

Was Ist Wissenschaftliche Arbeitsweise?

Logik auf Abwegen: Irrglaube, Lüge, Täuschung

Seminarleiter: Jun.-Prof. Dr. Bernhard Beckert

Sarah Steinmetz

sarah.steinmetz@uni-koblenz.de

Universität Koblenz

Institut für Informatik

Sommersemester 2004

Definition von Wissenschaft?

- Es existiert kein einheitlicher Wissenschaftsbegriff
- Vielfalt an Methoden und Prinzipien
- Uneinigkeit der Wissenschaftstheoretiker

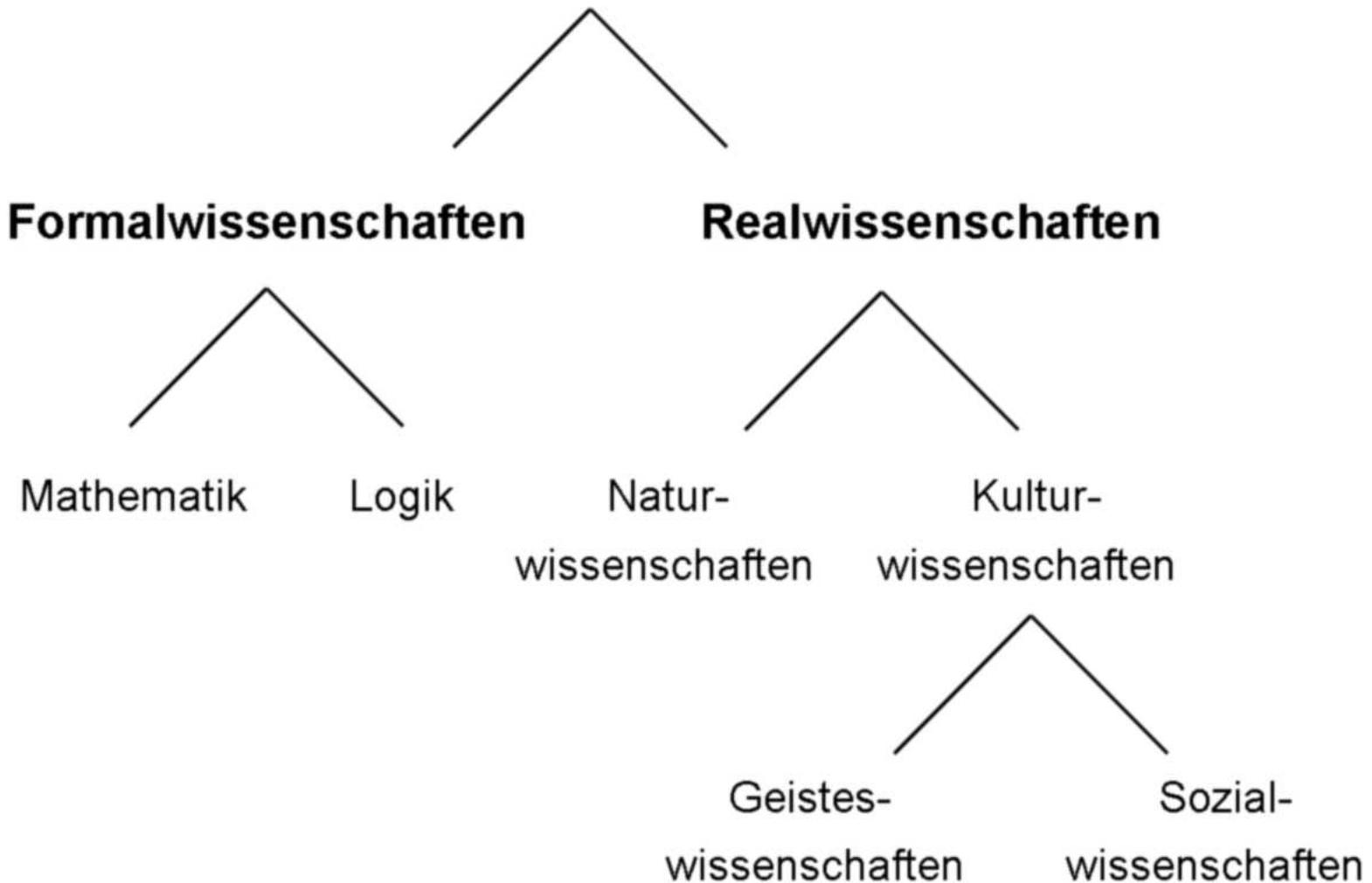
Inhalt

1. Einteilung der Wissenschaften
2. Einblick in die Wissenschaftstheorie
3. Kriterien für Theorien
4. Die empirische Methode des Erkenntnisgewinns
5. Fazit



Einteilung der Wissenschaften

Einteilung der Wissenschaften





Einblick in die Wissenschaftstheorie

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Sir Karl Raimund Popper (1902–1974):
Philosoph und Wissenschaftstheoretiker

- Ablehnung der **Induktion** als Beweismethode
- die **Verifikation** einer Theorie sei nicht möglich: unendliche Anzahl an Einzelbeobachtungen erforderlich
Bsp.: „Alle Stoffe dehnen sich bei Hitze aus“
- aber **Falsifikation** bereits durch eine Einzelbeobachtung

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Einziges gültiges Schlussverfahren: **Deduktion**

Prämissen	Alle Menschen sind sterblich	$A \rightarrow B$
	Sokrates ist ein Mensch	A
<hr/>		<hr/>
Schluss	Sokrates ist sterblich	B

Schlussregel des **modus ponens**: „Wenn gilt 'aus A folgt B' und 'A ist wahr', dann gilt auch 'B ist wahr'.“

(Wikipedia/Modus Ponens)

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

- Aus wissenschaftlichen Aussagen W müssen sich prüfbare Folgerungen F ableiten lassen
- Falsifizierender Schluss durch **modus tollens**:

$$((W \rightarrow F) \wedge \neg F) \rightarrow \neg W$$

„Wenn gilt 'aus W folgt F ' und ' F ist falsch', dann gilt auch ' W ist falsch'.“

(Wikipedia/Modus Tollens)

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

- Theorien müssen nicht bewiesen werden, sondern falsifizierbar sein
- falsifizierbare Aussagen schließen mögliche Beobachtungen aus
- Bei Bewährung: Hypothese vorläufig akzeptieren
- Bei Falsifikation: Hypothese als falsch ablehnen

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

→ falsifizierbar

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

→ falsifizierbar

- „Es gibt Kinder, die niemals weinen.“

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

→ falsifizierbar

- „Es gibt Kinder, die niemals weinen.“

→ nicht falsifizierbar

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

→ falsifizierbar

- „Es gibt Kinder, die niemals weinen.“

→ nicht falsifizierbar

- „Alle Männer haben einen Ödipuskomplex.“

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Beispiele:

- „Alle Planeten bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne.“

→ falsifizierbar

- „Es gibt Kinder, die niemals weinen.“

→ nicht falsifizierbar

- „Alle Männer haben einen Ödipuskomplex.“

→ nicht falsifizierbar

Karl Popper: Kritischer Rationalismus

Grenzen des Falsifikationismus:

- Beobachtungsaussagen sind fehlbar
- Hypothesen sind von Theoriesystem abhängig
- modus tollens sagt nicht welche Prämisse

falsch ist $((W \wedge A1 \wedge \dots \wedge An) \rightarrow F) \wedge \neg F \rightarrow \neg(W \wedge A1 \wedge \dots \wedge An)$

→ **Quine-Duheme-These:** „... jede Beobachtung kann durch geeignete Anpassungen untergebracht werden.“

Th. Kuhn: Wissenschaftl. Revolutionen

Thomas Samuel Kuhn (1922–1996): Physiker, Wissenschaftstheoretiker und -historiker

- Forschergemeinschaft richtet sich nach dem **Paradigma**
 - Phasen der **Normalwissenschaft**
 - Krise und **wissenschaftlichen Revolution**
 - Entstehung eines neuen Paradigma
- ⇒ Große Bedeutung der **scientific community**



Kriterien für Theorien

Was ist eine Theorie?

„System von Aussagen oder Sätzen, das in gewissem Umfang der Zusammenfassung, Beschreibung, Erklärung und Vorhersage von Phänomenen dient“ (Brockhaus)

Was ist eine Theorie?

Vollendete Form der wissenschaftlichen Theorie:
Axiomatisches System

- Grundlage: **Axiomensystem** aus unabhängigen **Axiomen**: wahre Grundsätze, die keiner Begründung bedürfen
- Deduktion neuer Sätze mit Hilfe festgelegter Schlussregeln

Widerspruchsfreiheit

Innere Widerspruchsfreiheit

- Aus einer Theorie dürfen nicht A und $\neg A$ abgeleitet werden können

Äußere Widerspruchsfreiheit

- Vereinbarkeit mit etablierten Wissensbeständen

Wissenschaftliche Erklärung

Hempel-Oppenheim-Schema:
Deduktiv-nomologische Erklärung

G_1, \dots, G_i	deterministische Gesetze	Explanans
A_1, \dots, A_j	Antecedenz-Sätze	
<hr/>		
$E(e)$	Ereignis	Explanandum

Forderung: Explanans-Sätze müssen wahr sein...

Wissenschaftliche Erklärung

Abgeschwächte Forderung für
realwissenschaftliche **Gesetzhypothesen:**

- empirisch bewährte **Allsätze**
- raum-zeitlich **unbeschränkter**
Gegenstansbereich
- allgemeingültig, **deterministisch**
- Gesetze sind **synthetische Sätze**

Argumentation

Zirkelfreiheit

- für Beweis einer Aussage darf nicht die Aussage selbst vorausgesetzt werden
- keine tautologischen Aussagen

Wertfreiheit

- nicht auf subjektive Anschauung stützen

Empirischer Gehalt

Erklärungswert

- möglichst viele Phänomene erklären
- Axiomensysteme müssen vollständig sein: alle Sätze aus Axiomen ableitbar
- Empirische Wissenschaften: je falsifizierbarer umso mehr **Informationsgehalt**
(„Entweder es regnet oder es regnet nicht“...)

Empirischer Gehalt

Intersubjektive Prüfbarkeit

- Aussagen, Ergebnisse unabhängig von der Person prüfbar
- Prinzipielle Verifizier- oder Falsifizierbarkeit

Kommunikabilität

Wissenschaft unterliegt **Veröffentlichungsgebot**

(→ Fachzeitschriften: **peer review**)

Terminologische Exaktheit

- nachvollziehbare Aussagen
- → formale Sprachen

Authentizität

- korrekte Zitierweise
- vollständige Quellenangaben

Diskussion des aktuellen Forschungsstandes

Einfachheit

- Gutes Kriterium für konkurrierende Theorien
- Sparsamkeitsprinzip **Ockham's Razor**:
„Die Theorien, die mit weniger Annahmen auskommt, ist vorzuziehen.“
- Achtung: „einfache“ Theorie meist komplizierter!



Die empirische Methode des Erkenntnisgewinns der Naturwissenschaften

Beobachtung

- Fehlbarkeit von Beobachtung einschränken
→ Überprüfbare **Protokollaussagen**
- Carnap^a: Trennung von **Beobachtungsvokabular** und **theoretischem Vokabular**
- heute: Beobachtung ist **theoriebeladen**

^aRudolf Carnap (1891–1970): Philosoph

Hypothesengewinnung

Hypothese: „wissenschaftlich begründete Annahme“

Hypothesenfindung:

- kreativer, intuitiver Prozess
- oft Verwendung der Induktion
- „wichtigste“^a Schlussweise der Wissenschaft:
Abduktion

^anach Charles Peirce (1839–1914): Mathematiker, Philosoph, Logiker

Hypothesengewinnung

subsumierende Abduktion:

Wenn es regnet, wird die Straße nass	$A \rightarrow B$
Die Straße ist nass	B
<hr/>	
Es hat geregnet	A

→ kein logisch gültiger Schluss

terminogene Abduktion:

Regel $A \rightarrow B$ wird neu konstruiert

Deduktion aus der Hypothese

- Deduktion prüfbarer Aussagen aus der Hypothese
- Vorhersagungen müssen weiter reichen als bisher beobachteter Gegenstand
- Abgeleitete Vorhersage muss vor der Untersuchung aufgestellt werden

Definition von Begriffen

Operationalisierung

- Wie und womit können Begriffe der Aussage gemessen werden?
- Messgröße, Erhebungsinstrument angeben
- Bsp. Einstein: Definition von „Gleichzeitigkeit“ und „Zeit“

Überprüfung im Experiment

- Versuchsbeschreibung für **Reproduzierbarkeit**
- Sicherstellung der **Reliabilität**
- Isolation von **Störfaktoren** für interne **Validität**
- bei Kausalzusammenhängen: **Kontrollversuch**
- zahlreiche Überprüfungen

→ Bsp. aus der Medizin: **(Doppel)blindversuch**

Verwerfung oder Theoriebildung

a) Widerspruch

- Hypothese verwerfen, aber
- Modifikationen erlaubt, wenn nicht **ad-hoc**
Beispiel: Entdeckung des Planeten Neptun

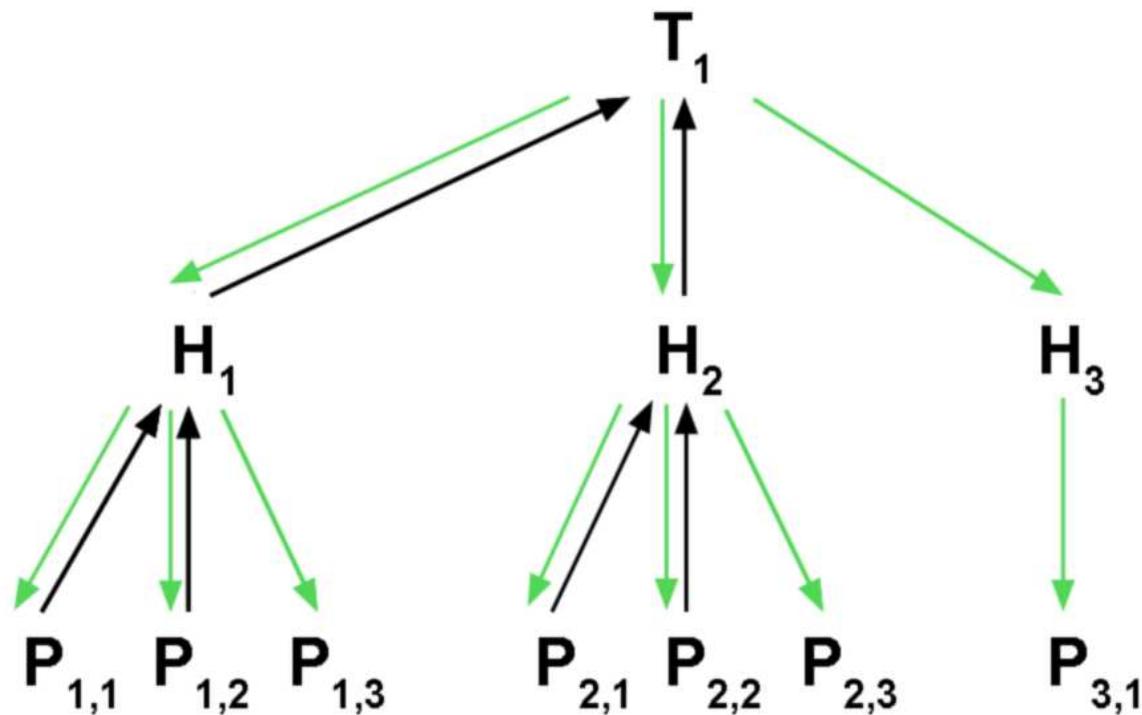
b) Bewährung

- Übereinstimmung zwischen Vorhersage und Versuchsergebnis noch kein Beweis
- allgemeinere Erklärungen suchen und prüfen, usw...

→ **Hypothetisch-deduktive** Methode

Hypothetisch-deduktive Methode

Schematische Darstellung des Erkenntnisgewinns (nach Bochenski)



⇒ Naturwissenschaftliche Theorie als „auf dem Kopf stehendes axiomatisches System“

Fazit

Schwierigkeiten

- Theorien sind komplexe Systeme
 - Kriterien nicht immer erfüllt, z.B. Unabhängigkeit der Axiome formalwissenschaftlicher Theorien
 - Erkenntnismethode nur idealisiert vorgestellt, z.B. Experimente in der Kosmologie?
- Grundsätze von Theorien letztlich nicht beweisbar
 - ⇒ Akzeptanz durch Bewährung der Folgerungen
 - ⇒ Theorien dennoch als revidierbar zu betrachten

Quellen

- Bertelsmann. Lexikon in 3 Bänden. Jubiläumsausgabe (2003) Gütersloh; München: Wissen Media Verlag
- Bochenski, I.M. (1954): Die zeitgenössischen Denkmethoden. München: A. Francke Verlag
- Boyd, R. et al. (1991): The Philosophy of Science. Massachusetts: MIT Press
- Brockhaus. Die Enzyklopädie in 24 Bänden (1996) Leipzig; Mannheim: F.A. Bockhaus
- Carey, S.S. (2004): A Beginner's Guide to Scientific Method. Belmont: Wadsworth
- Chalmers, A.F. (2001): Wege der Wissenschaft. Einführung in die Wissenschaftstheorie. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag
- Czayka, L. (1991): Formale Logik und Wissenschaftsphilosophie. Einführung für Wirtschaftswissenschaftler. München: R. Oldenbourg Verlag
- Derry, G.N. (2001): Wie Wissenschaft entsteht. Ein Blick hinter die Kulissen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Quellen

- Hug, T. (Hrsg.) (2001): *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Bd.1: Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten*. Hohengehren: Schneider Verlag
- Hug, T. (Hrsg.) (2001): *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Bd.2: Einführung in die Forschungsmethodik und Forschungspraxis*. Hohengehren: Schneider Verlag
- Hug, T. (Hrsg.) (2001): *Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Bd.4: Einführung in die Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsforschung*. Hohengehren: Schneider Verlag
- Kämpfer, M. (2000): *Wissenschaft-Pseudowissenschaft: Ein einführender Beitrag über die Abgrenzungsschwierigkeiten. Teil 1: Was ist Wissenschaft?*, in: *Studium Integrale Journal*, 7.J., S. 19-27
- Kelle, U. (1994): *Empirisch begründete Theoriebildung. Zur Logik und Methodologie interpretativer Sozialforschung*. Weinheim: Deutscher Studien Verlag

Quellen

- Menne, A. (1992): Einführung in die Methodologie. Elementare allgemeine wissenschaftliche Denkmethoden im Überblick. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Merten, K.; Teipen, P. (1991): Empirische Kommunikationsforschung. Darstellung Kritik Evaluation. München: Verlag Ölschläger
- Radner, D.; Radner, M. (1982): Science and Unreason. Belmont: Wadsworth Publishing Company
- Theimer, W. (1985): Was ist Wissenschaft? Praktische Wissenschaftslehre. Tübingen: Francke Verlag
- Vollmer, G. (1993): Wissenschaftstheorie im Einsatz: Beiträge zu einer selbstkritischen Wissenschaftsphilosophie. Stuttgart: S. Hirzel Verlag
- Wikipedia. Die freie Enzyklopädie. Internet-Adresse: <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite> (19.07.2004)
- Wissenschaftsphilosophie, Internet-Adresse (19.07.2004): <http://www.uni-duisburg.de/FB1/PHILO/index/Wissenschaftsphilosophie.PDF>