wenn A (x) dann B (x)**

**Wenn B (y) dann C (y)**

---

**A (z) dann C (z)**

## „small-scale models“

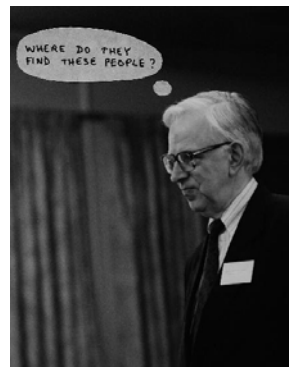
If the organism carries a „small-scale model“ of external reality and of its own possible actions within its head, it is able to try out various alternatives, conclude which is the best of them, react to future situations before they arise, utilize the knowledge of the past events in dealing with the present and the future, and in every day to react in a much fuller, safer, and more competent manner to the emergencies which face it ( Craik, 1943; p. 61).



**Kenneth Craik**  
(1914 - 1945)

## Theorie mentaler Modelle

[Mental models are... ]  
psychological representations of real, hypothetical, or imaginary situations. The models are constructed in working memory as a result of perception, the comprehension of discourse, or imagination. [...]. A crucial feature is that their structure corresponds to the structure of what they represent (Johnson-Laird, 1998).



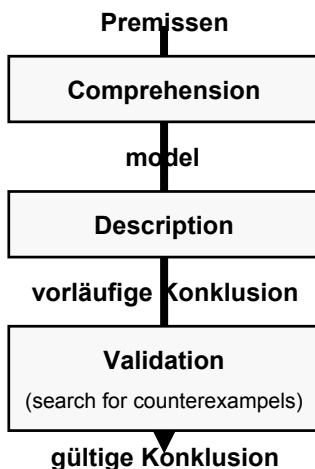
**Philip N. Johnson-Laird**

## Die drei Phasen nach Johnson-Laird & Byrne (1991)

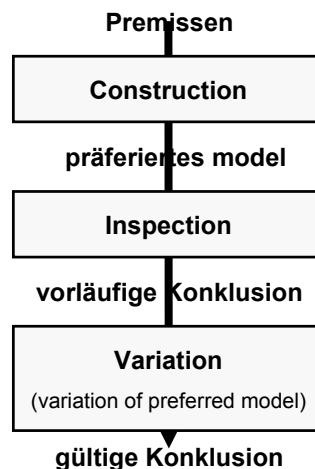
- **Comprehension:** Konstruktion eines Modells unter Verwendung von Hintergrundwissen über die Bedeutung der Prämissen
- **Description:** Kombination der Prämissen, so dass eine vorläufige Konklusion abgelesen werden kann
- **Validation:** Suche nach Gegenbeispielen, in denen die Prämissen wahr aber die vorläufige Konklusion falsch ist. Gibt es kein solches Modell, wird die Konklusion als wahr akzeptiert

## Die drei Phasen modell-basierten Schließens

Johnson-Laird & Byrne (1991)



Knauff, Rauh & Schlieder (1995)



## Kognitive Ökonomie mentaler Modelle

- MM repräsentieren eine (nicht alle) Möglichkeiten, die wahr sein können
- MM repräsentieren was wahr aber nicht was falsch ist (was zu systematischen Fehlern führt)
- Je mehr Modelle berücksichtigt werden müssen, desto schwieriger ist die Aufgabe (wegen Kapazitätsbeschränkung des AG)
- Schließen beruht auf der Suche nach Gegenbeispielen, um sicherzustellen, dass die Konklusion in allen möglichen Modellen gültig ist

## Notation

- **a, b, c, d, Amerikaner, Belgier, Christen ....**
- **[ ]** erschöpfende Repräsentation, d.h. kein Objekte dieser Menge kann nirgends sonst im Modell auftauchen
- **¬** Negation
- ... implizite Information, z.B. das es weitere Objekte geben kann

## Mentale Modelle syllogistischer Prämissen nach Johnson-Laird & Byrne

	Initiales Modell	Explizite Modelle
<b>A: Alle A sind B</b>	[a] b [a] b ...	[a] [b] [a] [b] [¬a] [b] [¬a] [¬b]
<b>I: Einige A sind B</b>	a b a b ...	a b a b ¬a b a ¬b ¬a ¬b
<b>E: Keine A sind B</b>	[a] [a] [b] [b] ...	[a] [¬b] [a] [¬b] ¬a [b] ¬a [b] ¬a ¬b
<b>O: Einige A sind nicht B</b>	a a a [b] [b] ...	a b a b ¬a b ¬a ¬b

## Syllogistisches Schließen mit mentalen Modellen

**Alle Amerikaner sind Belgier.**

Initiales Modell

[a] b

[a] b

...

Explizites Modell

[a] [b]

[a] [b]

[¬a] [b]

[¬a] [¬b]

**Alle Belgier sind Christen.**

Initiales Modell

[b] c

[b] c

...

Explizites Modell

[b] [c]

[b] [c]

[¬b] [c]

[¬b] [¬c]

## Syllogistisches Schließen mit mentalen Modellen

Alle Amerikaner sind Belgier.

Alle Belgier sind Christen.

[a] b	[ [a] b] c
[a] b	[[a] b] c
...	...

Alle Amerikaner sind Christen.

## Syllogistisches Schließen mit mentalen Modellen

Alle Belgier sind Amerikaner.

Keine Belgier sind Christen.

[ [a] b]	[ [a] b]	[ [a] b]
[ [a] b]	[ [a] b]	[ [a] b]
[c]	a [c]	a [c]
[c]	[c]	a [c]
...	...	...

~~Keine Christen sind Amerikaner.~~

~~Einige Christen sind keine Amerikaner.~~

Einige Amerikaner sind keine Christen.

## Empirische Befunde: Unbestimmtheitseffekt

- Johnson-Laird (1988) untersuchten Syllogismen mit 1, 2 und 3 Modellen

Ein Modell	92 % correct
Zwei Modelle	46 % correct
Drei Modelle	28 % correct

## Empirische Befunde: Unbestimmtheitseffekt

- Johnson-Laird & Byrne (1991) untersuchten alle 27 Syllogismen in vier Experimenten

Determiniert ein Modell (10)	76 % correct
Inderterminiert mehrere Modelle (17)	25 % correct

## Johnson-Laird & Bara (1984)

- Johnson-Laird & Bara (1985) untersuchten den Einfluss der Figur auf die Schwierigkeit

	A – B B – C	B – A B – C	A – B C – B	B – A C – B
korrekt in %	51	48	35	22
Zeit in Sec.	11.6	12.9	18.7	22.1

## Take-home-messages

- Bei der Deduktion werde aus wahren Aussage weitere wahre Aussagen abgeleitet
- Die (Fehl-) Leistung von Menschen beim syllogistischen Schließen werden von einigen Theorien anhand der Bevorzugung bestimmter Antworten und von anderen anhand des (falschen) Verständnisses der Prämissen beschreiben
- Die Theorie mentaler Beweise erklärt Denken als syntaktischen Prozess der Anwendung domänen-unabhängiger Regeln
- Die Theorie mentaler Modelle erklärt Denken als semantischen Prozess der Konstruktion, Inspektion und Validierung mentaler Modelle

Danke für die Aufmerksamkeit!

Sprechstunde: Di, 13-14.00 Uhr u. n. V.

Institut für Psychologie

Gebäude A6, Raum 2-219

Weitere Informationen und Folien der Vorlesung:

[www.psychologie.uni-oldenburg.de/markus.knauff](http://www.psychologie.uni-oldenburg.de/markus.knauff)