

From Logic via Exploration to Controlled Experiment

Keith Stenning und Michiel van Lambalgen:
Human Reasoning and Cognitive Science

Nico Schramm

14. Juni 2024

Künstliche Intelligenz

Prof. Dr. Sibylle Schwarz

Fakultät Informatik und Medien

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

- Logik & Psychologie
- *Forms of Rationality*
- Konzepte der modernen Logik, Closed-World-Reasoning etc.
- großer Spielraum für Interpretationen von Konditionalen
- WASON's Selection Task, Two-Rule-Task, Tutoren-Dialoge

Wason's Selection Task [SL08, S. 44-46]

Regel: *If there is a vowel on one side, then there is an even number on the other side.*



Welche Karten *müssen* umgedreht werden, um zu entscheiden, ob die Regel wahr ist?

$$\Rightarrow (p \rightarrow q) \rightsquigarrow (\text{Vokal} \rightarrow 2\mathbb{N})$$

Kompetenzantwort: p und $\neg q$, d.h. A und 7

Wason's Selection Task [SL08, S. 44-46]

$$(p \rightarrow q) \rightsquigarrow (\text{Vokal} \rightarrow 2\mathbb{N})$$

p	p, q	$p, \neg q$	$p, q, \neg q$	anderes
A	A, 4	A, 7	A, 4, 7	
35%	45%	5%	7%	8%

Two-Rule Task [SL08, S. 61-63]

1. *If there is a U on one side, then there is an 8 on the other side.*
2. *If there is a I on one side, then there is an 8 on the other side.*



Genau eine Regel ist wahr. Welche Karten *müssen* umgedreht werden, um zu entscheiden, welche Regel wahr ist?

$$\Rightarrow (p \rightarrow q) \rightsquigarrow (\{U, I\} \rightarrow 8)$$

Kompetenzantwort: $\neg q$, d.h. 3

(hinreichend, identifiziert falsche Regel)

Zuvor bei HRaCS...

- Logik & Psychologie
 - *Forms of Rationality*
 - Konzepte der modernen Logik, Closed-World-Reasoning etc.
 - großer Spielraum für Interpretationen von Konditionalen
 - WASON's Selection Task, Two-Rule-Task, Tutoren-Dialoge
 - BAYES'sches Information-Gain Model
- ⇒ **Interpretationsschwierigkeiten** von Proband:innen
- v.a. bei (abstrakten) deskriptiven Konditionalen
 - kaum/nicht bei deontischen Regeln mit vertrauten Thematiken

1. Einführung
2. Experimente
3. Resultate
4. Implikationen
5. Fazit
6. Kontrollfragen
7. Literatur

- Interpretationsschwierigkeiten in Sokratischen Dialogen
≠ Auftreten in originaler WASON-Aufgabe
- These 1: Interpretation \neq vorgelegte Materialien
 \Rightarrow aufgezeigtes Verhalten \neq klassisches Logikmodell
- These 2: wichtiger Faktor: deskriptive oder deontische Interpretation
- Basis: Standard-WASON mit **Manipulationen**
 \Rightarrow Untersuchung des Beitrags verschiedener Faktoren
- Ziel: Minderung der Konflikte (\leftrightarrow Schwierigkeiten),
Hervorrufen von erwarteter Reaktion von WASON

Experimente

- klassische „abstrakte“ Aufgabe (WASON)
 - ⇒ Grundlage für Ergebnisse
- Two-Rule Task
 - ⇒ Robustheit natürlicher-sprachlicher Konditionale
 - ⇒ Begriff „Wahrheit“, Ausnahmen?
 - ⇒ Auswirkung BAYES'sche Information-Gain-Theorie

*Also below there appears a rule. Your task is to decide which of these four cards you must turn (if any) in order to decide if the rule is true. Assume that you have to **decide whether to turn each card before you get any information from any of the turns you choose to make.** Don't turn unnecessary cards. Tick the cards you want to turn.*

- Untersuchung von durch deskriptive Semantik eingeführte Kontingenzen (Zusammenhänge, Contingency)
- Entscheidung über *alle* Karten treffen vor weiteren Informationen
- These: häufigere Wahl von $\neg q$

*Also below there appears a rule **put forward by an unreliable source**. Your task is to decide which cards (if any) you must turn in order to decide **if the unreliable source is lying**. Don't turn unnecessary cards. Tick the cards you want to turn.*

Quelle der Regel \neq Experimentator:in

\Rightarrow Untersuchung des Einflusses von

- autoritärer Position der Experimentator:innen
- Gleichgewicht zwischen kooperativer und gegnerischer Haltung

\Rightarrow *Truthfulness* der *Quelle* statt der Regel

- Untersuchung von Interpretationen außerhalb von Konditionalen
⇒ konjunktive Regeln (\wedge)
- Untersuchung der logischen Veränderung (keine Vereinfachung)
⇒ *There is a vowel on one side, and there is an even number on the other side.* ($p \wedge q$)

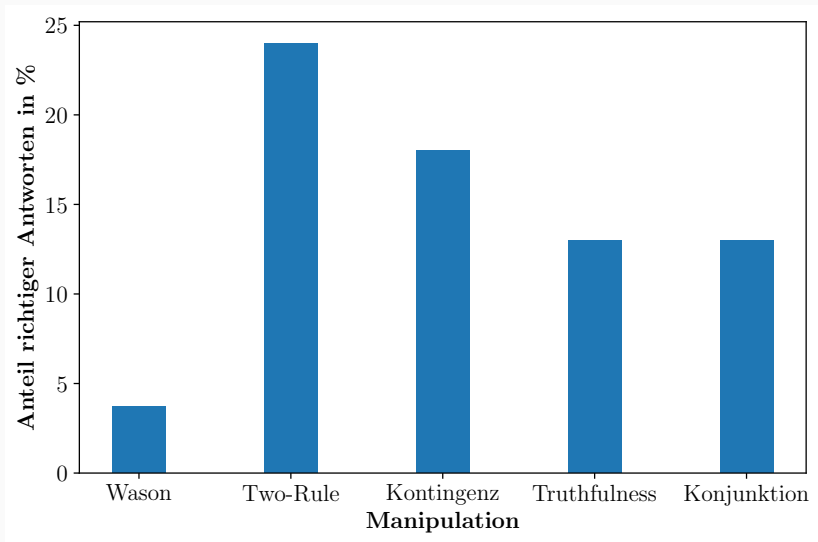


- klassische Kompetenzantwort: *keine* Karte umdrehen
(bereits widerlegt durch $\neg p$ und $\neg q$)
- Vermutung: seltenes Vorkommen der Kompetenzantwort

Every card *should* have a vowel on one side and an even number on the other. ($p \rightsquigarrow q$)

- Verstärkung deontischer Interpretation
- Suche nach *verletzenden* Karten offensichtlich
- Achtung: *Demand Characteristic*
 - Verlangen Karte umzudrehen
 - ⇒ p , q wählen
- deontische Interpretation trotz syntaktisch indikativer Regel

Resultate

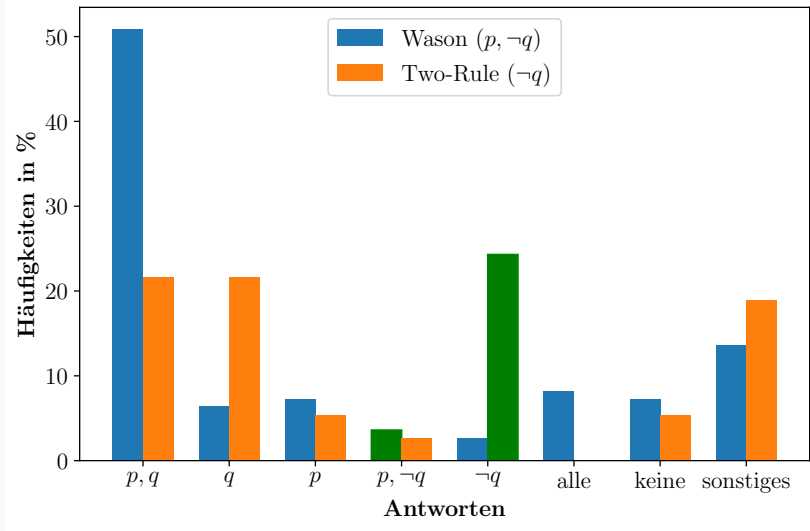


- jede Manipulation bringt (unterschiedlich gute) Verbesserung
- entsprechend Vorhersagen der Theorien, von denen Manipulationen abgeleitet wurden
- starke Evidenz für Zusammenhang zwischen Manipulationen und mentalen Vorgängen, auf die sie einwirken

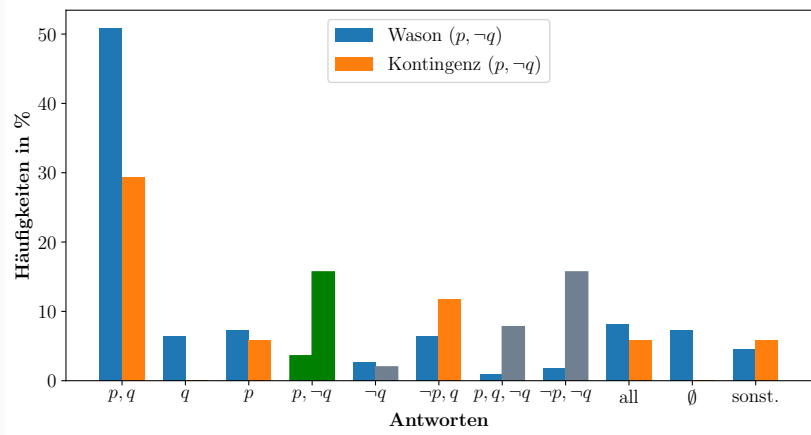
$$(p \rightarrow q) \rightsquigarrow (\{U, I\} \rightarrow 8)$$

- Verwechslungsgefahr zwischen
 - *this rule is true of this card*
 - *this card makes this rule true*
- $q \hat{=} 8$ könnte beide Regeln bestätigen
 \Rightarrow Konflikt: eine Regel wahr, eine falsch
- asymmetrische Beziehung von *true*
- Information-Gain: $\neg q$ bietet am meisten Informationen
 \Rightarrow Vorhersage: häufigste Wahl

Two-Rule Task [SL08, S. 109]



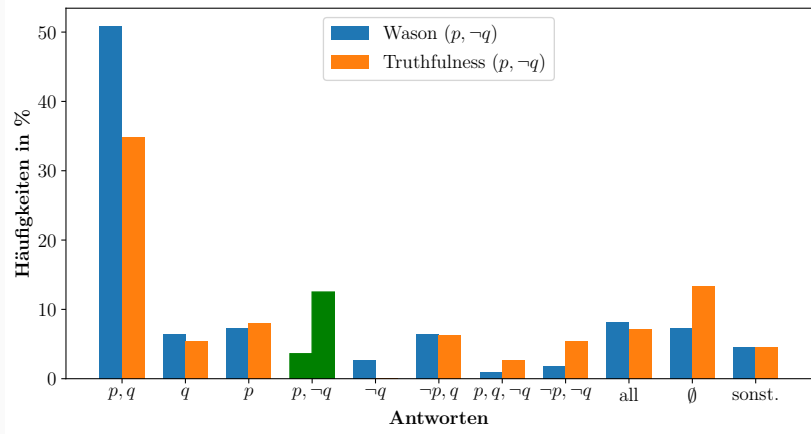
Kontingenz [SL08, S. 109]



Kontingenz \Rightarrow Entscheidung vor weiteren Informationen

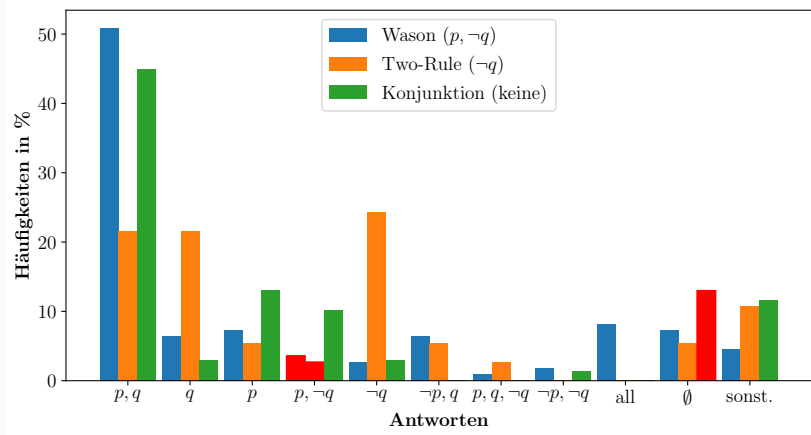
- Beobachtung: prognostizierte Wirkung tritt ein (häufiger $\neg q$)
 \Rightarrow Erklärung für schwerwiegende Unterschiede
- problematisch für rationale Analysemodell (u.a. Information-Gain)
 - Warum steigt Wahl von p , $\neg q$ signifikant? (15,7% statt 3,6%)
 - Einfluss von Kontingenzen der Antworten auf Interpretation schwierig zu erkennen

- VAN DENDEREN: reaktive Planung als Quelle der Schwierigkeiten
- Subjekte dürfen Karten vor Entscheidung drehen (GUI)
- Trick: erste Karte falsifiziert nie
- Kompetenz-Antwort (p , $\neg q$) nun häufigste Antwort (26% statt 3,6%)
 - ⇒ Verlangen nach reaktiver Planung deutlich problematisch
 - ! mehrere Veränderungen der Aufgabe
- ⇒ Verifikation / Falsifikation
- ⇒ Unterschied zwischen deskriptiver und deontischer Aufgabe: (keine) Kontingenzen zwischen Antworten



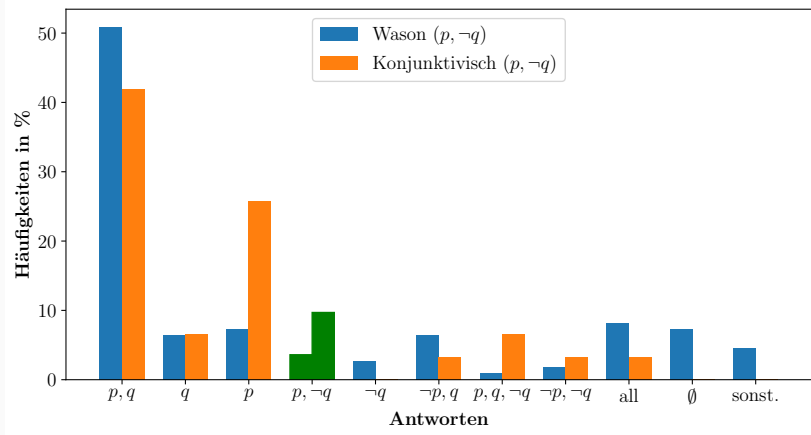
- Quelle der Regel \neq Experimentator:in
- Proband:innen sollen nach Gegenbeispielen suchen
- (kleine) signifikante Verbesserung (12,5% statt 3,6%)
- Ursachen nicht ganz klar

Konjunktion [SL08, S. 109]



- Formbarkeit der Semantik von Sätzen
- Beobachtung: Interpretation ähnlich zu `if ... else ...`
- signifikante Steigerung der Kompetenzantwort (13% statt 3,6%)
- mögliche Ursachen:
 - vermehrt deontische Interpretation \Rightarrow Suche nach Verstößen
 - FILLLENBAUM zeigt: ca. $\frac{1}{2}$ lesen `if else` (nicht ausreichend)
 - Annahme p wahr, entsprechende Folgerung
- Probleme
 - deontisches Lesen indikativer Regeln
 - Unnatürlichkeit, Satz statt Experimentator:in zu hinterfragen
 - ähnlich schwere (verschiedene, verwandte) Probleme wie Implikation

Konjunktivisch [SL08, S. 109]



- *Every card should have a vowel...*
- nicht ausreichend, um deontische Interpretation hervorzurufen
- alternative epistemische¹ Interpretationen von *should*
- deontische Interpretation benötigt inhaltliche Unterstützung
- Fehlschlag der einfachsten Manipulation zum Test der These
 - Interpretation als Beweis gegen Theorie?
 - STENNING und LAMBALGEN: weitere Untersuchungen notwendig

¹erkenntnistheoretisch

- Ergebnisse entsprechen Tutoren-Dialoge (Kapitel 3)
- Manipulationen senken Interpretationsschwierigkeiten
⇒ Indiz für Beitrag verschiedener Problemquellen
- semantische Herausforderungen deskriptiver Aufgaben
- entgegen Theorien², die annehmen, dass
 - klassische Logik die korrekte Interpretation ist und
 - dies Interpretation der Proband:innen sei

²außer Information-Gain (aber andere Probleme)

Implikationen

- Auswirkung auf evolutionäre Theorien in Kapitel 6
- nicht-evolutionäre Theorien am stärksten von Ergebnissen betroffen, basierend auf Auswirkungen für Beziehung zwischen Logik und Psychologie
- Fokus auf Relevanz-Theorie, Theorie der mentalen Modelle und Rationale-Analyse-Theorie

- RT: menschliches Schließen / Kommunikation als allgemeine, kontext-sensitive Fähigkeit
- Erklärung von Effekten durch allgemeine Faktoren
 - Relevanz der Aufgabe
 - Kosten für Ermittlung der Relevanz
 - Unterschiede zwischen *Deontics* und *Descriptives* fehlend
- RT: kein großartiges Schließen bei falscher Antwort
⚡ Autoren: „a great deal goes on, however speedily“

- aufbauend auf komplexer Theorie der
 - Bedeutung von Konditionalen und
 - kontext-basierten Anpassung der Semantik (*Pragmatic Modulation*)
 - Frage: sind Interpretationen wahrheitsfunktional? (vgl. Kapitel 2)
 - nicht wahrheitsfunktional $\overset{?}{\rightarrow}$ Interpretation $\not\leftrightarrow$ Anweisungen
(Konflikt nie von Theorie anerkannt)
- ⇒ Warum wird klassisches, logisches Kompetenzmodell für **Bewertung der Leistung**, aber nicht zur Erklärung des **Verständnisses von Konditionalen** verwendet? (Kapitel 5, 10)

- ausgreifteste Theorie, stellt als einziges das klassische Kompetenzmodell infrage
- unterschiedliche Betrachtung von deskriptiver und deontischer Aufgabe notwendig
 - Leistung der Proband:innen gleich korrekt bzgl. jeweiligem Kompetenzmodell
 - ⚡ Autoren: deskriptiv hoch problematisch, deontisch einfach
 - gestützt auf Tutoren-Dialoge (Kapitel 3) und Experimenten
 - Vorhersage der Leistung basierend auf angenommene Interpretation
- IG: abweisen jeglicher Rolle der Logik
 - ⚡ Autoren: durch Interpretation der natürlichen Sprache enthalten

- Verhalten entspricht allgemeinen, menschlichen Kommunikationsfähigkeiten
⇒ natürliche Sprache bei Erklärung einbeziehen
- Ähnlichkeiten zwischen Labor-Aufgabe und Schulbildung
- Wiederherstellung der Verbindung zwischen Psychologie des logischen Schließens und pädagogischen Studien
- deskriptive Selection-Task interessant, da Subjekte unabhängig schließen müssen, ähnlich zur Bildung (Generalisierung)


Fazit

- Interpretations**schwierigkeiten** in WASON-Aufgabe
- Thesen über Erklärung der Beobachtungen:
 1. Interpretation \downarrow Materialien
 2. deontische **Interpretation** „einfacher“ (vgl. deskriptiv)
- Untersuchung verschiedener Faktoren basierend auf **Manipulationen**
- Kontingenz, Truthfulness, Konjunktion, Konjunktiv
- wesentliche Verbesserungen
⇒ Indiz für Bestätigung der Thesen
- Bedeutsamkeit der **natürlichen Sprache**

Kontrollfragen

- Was sind die zwei Hauptthesen der Autoren, welche die Interpretationsschwierigkeiten in WASON's Selection-Task erklären sollen?
- Welches Mittel verwenden die Autoren, um diese These zu untersuchen?
- Zu welchem Ergebnis kommen sie?

- [SL08] Keith Stenning und Michiel van Lambalgen. **Human Reasoning and Cognitive Science**. The MIT Press, 1. Aug. 2008. ISBN: 978-0-262-28429-5. DOI: 10.7551/mitpress/7964.001.0001. URL: <https://direct.mit.edu/books/book/2785/Human-Reasoning-and-Cognitive-Science> (besucht am 25.05.2024).

Dieser Vortrag ist unter der Creative Commons Attribution 4.0 International lizenziert. 

Der Quellcode kann unter folgendem Link abgerufen werden:

<https://github.com/nicosrm/24-kim-hracs>