



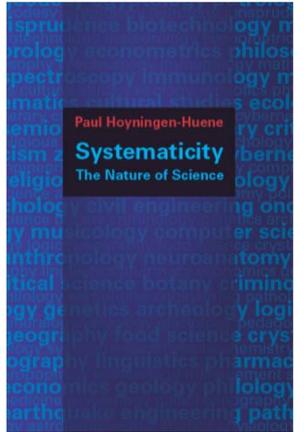
**Was ist Wissenschaft?**

Sommersemester 2013

Paul Hoyningen-Huene  
Institut für Philosophie

Basis der  
Vorlesung:

New York:  
Oxford University Press  
März 2013



**Inhalt (abstrakt)**

Ein Stück systematische Philosophie

1. Formulierung und Entwicklung der Frage
2. Antwort auf die Frage und Entwicklung der Antwort
3. Die Begründung der Antwort
4. Vergleich mit anderen Positionen, in weiter klärender und argumentativer Absicht
5. Konsequenzen der Antwort

3

**Inhalt (konkret)**

1. Introduction
  - Historical remarks
  - The question “What is science?” in focus
2. The main thesis
  - Science and systematicity
  - The concept of systematicity
  - The structure of the argument

4

**Inhalt (2)**

3. The systematicity of science unfolded
  - Descriptions
  - Explanations
  - Predictions
  - The defense of knowledge claims
  - Critical Discourse
  - Epistemic connectedness
  - The ideal of completeness
  - The generation of new knowledge
  - The representation of knowledge

5

**Inhalt (3)**

4. Comparison with other positions
  - Aristotle
  - Descartes
  - Kant
  - Logical empiricism
  - Popper
  - Kuhn
  - Feyerabend
  - Rescher

6

## Inhalt (4)

- 5. Consequences for scientific knowledge
  - The genesis and dynamics of science
  - Science and common sense
  - Normative Consequences
  - Demarcation from pseudo science
- 6. Conclusion

7

## 1.1 Historische Bemerkungen

Geschichte der Antworten auf die Frage: Was ist Wissenschaft?

Motor dieser Entwicklung:

- Veränderung der Wissenschaften selber
- Veränderung des Nachdenkens über Wissenschaft

Schematisch: 4 Phasen

- Antiquity until 17<sup>th</sup> century: scientific knowledge as certain knowledge, established by proof
- 17<sup>th</sup> century until second half of 19<sup>th</sup> century: scientific knowledge as certain knowledge, established by (the) scientific method(s)

8

## 1.1 Historische Bemerkungen (2)

- Second half of 19<sup>th</sup> century until last third of 20<sup>th</sup> century: scientific knowledge as fallible knowledge, established by (the) scientific method(s)
- Last third of 20<sup>th</sup> century until now: dissolution of the persuasion of science as a strictly rule-bound enterprise induced by historical studies. Provokes the question: Is science special?

9

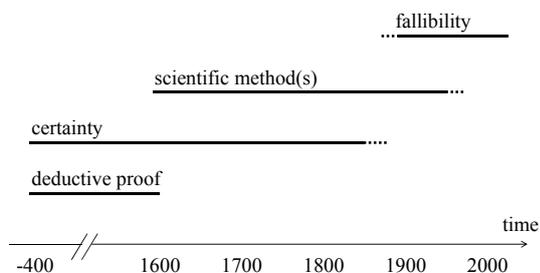
## 1.1 Historische Bemerkungen (3)

Wichtigste historisch wirksame Argumente gegen die Existenz wissenschaftlicher Methode(n):

- Kuhn (in *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962): konstruktiv, durch eine Gegentheorie: Wissenschaftler werden primär von vorbildgebenden Problemlösungen (Paradigmen) geleitet, nicht von Regeln
- Feyerabend (in *Against Method*, 1975): destruktiv: Schlage mir eine wissenschaftliche Methode vor und ich bringe Dir Beispiele von anerkanntem wissenschaftlichen Fortschritt, der nur durch Verletzung dieser Methode möglich war

10

## 1.1 Historische Bemerkungen (4)



11

## 1.2 Die Frage: Was ist Wissenschaft?

Ausgangspunkt: Das Methodenverständnis von Wissenschaft trägt nicht mehr; der Sonderstatus wissenschaftlichen Wissens steht zur Disposition

Klärung der Frage:

- Wissenschaftsbegriff in größtmöglicher disziplinärer Breite
- Bezogen hauptsächlich auf wissenschaftliches Wissen, nicht auf das Sozialsystem oder die Beziehungen von Wissenschaft und Gesellschaft
- Wichtig! Abgrenzung primär vom Alltagswissen, nicht von Pseudowissenschaft oder ‚Metaphysik‘

12

## 1.2 Die Frage: Was ist Wissenschaft? (2)

- Keine metaphysische Voraussetzungen mitgedacht („Wesen der Wissenschaft“)
- Nicht überall scharfe Abgrenzungen von Wissenschaft zu Nicht-Wissenschaft zu erwarten:
  - Wissenschaftliche Tätigkeit (Forschung) vs. Anwendung von Wissenschaft zu praktischen Zwecken. Bsp. Medikamente
  - Forschung vs. Entwicklung  
Bsp. Fusionsforschung, earthquake engineering, chocolate science

13

## 2. Die These

### 2.1 Wissenschaft und Systematizität

Hier vertretene **These**:

Wissenschaftliches Wissen unterscheidet sich von anderen Wissensarten, besonders dem Alltagswissen, primär durch seinen höheren Grad an Systematizität

Historisch: Diese These ist nicht absolut neu

Gibt Ähnliches in der Philosophie und den Wissenschaften

Allerdings ist die These dann meist sehr beiläufig erwähnt und nicht weiter entwickelt

Zunächst Beispiele aus der Philosophie

14

## 2.1 Historisches (1)

John Dewey, 1903:

“The familiar notion that science is a body of systematized knowledge will serve to introduce consideration of the term “scientific” as it is employed in this article. The phrase “body of systematized knowledge” may be taken in different senses. It may designate a property which resides inherently in arranged facts [...]. Or, it may mean the intellectual activities of observing, describing, comparing, inferring, experimenting, and testing, which are necessary in obtaining facts and in putting them into coherent form. The term should include both of these meanings.”

15

## 2.1 Historisches (2)

Charles Morris, 1960, echoing Neurath about the plan for the *Encyclopedia of Unified Science*:

“Section 2 was to deal with *methodological* problems involved in the special sciences and in the systematization of science [...]. Section 3 was to concern itself with *actual state of systematization* within the special sciences and the connections which obtained between them, with the hope that this might help toward further systematization.”

16

## 2.1 Historisches (3)

Carl Gustav Hempel (from 1958 onwards)

1965: “All scientific explanation [...] seeks to provide a systematic understanding of empirical phenomena by showing that they fit into a nomic nexus”

1983: “Science is widely conceived as seeking to formulate an increasingly comprehensive, systematically organized, world view that is explanatory and predictive.”

17

## 2.1 Historisches (4)

Ernest Nagel, 1961:

“It is the desire for explanations which are at once systematic and controllable that generates science”.

“A number of further differences between common sense and scientific knowledge are almost direct consequences of the systematic character of the latter”.

18

## 2.1 Historisches (5)

During the last one hundred years, Nicholas Rescher is the only philosopher who has extensively dealt with systematicity

1979: *Cognitive Systematization: A Systems-Theoretic Approach to a Coherentist Theory of Knowledge*

2005: *Cognitive Harmony: The Role of Systemic Harmony in the Constitution of Knowledge*

His focus, however, is different from mine

His context is a coherentist theory of knowledge, and he asks why and how knowledge should be put into the order of a system

19

## 2.1 Historisches (6)

Beispiele aus den Wissenschaften: Physik

„Historians, detectives, and plumbers—indeed, all human beings—use the same basic methods of induction, deduction, and assessment of evidence as do physicists or biochemists. Modern science tries to carry out these operations in a more careful and systematic way, by using controls and statistical tests, insisting on replication and so forth.“

Sokal, Alan D./Jean Bricmont, 1998: *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. New York: Picador, p. 56 ff. 56

20

## 2.1 Historisches (7)

Mathematik:

“The main concern of nineteenth-century mathematicians was not finding useful new results but *systematizing* and developing the internal structure of mathematics itself. [...] [T]his has largely remained the concern of professional mathematicians to this day. [...] Mathematics came to be seen as a science unto itself, whose value could be judged only by its own internal standards. Now, it seemed, mathematics could be worthy of its name only if it was rigorous, self-consistent, and *systematic*.”

Alexander, Amir R., 2006: "Tragic Mathematics: Romantic Narratives and the Refounding of Mathematics in the Early Nineteenth Century". *Isis* 97 (4):714-726

21

## 2.1 Historisches (8)

Kognitive Entwicklungspsychologie:

„Some researchers believe that children’s intuitive knowledge can be conceptualized as consisting of a coherent and *systematic* set of ideas which deserve to be called a theory. Other researchers think that naïve physics consists of a fragmented collection of ideas which do not have the *systematicity* that is typically attributed to a scientific theory.”

Vosniadou, Stella/William F. Brewer, 1992: "Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood". *Cognitive Psychology* 24:535-585.

22

## 2.1 Historisches (9)

Geschichtswissenschaft:

“[H]istorical method may seem to amount to little more than the obvious lessons from common sense. But it is common sense applied *very much more systematically* and skeptically than is usually the case in everyday life, supported by a secure grasp of historical context and, in many instances, a high degree of technical knowledge.”

Tosh, John with Séan Lang, 2006: *The Pursuit of History: Aims, methods and new directions in the study of modern history*. 4th. Aufl. Harlow: Pearson, p. 110

23

## 2.1 Historisches (10)

Bildsemiotik:

“As a first approximation, one may want to say that science is a particularly orderly and *systematic* fashion for describing and analyzing or, more generally, interpreting a certain part of reality, using different methods and models.”

Sonesson, Göran, 2004: "Current Issues in Pictorial Semiotics. Lecture 1: The Quadrature of the Hermeneutic Circle: Historical and Systematic Introduction to Pictorial Semiotics". Cyber-semiotic Institute:  
<http://www.chass.utoronto.ca/epc/srb/cyber/Sonesson1.pdf>

24

## 2.1 Historisches (11)

Theologie:

“Theology, in a narrow sense of that term, sets out to articulate the beliefs of a given religion and to put them into systematic order”.

Alston, William P., 1967: "Philosophy of Religion, Problems of". In: *The Encyclopedia of Philosophy*, Band 6, hg. von Paul Edwards. New York: Macmillan, pp. 285-289.

25

## 2.1 Erste systematische Erläuterungen der These

**These:** Wissenschaftliches Wissen unterscheidet sich von anderen Wissensarten, besonders dem Alltagswissen, primär durch seinen höheren Grad an Systematizität

Fünf Erläuterungen:

- Terminologisch:
  - „Wissen“ nicht im Sinn der Philosophie („begründete wahre Überzeugung“), sondern wissenschaftliche Alltagssprache („scientific belief“)
  - „höherer Grad an Systematizität“: nicht quantitativ gemeint

26

## 2.1 Erste Erläuterungen (2)

**These:** Wissenschaftliches Wissen unterscheidet sich von anderen Wissensarten, besonders dem Alltagswissen, primär durch seinen höheren Grad an Systematizität

- These ist deskriptiv, nicht normativ  
Ist extrem wichtig hinsichtlich der möglichen Argumentation für die These
- These ist komparativ: andere Wissensarten (Alltagswissen, „traditional knowledge“) müssen nicht unsystematisch sein  
Beispiel: Zählen  
Konsequenz: Ermöglicht einen gleitenden Übergang von Nichtwissenschaft zu Wissenschaft, anders als Beweis/Methode

27

## 2.1 Erste Erläuterungen (3)

**These:** Wissenschaftliches Wissen unterscheidet sich von anderen Wissensarten, besonders dem Alltagswissen, primär durch seinen höheren Grad an Systematizität

- „höherer Grad an Systematizität“: bezieht sich auf Wissen über den gleichen Gegenstandsbereich  
Grund: Gibt extrem systematische Arten der Wissensgewinnung in nicht-wissenschaftlichen Bereichen.  
Bsp. ViCLAS: Violent Crime Linkage Analysis System
- These ist nicht unmittelbar anwendbar in Bereichen, über die es ausschließlich wissenschaftliches Wissen gibt  
Bsp. Molekulare Genetik, schwarze Löcher, Proteinfaltung

28

## 2.2 Der Begriff der Systematizität

„Systematizität“ ist kein etablierter philosophischer Begriff (wohl aber in Kognitionswissenschaft, aber in anderer als gewünschter Bedeutung)

Daher ist Begriffsanalyse notwendig

Sprachphilosophisch interessant: Begriffsanalyse benötigt zwei Schritte: erst eine abstrakte Präzisierung (die nicht weit führt) und dann eine Konkretisierung in einem Kontext

Beispiel: „Verfeinerung“

- Abstrakt: von „grob“, „undifferenziert“ etc. zu weniger Grobem
- Konkretisierung durch Angabe eines Kontextes:
  - Schreibstil (z.B. weniger Substantive, mehr Variation etc.)
  - Sauce (Zugabe von Rahm, einkochen)
  - Optisches Gerät (bessere Justierung, höherer Qualität der Linsen)

29

## 2.2 Systematizität (2)

Ähnlich für „Systematizität“

1. *Präzisierung:* Kontrastbegriffe zu „systematisch“:

- rein zufällig
  - beliebig
  - unmethodisch
  - planlos
  - ungeordnet
  - irgendwie gemacht oder entstanden
- Systematizität bedeutet die Präsenz von irgendeiner Form von Ordnung – ist aber sehr abstrakt und führt nicht weit  
Konkretisierung von „systematisch“: Angabe von Kontexten

30

## 2.2 Systematizität (3)

2. *Konkretisierung* in neun Kontexten oder Dimensionen, in denen – so die These – wissenschaftliches Wissens systematischer als andere Wissensarten ist:

- Beschreibungen
- Erklärungen
- Vorhersagen
- Verteidigung von Wissensansprüchen
- Kritischer Diskurs
- Epistemische Vernetztheit
- Ideal der Vollständigkeit
- Vermehrung von Wissen
- Darstellung von Wissen

31

## 2.2 Systematizität (4)

Bemerkungen:

- Nicht alle Dimensionen sind für alle Wissenschaften einschlägig. Beispiel: Vorhersagen (detaillierte Diskussion der neun Dimensionen: Kap. 3)
- Was ist das Verhältnis dieser verschiedenen Systematizitätsbegriffe zueinander?  
Sie sind alle Konkretisierungen eines abstrakten, „dünnen“ Systematizitätsbegriffs  
Sie haben daher keine anderen Merkmale gemeinsam als die, die der abstrakte Systematizitätsbegriff besitzt: artikulieren irgendeine Form von Ordnung

32

## 2.2 Systematizität (5)

„Ordnung“ heisst je nach Kontext sehr Verschiedenes (vgl. „Verfeinerung“): zeitliche Ordnung, logische Ordnung, Ordnung einer Klassifikation, zweidimensionales räumliches Muster, mathematische Abbildung etc.

Konkret: Systematizität einer Beschreibung ist etwas anderes als die Systematizität einer Erklärung, etwas anderes als eine systematische Verteidigung von Wissensansprüchen, etc.

Für eine Charakterisierung des Verhältnisses der verschiedenen Systematizitätsbegriffe benötigen wir den Wittgensteinschen Begriff der Familienähnlichkeit

33

## 2.2 Systematizität (6)

Familienähnlichkeit: Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*, §§ 65-71

Wittgensteins Beispiel: „Spiel“

Es gibt nicht genügend Merkmale, die *allen* Spielen zukommen, so dass man „Spiel“ durch sie definieren könnte (Angabe von notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Anwendung des Begriffs)

Vielmehr haben verschiedene Gruppen von Spielen *verschiedene* gemeinsame Merkmale

Bsp. Mannschaftsspiele, Kampfspiele, Kartenspiele, Patience, Ballspiele, Ball gegen die Wand werfen, Brettspiele, Theater spielen, etc.

Einheit des Begriffs ist wie die Kontinuität eines Fadens, in dem es keine durchgehenden Fasern gibt

Wendet sich gegen die traditionelle Begriffstheorie, die seit Plato in der Philosophie gängig ist: gegen den Essentialismus!

34

## 2.2 Systematizität (7)

- Die in den neun Dimensionen konkretisierten Systematizitätsbegriffe weisen untereinander Familienähnlichkeit im Sinne Wittgensteins auf
- Aber auch innerhalb einer Dimension gibt es verschiedene Systematizitätsbegriffe, bedingt durch die Verschiedenheiten der Disziplinen; ebenfalls durch Familienähnlichkeiten verbunden
- Sogar innerhalb einer Dimension und innerhalb einer Disziplin variieren die Systematizitätsbegriffe, bedingt durch die Verschiedenheiten der Subdisziplinen  
Bsp. Mentalitätsgeschichte vs. Wirtschaftsgeschichte
- Zudem variieren die Systematizitätsbegriffe in der Zeit  
Bsp. Veränderung von Beschreibungen und Erklärungen durch Einführung von Quantifizierung, z.B. in der Chemie des 19. Jhdt.

35

## 2.2 Systematizität (8)

- Daher behauptet „Systematizität“ als Charakteristikum von Wissenschaft keine rigide einheitliche Struktur der Wissenschaften, wie das etwa im logischen Empirismus der Fall war: Reduktion aller Wissenschaften auf die Physik
- Die „Einheit der Wissenschaften“ ist ein komplexes Netz von Familienähnlichkeiten (vgl. Wittgensteins Faden)
- Ist auch von anderen Autoren beobachtet worden (Putnam, Dupré, Keil, Okasha), aber als bloßes empirisches Faktum
- Hier dagegen hat man einen theoretischen Hintergrund: die Familienähnlichkeit zwischen den verschiedenen Systematizitätsbegriffen

36

## 2.3 Die Struktur des Arguments

Weitere Erläuterung und Begründung der These müsste bei *allen* Wissenschaften zeigen, dass sie in *allen neun* Aspekten systematischer sind als das korrespondierende Alltagswissen

1. Problem: In welche Einheiten muss dazu das Gesamtpaket „Wissenschaften“ zerschnitten werden?

Vom Argument her in solche, in denen die jeweiligen Systematizitätsbegriffe ( $\leq 9$ ) alle konstant sind

Das müssen auf jeden Fall kleinere Einheiten als ganze Disziplinen sein: „Subdisziplinen“

Bsp. Geschichte: Mentalitätsgeschichte vs. Wirtschaftsgeschichte

37

## 2.3 Struktur des Arguments (2)

2. Problem: Wie viele Disziplinen und Subdisziplinen gibt es?

Leider gibt es heute keine etablierte Disziplin „Wissenschaftskunde“, die darüber verbindlich Auskunft geben könnte (analog „Erdkunde“)

Entsprechend gibt es keine eindeutige und allgemein anerkannte Klassifikation der wissenschaftlichen Disziplinen und Subdisziplinen

Früher gab es einmal die Disziplin Wissenschaftskunde: z.B.

Eschenburg, Johann Joachim (1792): *Lehrbuch der Wissenschaftskunde, ein Grundriß enzyklopädischer Vorlesungen*. Berlin: Nicolai

Heute werden von verschiedenen Institutionen Listen von Disziplinen produziert: Bibliotheken, Hochschulverbände, Zeitschriftenverlage, Zitationsindices, Forschungsförderungsinstitutionen

38

## 2.3 Struktur des Arguments (3)

Beispiel: Firma Thomson Reuters: ISI Web of Knowledge, enthält u.a. vier Zitationsindices, die ca. 15 000 wissenschaftliche Zeitschriften auswerten:

- Science Citation Index: Naturwissenschaften
  - Social Science Citation Index: Sozialwissenschaften
  - CompuMath Citation Index: Formalwissenschaften
  - Arts & Humanities Citation Index: Geisteswissenschaften
- [http://thomsonreuters.com/products\\_services/science/science\\_products/a-z/isi\\_web\\_of\\_knowledge?](http://thomsonreuters.com/products_services/science/science_products/a-z/isi_web_of_knowledge?)

(Thomson Reuters ist ein Monopolist bzgl. vieler Arten von Information, insbes. von Zitationen [und damit Impact Faktoren] und ist daher von extrem hohem Einfluss)

39

## 2.3 Struktur des Arguments (4)

Disziplinen nach diesen Indices:

(Science: [http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope\\_sci/](http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_sci/)  
Social Science: [http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope\\_ssci/](http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_ssci/)  
CompuMath: [http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope\\_cmci/](http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_cmci/)  
Arts & Humanities: [http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope\\_ahci/](http://science.thomsonreuters.com/mjl/scope/scope_ahci/))

Naturwissenschaften: 170, von Acoustics bis Zoology,  
Sozialwissenschaften: 54, von Anthropology bis Women's Studies

Formalwissenschaften: 15, von Automation & Control Systems bis Statistics & Probability

Geisteswissenschaften: 27, von Archeology bis Theater  
Zusammen 266 Disziplinen

40

## 2.3 Struktur des Arguments (5)

Andere Listen geben andere Ergebnisse: z.B.

- Deutscher Hochschulverband: 411 Disziplinen
- Kürschner's Gelehrten-Kalender: 624 Disziplinen

Subdisziplinen: z.B. Law im Social Citation Index:

“Law covers resources from both general and specialized areas of national and international law, including comparative law, criminology, business law, banking, corporate and tax law, constitutional law, civil rights, copyright and intellectual property law, environmental law, family law, medicine and the law as well as psychology and the law.”

Eine Quelle: Soziologie 58 „fields“, insgesamt 8530 „fields“

41

## 2.3 Struktur des Arguments (6)

Weitere Erläuterung und Begründung der These müsste also bei *allen* Wissenschaften zeigen, dass sie in *allen neun* Aspekten systematischer sind als unser Alltagswissen

Das sind grob 70 000 Thesen

Das ist der Preis für eine allgemeine *deskriptive* These über die Wissenschaften

Die neun Aspekte der höheren Systematizität wissenschaftlichen Wissens können daher nur mit einzelnen Beispielen aus verschiedenen Wissenschaften illustriert werden

Leider kann ich für diese Beispiele nicht einmal Repräsentativität behaupten

42

### 3 Systematizität der Wissenschaft

In diesem Kapitel wird gezeigt, dass die Wissenschaften in den neun Dimensionen systematischer sind als andere Wissensarten, insbesondere das Alltagswissen

Bemerkungen:

1. Die neun Dimensionen nicht immer so klar unterschieden wie es erscheinen mag. Bsp. Beschreiben und Erklären in Geschichtswissenschaft
2. „Vorhersagen“ nicht überall: auch historische Naturwissenschaften!
3. Wahl der neun Dimensionen: empirisch

43

### 3 Systematizität der Wissenschaft (2)

4. Ich werde den einzelnen Dimensionen unterschiedlich viel Raum geben  
Exemplarisch: ausführlich bzgl. Beschreibungen
5. Darstellung wird z.T. eine gewisse „Materialschlacht“ sein: Ausbreitung des wissenschaftlichen Materials  
Werde aber philosophisch interessante Aspekte hervorheben, wenn sie einigermaßen am Wege liegen

44

### 3.1 Beschreibungen

Argumentationsziel: Wissenschaftliche Beschreibungen sind systematischer als Beschreibungen in anderen Wissensbereichen, besonders dem Alltagswissen

Der entsprechende Systematizitätsbegriff variiert mit den (Sub-)Disziplinen

Allgemeine Vorbemerkungen zu Beschreibungen:

45

### Beschreibungen (2)

1. Beschreibungen sind in der Wissenschaftsphilosophie (zu) wenig beachtet
2. *Alle* Beschreibungen sind abstrakt, d.h. nicht alle Aspekte der beschriebenen Sache kommen in der Beschreibung vor („individuum est ineffabile“)  
Gilt für alltägliche wie für wissenschaftliche Beschreibungen aller Disziplinen  
Es gibt keinen einfachen Gegensatz zwischen konkreten und abstrakten Beschreibungen

46

### Beschreibungen (3)

3. Der Unterschied zwischen reproduzierbaren und nicht-reproduzierbaren (historischen) Ereignissen ist in Wirklichkeit ein Unterschied zwischen verschiedenen Beschreibungsarten

Bsp. Thomas Jeffersons Schreiben des Entwurfs der Unabhängigkeitserklärung der USA, geschrieben zwischen 11. und 28.6.1776, und dem Kochen von Wasser in einem Topf

*Alle* Ereignisse sind historisch; ihre anscheinende Reproduzierbarkeit ist ein Artefakt ihrer Beschreibung

47

### Beschreibungen (4)

4. Beschreibungen können darauf zielen, auf nur ein Ereignis zuzutreffen („historische Beschreibung“) oder auf mehrere („generalisierte Beschreibung“; typisch für Laborwissenschaften)  
Beispiele: siehe oben, Punkt 3, Kochen vs. Jefferson
5. Was die Erhöhung der Systematizität einer Beschreibung ist, hängt wesentlich davon ab, ob die Beschreibung historisch oder generalisierend ist
  - historische Beschreibung: mehr Details hinzufügen, grössere Kohärenz der Details, mehr Kontext berücksichtigen etc.: Verminderung des Abstraktionsgrads, dadurch höhere Spezifität
  - generalisierende Beschreibung: spezifische Details weglassen, Erhöhung des Abstraktionsgrads, dadurch grössere Allgemeinheit

48

## Beschreibungen (5)

Jetzt: verschiedene Mittel, wie Wissenschaften hohe Systematizität ihrer Beschreibungen erreichen

Überblick:

- Axiomatisierung
- Klassifikation, Taxonomie, Nomenklatur
- Periodisierung
- Quantifikation
- Empirische Verallgemeinerung
- Historische Beschreibung

49

## Beschreibungen: Axiomatisierung

Relevant vor allem in den Formalwissenschaften:  
Mathematik

Axiome: logisch unabhängig voneinander, miteinander konsistent, „einfach“, vollständig (so weit möglich)

(Theoreme sind dann logische Folgerungen aus den Axiomen)

Extrem systematische Beschreibung eines bestimmten Bereichs

„systematisch“ hier: in der Form eines Axiomensystems

50

## Axiomatisierung (2)

Beispiel: natürliche Zahlen

Alltagssprachlich: Na, das sind die Zahlen 1, 2, 3, 4 usw.

Mathematisch: Peano-Axiome:

- 1 ist eine (natürliche) Zahl.
- Jede Zahl  $n$  hat genau einen Nachfolger  $n'$ .
- 1 ist nicht Nachfolger einer Zahl.
- Jede Zahl ist höchstens Nachfolger einer Zahl, d.h. aus  $n' = m'$  folgt  $n = m$ .
- Jede Menge von natürlichen Zahlen, die die Zahl 1 enthält und die zu jeder Zahl  $n$  auch deren Nachfolger  $n'$  enthält, enthält alle natürlichen Zahlen.

Offensichtlich ist die mathematische Beschreibung ungleich systematischer (ökonomischer, präziser, Vorbereitung der Operationen, Induktionsschluss, etc.)

51

## Beschreibungen: Klassifikation, Taxonomie, Nomenklatur

Ziel: Ordnen einer bestimmten Menge von Gegenständen  
Klassifikation: eine Menge von Objekten in verschiedene nichtüberlappende Boxen verteilen

Iterierte, hierarchisch angeordnete Klassifikation:  
Taxonomie

Nomenklatur: Namenssystem, z.B. für Klassifikation bzw. Taxonomie

Offenbar schaffen Klassifikationen/Taxonomien Ordnung in einer Menge von Elementen, die ihre Beschreibung systematisiert

52

## Klassifikation etc. (2)

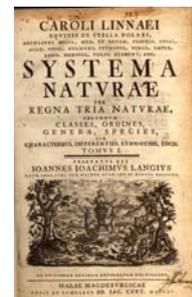
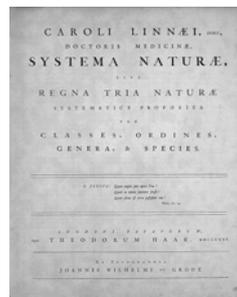
Beispiele wissenschaftlicher Klassifikationen/Taxonomien:  
Pflanzen, Tiere, Viren, Gene, Elementarteilchen, chemische Elemente, chemische Verbindungen, Enzyme, Mineralien, Krankheiten, Pflegediagnosen, mathematische Objekte (z.B. endliche Gruppen), Sprachen, literarische Genres, ökonomische und politische Systeme, Gesellschaftstypen etc.

1. Beispiel:

Taxonomie von Carl von Linné: Systema (!) naturae 1735 (10. Aufl. 1760): 5 Stufen: Königreiche (Tiere, Pflanzen, Mineralien), Klassen, Ordnungen, Genus und Spezies

53

## Klassifikation etc. (3)



54

### Klassifikation etc. (4)

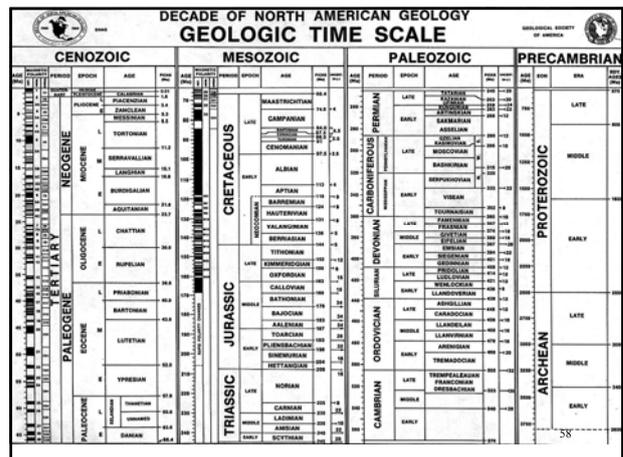
Binominale Nomenklatur: Gattungsnamen und Speziesnamen, z.B.  
 Bos: Rinder, *Bos taurus* (Hausrind), *Bos primigenius* (Auerchse), etc.  
 Heutige biologische Klassifikationen: 27 bis 31 Hierarchieebenen  
 2. Beispiel: Sprachen  
 Gibt 6 909 lebende Sprachen, angeordnet in 116 Familien mit bis zu 5 Ebenen darunter  
 3. Beispiel: GNIS: Geographic Names Information System  
 Enthält Informationen zu 2 126 537 geographischen Objekten der USA (am 10. 3. 2010)  
 Es ist offensichtlich, dass diese wissenschaftlichen Klassifikationen/Taxonomien mit Nomenklatur ungleich systematischer sind als die alltäglichen

### Beschreibungen: Periodisierungen

Sind das zeitliche Pendant zu Klassifikationen und Taxonomien; bringen Ordnung in einen Prozess  
 Finden sich in allen (?) historischen Wissenschaften, und in einigen Wissenschaften, die sich wiederholende Prozesse untersuchen (z.B. Entwicklungspsychologie)  
 Ist eine Phasen- oder Epocheneinteilung eines Prozesses  
 Beispiele:  
 1. Weltgeschichte: Antike, Mittelalter, Neuzeit (kontrovers!)  
 2. Alte Ägyptische Geschichte (3 Hierarchieebenen)  
 3. Geologische Zeitskala (6 Ebenen)

### Perioden der alten ägyptischen Geschichte

Frühzeit (Thinitenzeit)	1. Dynastie	3032-2853 v. Chr.	Neues Reich	18. Dynastie	1539-1292 v. Chr.
	2. Dynastie	2853-2707 v. Chr.		19. Dynastie	1292-1190 v. Chr.
	3. Dynastie	2740-2670 v. Chr.		20. Dynastie	1190-1076 v. Chr.
Altes Reich	4. Dynastie	2670-2500 v. Chr.	III. Zwischenzeit	21. Dynastie	1076-945 v. Chr.
	5. Dynastie	2500-2350 v. Chr.		22. Dynastie	945-715 v. Chr.
	6. Dynastie	2350-2180 v. Chr.		23. Dynastie	715-715 v. Chr.
	7. Dynastie	"70 Tage"		24. Dynastie	715-715 v. Chr.
I. Zwischenzeit	8. Dynastie	2216-2170 v. Chr.	Spätzeit	25. Dynastie	715-664 v. Chr.
	9. Dynastie	ab 2170 v. Chr.		26. Dynastie	664-525 v. Chr.
Mittleres Reich	10. Dynastie	bis 2020 v. Chr.	Griechische Zeit	27. Dynastie	525-402 v. Chr.
	11. Dynastie	2077-1938 v. Chr.		28. Dynastie	404-399 v. Chr.
	12. Dynastie	1938-1759 v. Chr.		29. Dynastie	399-380 v. Chr.
II. Zwischenzeit	13. Dynastie	1759-1644 v. Chr.	Römische Zeit	30. Dynastie	380-343 v. Chr.
	14. Dynastie			31. Dynastie	343-332 v. Chr.
	15. Dynastie	1648-1539 v. Chr.		Ptolemäer	332-30 v. Chr.
	16. Dynastie	1648-1539 v. Chr.		Cäsaren	30 v. Chr. - 395 n. Chr.
	17. Dynastie	1625-1539 v. Chr.			



### Periodisierungen (4)

Beispiel 4: Lebensspannen-Theorien: Teil der Entwicklungspsychologie  
 Periodisierung des menschlichen Lebens  
 Alltägliches Pendant: Säugling, Kind, Jugendlicher, Erwachsener, „Senior“  
 Klarerweise sind die wissenschaftlichen Periodisierungen viel reflektierter (bzgl. Phasen und ihren Abgrenzungen) und differenzierter (mehrere hierarchische Ebenen) als alltägliche Periodisierungen  
 In diesem Sinne sind sie viel systematischer

### Beschreibungen: Quantifizierung

Vorbemerkung:  
 Gegensatz „Qualität“ versus „Quantität“ ist sehr irreführend  
 Es gibt Eigenschaften (Qualitäten) von Dingen  
 Diese können qualitativ oder manchmal quantitativ ausgedrückt werden  
 Quantifizierung: Übergang von qualitativer Ausdrucksweise zu quantitativer  
 Beispiel: Temperatur: „heute ist sehr warm“ vs. „heute beträgt die Außentemperatur 28 Grad Celsius“  
 Immer geht es um Eigenschaften (Qualitäten), d.h. „quantitative“ Wissenschaften haben es wie die „qualitativen“ Wissenschaften mit Qualitäten zu tun!

## Quantifizierung (2)

Historisch: Quantifizierung beginnt in

- Mathematik, Harmonielehre, (Planeten-)Astronomie: Antike
- Allgemeine Ortsbewegung: 14. Jhdt.
- Physik: 17. Jhdt.
- Chemie: Ende 18. Jhdt.
- Psychologie: Mitte 19. Jhdt.

Gewaltiger Quantifizierungsschub seit Mitte 20. Jhdt. in sehr vielen Wissenschaften durch Computer

Quantifizierung hat verschiedene Funktionen in den Wissenschaften

61

## Quantifizierung (3)

Hier: quantifizierte Beschreibungen

Wenn (!) möglich und vorhanden:

- präziser als qualitative Beschreibung  
Bsp. Außentemperatur: „sehr warm“ vs. „28 °C“
  - größerer Ausdrucksreichtum:  
Bsp. Haushaltsthermometer: 500 Möglichkeiten für Temperaturen von -15 °C bis 35 °C
  - eindeutige Ordnung der beschreibenden Aussagen
- Gelungene (!! Quantifizierung erhöht daher die Systematizität der Beschreibung
- Überall, wo Quantifizierung gelingt, daher höhere Systematizität

62

## Beschreibungen: Empirische Verallgemeinerungen

Drücken „phänomenologische Gesetze“ oder „empirische Regularitäten“ aus (Gegensatz: „Theorien“)

Können mehr oder weniger direkt empirisch bestimmt werden; können deterministisch oder statistisch sein; können qualitativ oder quantitativ sein

Beispiele:

Demokratien führen keine Kriege gegeneinander

Die Gewaltbereitschaft von Jugendlichen sinkt mit wachsendem Bildungsstandard

$R = U / I$  (Ohmsches Gesetz)

63

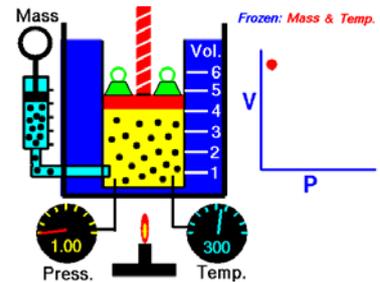
## Empir. Verallgemeinerungen (2)

$p \cdot V = \text{const.}$

(Boyles Gesetz für ideale Gase)

1662 entdeckt

Gilt bei konst. Temperatur und konst. Masse



64

## Empir. Verallgemeinerungen (3)

Drei (untereinander vernetzte) Voraussetzungen für die Geltung empirischer Verallgemeinerungen

1. Geeignete Klassifikation der Phänomene

Bsp.: Gesetz der konstanten Proportionen bei chemischen Reaktionen setzt Unterscheidung chemischer Reaktionen von (physikalischen) Mischungen voraus:

Heterogene Phänomene zeigen keine Regularitäten

2. Geeignete „Zustandsvariablen“ (deskriptive Begriffe) müssen identifiziert werden

Bsp.: Elektrostatische Phänomene wiesen erst eine Ordnung auf, nachdem zwei verschiedene Sorten Elektrizität unterschieden wurden (Dufay 1733)

3. Wo gewünscht: quantitative Form der Zustandsvariablen

65

## Empir. Verallgemeinerungen (4)

Alle drei Ingredienzien empirischer Verallgemeinerungen sind offensichtlich systematizitätsförderlich

Auch im Alltag verwenden wir empirische Verallgemeinerungen, z.B.

• bzgl. Wetter („It never rains in Southern California“)

• massivst im sozialen Bereich

- „Frauen sind doch ...“
- „Männer machen doch immer ...“
- „Der Neger schnackelt doch gern“ (Fürstin Gloria von Thurn und Taxis), etc.

Wo immer es korrespondierende wissenschaftliche Verallgemeinerungen gibt, sind diese sorgfältiger überprüft, oft quantitativ, mit Angabe ihrer Begrenztheit, ergo: systematischer

Bsp. Jugendgewalt: Alltagseindrücke vs. kriminologische Studien

66

## Historische Beschreibungen

Hauptsächlich: Beschreibung individueller Ereignisse und Prozesse:

- Geschichten
- Bsp.: Geschichte
  - Deutschlands
  - der Pädagogik, der Chemie etc. [zwischen x und y]
  - der Kindheit
  - der Kartoffel
  - der Theorien von Äther und Elektrizität
  - des Internets
  - des Lebens auf der Erde
  - des Universums
  - etc. etc.

67

## Historische Beschreibungen (2)

Wissenschaftliche Geschichten haben grundsätzlich die gleiche Struktur wie alltägliche Geschichten („stories“)

Sie beginnen zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einer zu schildernden Situation

Dann folgt eine Reihe von Ereignissen, die z.T. nicht aus der vorangegangenen Folge von Ereignissen erschliessbar sind („... aber dann passierte x“)

Was kommt in solchen Geschichten vor?

Es muss offenbar ausgewählt werden: „Selektivität des historischen Urteils“

68

## Historische Beschreibungen (3)

Gibt drei Prinzipien, die die Auswahl des zu Erzählenden lenken:

- Faktische Relevanz: was wegen des Gegenstands der Geschichte erzählt werden muss
- Narrative Relevanz: was erzählt werden muss, damit das Resultat eine Geschichte ist (z.B. aus Kontinuitätsgründen)
- Pragmatische Relevanz: was erzählt werden muss, damit das Ziel des Geschichtenerzählens erreicht wird (z.B. Verständlichkeit für ein bestimmtes Publikum; ausführlichere vs. weniger ausführliche Geschichte)

69

## Historische Beschreibungen (4)

Unterschied unserer Alltagsgeschichten von denen professioneller Historiker:

- striktere Handhabung der Relevanzkriterien
- kritische Prüfung der faktischen Behauptungen („Quellenkritik“ etc.),
- diszipliniertere Narration
- reflektierter Einbezug relevanter Kontexte
- argumentative Absicherung gegen alternative Deutungen etc. (z.B. Bezug auf bestehende Literatur)

All dies läuft hinaus auf höhere Systematizität der Geschichten (in einem auf Geschichten bezogenen Sinn von „Systematizität“)

70

## Historische Beschreibungen (5)

Neuer Beschreibungsmodus, seit einigen Dekaden, vor allem in den historischen Naturwissenschaften: rechnergestützte Rekonstruktion historischer Prozesse (Computersimulationen)

Beispiele

- Kosmologie: Entstehung von Galaxienhaufen und Quasaren in relativ früher Phase des Universums  
Quasare: hellste Objekte des Universums (z.B.  $10^{17}$  mal heller als Sonne!)  
Computersimulation der Entwicklung des Universums mittels „Cold Dark Matter Modell“, beginnend 10 Mio Jahre nach dem Big Bang mit 10 Milliarden Massenpunkten mit je 10 Milliarden Sonnenmassen  
Modelluniversum zeigt tatsächlich Entstehung von Quasaren und Galaxienclustern, in qualitativer Übereinstimmung mit Beobachtungsdaten (Nature, 2 June 2005)

71

## Historische Beschreibungen (6)

- Erdgeschichte: vor 251 Mio Jahren Perm-Trias-Grenze, grösstes (bekanntes) Massensterben der Erdgeschichte ca. 95% maritime und 75% landlebende Arten ausgestorben

Geschehnis wird mit Computersimulationen rekonstruiert

Mögliche Ursache: Gewaltige Vulkanausbrüche in Sibirien: Fläche von mehreren Mio qkm bis zu 3000 m tief mit Magma bedeckt

Klima-Entwicklung aufgrund der Ausbrüche wird simuliert

72

## Historische Beschreibungen (7)

- Paläontologie: Computer-Rekonstruktion ausgestorbener Lebensformen und ihrer Entwicklung:  
„Computer-Assisted Paleontology“ (z.B. Zollikofer, Universität Zürich)  
z.B. Neanderthaler: Verhältnis zu *Homo sapiens*?

Alle in diesem Abschnitt dargestellten Techniken zur Systematizitätserhöhung führen zu Ergebnissen, die einen wesentlich höheren Grad an Systematizität aufweisen, als alles, was das Alltagswissen zur Verfügung hat.

73

## Zwischenbetrachtung

Bereits jetzt deutet sich ein Zusammenhang an zwischen

- der deskriptiven Ebene: Beschreibung des höheren Grades an Systematizität des wissenschaftlichen Wissens und
- der normativen Ebene: Bewertung von wissenschaftlichem Wissen als mehr oder weniger gut

Offenbar gibt es in den betrachteten Fällen eine klare Korrelation zwischen Systematizitätserhöhung und Qualitätserhöhung  
Naturalistischer Fehlschluss?

Nein: im Begriff der Beschreibung sind die relevanten Normen enthalten: Beschreibung muss das Beschriebene „treffen“, nicht verfehlen

Diese Normen werden im Falle der Systematizitätserhöhung bedient

74

## 3.2 Erklärungen

Vorbemerkungen

1. Beschreiben vs. Erklären: Was ist der Fall? vs. Warum ist es der Fall?

Frage drückt die (aktive) Wahl einer Perspektive aus

2. „Erklären“ hier in weitem Sinn: schließt „Verstehen“ mit ein  
Gibt aus dem 19. Jhd. die terminologisch unglückliche Entgegensetzung von Erklären und Verstehen: „Erklären“ für Naturwissenschaften, „Verstehen“ für Geisteswissenschaften  
Deckt sich nicht mit dem alltäglichen Sprachgebrauch  
In beiden Gebieten kann man sagen: „Ich verstehe x nicht. Kannst Du es mir erklären?“

Erklären im weiten Sinn: meint etwas, was über das Beschreiben hinausgeht, indem warum- und wie-Fragen beantwortet werden

75

## Erklärungen (2)

3. Erklären hier nur analysiert, sofern es sich auf Phänomene bezieht, nicht auf Gesetze oder Theorie o.ä.

Grund: gibt zu Letzterem kaum korrespondierende Alltagsaktivitäten

4. Kann keine abschließende Liste von Erklärungstypen behandeln: gibt es nicht

Werde nicht Erklärungen mittels Modellen behandeln

Grund: sind extrem heterogen und typischerweise ähnlich wie andere Erklärungstypen

76

## Erklärungen (3)

Behandelte Erklärungstypen:

- Erklärung mit empirischen Verallgemeinerungen
- Erklärung mit Theorien
- Erklärung menschlicher Handlungen
- Reduktive Erklärungen
- Historische Erklärungen
- Erklärung und Verstehen in den Geisteswissenschaften
- Erklärung in den Literaturwissenschaften

77

## Erklärungen mit empirischen Verallgemeinerungen

Empirische Verallgemeinerung: Immer wenn A, dann B (gibt es auch quantitativ und statistisch: siehe 3.1)

Werden im wissenschaftstheoretischen Prototyp von Erklärungen verwendet: Hempel-Oppenheim-Schema

Beispiel: Geplatzter Kühler nach einer Frostmacht

Erklärung: Ausdehnung von Wasser beim Gefrieren

Abstrakt:

Erkläre Zustand  $B_0$

Erklärung: Es gilt:  $A_0$  (Situationsbeschreibung) sowie Regularität „Immer wenn A, dann B“

Daraus folgt:  $B_0$

Erklärung macht einsichtig, warum  $B_0$  hat kommen müssen

78

## Erklärungen mit empirischen Verallgemeinerungen (2)

Vergleiche analoge Alltagserklärungen:

- Warum ist Christine denn zu spät gekommen?

Aber Christine kommt doch immer zu spät!

Im Vergleich zu wissenschaftlichen Erklärungen mit empirischen Verallgemeinerungen: nicht quantitativ, oft nicht explizit, meist schlecht überprüft (oft genug glattes Vorurteil)

Wissenschaftliche Erklärung würde die entsprechende Verallgemeinerung erst explizit machen, überprüfen, mögliche alternative Erklärungen in Betracht ziehen etc.

Sie wäre viel systematischer

79

## Erklärungen mit Theorien

„Theorie“ in den Wissenschaften: extrem heterogen verwendet

- Zahlentheorie
- Quantentheorie
- Evolutionstheorie
- „theory of mind“
- Philosophische Wahrheitstheorie
- Feministische Theorie
- Literaturtheorie

Jetzt: Theorie im Sinne der Natur- und Sozialwissenschaften

80

## Erklärungen mit Theorien (2)

Beispiele: Quantentheorie, Evolutionstheorie, Theorie der homöopolaren Bindung, Theorie der Plattentektonik, Theorie der generativen Transformationsgrammatik, strukturfunktionalistische Theorie, Gestalttheorie, Theorie des allgemeinen Gleichgewichts, etc.

Theorien haben grundsätzlich hypothetischen Charakter (wenn auch in unterschiedlichem Maß):

- vergleichsweise große Allgemeinheit (manchmal atemberaubend, z.B. Quantentheorie): offener Anwendungsbereich
- Bezug auf „theoretische Entitäten“ bzw. „theoretische Eigenschaften“: nicht direkt beobachtbar, daher hypothetisch

81

## Erklärungen mit Theorien (3)

Erklärung mittels Theorien ähnlich der Form nach wie Erklärungen mit empirischen Verallgemeinerungen: Ableitung aus allgemeinen Sätzen

Erklärung mittels Theorie erscheint aber „tiefer“, „grundsätzlicher“, „einsichtsvoller“

Bsp.: freier Fall eines bestimmten Körpers

- Erklärung mittels Fallgesetz:  $s = \frac{1}{2} g t^2$  : nicht wirkliche Einsicht
- Erklärung mittels Newtons Gravitationstheorie:  
 $K = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$  : Verständnis für die Entstehung der Erdbeschleunigung (Verständnis ist allerdings niemals abschließend!)

Erklärungen mittels Theorien haben vereinheitlichende Kraft: sind in diesem Sinne systematischer als Erklärungen mit empirischen Verallgemeinerungen

82

## Erklärungen mit Theorien (4)

Ebenfalls im Alltagsleben Erklärungen mittels Theorien: hypothetische Annahmen, die von nicht direkt beobachtbaren Entitäten Gebrauch machen:

Alltagspsychologie (Charaktereigenschaften), religiöse und pseudo-religiöse Theorien, Aberglauben, Vulgärastronomie („ich bin ein typischer Widder“), Verschwörungstheorien, etc.

Solche theoretischen Erklärungen sind typischerweise grob, skizzenhaft, mit schlecht überprüften Theorien, nicht quantitativ: wesentlich weniger systematisch als wissenschaftliche Erklärungen

83

## Erklärungen von Handlungen

Handlungserklärungen relevant im Alltag und in Psychologie, Ethnologie, Soziologie, Geschichte, politischer Wissenschaft etc.

Handlungserklärungen nehmen oft keinen Bezug auf empirische Verallgemeinerungen oder Theorien  
Handlung wird durch Intention (Willenselement) und Situationseinschätzung (kognitives Element) des Handelnden erklärt

Alltägliches Beispiel: Vorlesungsende: Jemand steht auf und macht sich auf den Weg Richtung Bahnhof

Warum?

84

## Erklärungen von Handlungen (2)

Beispiel aus neuester Geschichte: Warum hat Präsident Truman den Befehl für den Abwurf der Atombomben über Japan (6. und 9. August 1945) erteilt?

Standard-Erklärung: Truman wollte den Krieg mit Japan so schnell wie möglich und mit möglichst wenig Verlusten beenden und glaubte, der unangekündigte Atombombenabwurf wäre dafür der beste Weg

Alternative Erklärung 1: Truman hatte Japan gegenüber Rachgedanken wegen Pearl Harbour, vielleicht sogar generelle antijapanische Vorurteile

Alternative Erklärung 2: Truman wollte in Antizipation der Nachkriegssituation die Sowjetunion beeindrucken

85

## Erklärungen von Handlungen (3)

Historiker versuchen, Trumans Intentionen und Situationseinschätzungen aufgrund aller zugänglicher Quellen zu rekonstruieren

Schwierigkeiten für alle Erklärungen:

1. Warum die zweite Atombombe auf Nagasaki?

2. Tagebucheintrag Truman 25. Juli 1945:

“This weapon is to be used against Japan between now and August 10th. I have told the Sec. of War, Mr. Stimson to use it so that military objectives and soldiers and sailors are the target and not women and children. [...]”

He and I are in accord. The target will be a purely military one and we will issue a warning statement asking the Japs to surrender and save lives.”

86

## Erklärungen von Handlungen (4)

Trumans Handlung wird erst verständlich sein, wenn man seine (geänderte) Intention und seine (geänderte) Situationseinschätzung kennt

Unterschied Handlungserklärung in Wissenschaft und Alltag: Zuschreibung von Intentionen und Situationseinschätzung in Geschichtswissenschaft viel sorgfältiger als im Alltag: kritische Prüfung von Dokumenten aller Art, Einbezug des Kontextes, indirekte Evidenz, Abwägung von möglichen Alternativen etc.

Zuschreibung erfolgt viel systematischer als im Alltag

87

## Reduktive Erklärungen

Erklärung von Eigenschaften eines Systems durch Rückgriff auf die Eigenschaften seiner Teile und deren Zusammenbau“

Heißen auch „Mikroerklärungen“

Verbreitetes Erklärungsmuster quer durch alle Wissenschaften:

- Physik: Festkörperphysik, Flüssigkeiten, Gase, Atomkerne, Schaltkreise, etc.
- Chemie: Moleküle (numerische Quantenchemie)
- Biologie: klassische Biologie, Molekularbiologie, Biochemie
- Klimatologie
- Neurowissenschaften
- Ingenieurwissenschaften
- Ökonomie, Soziologie
- Linguistik (Kompositionalitätsprinzip in der Semantik)

88

## Reduktive Erklärungen (2)

Gibt viele Kontroversen bzgl. reduktiver Erklärungen: Reichweite? Prinzipielle Begrenztheit? Sind z.B. ideologische Dispute (z.B. Biologie, Soziologie, Psychologie)

Auch im Alltag reduktive Erklärungen: Leistung eines Fußballteams, Nicht-Aufgehen des Kuchens, Nicht-Funktionieren einer Maschine etc.

Typischerweise viel skizzenhafter, weniger explizit, Regularitäten schlechter überprüft etc. als in den Wissenschaften: weniger systematisch

89

## Historische Erklärungen

Gibt verschiedene Erklärungstypen, die in Geschichtswissenschaften verwendet werden, z.B. Handlungserklärung (schon behandelt)

Jetzt: narrative Erklärung: erklärende Geschichte erzählen

Aus Alltag bekannt: z.B. warum ausnahmsweise zu spät gekommen

Wissenschaftliches Beispiel: Straßenführung einer bestimmten französischen Straße des 18. Jahrhunderts (normalerweise gerade):



Historische Erklärung: In der Kurve stand früher ein Schloss, dessen Besitzer gute Beziehungen zum französischen Hof hatte

Wieder: Wissenschaftliche Erklärung sorgfältiger etc. als Alltagsgeschichten

90

## Erklärungen und Verstehen in den Geisteswissenschaften

Gegenstände: Kulturelle Produkte wie Texte, Bilder, Verkehrszeichen, Gemälde, Skulpturen, Filme, Theaterstücke, Symphonien, Tänze, Rituale, Gesten, Institutionen, Gebäude, archäologische Überreste etc. etc.

Diese Gegenstände haben eine besondere Beziehung zum menschlichen Leben

Sie müssen keine Artefakte sein: heiliger Berg oder religiös gedeutete Sonnenfinsternis

Abstrakt: diese Gegenstände haben eine Bedeutungs- (oder Sinn-) dimension

Ihr Sinn (ihre Bedeutung) ist nicht sinnlich wahrnehmbar!

Diese Gegenstände sind Texte oder textanalog

Solche Gegenstände „verstehen“: ihren Sinn erfassen

91

## Erklärungen und Verstehen in den Geisteswissenschaften (2)

Sinnerfassen bei komplexeren Gegenständen oft ein Abgleich zwischen dem Gesamtsinn und dem Sinn von Elementen des Ganzen, oft auf mehreren Hierarchieebenen

Bsp. Text: Wörter, Sätze, Abschnitte, Kapitel, Gesamtwerk  
Irreführend genannt: „hermeneutischer Zirkel“, besser: „hermeneutische Spirale“

Ist uns aus dem Alltag bestens bekannt und omnipräsent (vgl. besonders Heidegger): „Verstehen“

Bsp. Irritierende Werbetexte oder Verhaltensweisen  
„Verstehen“ in den Geisteswissenschaften: umsichtiger, reflektierter, mehr Kontexte einbeziehend, Alternativen erwägend, etc.

92

## Erklärungen und Verstehen in der Literaturwissenschaft

Besonderheit literarischer: Texte sind fiktional, d.h. sie erheben keinen (direkten) Wahrheitsanspruch über die Welt

Exemplarisch: Fiktionalität der Texte führt zu einer Besonderheit des Verstehens: „poetologische Differenz“

Bsp.: Hamlet tötet in Shakespeares Hamlet versehentlich Polonius  
Warum?

- Innerfiktionale Erklärung: Bezug auf andere innerfiktionale Fakten  
Hier: Hamlet wollte Claudius töten, verwechselt diesen aber mit Polonius
- Ausserfiktionale Erklärung: Warum ist der Text so komponiert, dass es zu diesem unbeabsichtigten Tötungsakt kommt?

93

## Erklärungen und Verstehen in der Literaturwissenschaft (2)

Poetologische Differenz auch im Alltag bekannt

Bsp.: Diskussion von 12-Jährigen über den möglichen Inhalt von Bänden 6 und 7 von Harry Potter auf der Basis der Kenntnis der früheren Bände im Jahre 2004

Basis: Innerfiktional nicht hinreichend motiviertes Geschehnis in Band I: Snape rettet Harry Potters Leben

Daher Hypothese: Snape wird in Band 6 oder 7 wieder eine Rolle spielen

In Literaturwissenschaft: systematische Verfolgung der poetologischen Differenz

„Wer die poetologische Differenz denkt, ist dem Autor eines Werks so nahe, wie es nur geht“ (H.-J. Gehrigk, UTB 2323, S. 27)

94

## 3.3 Vorhersagen

Nicht für alle Wissenschaften einschlägig!

- Vorhersagen durch direkten Rekurs auf (deterministische oder probabilistische) Regularitäten von Daten
  - Astronomie: 6. Jhdt. v. Chr.: Saros Zyklus (223 Mondmonate)
  - Ökonomie: Schweinezyklus
- Vorhersagen mittels Korrelationen mit anderen Datensätzen:
  - William Stanley Jevons' Sonnenflecken-theorie des Konjunkturzyklus
  - Ökonomie: Vorhersage mit Frühindikatoren (leading indicators)
- Vorhersagen mittels Theorien
  - Astronomie: Berechnung von Finsternissen auf der Grundlage der Newtonschen Mechanik
  - Astronomie: Entdeckung des Planeten Neptun (1846)
  - Physik: Lichtablenkung im Gravitationsfeld (1919)

95

## Vorhersagen (2)

- Vorhersagen mittels Modellen

Beispiel: Modelle für Wettervorhersage:

Globales Modell: Atmosphäre ist in 31 vertikal angeordnete Schichten zerlegt, jede enthält 163,862 Gitterpunkte (Maschenweite 60 km)  
Zahl der Gitterpunkte: > 5 Mio.



Fünf Variablen an jedem Punkt, verbunden durch einen Satz von dynamischen Gleichungen

Lokale Modelle: minimale Maschenweite 7 km, mehr Variable, eingebettet in globales Modell

96

### Vorhersagen (3)

- Vorhersagen mit Delphi Methoden (entwickelt von drei Philosophen, u.a. Nicholas Rescher)  
Prinzip: Befrage verschiedene Experten individuell, teile ihnen die Antworten der anderen Experten mit und lasse sie ihre Antworten korrigieren  
Wiederhole das Verfahren, bis Konvergenz eintritt
- Fazit: Alle genannten wissenschaftlichen Vorhersagemethoden sind grundsätzlich im Alltag bekannt  
In den Wissenschaften sind sie geordneter, expliziter und besser kontrolliert

97

### 3. 4 Verteidigung von Wissensansprüchen

Lange Diskussion in der theoretischen Wissenschaftsphilosophie über die Art der Verteidigung von Wissensansprüchen („Validierung“) in den Wissenschaften, z.B. Induktivismus (positiv: Bestätigung) vs. Deduktivismus (negativ: Falsifikation), Kuhn („Quasi-dogmatismus“) vs. Popper (kritische Prüfung), etc.  
Hier: Abstraktion von diesen Querelen  
Vielmehr: Blick auf die Gemeinsamkeiten:  
Geht um die systematische Berücksichtigung der Fehlbarkeit von Wissensansprüchen: systematische Irrtumselimination

98

### Formalwissenschaften

Zentrales Mittel zur Verteidigung von Wissensansprüchen in den (heute so genannten) Formalwissenschaften: Beweis  
Wichtig: Was als mathematischer Beweis zählt, hat sich historisch gewandelt  
Im Lauf des 19. Jahrhunderts: Elimination von Elementen der Anschauung aus legitimen mathematischen Beweisen sowie präzise Behandlung des Unendlichen (unendlich gross und „unendlich klein“)  
Hat kein wirkliches Pendant im Alltag: alle Argumente weniger zwingend

99

### Empirische Wissenschaften

Weiter Sinn von „empirisch“: Rechtfertigung bezieht sich auf irgendwie empirisch Vorfindbares: schließt Geisteswissenschaften mit ein (Kontrast: Mathematik)  
Enger Sinn: relevante empirische Daten haben keine Sinndimension wie in den Geisteswissenschaften (Ausnahme evtl.: Ethologie); „messende und zählende Wissenschaften“  
Art der Erzeugung und Verwendung empirischer Daten ist extrem bereichsabhängig: (bloße) Beobachtung, Experiment, Fragebogen, Interview, Archive im wörtlichen und übertragenen Sinn, statistische Verfahren etc.

100

### Empirische Wissenschaften (2)

Wichtiger Spezialfall für Verwendung von Daten in den empirischen Wissenschaften (enger Sinn): Experimente zur Überprüfung von empirischen Verallgemeinerungen, Gesetzen, Theorien und Modellen  
Ist im Grundsätzlichen einfach, im Detail aber z.T. problematisch  
Erläuterung an einem historischen Beispiel

101

### Beispiel (1)



Robert Boyle  
experimentierte seit 1659 mit Luft, um ihre Eigenschaften herauszufinden  
Er publizierte 1662 eine Hypothese:  
Bei konstanter Temperatur gilt:  
 $p \cdot V = \text{const}$   
Wie hat er diese Hypothese verteidigt?

102



## Kausalität

Fragestellung, relevant im Alltag und in Wissenschaft:  
Wenn nach Ereignis A immer Ereignis B folgt, ist B dann von A verursacht?  
Nicht generell: A=Barometerfall, B=Wetterverschlechterung  
Allgemein: In dieser Situation existiert ein C, das zuerst A und dann B verursacht  
Dann ist B nicht durch A verursacht  
Verallgemeinerung für statistische Kausalität: Ereignis A erhöht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von B  
Ist A dann ein kausal relevanter Faktor für das Auftreten von B?

109

## Kausalität (2)

Beispiel: A = Rauchen, B = Auftreten von Lungenkrebs  
Statistische Korrelation ist unbestritten  
Kann diese Korrelation kausal interpretiert werden?  
Nicht unbedingt; Argumentation von Tabakindustrie-Wissenschaftler:  
Es kann eine genetische Disposition C geben, die zunächst das Rauchbedürfnis auslöst und später Lungenkrebs (statistisch); Lungenkrebs wäre dann rein genetisch verursacht  
Wie kann entschieden werden, ob eine bestimmte Korrelation kausal interpretiert werden darf?

110

## Kausalität (3)

Antwort durch „kontrolliertes Experiment“  
Im 19. Jhdt. von John St. Mill (1806-1873) als „Methode der Differenz“ beschrieben (*System of Logic*)  
Benötigt zwei experimentelle Schritte:  
1. Etabliere die Korrelation von A und B in einer bestimmten Situation S, z.B.  
S=Krankheit, A=Medikamentengaben, B= Gesundheit  
Ist A kausal relevant für B?  
2. Kontrollexperiment:  
Gib in Situation kein A: tritt B dann ein?

111

## Kausalität (4)

Fiktives Beispiel:  
S=Erkältung, A=typisches Erkältungsmittel, B=Gesundung  
1. Experiment: In S, gib A. Beobachtung: B nach einer Woche  
2. Kontrollexperiment: In S, gib kein A. Beobachtung: B nach sieben Tagen  
Verfahren wird in sehr vielen Gebieten verwendet, z.B. Chemie, Pharmakologie, Medizin, Biologie, Erziehungswissenschaften, Kriminologie, etc.  
„treatment-control studies“

112

## Kausalität (5)

Reales Beispiel aus der molekularen Genetik:  
Ist ein bestimmtes Gen G für das Ausbrechen einer bestimmten Krankheit K in einer bestimmten Situation S kausal relevant?  
1. Etabliere die Korrelation von G mit K in S  
Z.B. Löse in Mäusen eine bestimmte Krankheit aus  
2. Kontrollexperiment: Produziere Mäuse, denen Gen G fehlt („knock-out organisms“)  
Versuche, Krankheit in ihnen auf die gleiche Weise auszulösen  
Krankheitshäufigkeit gleich: G irrelevant, sonst relevant

113

## Kausalität (6)

Extrem wichtig in Medizin zur Beurteilung der Wirksamkeit von Medikamenten (und anderen medizinischen Interventionen)  
Beispiel: Ist neues Krebsmedikament B wirksamer als traditionelles Medikament A?  
Teile einschlägige Patienten in zwei statistisch gleiche Gruppen ein  
Eine Gruppe wird mit A behandelt, andere Gruppe mit B („doppelt blind“)  
Vergleiche Krankheitsverläufe

114

### Kausalität (7)

Wird auch in den Sozialwissenschaften verwendet, besonders der Kriminologie

Was ist wirksamer zur Prävention von Rückfällen von Delinquenten, (kurze) Gefängnisstrafen oder Sozialarbeit?

Killias, Martin, Marcello Aebi, and Denis Ribeaud (2000): "Does community service better rehabilitate than short-term imprisonment? Results of a controlled experiment". *The Howard Journal* 39 (1):40-57

115

### Kausalität (8)

Berühmtes Beispiel: Cambridge-Somerville Studie: bahnbrechende Longitudinal-Studie zur Untersuchung der Prävention von Delinquenz, begonnen 1930er Jahre

Einteilung von 600 gefährdeten Jugendlichen in zwei statistisch gleiche Gruppen

Mitglieder der ersten Gruppe durch Sozialarbeiter intensiv betreut; Aufbau persönlicher Beziehungen

Zweite Gruppe unbetreut

35 Jahre später Identifikation und Untersuchung von über 500 Mitgliedern

Ergebnis: Delinquenz bei beiden Gruppen gleich, aber mentaler und physischer Gesundheitszustand sowie Lebenserwartung der Mitglieder der betreuten Gruppe *schlechter!*

116

### Kausalität (9)

Methode der Differenz wird auch im Alltag verwendet  
Gab Philosophen T. mit brillanter Karriere in USA und Deutschland

Bekannt für Diskussionsbeiträge zu fast allen Gegenständen  
Frage der Kollegen von T.: Ist für T.s Beiträge kausal relevant, ob er etwas vom jeweiligen Gegenstand weiß?

Kontroll-Experiment: Kollegen begannen eine Diskussion über Scholastiker Bertrand von Hildesheim

T. begann nach kurzer Zeit über Bertrand mitzudiskutieren  
Es gab keinen Bertrand von Hildesheim

117

### Kausalität (10)

Resultat: Kausalitätsfeststellung in Wissenschaften viel systematischer

Gibt sogar eine weitere Steigerung der Systematizität durch Kombination verschiedener Interventionsstudien

Diese Kombinationen werden *systematisch* vorgenommen:

- In Medizin: Cochrane Collaboration: sammelt alle „controlled trials“ (Stand Juni 2012: über 670.000) und fertigt „systematic reviews“: Kombinationen von Einzelstudien (Stand April 2013: ca. 8.000)
- In Sozialwissenschaften analog: Campbell Collaboration

118

### Verum factum Prinzip

Diskutiert von Giambattista Vico (1668-1744)

Grob: Wirkliches Verständnis einer Sache setzt voraus, sie als Resultat menschlicher Handlungen zu verstehen

Heutige Anwendung: Nachweis des Verständnisses eines Systems wird durch funktionierenden Nachbau des Systems erbracht: physisches Modell oder Computer-Modell

Beispiel: Orientierungsleistung von Wüstenameisen der Art *Cataglyphis fortis*

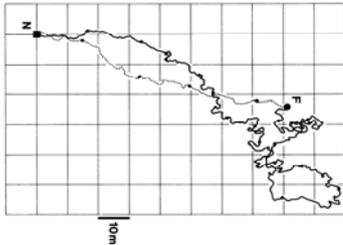
119

### Verum factum Prinzip (2)



### Verum factum Prinzip (3)

Ameise verlässt Bau, läuft mehrere hundert Meter auf verschlungenem Weg, findet Beute und läuft dann auf gerader Linie zurück zu ihrem (nicht sichtbaren) Nest



121

### Verum factum Prinzip (4)

Woher weiß sie die Richtung?

Gehirngewicht: 0,1 Milligramm, einige 100.000 Nervenzellen

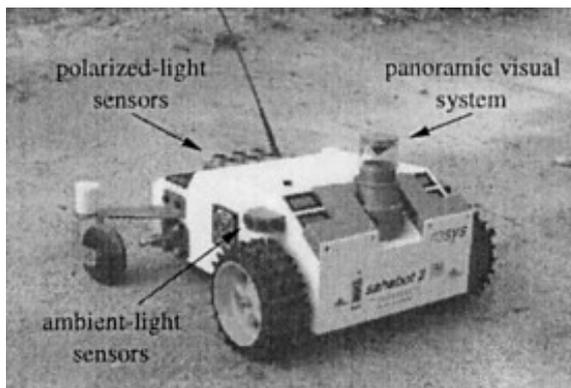
Hypothese (u.a.): Orientierung an der Polarisierung des Sonnenlichts mittels relativ weniger identifizierbarer Nervenzellen

Nachweis: Bau eines physischen Modells der Ameise mit elektronischem Äquivalent der neuronalen Schaltkreise und entsprechender Elektromechanik

Gewicht 10 kg

Reproduziert die Wege von *Cataglyphis*!

122



### Rolle der Mathematik

1. Hypothesen können oft qualitativ überzeugend sein und erst bei quantitativer Formulierung scheitern

Beispiel: Entstehung von Bergen (und anderer geologischen Eigenheiten) auf der Erde

Mitte 19. Jhd.: Kontraktionshypothese der Erde durch Abkühlung

Bergentstehung wie bei schrumpeligem Apfel

Ab 1870 unterschiedlichste quantitative Modelle für Erdkontraktion

Maximale durch Erdkontraktion erreichbare Berghöhe: 300 m

Popper: Quantifizierung erhöht die Falsifizierbarkeit

124

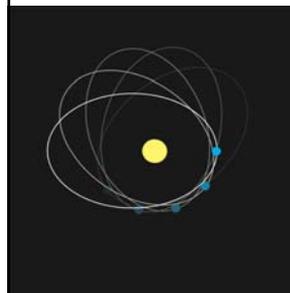
### Rolle der Mathematik (2)

2. Beim Theorienvergleich geben oft quantitative Daten den Ausschlag

Beispiel: Perihelprozession des Planeten Merkur

125

### Rolle der Mathematik (3)



Fairly accurately measured in 1845 by astronomer and mathematician Urbain le Verrier:  
5599.7 arcsec per century  
(today's value)

126

### Rolle der Mathematik (4)

How to explain this effect?

Classical physics was extremely successful in calculating different contributions to the effect:

- axial precession of the Earth: 5025.6'' per century
- gravitational influence of Venus: 277.8''
- gravitational influence of Jupiter: 153.6''
- gravitational influence of the Earth: 90.0''
- gravitational influence of Saturn: 7.3''
- gravitational influence of Mars: 2.5''
- others: 0.2''

127

### Rolle der Mathematik (5)

Unaccounted rest: 42.7'' (ca. 0.76% of the total effect)

There were several hypothesis for the explanation of the rest

- An unknown small planet within Mercury's orbit: Vulcan
- A ring of planetoids
- A solar quadrupole moment
- A deviation from Newton's inverse square law

Einstein konnte 1916 mit seiner Allgemeinen Relativitätstheorie ohne diese Hypothesen den Differenzbetrag von 43'' ableiten, was als ein entscheidendes Argument für seine Theorie gesehen wurde

Wichtigst: die hervorragende Übereinstimmung der Zahlen

128

### 3.5 Kritischer Diskurs

Systematische Berücksichtigung der Fehlbarkeit von Wissenschaftlern: wird auf aufgefangen durch systematischen kritischen Diskurs

Entsprechende soziale Organisation der Wissenschaft, die den kritischen Diskurs institutionalisiert, z.B.

- Gutachtersystem für Zeitschriftenartikel und Bücher: „peer review“
- Diskussionssektionen in Zeitschriften
- Überblicksartikel: Stand der Forschung
- Buchbesprechungen
- Vorträge mit wesentlichem Diskussionsteil
- Konferenzen, mit wesentlichem Diskussionsteil

129

### Kritischer Diskurs (2)

In Großforschung: besondere soziale Organisation der Forschungseinheiten

„Big science“: Beginn mit Manhattan Project (Entwicklung der Atombombe)

Herausragend: CERN, Large Hadron Collider LHC

Bsp.: Publikation 2011 der ATLAS Collaboration (ATLAS: einer der Detektoren):

3172 Autoren aus über 200 Institutionen

Kritische Zusammenführung der Ergebnisse erfordert neue Forschungsorganisation mit hochorganisiertem kritischen Diskurs

130

### 3.6 Epistemische Vernetztheit

Zunächst Motivierung für die Einführung des Begriffs der epistemischen Vernetztheit

Gebe Beispiele von Wissen, das den bisherigen Dimensionen von Systematizität genügt, das aber dennoch offensichtlich kein wissenschaftliches Wissen ist

Benötigt wird ein Kriterium, dem wissenschaftliches Wissen genügt, nicht aber das in den Beispielen präsentierte Wissen

131

### Epistemische Vernetztheit (2)

Beispiel 1:

Betrachte zwei Firmen A und B, die ein neues Produkt einführen wollen

Firma A: informelles Herumfragen, Ehefrau des CEO, Freunde, Phantasie, etc.

Firma B: beauftragt Marktforschungsinstitut: befragt repräsentatives sample von möglichen Kunden, statistische Auswertung, etc.

Das von Firma B gewonnene Wissen ist in den bisherigen fünf Dimensionen systematischer als das von Firma A gewonnene Wissen

Dennoch zählt es nicht als wissenschaftliches Wissen

132

### Epistemische Vernetztheit (3)

Naheliegende Antwort:

Wissensgewinnung des Marktforschungsinstituts hat keine wissenschaftlichen Ziele

Traditionell: Ziel der Wissenschaft ist „Wissen um seiner selbst willen“, jenseits einer Anwendungsperspektive

Seit spätestens der Mitte des 19. Jhdts., mit dem Aufkommen der Ingenieurwissenschaften, der Entwicklung der ökonomischen und medizinischen Wissenschaften, ist diese Zielvorstellung veraltet

„Ziel(e) der Wissenschaft“ ist historisch und disziplinär stark variabel und für die angestrebte Abgrenzung ungeeignet

133

### Epistemische Vernetztheit (4)

Beispiel 2:

Produktentwicklung in der Automobilbranche, z.B. Verbesserung/Weiterentwicklung eines bestimmten Motors für die nächste Modellreihe

Ist punktuelle Ingenieursarbeit; führt nicht zu Publikationen oder Patenten; wird (mehr oder weniger gut) in der Firma archiviert; ist dennoch sehr systematische Arbeit

Vergleiche dagegen Arbeit an Verbrennungsmotoren an ingenieurwissenschaftlichen Abteilungen von Hochschulen: z.B. Beobachtung und Modellierung des Verbrennungsvorgangs für ein grundlegendes Verständnis

134

### Epistemische Vernetztheit (5)

Beispiel 3:

Schachtheorie: Eröffnungen, Mittelspiel, Endspiel  
*Encyclopedia of Chess Openings* enthält Beispiele aus 150 000 Spielen auf über 3 000 Seiten

*Encyclopedia of Chess Endings* hat fünf Bände

Hochsystematisches Unternehmen, viel systematischer als alles, was ein Schachspieler, auch professioneller, macht

Ist Schachtheorie eine Wissenschaft?

135

### Epistemische Vernetztheit (6)

Beispiel 4:

Vergleiche politischen Journalismus mit Gegenwartsgeschichte bzw. politischer Wissenschaft

Können gleichen Gegenstand haben, die gleichen Quellen verwenden und gleich sorgfältig recherchiert sein

Der produzierte Zeitungsartikel ist kein Teil der Wissenschaft, der publizierte Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift ist Teil der Wissenschaft

136

### Epistemische Vernetztheit (7)

Beispiel 5:

Vergleiche Arbeit einer Hobby-Genealogin, die ihre Familiengeschichte erforscht, mit einer Historikerin, die die Geschichte der Habsburgs erforscht

Die Methoden beider mögen identisch sein

Nur letzteres wird Eingang in die Geschichtswissenschaft finden; die Ergebnisse der Hobby-Genealogin sind „wissenschaftlich irrelevant“

137

### Epistemische Vernetztheit (8)

Wissenschaftliches Wissen muss einen höheren Grad an „epistemischer Vernetztheit“ aufweisen als korrespondierendes nicht-wissenschaftliches Wissen

Abstrakt: „Epistemische Vernetztheit“ bedeutet das Bestehen von Verbindungen zu anderen Wissensbeständen

Ist abstrakt nicht weiter zu charakterisieren; wird aber in konkreten Anwendungen klar (vgl. die Begriffe „Systematizität“ und „Verfeinerung“)

Diskussion an den Beispielen

138

### Epistemische Vernetztheit (9)

Beispiel 1: Wissen über einen spezifischen Markt  
Isoliertes Wissen über einen Markt ist für die ökonomische Wissenschaft uninteressant; nur durch Vernetzung mit bspw. einer Hypothese von Interesse

Beispiel 2: Motorentwicklung  
Wissen über die Verbesserung der Leistung eines bestimmten Motors, das nicht auch für andere Motoren nutzbar ist, ist wissenschaftlich nicht interessant

Ingenieurwissenschaftliches Wissen hat immer sehr viele potentielle Anwendungen, weil typischerweise allgemeiner

139

### Epistemische Vernetztheit (10)

Beispiel 3: Schachtheorie  
Schachtheorie ist kein Teil der mathematischen Spieltheorie, weil „mathematisch uninteressant“: keine Verbindung zu anderen mathematischen Gebieten

Kontrast: Sudoku-Theorie: gibt mathematische und computerwissenschaftliche Publikationen über verschiedene Aspekte von Sudoku: z.B. Algorithmen, die alle möglichen Sudokus generieren; Berechnung der minimalen Anzahl von vorzugebenden Einträgen

Epistemische Verbindungen zu anderen mathematischen Gebieten bestehen

140

### Epistemische Vernetztheit (11)

Beispiel 4: Journalistischer Artikel vs. wissenschaftlicher Artikel zur Zeitgeschichte  
Wissenschaftlicher Artikel enthält Fußnoten: stellen diverse epistemische Verbindungen her

Beispiel:  
Reiche, Danyel: “Brisantes politisches Spiel: Im Libanon baut Sport nicht Spannungen ab, sondern vertieft sie noch—wie im Fußball-Pokalfinale.” *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 115, 18.5.2011, S. 23

Reiche, Danyel: “War Minus the Shooting? The Politics of Sport in Lebanon as a Unique Case in Comparative Politics.” *Third World Quarterly* 32 (2): 261–77 (2011)

141

### Epistemische Vernetztheit (12)

Beispiel 5: Genealogie einer unbekanntenen Familie und der der Habsburgs  
Genealogie der Habsburgs hat unzählige historisch relevante Berührungspunkte mit der europäischen Geschichte  
Wissen um die Habsburgs daher viel stärker mit anderen Wissensbeständen vernetzbar

Epistemische Vernetztheit ist ein Aspekt von Systematizität: ist eine Abschwächung der Idee, dass alles Wissen in ein axiomatisch-deduktives System eingefügt sein soll

142

### 3.7 Ideal der Vollständigkeit

Starke und dauernde Wissensvermehrung über Jahrhunderte: Hauptunterschied der (abendländischen) Wissenschaft zu allen anderen Wissensarten und Wissenssystemen

Grob: Verdoppelungszeit seit dem 17. Jhd.: ca. 15-20 Jahre

Ideeller Antrieb hierfür: Ideal der Vollständigkeit des Wissens über den jeweiligen Gegenstandsbereich (viele weitere ökonomische, politische und soziale Bedingungen müssen für das stetige Wachstum erfüllt sein)

143

### Ideal der Vollständigkeit (2)

Beispiele:

- Beschreibungen: Mathematik: Axiomensysteme müssen vollständig sein (so weit möglich)
- Beschreibungen: alle Taxonomien streben Vollständigkeit an
- Erklärungen: Tendenz zu immer allgemeineren Theorien in den Natur- und Sozialwissenschaften  
Physik: „Theory of Everything“ (ToE)

144

### Ideal der Vollständigkeit (3)

- Mathematik: Klassifikation einfacher endlicher Gruppen  
„Klassifikation“ in Mathematik: schließt einen Beweis für die Vollständigkeit der klassifizierten Objekte ein (ist also ein Theorem)  
Klassifikation einfacher endlicher Gruppen wurde 1892 begonnen und 2004 abgeschlossen  
Festgehalten in ca. 500 Aufsätzen auf ca. 10 000 Seiten von über 100 Mathematikern  
„No-one in the world today completely understands the whole proof“ (Richard Elwes, 2006)

145

### Ideal der Vollständigkeit (4)

- Physik: alle fundamentalen Wechselwirkungen; lückenlose Geschichte der Universums seit dem Urknall – heute bis auf  $10^{-35}$  sec am Urknall
- Chemie: vollständige Liste der Elemente
  - Antike und Mittelalter: Elemente des Empedokles und Aristoteles: Erde, Wasser, Feuer, Luft
  - Seit chemischer Revolution: Periodensystem der Elemente, 1869 von Medeleev publiziert, 1940er Jahre Suche nach allen stabilen Elementen abgeschlossen

146

### Ideal der Vollständigkeit (5)

- Biologie:  
Klassifikation aller Spezies  
„Human genome project“: vollständige Sequenzierung des menschlichen Genoms (3 000 000 000 Basenpaare) und Identifikation aller Gene (20 000 – 25 000)  
Sequenzierung dauerte 13 Jahre, abgeschlossen 2003

147

### Ideal der Vollständigkeit (6)

- Geschichte: Gibt keine wirkliche Vollständigkeit der Darstellung  
Teilaspekt: John M. Steele: *Observations and Predictions of Eclipse Times by Early Astronomers* (Dordrecht: Kluwer, 2000)  
Listet *alle* Beobachtungen und Vorhersagen von Sonnen- und Mondfinsternissen in *allen* Kulturen in der Zeit vor der Nutzung des Fernrohrs in der Astronomie (1609)  
Editionsvorhaben: Vollständige Herausgabe der Werke, Manuskripte und Briefe eines Autors, z.B. Leibniz Akademie Edition. 1901 begonnen, geplant bis 2040

148

## 3.8 Vermehrung von Wissen

Ein Teil des kreativen Prozesses der Wissenschaft ist hoch chaotisch: Erzeugung von Hypothesen oder neuer Konzepte, besonders in den theoretischen Teilen der Wissenschaften

Dennoch gibt es auch Aspekte der wissenschaftlichen Wissensvermehrung, die hoch systematisch sind, insbesondere systematischer als ähnliche Alltagsaktivitäten

Dazu gehört insbesondere die systematische Sammlung von Daten

149

## Datensammlung

Systematische Suche nach neuen bzw. verbesserten Daten:  
(Weiter-)Entwicklung von Instrumenten und systematische Erfassung von Daten

Exemplarisch: optische Teleskope in der Astronomie

Rasante Entwicklung der Linsenteleskope:

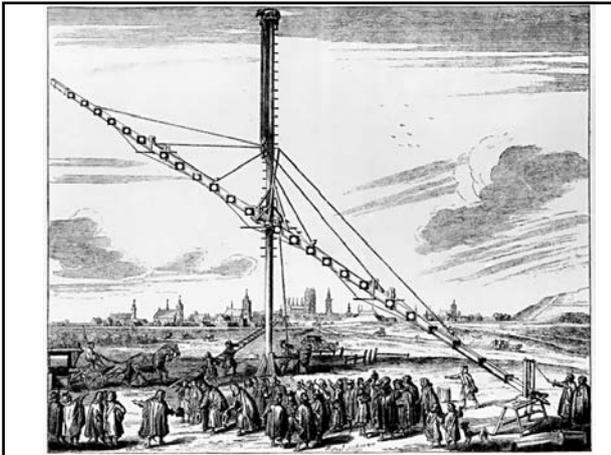
Galilei 1609: 1,5 cm Öffnung (Auge: 0,5 cm Öffnung)

Galilei 1620: 3,8 cm Öffnung

Johannes Hevelius 1645: 12 cm Öffnung

Entwicklung von Teleskopen mit sehr langer Brennweiten in der 1. Hälfte des 17. Jhdt., z.B. von Hevelius: 45 m Brennweite

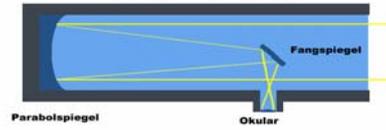
150



## Datensammlung (2)

Weiterer Typ: Spiegelteleskope, von Newton erfunden

### Newton-Reflektor



„Primärspiegel“  
1668 mit 3,3 cm Öffnung: Durchmesser des Primärspiegels  
1672 mit 15 cm Öffnung

152

Newtons Teleskop von 1672 (Nachbau)



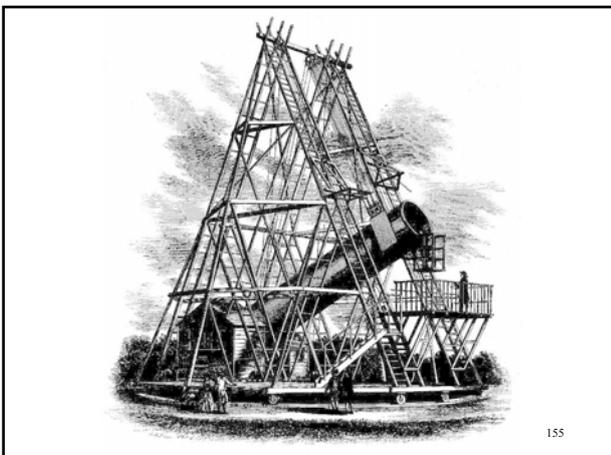
153

## Datensammlung (3)

Rasante Entwicklung der Größe von Spiegelteleskopen:

William Herschel 1789: Primärspiegel  
1,24 m, Brennweite 12 m

154



155

## Datensammlung (4)

Rosse Teleskop, gebaut 1845  
1,83 m Öffnung

156



## Datensammlung (5)

Größte Linsenteleskope Ende 19. Jhd. gebaut  
Yerkes Teleskop, 1897: 1,02 m Öffnung, ca. 20 m Länge



## Datensammlung (6)

Für lange Zeit (1949 – 1993) das größte (Spiegel-) Teleskop:  
Hale Teleskop auf dem Mount Palomar

15 Jahre Bauzeit

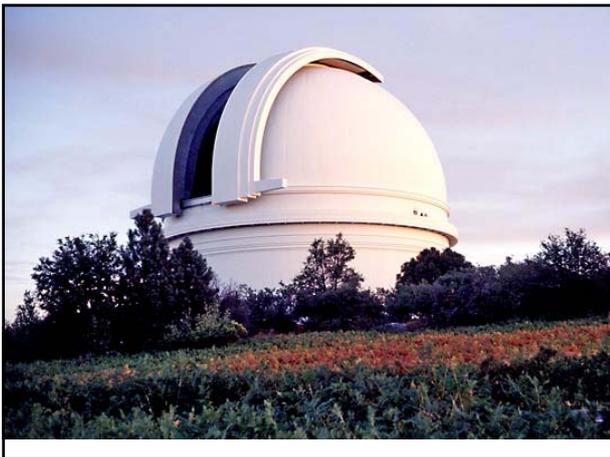
Hauptspiegel: Durchmesser 5,08 m, Gewicht 14,5 t,  
gegossener Glasblock von 20 t benötigte 8 Monate zum  
Abkühlen, 11 Jahre zum Schleifen; Genauigkeit der  
Spiegelfläche 25 nm (1 nm = 1 Millionstel mm!)

Gewicht Teleskop mit Montierung: 500 t

Kuppel um das Teleskop: 41 m hoch, Durchmesser 42 m,  
Gewicht 1000 t

160

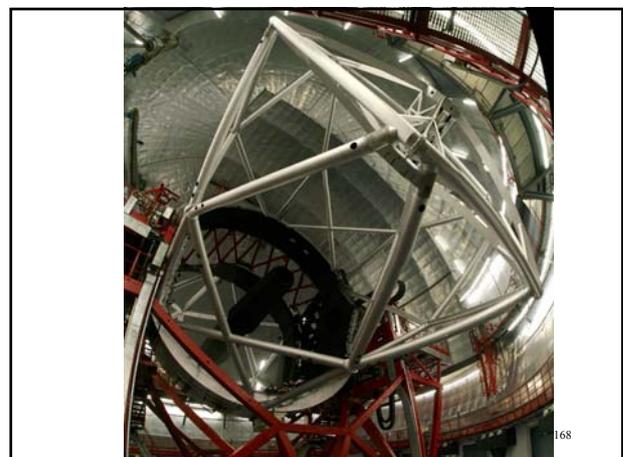
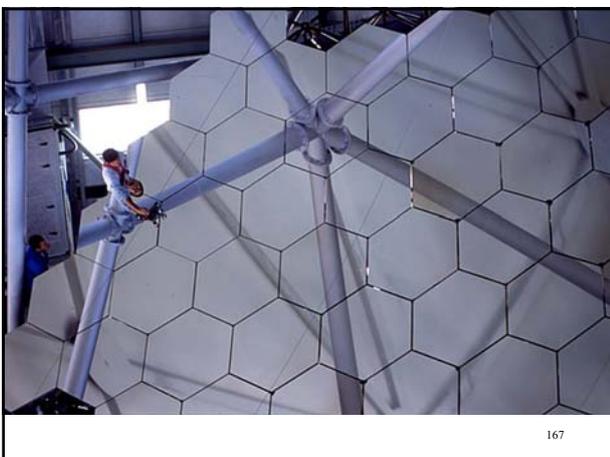


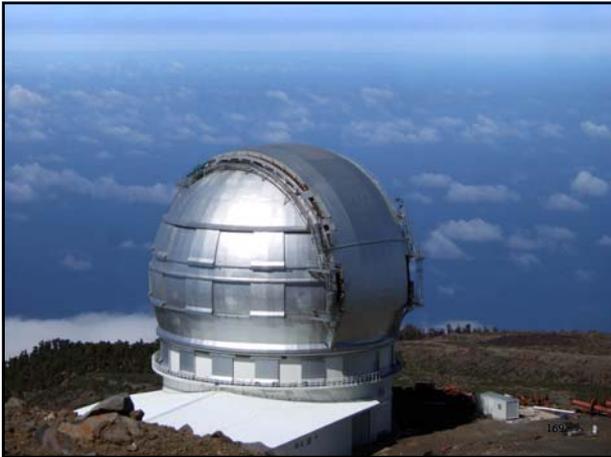


### Datensammlung (7)

Seit 1990er Jahren eine Fülle größerer  
Teleskope, z.B.  
Gran Telescopio Canarias, seit 2009 in  
Betrieb  
Spiegeldurchmesser 10,4 m, besteht aus 36  
Segmenten, können einzeln bewegt werden:  
„aktive Optik“

166



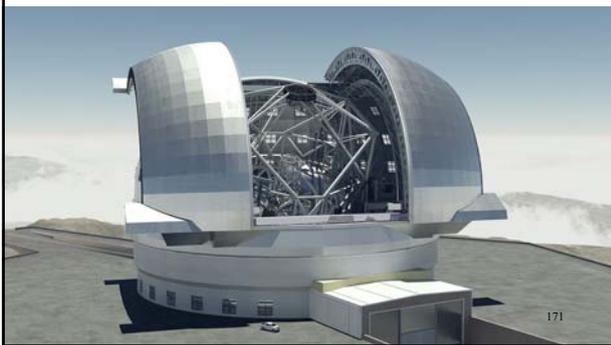


### Datensammlung (8)

Die Zukunft: „European Extremely Large Telescope“ (E-ELT):  
Primärspiegel Durchmesser 39,3 m, aufgebaut aus 798 sechseckigen Spiegelementen;  
Sekundärspiegel 4,2 m  
Standort in Chile in 3060 m Höhe  
Bau endgültig beschlossen 3. März 2013, Baubeginn Ende 2013  
Inbetriebnahme („first light“) geplant für 2022

170

### Datensammlung (9)

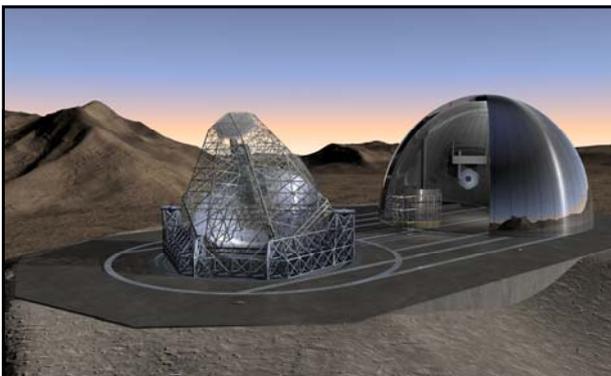


171

### Datensammlung (10)

Und noch etwas verrückter: das „Overwhelmingly Large Telescope“  
Primärspiegel Durchmesser 100 m aus 3048 Segmenten  
Sekundärspiegel 25,6 m  
Gewicht der beweglichen Teile: 14 800 t

172



... Planung ist aber im Moment aufgegeben

173

### Datensammlung (11)

Gibt noch viele andere Typen von Teleskopen, z.B. auf Satelliten (Hubble Space Teleskop, 1990 gestartet)  
Oder „Radioteleskope“: fangen nicht Licht auf, sondern Radiowellen  
Beweglich: Parabolantenne mit 100 m Durchmesser in Effelsberg

174



### Datensammlung (12)

... oder unbeweglich, mit einem Durchmesser von 305m, in Arecibo, Puerto Rico

176



### Datensammlung (13)

Nicht nur systematische Entwicklung der Instrumente, sondern auch systematische Verwendung

Bsp.: Sloan Digital Sky Survey

2,5 m Teleskop, das systematisch den gesamten Himmel abtastet: größte jemals unternommene Erfassung von Himmelsobjekten; begonnen 2000

Stand 2011: 500 Mio Sterne und Galaxien gemessen, 2 Mio Spektren, dreidimensionale farbige Abbildung von über 930 000 Galaxien und 120 000 Quasaren

Daten werden in den unterschiedlichsten astronomischen Gebieten verwendet; Grundlage von mehreren tausend Publikationen

178

### Datensammlung (14)

Ähnliche Entwicklung wie bei Teleskopen bei den Beschleunigern der Teilchenphysik:

Bringen Teilchen zur Kollision; so werden ihre Eigenschaften messbar

Erstes Zyklotron durch Ernst Lawrence, USA, 1932, Durchmesser 12,7 cm

Schrittweise Vergrößerung,

1936: Durchmesser 94 cm

179

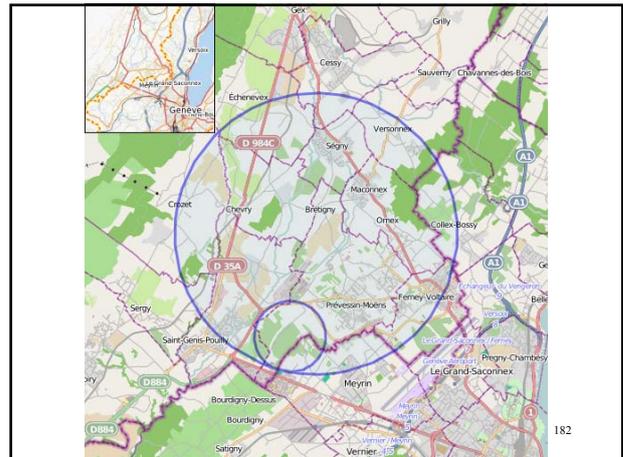


## Datensammlung (15)

Heute:

Large Hadron Collider LHC (CERN bei Genf;  
als LEP [Large Electron Positron Collider]  
1989 in Betrieb genommen): Durchmesser  
8,6 km (Umfang fast 27 km)

181



182

## Datensammlung (16)

Paleoklimatologie: Studium des Klimas vor ca. 1850  
(Beginn der Aufzeichnung von Klimadaten)  
Gewinnung von Eisbohrkernen, bis über 3 000 m tief  
Unterste Schichten ca. 200 000 Jahre alt  
Für letzte 40 000 Jahre jährliche Auflösung möglich!  
Eisbohrkerne enthalten Informationen über  
Niederschlag, Temperatur, Gase der Atmosphäre,  
chemische Zusammensetzung, vulkanische  
Ereignisse, etc.

183

## Datensammlung (17)

Sozialwissenschaften und Medizin:  
Längste Longitudinalstudie im Schnittbereich von  
Psychologie, Psychiatrie und Medizin: verfolgt  
den Alterungsprozess von insgesamt 700 Männern  
seit 68 Jahren; Beginn 1939-1945  
Fragebogen alle 2 Jahre, Gesundheitszustand alle 5  
Jahre erhoben, zusätzlich Interviews  
[http://www.massgeneral.org/psychiatry/research/adult\\_dev\\_study.aspx](http://www.massgeneral.org/psychiatry/research/adult_dev_study.aspx)

184

## Datensammlung (18)

Ganz offensichtlich sind alle diese  
Datensammlungen weit systematischer als  
alles, was wir je im Alltag unternehmen, um  
Daten zusammenzutragen

185

## Vermehrung von Wissen (2)

Systematische Ausbeutung anderer Wissensbereiche,  
insbesondere von Technologie und angrenzenden  
Disziplinen

- C<sub>14</sub>-Methode: wichtigste Datierungsmethode der  
Archäologie (und benachbarter Disziplinen);  
erlaubt Datierungen bis zu 50 000 Jahre in  
Vergangenheit
- Verwendung von elektronischen  
Rechenmaschinen und des World Wide Web in  
den unterschiedlichsten wissenschaftlichen  
Gebieten zu den unterschiedlichsten Zwecken

186

### Vermehrung von Wissen (3)

Generell: In den Wissenschaften werden Wissenslücken systematisch auf der Basis des vorhandenen Wissens geschlossen  
Wissenschaft ist ein autokatalytischer Prozess (oder Prozess mit positiver Rückkoppelung)

Konsequenz:

Bei unbegrenzten Ressourcen wachsen die Wissenschaften exponentiell (ist für die Naturwissenschaften über mehrere Jahrhunderte verifiziert, mit verschiedenen Indikatoren für Wachstum)

187

### 3.9 Darstellung von Wissen

Wissenschaften haben eine Unmenge von Darstellungsweisen erfunden, um mit der Fülle und Neuartigkeit des wissenschaftlichen Wissens umzugehen

- Formalwissenschaften: Symbolsysteme, Formeln, Graphen, axiomatische Darstellung, etc.
- Chemie besonders eindrücklich, weil mit ungeheurer Fülle von darzustellenden Gegenständen konfrontiert: ca. 71 Mio Substanzen; 64 Mio Biopolymere, 65 Mio chemische Reaktionen (Stand Mitte Mai 2013)  
Gibt mehrere Nomenklatorsysteme in der Chemie

188

### Darstellung von Wissen (2)

- CAS Registry Number: jede Substanz und jede Sequenz bekommt eine (uninformative) Nummer (CAS: Chemical Abstracts Services)  
Bisher (Mitte Mai 2013): 135 Mio CAS Numbers sind zugewiesen  
*Täglicher* durchschnittlicher Zuwachs: 15 000 (alle 6 Sekunden eine neue Substanz)  
Informationen über Substanzen: 3,9 Mia Daten  
Bsp.: CAS Number für Koffein: 58-08-2

189

### Darstellung von Wissen (3)

Weitere Benennungssysteme der Chemie:

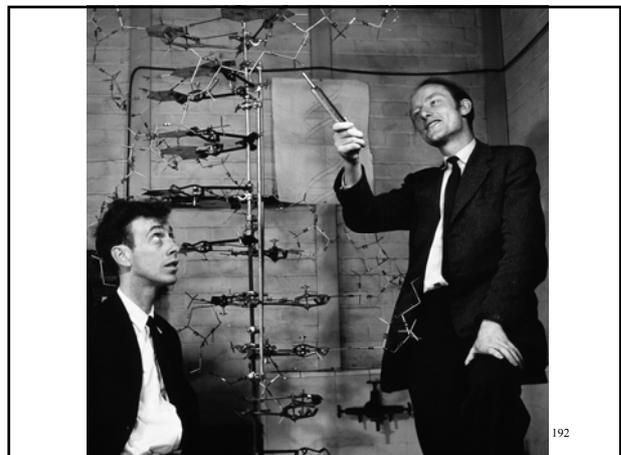
- Trivialnamen, z.B. Koffein
- Summenformel (oder stöchiometrische Formel), z.B. für Koffein:  $C_8H_{10}N_4O_2$
- Strukturformel, z.B. für Koffein:

190

### Darstellung von Wissen (4)

- IUPAC System der Nomenklatur für Verbindungen, z.B. für Koffein:  
1,3,7-Trimethyl-3,7-dihydro-2H-purin-2,6-dion  
Das IUPAC Regelwerk für die Nomenklatur allein der anorganischen Verbindungen umfasst 377 Seiten!
- Mittels Molekülmodellen, z.B. DNA-Modell von Watson und Crick

191

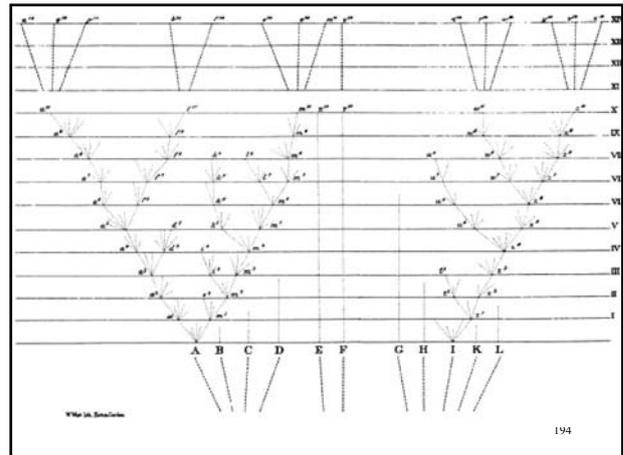


192

## Darstellung von Wissen (5)

Darstellung von Wissen mittels Diagrammen  
Sind oft extrem aussagekräftig  
Beispiel: Einziges Diagramm in Darwins *Origin of Species* von 1859, zwischen S. 116 und 117  
Geht um die Diversifizierung Lebens im Laufe der Evolution  
Wird auf 10 Seiten erklärt und in einer Grafik zusammengefasst:

193



194

## Darstellung von Wissen (6)

- Geographie: unglaublicher Reichtum an verschiedenen Typen von Karten zur Darstellung der Erdoberfläche
- Generell: Systematische Darstellung erhöht Effizienz der Wissensrezeption und unterstützt Irrtumsvermeidung und Lückendiagnose (Vernetzung von Systematizitätsaspekten)

195

## 4. Vergleich mit anderen Positionen

Vergleich nicht um der historischen Bildung willen, sondern hat argumentative Funktion  
(Heuristische) **These**: Frühere Explikationen von Wissenschaftlichkeit sind nicht falsch, sondern einseitig  
Einseitigkeit z.T. eine Folge der geringeren Entwicklung der Wissenschaften, z.B. Aristoteles, Descartes, Kant  
„Systematizität“ umfasst die früheren Explikationen  
Ist ein Hegelscher Gedanke: „Aufheben“ der früheren Positionen  
Wenn das gelingt, weiteres Argument für Systematizitätsthese

196

## 1. Aristoteles (384-324)

Erster Wissenschaftsphilosoph der westlichen Tradition  
Setzt eine gewisse Entwicklung der Wissenschaften voraus  
War zu Aristoteles' Zeit gegeben: Geometrie, Astronomie, Physik, Harmonielehre, Biologie etc.  
Zweite Analytik: Wissenschaftstheorie  
Diese theoretische Schrift deckt sich nicht mit der Forschungspraxis von Aristoteles in der Biologie (Aristoteles war primär Biologe)  
Orientierung viel eher an der Geometrie  
„Euklidische Geometrie“ wohl kurz nach der 2. Analytik entstanden (Kodifizierung des geometrischen Wissens der Zeit, wahrscheinlich durch 2. Analytik beeinflusst)

197

## Aristoteles (2)

- Ideal einer beweisenden Wissenschaft: kategorisch-deduktives Wissenschaftsideal
- Gibt erste Prinzipien, die kategorisch (bedingungslos, „unbedingt“) gelten (Gegensatz: hypothetische Geltung, d.i. bedingte Geltung, die von Anderem abhängt)
  - Die kategorische Geltung der Prinzipien wird nicht durch Beweise etabliert, sondern durch einen speziellen „Induktions“prozess
  - „Prinzip“: arché: Anfang, Herrschaft
  - Diese Prinzipien fungieren als Prämissen in der Deduktion von Theoremen (bewiesene Lehrsätze)
  - Die Deduktion leistet zweierlei:
    - Etablierung der Sicherheit der Lehrsätze durch Beweis: *dass* sie gelten
    - Erklärung der Lehrsätze: *warum* sie gelten

198

### Aristoteles (3)

Vergleich mit Systematizitätsposition:

Aristoteles Position enthält Systematizität

- auf spezielle Weise bezüglich der Verteidigung von Wissensansprüchen: „Induktion“ und Beweis
- auf spezielle Weise bezüglich Erklärung: deduktiv-prinzipielle Erklärung
- auf spezielle Weise bezüglich Vollständigkeit: Vollständigkeit der Prinzipien
- auf spezielle Weise bezüglich der Strukturierung und Darstellung von Wissen: deduktives System

199

### 2. Descartes (1596-1650)

Historischer Gewährsmann für das Methodenbewusstsein der neuzeitlichen Wissenschaften (neben anderen) – außerdem ein brillanter Wissenschaftler (u.a. analytische Geometrie)

1637: *Discours de la methode, pour bien conduire sa raison, & chercher la verité dans les sciences. Plus la dioptrique, les meteores et la geometrie, qui sont des essais de cete Methode*

Generalabrechnung mit der Wissenschaft seiner Zeit

Alternative: vier niemals zu übertretende Vorschriften, d.h. bindende Regeln der Wissenschaftsausübung

200

### Descartes (2)

1. „niemals eine Sache als wahr anzuerkennen, von der ich nicht evidentermaßen erkenne, dass sie wahr ist, d.h. Übereilung und Vorurteile sorgfältig zu vermeiden“
2. „jedes Problem, das ich untersuchen würde, in so viele Teile zu teilen, wie es angeht und wie es nötig ist, um es leichter zu lösen“
3. „in der gehörigen Ordnung zu denken, d.h. mit den einfachsten und am leichtesten zu durchschauenden Dingen zu beginnen, um so nach und nach [...] bis zur Erkenntnis der zusammengesetztesten aufzusteigen“
4. „überall so vollständige Aufzählungen und so allgemeine Übersichten aufzustellen, dass ich versichert wäre, nichts zu vergessen“

201

### Descartes (3)

Beziehung zur Systematizitätstheorie:

Regel 1: „Evidenzprinzip“

Spezialfall von „Verteidigung von Wissensansprüchen“ 3.4

Regel 2: „Problemmodularisierung“

Regel 3: „methodische Ordnung“

Regeln 2 und 3 sind Teile einer „rationalen Heuristik“, die wir heute wohl nur noch teilweise akzeptieren würden

Regel 4: „Vollständigkeitsprinzip“

Spezialfall von „Ideal der Vollständigkeit“ 3.7 und evtl. 3.8

Generell gilt: Methodizität ist ein Spezialfall von Systematizität

202

### 3. Kant (1724-1804)

Anscheinend ein Kronzeuge für Systematizität:

„Weil die systematische Einheit dasjenige ist, was gemeine Erkenntnis allererst zur Wissenschaft, d.i. aus einem bloßen Aggregat desselben ein System macht, so ist die Architektur [Kunst der Systeme] die Lehre des *Scientifischen* in unserer Erkenntnis überhaupt“ (KrV A832/B860)

„Eine jede Lehre, wenn sie ein System, d.i. ein nach Prinzipien geordnetes Ganzes der Erkenntnis sein soll, heißt Wissenschaft“ (Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, Vorrede)

203

### Kant (2)

„*Eigentliche* Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden, deren Gewissheit apodiktisch ist; Erkenntnis, die bloß empirische Gewissheit enthalten kann, ist nur uneigentlich so genanntes *Wissen*. [...]“

Wenn aber diese Gründe oder Prinzipien in ihr, wie z.B. in der Chemie, doch zuletzt bloß empirisch sind, und die Gesetze, aus denen die gegebene Facta durch die Vernunft erklärt werden, bloß Erfahrungsgesetze sind, so führen sie kein Bewusstsein ihrer *Notwendigkeit* bei sich (sind nicht apodiktisch-gewiss) und alsdenn verdient das Ganze im strengen Sinne nicht den Namen einer Wissenschaft, und Chymie sollte eher systematische Kunst, als Wissenschaft heißen“ (Met. Anfangsgründe, Vorrede)

204

### Kant (3)

Kant unterscheidet drei Gruppen von dem, was wir heute „Wissenschaften“ nennen:

- Eigentliche Wissenschaften: enthalten Prinzipien a priori (z.B. für Kant: Kern der klassischen Mechanik)
- Uneigentliche Wissenschaften: enthalten Prinzipien a posteriori (z.B. Chemie)
- Historische Doktrinen der Natur: enthalten keine Prinzipien, sondern Klassifikationen (z.B. Botanik) oder Naturgeschichte (z.B. Erdgeschichte); enthalten also systematisch geordnete Fakten

205

### Kant (4)

Kants Vorstellung von Systematizität in den ersten beiden Fällen: axiomatisch geordnetes Wissen

1. Fall: Wissenschaft im eigentlichen Sinn: wenn die obersten Sätze nicht bloß empirisch, sondern apodiktisch gewiss sind
2. Fall: Wissenschaft im uneigentlichen Sinn: wenn die obersten Sätze bloß empirisch und nicht apodiktisch gewiss sind

Im 3. Fall hat Kant einen „weicheren“ Systematizitätsbegriff: betrifft die Ordnung von empirisch gegebenen Daten

206

### Kant (5)

Damit hat Kant einige Dimensionen unserer Systematizitätsdiskussion im Blick

Für die eigentlichen und uneigentlichen Wissenschaften (1. und 2. Fall):

- Erklärung von Fakten: durch Ableitung aus Gesetzen, die dem System angehören
- Verteidigung von Wissensansprüchen: durch die (empirische oder apodiktische) Geltung der obersten Sätze
- Vollständigkeit des Systems wird gewährleistet durch Vollständigkeit der obersten Sätze

207

### Kant (6)

Für die historischen Doktrinen der Natur: systematische Ordnung auf der Beschreibungsebene

Kant denkt Systematizität primär vom *Substantiv* „System“ her, im Sinne von axiomatischem System

Das liegt an Kants primärem Interesse an den Wissenschaften im eigentlichen Sinn: für diese (also deren Prinzipien) will er eine apriorische, also für ihn: transzendentalphilosophische Begründung liefern

Aber er sieht bereits, dass er für die „historischen Doktrinen der Natur“ einen weicheren Systematizitätsbegriff benötigt (auch wenn diese für ihn überhaupt nicht dem Bereich Wissenschaft angehören)

208

### Kant (7)

Hier: „Systematizität“ ist gedacht vom *Adjektiv* „systematisch“ her

Dies ergibt einen viel weniger rigiden und daher an die jeweilige Dimension und die jeweilige Disziplin anpassungsfähigeren Begriff von Systematizität

Kant hat also primär einen engeren, an „System“ orientierten Begriff von Systematizität, den er auch nicht in allen unseren neun Dimensionen anwendet

Die hier entwickelte Position ist also eine Verallgemeinerung der Kantischen

209

### Kant (8)

Die Kantische Position bezüglich „eigentlicher Wissenschaft“ war in ihrer Zeit hoch plausibel

- Euklidischen Geometrie wurde allgemein als apodiktische (beweisende) Wissenschaft vom realen Raum gesehen
- Kants Interpretation der Newtonschen Physik als endgültige Theorie war hoch plausibel; Versuch einer apriorischen Begründung ihres Kerns daher ebenfalls ein plausibles Programm

Ist heute nicht mehr haltbar: Glaube an jede Möglichkeit der apriorischen Erkenntnis vom Raum oder der Natur ist verschwunden

210

#### 4. Wissenschaftstheorie: Logischer Empirismus und Popper

Hauptthemen:

- Protokoll- bzw. Basissatzdiskussion; induktive Hypothesenvalidierung bzw. deduktive Falsifikationsversuche
- Wissenschaftliche Erklärung und Prognose („wissenschaftliche Systematisierungen“: C.G. Hempel)

Schwergewicht auf den Dimensionen 2, 3 und 4 von Systematizität

211

#### 5. Thomas Kuhn (1922-1996)

Paradimentheorie

Stellt bei seiner Charakterisierung der „normalen Wissenschaft“ vor allem den systematischen Charakter der Wissensvermehrung heraus

212

#### 6. Paul Feyerabend (1924-1994)

Mit *Against Method* (1975) und „Anything goes“ anscheinend ein Gegner von Methode und Systematizität und Befürworter von Beliebigkeit in den Wissenschaften

„Wissenschaftliche Methode“: bindende allgemeine Regel(n) der Wissenschaftsausübung (vgl. Descartes)

Feyerabends Behauptung: In der Geschichte der Wissenschaften gibt es für jede vorgeschlagene wissenschaftliche Methode Beispiele, bei denen wissenschaftlicher Fortschritt nur durch Missachtung der jeweiligen Methode erzielt werden konnte und wurde

„Anything goes“: Ironische Antwort auf jemanden, der unbedingt eine bindende Regel für die Wissenschaftsausübung fordert  
Allgemeinheit und Geltung der Regel wird durch ihre Leere erkauf

213

#### Paul Feyerabend (2)

Anscheinend noch deutlicher gegen das Systematizitätsprojekt gerichtet:

„Science has no common structure“ (1993)

Gemeint hier: eine gemeinsame Struktur im Sinne notwendiger und hinreichender Bedingungen, die die Wissenschaften (und nur sie) auszeichnen

„Science [...] is a collage, not a system“ (1995)

Gemeint hier: kein Aufbau des wissenschaftlichen Wissens in einem System, sondern eher patch-work: keine wohldefinierten Beziehungen zwischen verschiedenen Teilen der Wissenschaft

214

#### Paul Feyerabend (3)

Feyerabend war ein Auslöser des Systematizitätsprojekt

Feyerabends Folgerung aus der Abwesenheit der/einer wissenschaftlichen Methode war die Aufhebung der Sonderrolle der Wissenschaft (mit verschiedenen politischen Konsequenzen)

Feyerabends Argument:

Wissenschaftliche Methode  $\Rightarrow$  Sonderrolle der Wissenschaft

Es gibt aber keine wissenschaftliche Methode

Also: Die Wissenschaft hat keine Sonderrolle

Ist ein Fehlschluss: verwechselt eine hinreichende Bedingung für Wissenschaftlichkeit (Methodizität) mit einer notwendigen

215

#### Paul Feyerabend (4)

Aus der Tatsache, dass es keine wissenschaftliche Methode gibt, die die Sonderrolle von Wissenschaft bewirkt, folgt nicht, dass es keine anderen Eigenschaften von Wissenschaft gibt, die ihre Sonderrolle begründen

Nimmt man Feyerabends Kritik ernst, so dürfen diese Eigenschaften

- nicht methodischer Art sein
- keine notwendigen und hinreichenden Bedingungen für Wissenschaftlichkeit formulieren

216

## Paul Feyerabend (5)

Genau dies versucht die Systematizitätsthese:

- Systematizität ist eine Verallgemeinerung von Methodizität
- Familienähnlichkeit zwischen den verschiedenen Systematizitätsbegriffen produziert Familienähnlichkeit zwischen verschiedenen Wissenschaften, also keine durchgängigen gemeinsamen Merkmale der Wissenschaften, also keine gemeinsame „Struktur“

217

## 5. Konsequenzen

- 5.1 Die Entstehung und Dynamik von Wissenschaft
- 5.2 Wissenschaft und Alltagsverstand
- 5.3 Normative Konsequenzen
- 5.4 Das Abgrenzungsproblem

218

## 5.1 Entstehung und Dynamik von Wissenschaft

Unmittelbar naheliegende Konsequenzen der Systematizitätsthese: Hypothesen zur Entstehung und Weiterentwicklung (Dynamik) von Wissenschaften

1. Fall: Entstehung einer Wissenschaft aus alltäglichem oder anderem Wissen (Handwerker, Techniker, Berufswissen etc.)

Nicht gemeint: Entstehung einer neuen Disziplin durch Zusammenführung zweier wissenschaftlicher Disziplinen wie z.B. Biochemie, Wirtschaftsinformatik, Bioinformatik oder durch Abspaltung, wie z.B. Virologie

Beispiele: Entstehung der Mathematik in der Antike, Entstehung der Pflegewissenschaft in den 1990er Jahren

219

## Entstehung und Dynamik (2)

Hypothese: Die neuen wissenschaftlichen Disziplinen entstehen durch Erhöhung von Systematizität

Die entstehende (Wissenschafts-)Praxis unterscheidet sich dann von der früheren (Wissens-)Praxis durch höhere Systematizität

2. Fall: Weiterentwicklung einer Wissenschaft

Hypothese: Wissenschaften entwickeln sich weiter, indem sie ihre Systematizität erhöhen

220

## Probleme

Beide Hypothesen sind notwendig extrem abstrakt und daher nicht sehr substantiell

- Handelt sich um Hypothesen über eine sehr große Zahl außerordentlich unterschiedlicher Fälle
- Sehr verschiedene Begriffe von Systematizität sind involviert, variierend mit den Fachgebieten und der historischen Situation
- Was heißt überhaupt: „die“ Systematizität wächst? Gibt neun Dimensionen von Systematizität!

Positiv gesprochen: die beiden Hypothesen sind aufgrund ihrer Abstraktheit sehr flexibel und für viele verschiedene Fälle anpassbar

221

## Wachsen von Systematizität

Gemeint ist ein Anwachsen von „Gesamt-Systematizität“

Nötig also eine Aggregation der neun Dimensionen von Systematizität zu einer Gesamt-Systematizität

Dies ist durch sehr viele extrem verschiedene Kombinationen möglich; verschiedene Dimensionen können zusätzlich unterschiedliche Gewichte haben

Bsp.: Verteidigung von Wissensansprüchen, Vorhersagen

Eine allgemeine Vorschrift für die Aggregation der neun Einzel-Systematizitäten zu einer Gesamt-Systematizität scheint unmöglich

Situation ist dennoch nicht hoffnungslos

222

## Wachsen von Systematizität (2)

Einfachster Fall: Stetiges Wachsen in einer (oder mehreren) Systematizitätsdimension(-en) bei Konstanz der anderen Dimensionen

Beispiel 1: Beginn der Biologie durch sorgfältige Beschreibung verschiedener Arten, ihrer gegenseitigen Abgrenzung und Einführung höherer Taxa

Beispiel 2: Weiterentwicklung einer Wissenschaft durch Verbesserung der Messverfahren; führt zu mehr und genaueren Daten

Beispiel 3: Weiterentwicklung einer Wissenschaft durch Vereinheitlichung von Theorien: systematischere Erklärungen

223

## Wachsen von Systematizität (3)

Dies sind klare Fälle des Anwachsens einer Gesamt-Systematizität

Schwierige Fälle: Abnahme von Systematizität in einer Dimension und gleichzeitige Zunahme in anderen Dimensionen: wie geschieht hier die Aufrechnung zur Gesamtsystematizität?

Beispiele: „Kuhn-loses“: Verlust an Erklärungskraft der siegreichen Theorie in einer wissenschaftlichen Revolution

Diskutiert von Thomas Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962

224

## Wachsen von Systematizität (4)

Beispiel 1: Descartes Gravitationstheorie (1. Hälfte 17. Jhd.) konnte den Mechanismus der Gravitation und die gleiche Umlaufrichtung der Planeten erklären, Newtons Theorie (2. Hälfte 17. Jhd.) konnte beides (zunächst) nicht

Beispiel 2: Phlogiston Theorie (18. Jhd.) konnte verschiedene Ähnlichkeiten der Metalle erklären, Lavoisiers Theorie (19. Jhd.) nicht

Klarer Verlust von Systematizität in der Erklärungsdimension bei Systematizitätsgewinnen in anderen Dimensionen

Gibt es hier einen Zuwachs der Gesamt-Systematizität?

225

## Wachsen von Systematizität (5)

Gibt zwei Möglichkeiten des Umgangs mit solchen Problemen:

1. Leugnung, dass der Verlust an Erklärungskraft tatsächlich ein Verlust an Systematizität ist

Ist aus der Perspektive der Gewinner möglich: alte Erklärungen werden als Schein-Erklärungen abgetan

Beispiele: Descartes' Erklärung der Gravitation; Erklärung der Ähnlichkeit von Metallen durch Phlogiston-Theorie

2. Behauptung, dass Verlust an Systematizität in einer Dimension durch Zuwachs in anderen Dimensionen mehr als wettgemacht wird

226

## Wachsen von Systematizität (6)

Klar ist: Die Wissenschaftler müssen selber die Abwägung zwischen den Vor- und Nachteilen vornehmen, auch wenn sie nicht in der Terminologie der Systematizitätstheorie formuliert ist

Tatsache ist, dass wissenschaftliche Gemeinschaften in solchen Fällen oft zu einer Entscheidung kommen (manchmal erst nach längerer Zeit)

Dann hat eine Abwägung offenbar stattgefunden, d.h. eine Aggregation der verschiedenen Dimensionen

Diese Aggregation sollte als eine Aggregation von verschiedenen Dimensionen von Systematizität rekonstruiert werden können

227

## Wachsen von Systematizität (7)

Wenn Wissenschaftler im Streit bleiben, welche Theorie zu wählen ist, kann die Aggregation offenbar nicht konsensuell vollzogen werden

Auch das ist mit der Systematizitätstheorie verträglich

Aber: die Systematizitätstheorie liefert keine theoretische Begründung für den Aggregationsprozess, also u.a. dafür, wann er möglich ist und wann nicht

Das liegt daran, dass die Systematizitätstheorie ein deskriptives Unternehmen ist: sie ist nicht gescheiter als die Wissenschaften selbst

228

## Wachsen von Systematizität (8)

Auch die Wissenschaften haben keine allgemeinen Regeln für die Aggregation von Vorteilen und Nachteilen von Theorien

Beispiel: Einsteins Weigerung, die Quantentheorie als eine vollständige Theorie anzuerkennen

Die Systematizitätstheorie kann nur post hoc, also *nach* der erfolgten Entscheidung einer Wissenschaftlergemeinschaft konstatieren: offenbar war die Aggregation der Einzel-Systematizitäten zu einer höheren Gesamt-Systematizität möglich

229

## Wachsen von Systematizität (9)

These vom Anwachsen der Gesamt-Systematizität ist aber nicht leer:

- Plausibilität in Einzelfällen, dass die Abnahme der Systematizität in einer Dimension durch massive Zuwächse in anderen Dimensionen kompensiert wird
- These ist im Prinzip durch historische Gegenbeispiele falsifizierbar: bei denen die Dynamik gar nicht als Zunahme von Gesamt-Systematizität rekonstruierbar ist

230

## Entstehung von Wissenschaft

Entstehung einer neuen Disziplin aus  
Alltagswissen oder nicht-wissenschaftlicher  
Praxis:

Reflexion auf diese Praxis und Ordnen der  
relevanten Phänomene

Beispiel: Entstehung der Mathematik

231

## Entstehung von Wissenschaft (2)

Ägyptische und mesopotamische Mathematik (ab ca. 3000 v. Chr.):

- klar zunächst geleitet von praktischen Interessen: Landvermessung (Nilüberflutungen), Flächen- und Volumenberechnungen, wie viel Brot aus bestimmter Menge Mehl, für Handel relevante Berechnungen etc.
- manchmal Aufgabenstellungen über direkte praktische Interessen hinausgehend
- Listen von Problemen und Lösungen
- zumindest implizites Wissen von Regeln (geometrische Sätze und Algorithmen)

232

## Entstehung von Wissenschaft (3)

Systematizität

- vorhanden auf der Beschreibungsebene, durch die Ordnung von Problemen in Listen; (allgemeine) Regeln eher implizit
- vollkommen fehlend: Rechtfertigung der Lösungen, d.h. Beweise

Wissenschaftsstatus der ägyptischen und mesopotamische Mathematik daher unbestimmt

Ändert sich massiv mit dem Aufkommen der griechischen Mathematik, ca. 600 v. Chr.

233

## Entstehung von Wissenschaft (4)

Griechische Mathematik:

Charakterisiert durch *allgemeine* mathematische Sätze (meist aus Geometrie) mit *Beweisen*

Idee des Beweises: möglicherweise durch Thales von Milet (ca. 624 – 546 v. Chr.)

Gegenüber früheren Formen der Mathematik klares Wachstum von Systematizität in Dimensionen 4 und 6: epistemische Vernetztheit und Verteidigung von Wissensansprüchen; keine Verminderung von Systematizität in anderen Dimension

Daher klarer Anstieg der Gesamt-Systematizität

234

### Entstehung von Wissenschaft (5)

Plausible allgemeine Story für die Entstehung von neuen Wissenschaften, mit individuell markant differierenden Wegen:

- Unterscheidung relevanter von irrelevanten Phänomenen
- Ordnung der relevanten Phänomene
- Suche nach zusätzlichen Phänomenen
- Genauere Beschreibungen von Phänomenen
- Verbindungen mit anderen Phänomenklassen

235

### Entstehung von Wissenschaft (6)

- Verbesserung von Erklärungen
  - Kritische Diskussionsgemeinschaften bilden sich
  - Behauptungen werden kritischer überprüft
  - Neue Darstellungsweisen werden erfunden
- Schwer zu sehen, dass in irgend einer Dimension ein bereits erreichter Grad von Systematizität aufgegeben würde, außer durch gravierende Argumente aus einer anderen Systematizitäts-Dimension, insbesondere Verteidigung von Wissensansprüchen

Also plausibel: Erhöhung der Gesamt-Systematizität

236

### Dynamik von Wissenschaft

Zu betrachten ist die „freie“ Entwicklung von Wissenschaften, nicht die politisch gegängelte  
Z.B.: Entwicklung der Biologie in der Sowjetunion in den 1940er und 1950er Jahren: Lyssenkoismus: zwangsweise Verordnung von überholten Theorien durch Politik

Beispiel hier: Entwicklung der Mathematik in Griechenland zwischen 600 und 300 v.Chr.

237

### Dynamik von Wissenschaft (2)

Ca. 300 v.Chr.: Euklids *Elemente* verfasst; erfolgreichstes wissenschaftliches Buch aller Zeiten und Kulturen; mehr als zwei Jahrtausende als Lehrbuch verwendet

Strikt axiomatisch-deduktiver Aufbau:

- Definitionen: Punkt, Linie, Parallelen, etc.
  - Postulate: formulieren (evidente) geometrische Wahrheiten, inkl. das berühmte Parallelenpostulat
  - Axiome: weitere mathematische Wahrheiten, wie Transitivität der Gleichheit:  $a=b$  und  $b=c$  folgt  $a=c$
- Dann Formulierung von Sätzen, die bewiesen werden

Beweis: Ableitung des Satzes aus den Definitionen, Postulaten und Axiomen

238

### Dynamik von Wissenschaft (3)

Anwachsen der Gesamt-Systematizität der Mathematik seit Anfang der griechischen Mathematik ist atemberaubend:

- Beschreibung: strikte Axiomatisierung
- Verteidigung von Wissensansprüchen: Beweise
- Epistemische Vernetztheit: intern durch Axiomatisierung, extern durch Allgemeinheit der Theoreme: viele Anwendungsmöglichkeiten
- Ideal der Vollständigkeit: im axiomatischen Aufbau
- Darstellung von Wissen: bebildnerisch für viele Jahrhunderte

Ein Aggregierungsproblem zur Gesamt-Systematizität tritt nicht auf

239

### Dynamik von Wissenschaft (4)

Jetzt: Plausible allgemeine Story zum Wachstum von Wissenschaft

Vorübergehend: Verwendung von Thomas Kuhns Unterscheidung von normaler und revolutionärer Wissenschaft

Normale Wissenschaft: Forschung innerhalb eines festen Rahmens, angeleitet durch paradigmatische Lösungen

Bsp.: Frühe Quantenmechanik, angeleitet durch das Bohrsche Atommodell

Revolutionäre Wissenschaft: versucht, einen normalwissenschaftlichen Rahmen, der nicht mehr hinreichend funktioniert, zu ersetzen

240

### Dynamik von Wissenschaft (5)

- a) Normale Wissenschaft führt zu *kumulativem* Wissenschaftswachstum: keine nennenswerten Revisionen des gewonnenen Wissens  
Daher auch keine Verluste an Systematizität möglich  
Vielmehr Gewinne an Systematizität in den Dimensionen, in denen sich der jeweilige normalwissenschaftliche Fortschritt abspielt  
Daher keine Probleme mit der Aggregation von Teil-Systematizitäten zu einer wachsenden Gesamt-Systematizität

241

### Dynamik von Wissenschaft (6)

- b) Außerordentliche Wissenschaft, die zu wissenschaftlicher Revolution führt  
Nach Kuhn: kommt nur zustande, wenn die neue Theorie erfolgreicher ist, gemessen an wissenschaftlichen Werten wie Genauigkeit, Konsistenz, Reichweite, Einfachheit, Fruchtbarkeit, Problemlösefähigkeit  
Wissenschaftliche Revolution kommt nur zustande, wenn nach Abwägung der wissenschaftlichen Werte gegeneinander (siehe Kuhn-losses!) die Gesamtbilanz positiv ausfällt

242

### Dynamik von Wissenschaft (7)

- Dann ist plausibel, dass neue Theorie auch höhere Gesamt-Systematizität aufweist:
- Positive Bewertungen durch einzelne Werte bilden sich in dimensional Systematizitätszuwachsen ab:
    - höhere Genauigkeit → Dimensionen 1, 2, 3, 4
    - höhere Konsistenz, größere Reichweite → Dimension 6
    - höhere Fruchtbarkeit → Dimension 8, etc.
  - Bewertungsaggregation wird von der Gemeinschaft vorgenommen und gelingt, also sollte auch Aggregation der Teil-Systematizitäten zur Gesamt-Systematizität gelingen

243

### Dynamik von Wissenschaft (8)

- Allgemeinere Betrachtung zum Wissenschaftswachstum  
Was heißt: Es gibt Fortschritt in einem wissenschaftlichen Gebiet?  
Bedeutet die Verbesserung des Gebiets in einem oder mehrerer seiner wesentlicher Aspekte  
*Falls* die Systematizitätstheorie die wesentlichen Aspekte von Wissenschaften abdeckt, dann impliziert Fortschritt auch Zunahme an Gesamt-Systematizität

244

## 2. Wissenschaft und Alltagswissen

Dynamische Version der Systematizitätstheese bietet guten Ausgangspunkt zur Diskussion des Verhältnisses von Alltagswissen und wissenschaftlichem Wissen:

Was ist der Effekt der Erhöhung von Systematizität auf das Alltagswissen und der weiter steigenden Systematizität des wissenschaftlichen Wissens?

245

## Wissenschaft und Alltagswissen (2)

1. Fall: **Weiterverwendung** des Alltagswissens  
Betreffen Objekte und fundamentale ontologische und epistemologische Aspekte  
Konkrete Objekte einer beginnenden Wissenschaft sind immer aus dem Alltagswissen bekannt: Biologie, Astronomie, Geometrie, Arithmetik, Pflegeprozesse, etc.; ihre grundsätzlichen Eigenschaften werden am Beginn der jeweiligen Wissenschaften übernommen  
Ebenfalls alltägliche fundamentale Konzeptionen von physischen Gegenständen (Dingen) und der Art ihrer Erkennbarkeit werden übernommen: Alltagsrealismus, ontologisch und epistemologisch

246

### Wissenschaft und Alltagswissen (3)

Bleiben in vielen Wissenschaften auch im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung erhalten

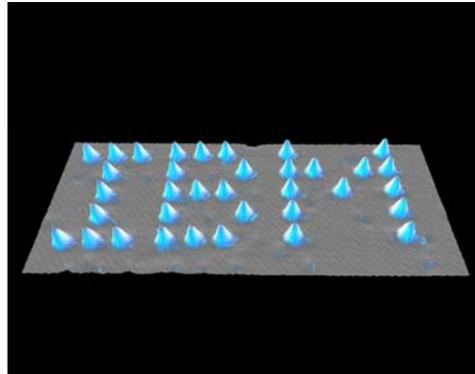
Gilt auch für die „theoretischen Entitäten“ der Wissenschaften: werden oft gleich wie die (oder in Analogie zu den) beobachtbaren Entitäten gedacht

Zeigt sich besonders deutlich, wenn sich die Trennlinie zwischen beobachtbaren und unbeobachtbaren Entitäten verschiebt

Beispiel: Sichtbarmachung und Manipulation von individuellen Xenon-Atomen, 1990: war Sensation, aber keinerlei Schock: Atome sind wie Alltagsdinge, nur kleiner

247

### Wissenschaft und Alltagswissen (4)



248

### Wissenschaft und Alltagswissen (5)

Alltagsvorstellungen von Wahrheit und Objektivität bleiben in den Wissenschaften oft erhalten (nicht immer!)

Werden in den Wissenschaften auch nicht explizit verteidigt

Nur die Abweichungen vom common sense werden explizit verteidigt

Aussage Heideggers: „Die Wissenschaft denkt nicht“ (1952) ist daher bis zu gewissem Grad berechtigt, aber kann bis zu gewissem Grad kein Vorwurf sein

249

### Wissenschaft und Alltagswissen (6)

2. Fall: **Abweichungen** vom Alltagswissen

Gibt drei Unterfälle:

- Weiterentwicklung des Alltagswissens
- Entstehung von Wissen, das in keiner Beziehung zum Alltagswissen steht
- Bruch mit dem Alltagswissen

Diese Abweichung vom Alltagswissen stehen im Dienst der Erhöhung der Gesamtsystematizität des Gebiets

250

### Wissenschaft und Alltagswissen (7)

a) Weiterentwicklung des Alltagswissens

Beispiel frühe Astronomie: Systematische Beobachtung und Messung von bekannten Objekten und Phänomenen: Finsternisse und ihre Periodizitäten, Variation der Tageslänge im Jahresablauf, Sternkataloge

Beizug von Mathematik

Fundamentale Eigenschaften der Himmelsobjekte aus Alltagswissen übernommen und nicht in Frage gestellt, inkl. ihrer Erkennbarkeit

Erhöhung der Systematizität von Beschreibungen, Erklärungen, Prognosen etc.

251

### Wissenschaft und Alltagswissen (8)

b) Entstehung von neuem, vom Alltagswissen unabhängigem Wissen (weder Weiterverwendung noch Widerspruch)

Insbesondere durch Entwicklung von Instrumenten, die vorher Unbeobachtbares zugänglich machen

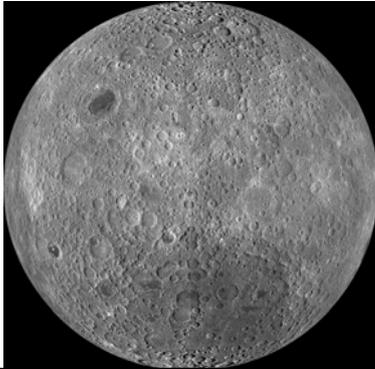
Ebenfalls Entwicklung von neuen theoretischen Vorstellungen

Erhöhung der Systematizität vor allem durch Vermehrung von Wissen

Beispiele: Lupe, z.T. Mikroskope, z.T. Teleskope, mathematischer Beweis, neue postulierte Elementarteilchen, Mondrückseite (1959)

252

### Wissenschaft und Alltagswissen (9)



253

### Wissenschaft und Alltagswissen (10)

c) Bruch mit dem Alltagswissen

Bereits in der Antike:

- Die Erde ist keine Scheibe, sondern eine Kugel
  - Es gibt kein absolutes Oben und Unten
- Insbesondere in Physik der Neuzeit unzählige Fälle (Aristotelische Physik meist nahe am common sense), z.B.
- Bewegung der Himmelskörper ist weitgehend nicht ihre reale, sondern eine scheinbare Bewegung
  - Die Erde dreht sich um sich selber und um die Sonne
  - Trägheitsgesetz: ohne äußerer Einflüsse dauert eine Bewegung für immer an

254

### Wissenschaft und Alltagswissen (11)

- Physische Dinge haben selbst keine Farben, sind „sekundäre Qualitäten“, wesentlich auch von unseren Sinnesorganen abhängig
- Wale sind keine Fische, sondern Säugetiere
- Monarchische Herrschaft lässt sich nicht auf Gott zurückführen
- Fossilien sind tatsächlich Überreste ausgestorbener Arten
- Die Erde ist viel älter als 6000 Jahre alt
- Viele Krankheiten werden durch kleine Lebewesen verursacht, nicht durch Ausdünstungen von verschiedenen Stoffen

255

### Wissenschaft und Alltagswissen (12)

- „Gleichzeitigkeit“ ist kein absoluter Begriff
- Der Raum ist gekrümmt
- Ein Elektron kann gleichzeitig durch zwei verschiedene Spalte durchgehen, ohne sich dabei zu teilen
- Ein „Quantenobjekt“ ist nicht wie ein makroskopisches Objekt: ein Ding mit bestimmten Eigenschaften, nur viel kleiner
- Die Bedeutung eines literarischen Textes ist nicht durch die Autor-Intention, sondern durch die Rezeption gegeben

256

### Wissenschaft und Alltagswissen (13)

Bruch des wissenschaftlichen Wissens mit Alltagswissen wird immer wieder nicht akzeptiert:

- Gibt Anti-Relativitätstheorie Gemeinde
- „Creation science“
- „Todesstrafe übt eine abschreckende Wirkung aus“

257

### Wissenschaft und Alltagswissen (14)

Zusätzliche Bemerkungen:

1. Im Alltagswissen ist Unterschied von
  - ist nicht gewusst, ist unbekannt, und
  - ist implizit als nicht-existent angenommennicht scharf

Daher ist Unterschied von „ohne Beziehung auf Alltagswissen“ und „im Widerspruch zum Alltagswissen“ nicht scharf

Beispiel: In unserem Körper befinden ca. 10 mal so viele Bakterienzellen wie Körperzellen (2008)

Ergänzung oder Widerspruch zum Alltagswissen?

258

## Wissenschaft und Alltagswissen (15)

2. Grad der Beibehaltung von Alltagswissen in den Wissenschaften variiert massiv mit den Disziplinen  
Bsp.: Etliche Bereiche der Geisteswissenschaften sind Laien zugänglich, meiste Bereiche der Naturwissenschaften nicht
3. Brüche mit Alltagswissen immer dann, wenn sich dieses nicht genügend verteidigen ließ: zeigt zentrale Stellung der Dimension „Verteidigung von Wissensansprüchen“ in der Aggregierung von Systematizitätsdimensionen

259

## Wissenschaft und Alltagswissen (16)

4. Häufiges Muster des Bruchs mit dem Alltagswissen:  
Aufgabe des naiv-realistischen oder „objektivistischen“ Standpunkts: was als objektiv erscheint, ist objektiv: es ist „da draußen, unabhängig von mir“  
Einzigster Bereich, wo common sense seit Antike den objektivistischen Standpunkt aufgegeben hat:  
Geschmacksdinge, wörtlich (Speisen) und übertragen (Ästhetik):  
„Über Geschmack lässt sich nicht streiten“ (in vielen Sprachen idiomatisch verankert)  
Spätere Errungenschaften: Religion, weitere Wertvorstellungen (Politik)

260

## Wissenschaft und Alltagswissen (17)

- Viele Beispiele von vorher: Aufgabe des objektivistischen Standpunkts
- Andere Fälle, z.B. Trägheitsgesetz: Aufspaltung eines für den Alltagsverstand einheitlichen Phänomens in zwei heterogene Faktoren: Trägheit und Reibung

261

## 3. Normative Konsequenzen

- Systematizitätstheorie ist eine deskriptive Theorie  
Aber ist nicht klar geworden, dass Erhöhung der Systematizität etwas Gutes ist, als Verwissenschaftlichung bzw. weiterer Fortschritt der Wissenschaften?  
Dies wären normative oder besser: evaluative Konsequenzen der Systematizitätstheorie  
David Hume: Aus deskriptiven Sätzen folgen niemals präskriptive Sätze  
Aus der Tatsache, dass etwas so-und-so ist, folgt nicht, wie es sein sollte; dazu braucht man zusätzliche normative Prämissen

262

## Normative Konsequenzen (2)

- Warum scheinen dann aus der Systematizitätstheorie normative Konsequenzen zu folgen?  
Betrachte ein Beispiel: Verteidigung von Wissensansprüchen bei klinischen Studien  
Klinische Studien: medizinische Studien an Patienten, z.B.  
• Untersuchung der Zuverlässigkeit von Diagnoseverfahren  
• Wirksamkeit von Medikamenten  
• Prognostische Studien  
In den letzten 10 Jahren große Verbreitung einer Gradierung klinischer Studien nach ihrem „level of evidence“

263

## Normative Konsequenzen (3)

- Basis: Oxford Centre for Evidence-based Medicine, März 2009 (<http://www.cebm.net/?O=1025>)  
Vereinfachte Darstellung:  
Level 5: Experten-Meinung  
Level 4: Reihe von Einzelfällen  
Level 3: Studie mit Kontroll-Studie (RCT : randomized controlled trial)  
Level 2: Systematic Review (Metanalyse) mit heterogenen RCTs  
Level 1: Systematic Review mit homogenen RCTs

264

### Normative Konsequenzen (4)

Klarerweise nimmt die Qualität der Studien nach unten zu  
Aber: nur eine *Beschreibung* der levels ist gegeben worden,  
keine *Bewertung!*

Klarerweise ist aber *im gegebenen Kontext*, nämlich der  
Verteidigung von Wissensansprüchen, die Wertung  
mitgegeben: je systematischer diese Verteidigung, desto  
besser

Das gleiche gilt für auch für die anderen Dimensionen: Norm  
ist mit der jeweiligen Dimension mitgedacht

Bsp. Beschreibung: detailliertere Beschreibung, d.h.  
systematischere Beschreibung, ist in Wissenschaft oft die  
bessere

265

### Normative Konsequenzen (5)

Gleiches gilt für Dynamik der Wissenschaft, Aggregation der  
einzelnen Systematizitätsdimensionen:

Zuwachs der Gesamtsystematizität positiv bewertet, weil  
Zuwachs in jeder Einzeldimension positiv

Normative Konsequenzen der Systematizitätstheorie ergeben  
sich also durch normative Zusatzprämissen in den neun  
Dimensionen: Systematizitätszuwachs ist jeweils  
grundsätzlich gut

Aber normative Kraft der Systematizitätstheorie sollte nicht  
überschätzt werden

266

### Normative Konsequenzen (6)

Kann nicht normativ in Wissenschaften eingreifen,  
als eine Instanz von außen

Grund: Systematizitätstheorie ist primär eine  
deskriptive Theorie – sie ist nicht gescheitert als  
die beschriebenen Wissenschaften

267

### Normative Konsequenzen (7)

Beispiel Stringtheorie

Physikalische Theorie, deren Entwicklung seit einigen  
Jahrzehnten rein theoretisch verläuft: Stringtheorie sagt  
keine empirische Daten vorher, an denen sie getestet  
werden kann, und sie wird dies auch nicht in der näheren  
Zukunft tun

Physiker sind teilweise uneins, wie diese Entwicklung zu  
bewerten ist

Systematizitätstheorie hat keine Ressourcen, die über die der  
Physiker hinausgehen

Gilt vielleicht für alle Wissenschaftsphilosophien?

268

### 4. Abgrenzungskriterium

Geschichte: Poppers Abgrenzungskriterium 1934 (1919)

Ziel: Ausschluss von Freuds Psychoanalyse, Adlers  
Individualpsychologie und Marxismus als  
wissenschaftlich: seien pseudowissenschaftlich

Alle diese Theorien habe viele empirische Bestätigungen  
gefunden

Aber Eindruck: Es kann nichts geschehen, was zeigen würde,  
dass diese Theorien falsch sind

Beispiel Marx: Verzögerung des Übergangs zum  
Sozialismus: dialektische Berücksichtigung von  
antagonistischen Tendenzen

269

### Abgrenzungskriterium (2)

Beispiel Freud: Durchführung einer Handlung kann ebenso  
erklärt werden wie ihre Nicht-Durchführung: durch  
unbewusste Motive

Was immer geschieht: es kann durch die jeweilige Theorie  
erklärt werden

Aber: dies ist kein Vorteil der Theorien: sie können nämlich  
nicht an der Erfahrung scheitern, und daher müssen sie  
letztlich leer sein

Anwendung auf Metaphysik: eine als erfahrungsunabhängig  
konzipierte Disziplin der Philosophie (Rationalismus,  
Transzendentalphilosophie)

270

### Abgrenzungskriterium (3)

Metaphysik kann daher ebenso nicht an der Erfahrung scheitern: ist nach Popper daher unwissenschaftlich  
Weniger radikal als Wiener Kreis: metaphysische Sätze sind sinnlos (metaphysische Sätze sind wie undefinierte Geräusche)  
Bei Popper: metaphysische Sätze können durch Präzisierung wissenschaftlich werden  
Abgrenzungskriterium von Wissenschaft vs. Pseudowissenschaft und Metaphysik also: prinzipielle Falsifizierbarkeit der Wissenschaft

271

### Abgrenzungskriterium (4)

Definition: Hypothese H ist falsifizierbar genau dann, wenn es logisch mögliche Basissätze gibt, die mit H in logischem Widerspruch stehen  
Wesentliche Eigenschaften dieses Abgrenzungskriteriums (und anderer Versuche): es ist

- zeitlich und disziplinär global: Anwendung auf alle Gebiete in gleicher Weise zu allen Zeiten
- statisch: betrachtet eine Hypothese bzw. ein Gebiet zu einem bestimmten Zeitpunkt, unabhängig von ihrer Geschichte
- kontextunabhängig: es zählt nur die Hypothese bzw. das Gebiet selbst, nicht die Beziehung zu anderen Gebieten

272

### Abgrenzungskriterium (5)

Bildlich: Eine Blitzlichtaufnahme von H selbst bietet genügend Information, um zu entscheiden, ob H wissenschaftlich ist oder nicht  
Konsens heute (in Wissenschaftsphilosophie): dieses Abgrenzungskriterium funktioniert nicht  
Gründe:

1. Falsifikationskriterium funktioniert für Allsätze (Falsifikation durch ein Gegenbeispiel), aber nicht für Existenzsätze  
Bsp.: Es gibt fundamentale (irreduzible) physikalische Wechselwirkungen

273

### Abgrenzungskriterium (6)

2. Alle empirisch widerlegten pseudowissenschaftlichen Theorien sind bei Popper wissenschaftlich: Popper schließt nur die *empirisch unwiderlegbaren* pseudowissenschaftlichen Theorien aus  
Beispiel Astrologie: gibt Formen, die durchaus empirisch überprüfbare Aussagen machen
3. Die Haupteigenschaften von Poppers Kriterium sind unplausibel:
  - Abgrenzung ist *zeitlich und disziplinär global*:  
Aber Rolle Gottes in der Planetentheorie Newtons (17. Jhdt.) oder der Geologie und Paläontologie (19. Jhdt.) war legitim

274

### Abgrenzungskriterium (7)

Abgrenzung in „weichen“ Gebieten möglicherweise anders als in „harten“, in historischen Gebieten anders als in systematischen, etc.

- Abgrenzung ist *statisch*: die Entwicklung und der spezifische Umgang der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit der Hypothese ist ausgeblendet: Wissenschaftlichkeit könnte davon abhängen
- Abgrenzung ist *kontextunabhängig*: Wissenschaftlichkeit könnte z.B. vom Stand von Nachbardisziplinen abhängen

275

### Abgrenzungskriterium (8)

Abgrenzungskriterium der Systematizitätstheorie ist in starkem Gegensatz zu dem Poppers: es ist

- zeitlich und disziplinär *lokal*
- *dynamisch*
- *kontextabhängig*

Ist die Weiterentwicklung eines Kriteriums von Paul Thagard (1978)  
Entwickle das Abgrenzungskriterium der Systematizitätstheorie in 6 Schritten

276

### Abgrenzungskriterium (9)

1. Pseudowissenschaften sind meistens in Konkurrenz zu etablierten Wissenschaften, z.B.
  - creation science vs. Evolutionstheorie
  - Astrologie vs. Persönlichkeitspsychologie
  - Psychoanalyse (falls einschlägig) vs. empirisch orientierte PsychologieNenne die jeweilige etablierte Wissenschaft „Referenzwissenschaft“

277

### Abgrenzungskriterium (10)

2. Zur Beurteilung eines fragwürdigen Gebiets zur Zeit  $t$  suche die entsprechende Referenzwissenschaft auf
3. Betrachte die Entwicklung dieser Referenzwissenschaft für die letzten Jahre bis  $t$ , insbesondere den Zuwachs an Gesamtsystematizität
4. Dieser Zuwachs gibt den Standard ab, den eine Wissenschaft in diesem Gebiet zu dieser Zeit tatsächlich hat leisten können
5. Vergleiche den Systematizitätszuwachs des fragwürdigen Gebiets in der gleichen Zeit mit dem der Referenzwissenschaft

278

### Abgrenzungskriterium (11)

6. Liegt der Systematizitätszuwachs des fragwürdigen Gebiets deutlich unter dem der Referenzwissenschaft, so handelt es sich um Pseudowissenschaft; ist das nicht der Fall, so handelt es sich um eine konkurrierende wissenschaftliche Schule  
Damit ist das Kriterium tatsächlich
  - zeitlich und disziplinär *lokal*: Bezug auf den jeweiligen Stand der jeweiligen Referenzwissenschaft
  - *dynamisch*: auf die Entwicklung des fragwürdigen Gebiets bezogen
  - *Kontextabhängig*: auf die Referenzwissenschaft bezogen

279

### Abgrenzungskriterium (12)

- Der Nachweis der Pseudowissenschaftlichkeit eines Gebiets erfordert also
- eine genaue historische Analyse von dessen Dynamik in der näheren Vergangenheit
  - eine genaue historische Analyse der Dynamik der entsprechenden Referenzwissenschaft in der näheren Vergangenheit
  - einen Vergleich der Systematizitätsentwicklung
- Natürlich kann dieser Vergleich beliebig viele Schwierigkeiten machen (vgl. Aggregationsproblem)  
Genauere Fallstudien stehen noch aus

280

### Abgrenzungskriterium (13)

- Tendenz der Dynamik von pseudowissenschaftlichen Gebieten: wenig neue Ergebnisse in den neun Dimensionen von Systematizität, meist defensive Manöver zur Verteidigung des eigenen Status
- Grober Blick auf creation science: Dynamik war im wesentlichen defensiv  
In Evolutionstheorie bedeutende Fortschritte z.B. bzgl. Altruismus: viele neue Teilerklärungen
- Grober Blick auf Astrologie: Oft Betonung des Alters der Disziplin, vielleicht wenig neue Ergebnisse  
Vergleich mit Referenzwissenschaft Psychologie aber sicher schwierig, weil diese selbst teilweise zerstritten

281

### Zusammenfassung (1)

Albert Einstein (1936):  
„Die ganze Wissenschaft ist nur eine Verfeinerung des alltäglichen Denkens.“

Was heißt hier Verfeinerung?

282

## Zusammenfassung (2)

Die ganze Wissenschaft ist nur  
eine **Systematisierung** des  
alltäglichen Denkens.

283