

**Zweck und Ziel der Wissenschaft** sind vor allem:

- die **Wirklichkeit** zu entdecken (Suche nach Wahrheit), etwa synonym mit Natur, Realität, Welt, Universum, Sein
- einsichtige **Erklärungen** zu geben (antropologisches Verstehen der Welt) dazu dienen u.a. Theorien, Hypothesen, Gesetze
- richtige **Voraussagen** zu machen (Beherrschen der Natur) geht auch ohne Einsicht und Theorie

### **Drei Merkmale von Wissenschaft**

- **Gegenstand** entspricht etwa Ziel und Zweck
- **Lehrbarkeit** bestimmt Möglichkeit des Weitergebens, induktive und deduktive Verfahren
- **Schlussfolgerndes Denken**: wissenschaftliche Erkenntnis ist „bewiesenes“ Wissen.

**Notwendigkeiten für Wissenschaft** sind vor allem

- besondere menschliche, **geistige Fähigkeiten** vor allem: Denken, Vernunft, Verstehen und Zweifel
- entwickelte spezifische **Methoden | Verfahren** (Weg zum Ziel)
  - *theoretische* u. a.: Abstraktion, Begriffsbildung, Beweis, Deduktion, Definition, Falsifikation, Heuristik, Induktion, Klassifikation, Verallgemeinerung, Verifikation
  - *experimentelle* u. a.: Beobachtung, Experiment, Messung, Versuch
- die **Überzeugung**: genaues und phantasievolles Forschen ermöglicht ein *System von Vorstellungen* (Einheitlichkeit des Wissenschaftsbegriffs), welches den legitimen Anspruch erhebt, die *Wirklichkeit adäquat* wiederzugeben

*beachten: Tätigkeit und Ergebnis* sind oft aufeinander bezogen, z. B. Beweisen und Beweis

### **Wissenschaftsarten** (Grobeinteilung)

*theoretisch*: schaffen Verstehen (Philosophie, Mathematik)

*experimentell*: bewirken etwas (Physik, Chemie, Biologie, Medizin)

*praktisch*: gutes Handeln im Lebensvollzug (Ethik, Kultur und Politik)

*produzierend*: stellen her (Zivilisation, Technik, Baukunst, Heilkunst)

### **Inhalt der Wissenschaft**

- betrifft systematisch gesammeltes und nachvollziehbar begründetes Wissen | Erkenntnisse
- hält sich an anerkannte **Methoden**, z. B. Schlussfolgern, Induktion, Deduktion, Messen, Experiment, Berechnen, Feldforschung, Empirie, Hermeneutik
- ist **systematisches positives Wissen** oder das, was zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten dafür gehalten wurde.

Erkenntnisse mit **Anspruch** auf Wissenschaftlichkeit müssen

- begründet sein
- durch allgemein nachvollziehbare Argumente, Experimente, Belege, Quellen usw. ihre Gültigkeit nachweisen
- durch Verifikation belegbar oder Falsifikation widerlegbar sein
- sich durch rationalen Erkenntnisgewinn von bloßer Meinung, von Glauben, Erfahrung, Weisheit, Sinnlichkeit, Fühlen usw. abgrenzen.

**Kant** benennt drei Arten der Wissenschaft

- allgemeinen Denkgesetze, wie die Logik
- Gesetze der Dinge, wie Physik
- Gesetze des Bewußtseins, wie Ethik

Im 19. Jh. erfolgte Spaltung in Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften

**Karl Popper**: „Unsere **Wissenschaft** ist kein System von gesicherten Sätzen, auch kein System, das in stetem Fortschritt einem Zustand der Endgültigkeit zustrebt. ... Wir wissen nicht, sondern wir raten. Und unser Raten ist

geleitet vom unwissenschaftlichen, metaphysischen (aber biologisch erklärbaren) Glauben, daß es Gesetzmäßigkeiten gibt, die wir entschleiern, entdecken können.“

**Höchster wissenschaftliche Rang** bleibt denen vorbehalten

- die neue **Systeme fundamentaler Begriffe** entwerfen und
- damit vorher unverbundene **Wissensgebiete vereinigen**
- auch dann, wenn sie keine großen Experimentatoren waren  
z. B. Isaac Newton, Clerk Maxwell und Charles Darwin

## Folgerungen

- zentral sind **intellektuellen Schöpfungen** von erklärenden Ideen | Idealen
- Wissenschaft ist keine Sammlung von **Fakten**; sie bedarf der Arbeit von Konstrukteuren
- wichtig sind auch vorhersagende, diagnostische, klassifizierende, industrielle usw. **Tätigkeiten**, die z. T. wissenschaftlich genannt werden
- es gibt aber **kein Universalrezept** für alle Wissenschaften und Wissenschaftler  
(ebensowenig wie es eines für alle Kuchen und für alle Köche gibt).
- künftig könnte es für (physikalische) Theorien wichtig sein, daß sie neben den anderen Vorzügen auch **programmierbar** sind

## Denken

abgeleitet von Dank, 8. Jh. thenken (engl. think)  
entspricht geistig arbeiten

- ist wesentlich den menschlichen Erkenntnisprozeß
- ist aktive, verstandesmäßige und ordnungsstiftende Verarbeitung von Informationen
- hat das Ziel, Bedeutungen zu verstehen und Sinnzusammenhänge offen zu legen
- wichtigstes Mittel ist die **Sprache**
  - mit ihr werden Gesetzmäßigkeiten formuliert und Begriffe gebildet
  - macht Denkprozeß nachvollziehbar und seine Struktur und Folgerichtigkeit überprüfbar
  - mittels des schriftlichen Protokolls ist bei komplexen Fragen auch an bereits Gedachtes anzuknüpfen
- Denken besitzt große Bedeutung für das Problemlösen
  - ist ein **heuristischer** Prozeß
  - führt zur Einsicht in das Problem
  - beginnt mit unvollständiger Information
  - nutzt logischer Analyse, analogie- und begriffsbildendes Schließen
  - macht Rückgriffs auf gemachte Erfahrungen

## Vernunft

*Griechen*: die Erkenntnis nicht sinnlicher Ideen

als Wort | Begriff nur im Deutschen vorhanden, 9. Jh. firmunft, 10 Jh. vernu(n)ft

Immanuel *Kant*: Vermögen der Verstandesregeln unter Prinzipien

betrifft drei Vermögen des Denkens: Ideen des Ich, der Welt und Gottes

= Gegenstände der Psychologie, Kosmologie und Theologie

unterscheidet in Kritik der reinen Vernunft 1781:

- *theoretische* Vernunft betrifft Erkenntnis der Gegenstände der Erfahrung, der sinnlich erfahrbaren Realität
- *praktische* Vernunft bezieht sich hingegen auf den Bereich des menschlichen Handelns

geistiges Vermögen im *Gegensatz* zur Sinnlichkeit als Tätigkeit des Denkens, das ermöglicht

- Phänomene im allgemeinen Zusammenhang begreifen und beurteilen, d. h. nicht nur einzeln verstehen
- sich dementsprechend zweckmäßig verhalten

## Verstehen ≈ Verstand

im 8. Jh. verstan, firstant

Bewußtseinsprozeß, *Fähigkeit zu denken, zu urteilen* entspricht wahrnehmen, begreifen, geistig erfassen,

- Es gibt kein direktes Verstehen der Wirklichkeit

- Verstehen formt die Wirklichkeit so um, daß Gedankenmodelle oder Hypothesen entstehen
- Konsequent radikal behauptet dies der Konstruktivismus

## Zweifel

nur im Deutschen vorhanden, 8 Jh. "zwivel"

*Ungewißheit und Unentschiedenheit im Urteil*

ähnlich sind Unsicherheit, Bedenken, Wankelmut, Untreue, (Verzweiflung)

- besitzt in Erkenntnistheorie seit **Augustinus** systematische Bedeutung
- ist systematisch von René **Descartes** angewendet
  - er gelangt so zur einzig unbezweifelbaren Einsicht des eigenen Seins: „*cognito, ergo sum*“, lateinisch: „Ich zweifle, also bin ich“
  - Er zweifelt an der Richtigkeit von Sätzen, aber nicht am Sinn seiner Sätze
  - Er glaubt z. B. der Satz „die Welt existiert“ (Tautologie) hat einen Sinn und kann deshalb bezüglich seiner Wahrheit bezweifelt werden
  - für einen Satz, der keinen Sinn hat, ist es aber irrelevant, ob er richtig oder falsch ist.
- Man kann alles – nur nicht den eigenen Zweifel – bezweifeln.
  - Man kann den absoluten Zweifel nicht einmal aussprechen
  - denn wer spricht, setzt immer einen Sinn der Worte voraus
  - Es gibt also weder absoluten Zweifel noch absolute Gewißheit.
  - Wer irrt, weiß nicht, daß er irrt.
- Wer lebt, zweifelt nicht an allem. Um leben zu können, darf man nicht an allem zweifeln.
- Zweifeln ist nicht trivial, jeder muß die Kunst des Zweifels erst erlernen
- Abgrenzung gegen Skeptizismus und Solipsismus = alles Bezweifeln erforderlich
- Gegen das Schicksal des Zweifels gilt kein Argument, es ist eine Form der Verzweiflung.

## Methoden

*griechisch*: metá: zu etwas hin, hodos: Weg = methodos nach bestimmten Regeln, geordnetes Verfahren,

eigentlich: das Nachgehen, Verfolgen, Nachforschen, Untersuchen; *lateinisch*: methodus; *deutsch* 16. Jh.

- **planmäßiges Vorgehen** (synonym Handlungsplan, Operationsplan, Handlungsanweisung)
  - um theoretische und praktische Ziele in Wissenschaft | Forschung | alltäglichen Leben bestmöglich und sicher zu erreichen.
  - wichtige Voraussetzung für gültige theoretischer Erkenntnisse oder praxisrelevante Ergebnisse
  - ist nicht streng deterministisch, daher kein Programm, Algorithmus oder geordnete Operationsfolge
- **besteht aus** Vorschriften | Empfehlungen | Wegleitungen für psychische und/oder physische Handlungen,
  - die auf ein Ziel oder einen Zweck gerichtet sind und
  - innerhalb eines Anwendungsbereiches Erfolg bzw. Sicherheit versprechen
- **Jedes Gebiet** hat weitgehend eigene Methoden, z. B.:
  - Mathematik: **deduktiv**, *Verifikation* ist nur „in gewissem Grade möglich“; sie kann eine Hypothese wahrscheinlich, aber nicht gewiß machen
  - Natur- und z. T. Sozialwissenschaften: **induktiv**; auch traditionell genannt; *Falsifikation* (Popper) Empirismus glaubt, alles Wissen sei induktiv zu begründen
  - Geistes- und z. T. Sozialwissenschaften: **phänomenologisch, hermeneutisch, historisch, heuristisch**.
  - Kybernetik: **Versuch und Irrtum**
  - **Experimentelle Methode**, erst spät wieder entdeckt:
 

1230-1384	Wilhelm von Ockham: Rasiermesser
1589	Experimente mit fallenden Körpern
1770	Lavoisier in der Chemie
1834	Weber in der Reizphysiologie
1879	Wundt in der Psychologie

**Descartes** versuchte, die rationalistischen und induktiven Methoden der Wissenschaft auf die Philosophie zu übertragen

bewirkte Ablösung der Scholastik, die nur Vergleich | Gegenüberstellung von Lehrmeinungen kannte

**Popper** hypothetisch-deduktive bzw.. induktive **Methode** zur Konstruktion wissenschaftlicher **Theorien**:

- Es liegt aus der Erfahrung gewonnenes, etabliertem Fachwissen (gesammelte Fakten) vor
- durch **Induktion** wird damit eine Hypothese als provisorische Behauptung entwickelt
- Die Hypothese wird z. B. mittels mathematischer oder physikalischer Analogien präzisiert und strukturiert

- Aus der strukturierten Hypothese werden logische Schlüsse und Vorhersagen gezogen, die experimentell überprüfbar sind
- Die Vorhersagen werden mit Beobachtungen | experimentellen Ergebnissen verglichen.
- Nach Einstein wird es aber immer **Experimente** geben, die auch etwas anderes aussagen
- Besteht Übereinstimmung innerhalb zu erwartender Fehlergrenzen, so ist die Hypothese als Theorie „etabliert“

## Deduktion

*lateinisch deducere*: ableiten, herleiten

- Ableitung des **Besonderem** aus dem Allgemeinen z. B. axiomatische Mathematik).
- Aussage wird aus anderen Aussagen abgeleitet
- ein Schluß **wahr**, wenn alle Prämissen wahr sind
- Deduktion ist korrekt, wenn alle Ableitungsschritte logischen **Deduktionsregeln** folgen
- Die formale Logik bestimmt dabei, welche Schlüsse zulässig sind
- Bestätigen durch **Verifikation**, weniger streng Bewähren
- ähnlich wie *Beweisen*

**typisch** Syllogismus = zwei Prämissen gegeben und ein logischer Schluß wird gezogen

z. B. alle Menschen sind fehlbar + Philosophen sind Menschen  $\Rightarrow$  Philosophen sind fehlbar

**aber** Eco, U.: Alle Hunde bellen, Alle Hunde sind Haustiere, Auch Katzen sind Haustiere, folglich bellen Katzen

## Induktion

*lateinisch: inductio* Ein-, Hereinführen, Hinführung, **inductivus** zur Annahme, Voraussetzung geeignet

- schließt von **Einzelfällen** auf das Allgemeine. Gegensatz ist Deduktion, Verallgemeinerung
- von einzelnen Erfahrungen **zu universellen Sätzen**
- **Annahme**: wenn etwas bei mehreren beobachteten Ereignissen gültig ist, soll dies bei allen gleichartigen Ereignissen wahr sein
- Gewißheit dafür hängt oft nicht von der **Anzahl** der beobachteten Ereignisse ab
- Generelle Sicherheit nicht möglich: **Beispiel**: alle Raben sind schwarz
- Widerlegen durch **Falsifikation**, ein Gegenbeispiel genügt

## Verallgemeinerung

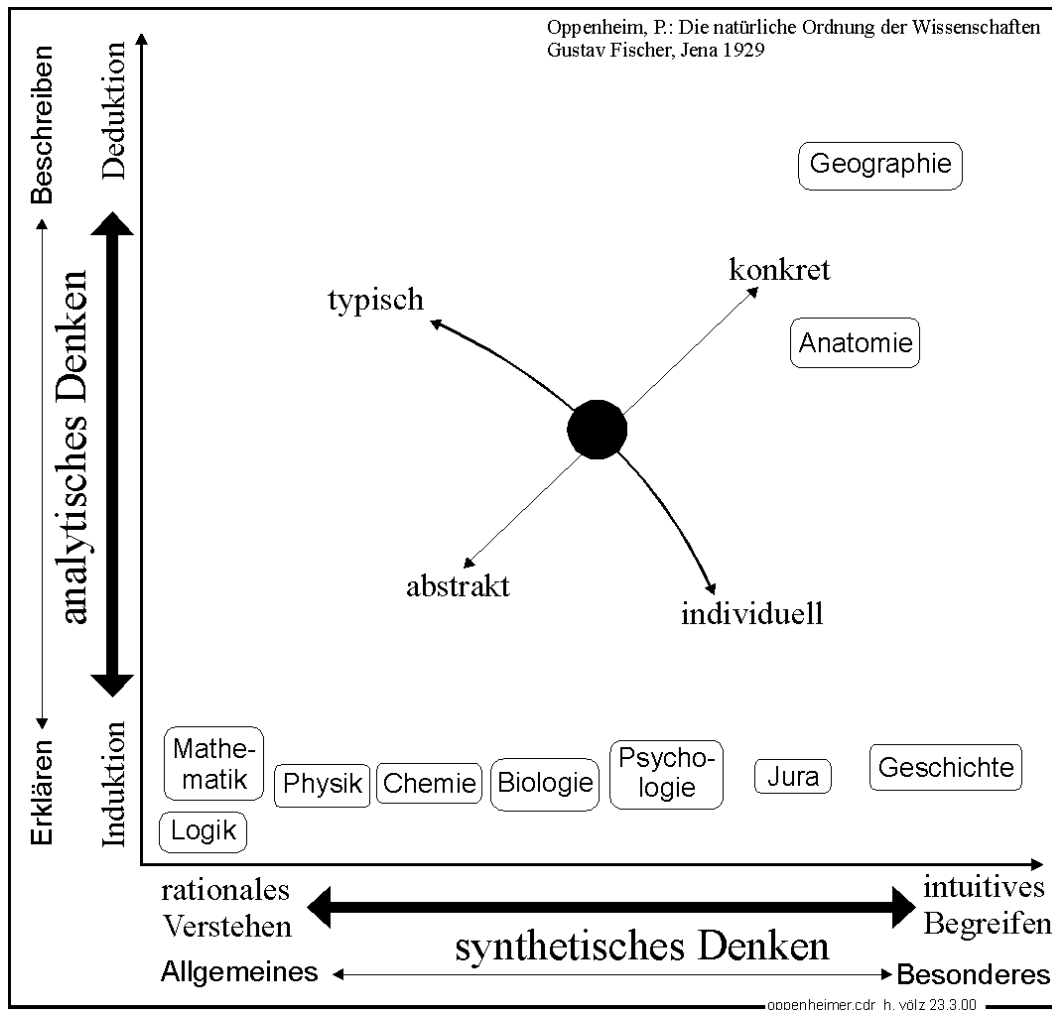
- setzt gerechtfertigten **Induktionsschluß** voraus (den es nicht gibt)
- ist kein wissenschaftliches Problem - weder Rechtfertigung, Postulierung von Funktionen, noch Erfindung von ungelösten Nachfolgeproblemen.
- kann als Macht angesehen werden, die wir über die Natur ausüben wollen

**Beispiel** zur Grenze der Verallgemeinerung ist ein Scherz des Mathematikers Ernst Kummer:

„Meine Herren 120 ist teilbar durch 1, 2, 3, 4 und 5 ... Ich probiere weiter und finde, sie ist auch durch 6 teilbar; um nun ganz sicher zu gehen, versuche ich es noch mit der 8, mit der 10, mit der 12, und schließlich auch mit 20 und 24. Wenn ich jetzt Physiker bin, dann sage ich: Es ist sicher, daß 120 durch alle Zahlen teilbar ist.“

## Einige Klassifikationen von Wissenschaften

-400	Aristoteles stellte als Erster ein System zur Einordnung der Tiere auf
1735	Carl von Linné (1707 - 1778) Systema naturae (Biologie)
1834	A. M. Ampère (1775 - 1836): Essai sur la philosophie des sciences (tabellarisch)
1876	M. Dewey: Decimal classification and relativ index (DK)
1879	Ch. A. Cutter: Expansive classification
1901	Library of Congress Classification
1905	P. Otlet; H. Lafontaine: Universal decimal classification
1926	P. Oppenheim: Die natürliche Ordnung der Wissenschaften (topographisch)
1933	S. R. Ranganathan: Colon classification
1935	H. E. Bliss: A bibliographic classification
1938	L. N. Tropovskij: Tablicy bibliotenoj klasifikacii
1965	B. M. Kedrov: Klasifikacija nauk (topographisch)
1966	H. G. Frank: Riemannsche Flächen für topologische Anordnung



## Begriff

- von Be-Greifen (Er-Fassen)
- umgangssprachlich heißt „einen Begriff von etwas haben“, seine Bedeutung, sein Wesen zu kennen und von anderem zu unterscheiden
- philosophisch ist Begriff eine der ältesten und mehrdeutigsten (fachspezifischen) Kennzeichnungen
- Zum Begriff gehören ein Wort und eine Bedeutung

## Arten von Begriffen

**Grundbegriffe** werden in axiomatischer Theorie postuliert, ihre Bedeutung wird durch die Axiome festgelegt

**definierte** = abgeleitete lassen sich (aus Grundbegriffen) logisch herleiten

**klassifizierende** betreffen Eigenschaften, z. B. über Adjektive wie „rot“, „groß“ oder „warm“

**komparative** = vergleichende z. B. „größer“ und „wärmer“, Reihenfolgen gemäß „ $\geq$ “ sind möglich

**metrische** sind durch Meßkriterien bestimmt, z. B. „monatlich“, „Twens“

**logischer Begriff** (von G. Frege geprägt)

- entspricht einer Funktionen:  
 $Wahrheitswert = f(\text{Eigename})$ , mit Ergebnis „wahr“  $\vee$  „falsch“  
 z. B. „Mensch“ entspricht der Aussagefunktion „ $x$  ist ein Mensch“  
 folgt „Napoleon ist ein Mensch“  $\Rightarrow$  „wahr“, „Haus ist ein Mensch“  $\Rightarrow$  „falsch“
- Begriffsumfang (Extension) ist die Menge der Eigennamen mit dem Ergebnis „wahr“
- er ist die Basis der klassischen Prädikatenlogik
- er verlangt, daß die Funktion für jeden beliebigen Eigennamen genau bestimmt ist, dies gilt vielfach nicht für Umgangssprache, z. B. für unscharfe Begriffe

## Begriff und Bedeutung

werden sehr unterschiedlich – von unvereinbar bis identisch – benutzt  
 beide betreffen vielfach gemeinsamen Zusammenhang von Wort und Erkenntnis  
 meist gemäß folgender Unterscheidung

Bedeutung	Begriff
<ul style="list-style-type: none"> <li>zur kommunikativen Verständigung notwendig</li> <li>entwickelt sich oft über Jahrhunderte in der Gesprächspraxis und in vielen Kontexten, die oft einen Satz überschreiten</li> <li>gehört also zur Sprachgeschichte, kann daher in jeder Sprache anders sein</li> <li>wird durch viele Einflüsse (Erfahrung) ständig verändert</li> <li>wird individuell verschieden, aber stets im Zusammenhang und nicht einzeln erlernt</li> <li>erschließt sich über sinnlich wahrnehmbare Qualitäten</li> <li>ist z. T. wesentlich vom Kontext abhängig</li> <li>hat einen Kern mit individuell stark wechselnden Nebenvorstellungen und Begleitgefühlen</li> <li>sein Umfang ist nie ganz geschlossen</li> <li>erfaßt auch emotionelle und metaphorische Komponenten</li> <li>hat je einen Objekt- und Abbildungsbezug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zum Denken notwendig</li> <li>faßt mehrere konkrete Gegenstände   Phänomene zu einer abstrakten Einheit zusammen</li> <li>benutzt zur festen Abgrenzung invariante Merkmale   Beziehungen, entspricht einer Klassenbildung</li> <li>Bildung geht meist von konkreter Sinneserfahrung aus und gelangt zum Allgemeingültigen</li> <li>entsteht u. a. durch bewußte Abstraktion, Klassenbildung, Verallgemeinerung, Vergleich, Analyse und Synthese</li> <li>muß eindeutig sein, wird deshalb durch Definition und Begriffsexplikation präzisiert</li> <li>ist abgegrenzt gegenüber dem komplexem <i>Urteil</i>   <i>Schluß</i>, die auf ein System von Begriffen beruhen</li> <li>verändert sich z. T. mit fortschreitender Erkenntnis   Erfahrung, bleibt jedoch im wesentlichen gleich</li> <li>in Laufe der Zeit entstehen immer abstraktere, oft hierarchisch geordnete Begriffe</li> <li>ist unabhängig von irgendeinem Kontext und vom jeweiligen Sprachbau</li> <li>ist rein rationeller Art und nicht emotionell oder metaphorisch verwendbar</li> </ul>

**Extension | Intension** von Bedeutung | Begriff  
 z. T. abweichende Inhalte und Bezeichnungen  
 besonders gebräuchlich ist der formale Ansatz von R. Carnap

Extension	Intension
Objektbezug, (Sachbezug)	Abbildbezug (Begriffsinhalt)
<ul style="list-style-type: none"> <li>etwa Begriffsumfang</li> <li>gilt für Individuen und Klassen, auf die das Prädikat zutrifft</li> <li>extensionale Beziehungen untersucht die Prädikatenlogik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>etwa Begriffsinhalt</li> <li>erfaßt die Eigenschaft der Objekte mit einem Prädikat</li> <li>ist nur im Gedächtnis vorhanden.</li> </ul>

### Anwendungsbereiche

<ul style="list-style-type: none"> <li>Satz</li> <li>Individualkonstante (Eigenname)</li> <li>einstelliges Prädikat</li> <li><math>n</math>-stelliges Prädikat</li> <li>Funktor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wahrheitswert</li> <li>Individuum (Gegenstand)</li> <li>eine Klasse</li> <li>Klasse geordneter <math>n</math>-Tupel von Individuen</li> <li>Werteverlauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Begriff, der wahrheitsfähig ist</li> <li>Individualbegriff (Gegenstandsbegriff)</li> <li>eine Eigenschaft</li> <li><math>n</math>-stellige Relation</li> <li>Funktion</li> </ul>
--	--	---

### Autoren ähnlicher Begriffe

J. S. Mill	denotation	connotation
G. Frege	Bedeutung	Sinn
B. Russel	denotation	meaning
M. Black	reference	sense
G. Klaus	Bezeichnung (Sigmatik)	Bedeutung (Semantik)
F. v. Kutschera	Bezug	Bedeutung
Sonstige	Signifikant, Zeichenkörper, Form, Ausdruck	Designat, Signifikat, Vorstellung, Inhalt

## Begriff und Wort

- allgemein ist ein Begriff nur sprachlich, d. h. an ein Wort gebunden möglich
- es gibt averbale Begriffe (ohne Wort | Bild), sie sind jedoch nur individuell möglich
- der Begriff entspricht der Bedeutung, dem Sinn des Wortes
- es gibt sinnlose Wörter, die also keinen Begriff beinhalten (Tucholski „repunsieren“)
- Synonyme sind verschiedene Wörter mit gleicher Bedeutung (Haus  $\approx$  Bleibe  $\approx$  Unterkunft)
- Homonyme sind gleiche Wörter mit unterschiedlichen Bedeutungen (Flügel von Vogel und als Musikinstrument)

## Falsifikation

*lateinisch*: falsus: unbegründet, grundlos, irrig falsch

1935 von Popper mit Buch: „Logik der Forschung“ eingeführt  
Prinzip und Verfahren zur Widerlegung von Hypothesen oder Theorien  
vorher galt  $\Rightarrow$  Verifizieren  $\Rightarrow$  Beweisen.  
eine *universelle* Hypothese ist endgültig falsifizierbar, aber niemals verifizierbar

*Naturgesetze* und Hypothesen sind *All-Sätze*

- können folglich durch endliche Beobachtung rein logisch nicht bestätigt werden
- ihre Aussagen sind also einer *strengen Prüfung* zu unterziehen
- dies erfolgt mittels empirischer Aussagen, z. B. durch Beobachtungen
- ein Gegenbeispiel genügt dabei

**Einschränkung**: Oft werden sie aber dennoch als *Hypothese* weiter benutzt  
denn nach Einstein wird es aber immer **Experimente** geben, die auch etwas anderes aussagen

## Beweis

Zurückführung eines als wahr Anzuerkennenden auf ein als wahr Anerkanntes  
*Aristoteles*: Fähigkeit zur Beweisführung ist ein Charakteristikum des Menschen  
Mathematik hat für Beweise eine eigenständige Theorie | Methoden entwickelt

### Beweisarten

- **deduktiver Beweis**: die zu beweisende Aussage wird als Folgerung gewonnen
- **induktiver Beweis** von einzelnen Aussagen wird auf eine allgemeine Aussage geschlossen, entspricht Bewährung | Verallgemeinerung
  - Methode der **vollständigen Induktion**
- **indirekter Beweis** das Gegenteil der zu beweisenden Aussage wird widerlegt

Schema des **deduktiven Beweises** geht auf Aristoteles zurück

- es besteht aus eine **Kette von Schlüssen**
- *jeder Schluß* hat die Form des **Syllogismus**
- besteht also aus zwei Voraussetzungen (**Prämissen**) und einer Schlußfolgerung (**Konklusion**)
  - **Wenn A** allen|einigen **B** [nicht] zukommt
  - und **B** allen|einigen **C** [nicht] zukommt
  - **dann** kommt **A** allen|einigen **C** [nicht] zu.

Das zentrale Problem ist die „**Zulässigkeit**“ der Prämissen, es endet schließlich beim **Münchhausentrilemma**

**Beweisfehler** sind vielfältig, u. a.:

*circulus vitiosus*, (Zirkelschluß)

*Petitio principii* (es wird Aussage benutzt, die selbst nicht bewiesen ist)

*Hysteron proteron* (Vorwegnahme des zu Beweisenden)

### Schema der **vollständigen Induktion**

1. für  $n = 1$  ist die Aussage wahr,
2. für ein beliebiges  $n > 1$  wird gültig vorausgesetzt,
3. von  $n$  wird abgeleitet, daß auch für  $n + 1$  gilt

Zulässigkeit | Sicherheit ist nicht exakt beweisbar (Vorsicht: Teilbarkeit von 120)

Auf **Probleme des indirekten Beweises** geht **Schopenhauer** (1788-1860) in „Die Welt als Wille und Vorstellung“, 1. Buch, Paragraph 15 ein

Indirekte Beweise hinterlassen oft ein Unbehagen. Andererseits demonstriert hiermit die gesamte Mathematik noch gleichbedeutend mit der von Euklid, daß „alles so sei, muß man, durch den Satz vom Widerspruch gezwungen, zugeben: warum es aber so ist, erfährt man nicht. Man hat daher fast die unbehagliche Empfindung wie nach einem Taschenspielerstreich, und in der Tat sind einem solchen die meisten Euklidischen Beweise auffallend ähnlich. Fast immer kommt die Wahrheit durch die Hintertür herein, indem sie sich per accidens (lat. zufällig) aus irgendeinem Nebenumstand ergibt. Oft schließt ein apagogischer (griech. indirekter) Beweis alle Türen, eine nach der anderen zu, und läßt nur die eine offen, in die man nun bloß deswegen hinein muß. Oft werden im Pythagoreischen Lehrsatz Linien gezogen, ohne daß man weiß warum: hinterher zeigt es sich, daß es Schlingen waren, die sich unerwartet zuziehen und den Assensus (lat. Zustimmung) des Lernenden gefangen nehmen, der nun verwundert zugeben muß, was ihm seinem inneren Zusammenhang nach völlig unbegreiflich bleibt.“

**Ergänzungen für schwaches „Beweisen“**

**Bewährung:** Stützung einer Hypothese (Theorie) durch **viele bestätigende Fälle**  $\approx$  Verallgemeinerung

**Verifikation:** strenger, da **einige Beweisregeln** eingehalten werden müssen

## Heuristik

*griechisch heuriskein:* finden, entdecken, ursprünglich Erfindungskunst

Zusammenfassung von Methoden, Richtlinien, Verfahrensweise usw. zur Problemlösung

- entspricht entdeckenden Auffinden
- ist nicht deterministisch, läßt individuelle Wege zu
- ermöglicht Begründung neuer Erkenntnisse
- formuliert Hypothesen
- sucht nach Wegen zur Verifizierung, zur geeigneten Beweisführung
- nutzt wesentlich Modelle

## Abstraktion

*lateinisch abstrahere:* wegziehen, wegschleppen, *abstraktere:* herausgezogen  
in Tugendlehre **Sokrates** (nach **Platon**) als methodische Erfassen des Wesentlichen  
bei **Aristoteles** griechisch *aphairesis* Wegnahme genannt

- ist Geistestätigkeit mit **Zweck** von *Begriffsbildung, Klassifikation, Generalisierung*
- ist auch wichtige Tätigkeit zur *Verallgemeinerung*
- ist notwendig wegen hoher Komplexität der Natur
  - wir müssen auswählen, weglassen, trennen, isolieren
  - bedeutet Erfassen von Wesentlichem, Scheidung vom Unwesentlichen eines Objektes oder Geschehens
  - also Herausarbeiten von gemeinsamen und Ausscheiden von individuellen Merkmalen
  - Beseitigt Irrelevanz (Redundanz) aus menschlicher Sicht
  - ist (verlustbehaftete) Kompression, Komplexitätsreduktion der Natur
- erfolgt an wenigen Beispielen führt zur Bildung von (Äquivalenz-) *Klassen*
  - sie sind durch ausgewählte, wesentliche Merkmale gekennzeichnet
  - werden meist durch einem *Begriff* gekennzeichnet
  - neue Objekte | Geschehen können über die Merkmale der Klasse zugeordnet werden
- Abstraktion ebnet Heterogenität der Natur ein, verfehlt also die Wirklichkeit
- sie ist das Gegenteil von konkret, individuell
- sie ist nicht Differenz, sondern setzt Differenz voraus
- weil sie zu Ergebnissen führt, muß das Ergebnis nicht existieren, bevor die Abstraktion begann
  - Nutzen der Abstraktion bedeutet also nicht daß Ergebnis **wahr** ist
- es gibt Hierarchien abstrakter Begriffe, z. B. Person, Mensch, Säugetier, Lebewesen, Seiendes
- Es besteht die Gefahr einer *Übergeneralisierung*
  - Es ist kaum möglich den richtigen Grad der Abstraktheit zu prüfen
  - eine *natürlichen* (naturegebene) Klassifikation nur Illusion
  - Klassifikation ist aber auch nicht beliebig, nur so beliebig wie Verallgemeinerung
- Abstraktionen gibt es in jeder Kultur in unterschiedlicher Ausprägung, z.B. sind Chinesen besonders konkret



## Beachte:

**Reduktionismus** vieles Abschneiden, weglassen als nicht wesentlich

**Abstraktion:** Analoges in ein gemeinsames Gebäude, im Gegensatz zu Reduktion zurücknehmbar.

*Beispiel 1:* der Begriff «Stuhl» wird gebildet

- von unwesentlichen Eigenschaften einzelner Stühle wird abgesehen z. B. ob vier oder drei Beine besitzt, ob er aus Holz oder Metall ist usw.
- nur gemeinsame (wesentliche) Eigenschaften werden benutzt: z. B. zum Sitzen geeignet, aus stabilem Material usw.

*Beispiel 2:* Ausgang Stück rotes Papier mit Text

- es besitzt u.a. Eigenschaften wie Farbe, Text, Dicke, Masse usw.
- sie führen aber nicht zur **Fläche**, die durch **Linien** begrenzt wird
- Fläche | Linien gibt es nicht in der *Realität*
- sie besitzen keine Existenz, sind aber *nützlich*.

ähnlich bei Begriffen wie Mann, Frau, Himmel, Schnee usw.

## Definition

griechisch *finis* - lateinisch *definitio* = Grenze, lateinisch *definire*: abgrenzen

- **Festschreibung** des Inhalts, der Bedeutung von Begriffen, Klassen, Ausdrücken usw.
- ihre genau Bestimmung erfolgt mit **sprachlichen und logischen** Formulierungen
- sie ermöglicht Gegenstände und Sachverhalte in **Mengen einzuteilen**, zu klassifizieren
- kann qualitative **Begriffe hierarchisch** ordnen, Hierarchien von Definitionen
- Jede Definition ist **nur** in einem Text | Sprache | Kontext **gültig**, also nicht isoliert
- es bestehen Zusammenhänge zur *axiomatischen Methode*
- Die *typische* Definition ist **dreiteilig**
  - **Definiendum**, das zu Definierende; u. a.: ist, hat, nennt man,  $\xrightarrow{\text{def}}$
  - **Definienz**, was inhaltlich definiert wird, u. a. Merkmale, Eigenschaften
  - **Identitäts- oder Äquivalenzaussage**, u. a. „=“
- ihr **Gehalt | Inhalt** besteht aus Extension und Intension.
  - **Extension** = Sachverhalte und Beziehungen
    - von einer Sprache in eine andere übertragen
    - Falls sie **endlich** ist, genügt eine Aufzählung der Sachverhalte
  - **Intension** = Sinn | Bedeutung
- **Anforderungen** an eine Definition sind:
  - Begriff, Klasse, Ausdruck darf **nur einmal** definiert werden
  - das zu **Definierende** (Definiendum) darf nicht im Definienz und vorangehenden, untergeordneten Definitionen vorkommen
  - Im **Definienz** dürfen nur vorkommen
    - voraussetzungsfreie Grundbegriffe
    - bereits Definiertes
    - logischen Zeichen wie:  $\wedge, \vee, \neg$ , wenn - dann, alle, es gibt ein
    - Hilfszeichen, wie Klammern
- **Arten von Definitionen** (in der Wissenschaftstheorie sehr vielfältig, unpraktisch)
  - **Realdefinition:** das Wesen der bezeichneten Sache
    - schon bei Aristoteles: Angabe der nächsthöheren Gattung (*genus proximum*) und des artbildenden Unterschieds (*differentia specifica*)
    - es gibt Probleme, wenn kein Oberbegriff existiert
    - *Beispiel:* Birke ist ein Baum mit Blättern und weißer Rinde
    - Schwierigkeiten bei Relationen und quantitativen Begriffen
  - **Nominaldefinition:** die konkrete Bedeutung eines Wortes
    - z. B.: Dreieck hat drei Seiten
    - Primzahl ist eine Zahl, die nur durch 1 und sich selbst dividierbar ist
    - Es besteht Gefahr der Tautologie
  - **Kombinatorische Definition**, zählt möglichst viele, wesentliche Eigenschaften auf

- Z. B. *Haus* hat Dach, Fenster, Türen, Räume, Treppen ....
- Frage der Vollständigkeit
- ähnelt Nominaldefinition
- **analytische** und **synthetische** Definitionen: durch Zergliedern bzw. Konstruktion
- **Genetische|kausale Definition** gibt den Ursprung, die Ursache an, weil ...
- **Kontextdefinition** besteht aus mehreren Wörtern, z. B. größter gemeinsamer Teiler
- **Explizitdefinition** besteht nur aus einem Wort
- **fuzzi Set** (1965 Lotfi A. Zadeh) Zugehörigkeit nur mit Wahrscheinlichkeit
  - *Beispiele*: hoher Druck; verkehrsgünstige Lage, hohe Wohnqualität, schöne Frau, attraktiver Mann
  - 1975 schlug Zadeh hierfür linguistische Variable (umgangssprachlich) vor

## Erklärungen

- Erklären **bedeutet** meist
  - uns **nicht vertraute**, also erklärungsbedürftig Dinge
  - in Beziehung zu uns **vertrauten** Dingen zu setzen
- Wissenschaft erklärt das Naturgeschehen mit (Erklärungs-) **Idealen**
  - Gesetzen, Formeln, Mechanismen usw.
  - deren Verständnis *Erwartungen* ermöglicht
  - sind einerseits **empirisch**, entwickeln und verändern durch Entdeckungen und Erfahrungen
  - andererseits aber **nicht direkt** mit den Ergebnissen von Beobachtung und **Experiment** konfrontierbar
  - müssen daher sich über längere Zeit bewähren
  - zu ihnen gehören unvermeidlich „**vorgefaßte**“ **Begriffe**, die zunächst ausgedacht und erst danach auf wissenschaftliche Probleme angewandt werden
  - Wissenschaftler legen fest, **welche Fragen** zu stellen sind, damit die **Natur antwortet**
- Erklärungen **müssen**
  - mit numerischen Gegebenheiten übereinstimmen,
  - akzeptabel und
  - dem Geiste angenehm sein
- Theorien, Hypothesen, Ideale besitzen unterschiedliche **Qualität**
  - bessere Theorien, Ideale, Systeme oder Hypothesen **erklären mehr**
  - eine gute Erklärung ermöglicht **viele Vorhersagen**
  - der **Vorhersageerfolg** einer Theorie ist nur ein Test ihrer Erklärungsleistung
  - eine erfolgreiche Theorie muß **nicht genauere** (numerische) **Vorhersagen** bringen
  - Zur Verbesserung einer Theorie müssen **Phänomene**, unerwartete **Abweichungen**, Anomalien, Irregularitäten auftreten | gesucht werden
- zum Erklären werden u. a. **Modelle** benutzt
- **nicht alle Wissenschaften** geben Erklärungen, die Biologie arbeitet z. B. weitgehend therapeutisch und klassifizierend

### Beispiele:

Früher war der **Lebenszyklus** die Erklärungseinheit

- ein Keimling verwandelt sich in die entsprechende ausgewachsene Pflanze, wenn man ihn nicht mit Gewalt daran hindert. Prinzip wurde daher auch in der Alchemie usw. benutzt
- Regen bestand nicht aus passiven H<sub>2</sub>O; sondern aus Spermien des Himmelsgottes, der die Erdgöttin befruchtet und Ernten hervorbringt

**Aristoteles** betrachtete die **Bewegung** von Körpern gegen einen **merkbareren Widerstand**

das entspricht dem heutigen **Stokeschen** Gesetz und ist durchaus anschaulich

**Newton** konzentrierte sich dagegen auf die „**verlustfreie**“ **Bewegung**,

die es prinzipiell nicht gibt – nicht mal bei den Planeten

und daher deutlich der praktischen Erfahrung widerspricht

**aber** das so gewonnene Trägheitsgesetz und die Gravitation erklären viel mehr Erscheinungen

alte Planeten-Berechnungen waren noch lange genauer als nach Newton

Für die Theorie „**Schweine können fliegen**“ wäre ein Ferkel, das vom Stalldach kollert, ein Beweis

## Voraussagen

Es gibt **zwei Arten** von Vorhersagen:

- sie haben *keinen Einfluß* auf das Vorhergesagte, dann liegen Naturgesetze vor
  - sie können *auf das Vorhergesagte einwirken*, z. B. in der Soziologie (Wahlprognosen)
- 
- Zur Vorhersage braucht das Geschehen nur aus **aufeinander folgenden Fakten** zu bestehen
  - Selbst **Probieren** ermöglicht gute Vorhersagetechniken
  - Verstehen ist nicht nötig
  - schon die Babylonier benutzten so „**Zeitreihen**“ zur Vorhersage
  - Thales sagte Sonnenfinsternis 585 v. Chr. richtig voraus, konnte sie aber nicht erklären
  - Vorhersagen ist also auch **Handwerk** bzw. **Technologie**
  - **Rezepte** gehören aber nicht zu den Vorhersagen  
z. B.: Erz ist vor dem Schmelzen mit Holzkohle zu vermischen  
dann wird das Metall bedeutend schneller schmelzen.
- 
- Es wird immer Vorhersagetechniken geben deren **Erfolg unerklärt** bleibt  
z. B. zeitliche Entsprechung zwischen Mond- und Menstruationszyklus
  - eine **richtige Vorhersage** hat daher nur bedingt theoretische **Konsequenzen**
  - sie hat kann außerdem nur einen *Ausschnitt der Hypothese* betreffen
  - dennoch hängt die **Qualität** einer **Theorie** mit der Menge richtiger Voraussagen zusammen
  - Es gibt aber **starke Theorien**, die zu **keiner** verifizierbaren Vorhersagen geführt haben,  
z. B. die Darwinsche Theorie

## Rücksagbarkeit

- **Stattgefundenes** (Sonnenfinsternis, Sturm, Revolution)
  - kann nicht mehr vorausgesagt werden
  - aber eventuell rückwirkend **erklärt** werden (Zurücksage)
  - daher auch zum Test für Hypothesen geeignet
  - im praktischen Leben aber wenig Bedeutung, kaum Bedürfnis
- Ist **nicht** unbedingt **Umkehrung** von Vorhersage
  - Was vorbei ist, ist **unabänderlich** und wenn es wichtig war, meist gespeichert
  - selbst bei relativ einfachen Tieren z. B. durch den *bedingten Reflex*
  - Ein *endliches Spiel* ist kaum vom Ende zum Anfang zu spielen sein
  - Für einen *Automat* ist kein Rückwärtschema bekannt, konstruieren
  - anders ist es, wenn ein *Hund eine Spur rückverfolgt* (in die Vergangenheit)  
Hier liegt aber eine Speicherung der Spur vor  
Ähnliches tut die *Kriminalistik*

## Experiment

**Aristoteles** (384 - 322 v. Chr.) erkannte Problem „wissenschaftliche“ Logik  $\Leftrightarrow$  Vernunft  
fordert daher Kompromiß gesunder Menschenverstand  $\Leftrightarrow$  wissenschaftliche Ergebnisse  
gibt so *Empirismus* und *Phänomenologie* ihre Berechtigung

**Experimentelle** Methode, wird erst spät wiederentdeckt:

- ca. 1300 Wilhelm von **Ockham** (1230-1384) Rasiermesser, nur gedanklich
- ca. 1430 Nikolaus von Kues (1401 - 1464) (= Nikolaus Cryfftz = Casanus)  
Wie Gott die reale Welt, so schafft der Mensch die Welt in seinem Geist  
hierzu notwendig: Mathematik, Beobachtung und Experiment (macht keines)
- 1589 Galilei** (1564 - 1642): Experimente mit fallenden Körpern
- 1770 **Lavoisier** (1743 - 1794) in der Chemie
- 1834 **Weber** (1795 - 1878) in der Reizphysiologie
- 1860 **Fechner** (1801 - 1887) „Elemente der Psychophysik“
- 1879 **Wundt** (1832 - 1920) in der Psychologie
- ca. 1900 Bronislaw **Malinowski** (1884-1942) **Feldforschung** für kulturellen Phänomene
- 1935 George Horace **Gallup** (1901-1984), gründet in Princeton  
*Meinungsforschungsinstitut American Institute for Public Opinion (AIPO)*
- 1939 Gründung des *Audience Research Institute (ARI)* betrifft u. a. Radiohörer

ca. 1940 *Gallup poll*, repräsentative Stichproben geben Rückschlüsse Wählerverhalten  
Jacob Levy **Moreno** (1892-1974) Verfahren der **Soziometrie** (Soziomatrix)  
Messung | Beschreibung zwischenmenschlicher Beziehungen in Gruppen

## Grundlagen - Voraussetzungen

- **Wahrnehmung**
  - (bewußte) menschliche Fähigkeit etwas von der Welt zu empfangen
  - kommt über die äußeren Sinne zustande
  - ist an Objekten und Erscheinungen wiederholbar und überprüfbar
  - ist relativ stabil und wenig vom einzelnen abhängig (intersubjektiv)
  - ist Gegenteil von inneren Vorstellungen, wie Traum und Phantasie
- **Erfahrung**
  - wird gemacht, erlebt, widerfährt uns
  - wird meist sprachlich ausgedrückt
  - betrifft Gesamtheit der gelernten Kenntnisse, Verhaltensweisen und Fertigkeiten
  - bewirkt praktisches Wissens („know how“), erworben im Umgang mit Dingen oder durch Erleben
  - beschreibt nur Vergangenes, läßt aber Erwartungen über Zukünftiges zu (prästabilisierte Harmonie)

Zu unterscheiden sind:

- *äußere* Erfahrung, d. h. Erfassen der Außenwelt
- *innere* Erfahrung: eigenes Erleben, d. h. immanente Vorgänge des Bewußtseins

- **Gesunder Menschenverstand**
  - unbeschwerte praktische Fähigkeit, sich im Alltag zurecht zu finden
  - Gefühl, daß die alltäglichen Überzeugungen für jedermann gelten und daher nicht falsch sein können
  - weil es Aufgabe der Philosophie ist, Grundannahmen zu hinterfragen, gilt er als unphilosophisch

## Beginn des experimentellen Arbeitens

Galileo **Galilei** (1564 - 1642) „**Discorsi**“:

„Zur Ausmessung der Zeit stellten wir einen Eimer voll Wasser auf, in dessen Boden ein enger Kanal angebracht war, durch den sich ein feiner Wasserstrahl ergoß, der während einer jeden beobachteten Fallzeit aufgefangen wurde. Das in dieser Art aufgefangene Wasser wurde auf einer sehr genauen Waage gewogen.

Aus den Differenzen der Wägungen erhielten wir die Verhältnisse der Gewichte und damit die Verhältnisse der Zeiten, und zwar mit solcher Genauigkeit, daß die zahlreichen Beobachtungen niemals merklich voneinander abwichen.“

Die so gefundenen **Fallgesetze** sind Beginn der Mechanik bewegter Körper und der modernen Physik

## Arbeitsmethoden

- Methoden, um angenommene Gesetzmäßigkeiten (Hypothesen) durch systematische **Beobachtungen** | **Messungen** der Natur zu überprüfen
- bewußt vorbereitet und angestellt, (künstlich) ausgelöst | gestartet
- sollen neue Einsichten in die Natur liefern, sollen uns belehren
- setzt meist künstlich geschaffene, wiederholbare Bedingungen, eindeutige Ursache-Wirkungs-Beziehungen voraus
- daher werden spezielle Apparaturen entwickelt und aufgebaut
- Wiederholung des **Versuchs** soll gleiche Ergebnisse liefern, bestimmt Gültigkeit (Validität) der ermittelten **Daten**
- meist werden im Experiment veränderliche Merkmale (Variablen) planmäßig manipuliert

## Grenzen

1. *Rückwirkung*, das Experiment darf nicht die originalen, wirklichen Werte und Verläufe verändern
  - bei klassischen Verfahren weitgehend erfüllbar
  - in der Mikrowelt (Quantentheorie) gilt die Heisenbergsche Unschärferelation
  - in der Soziologie (z.B. Wahlvorhersage) praktisch unerfüllbar
2. Voraussetzungen zur *mathematischen Darstellung* der Ergebnisse
  - *Objektivität*: Die Ergebnisse müssen unabhängig von Person, Ort und Zeit gültig sein
  - *Reliabilität* (Zuverlässigkeit): Wiederholung (gleiche Anfangsbedingungen) muß bei geringem zeitlichen Abstand das „gleiche“ Ergebnis liefern
  - *Validität* (Gültigkeit): Ein Verfahren mißt und berechnet Ergebnisse, die nur im Rahmen einer Hypothese benannt werden konnten.

## Verallgemeinerungen

- **Gedanken-Experiment**, geistig ableitbar (Einsteins Fahrstuhlexperiment)
- **experimentum crucis**
  - Ausdruck wurde von Francis Bacon (1561-1626) geprägt
  - Natur soll darauf nur mit „ja“ oder „nein“ antworten können
  - ist also Entscheidungsfrage, setzt viel Wissen über des Problems voraus
  - typisch ist der Michelson-Morley-Versuch
- **Psychologie:**
  - kontrolliertes Beobachten bei Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken, Lernen und Problembewältigung
  - Handlungen der Versuchsperson werden wie Abläufe betrachtet
  - Gustav Theodor Fechner Erregungsgrad von Testperson und dem Reiz
  - Hermann Ebbinghaus (1850 - 1909) Experimente der Gedächtnispsychologie
- **Soziologie**
  - Spezialfall der Volkszählung schon im antiken Babylonien 3800 v. Chr.
  - üblich sind heute Test und Befragungen, die an repräsentativer Stichprobe durchgeführt werden
  - sie sollen Hinweise auf Verhalten und Einstellungen einer Bevölkerung (-gruppe) geben
  - mitgeteilte Ergebnisse haben meist Rückwirkungen auf das vorherige Ergebnis

## Empirismus

*griechisch **empeiria*** = Erfahrung

Ansicht, wissenschaftlich Richtung dafür, daß

- *Erkenntnis* kann nur durch Erfahrungen gewonnen werden
- Erfahrung sich immer auf einzelne Sachverhalte bezieht
- wissenschaftliche Sätze aber allgemeine Zusammenhänge oder Gesetzmäßigkeiten behaupten.
- extrem dafür ist *Positivismus*, nur die Antworten der Natur auf unsere Fragen zählen

## Phänomenologie

*griechisch **phainomenon*** das Erscheinende, *logos* Wort oder Lehre, also Lehre von den Erscheinungen  
phänomenologische Theorien beschreiben Sachverhalte oft numerisch erstaunlich präzise  
ptolemäische Theorie der Zyklen | Epizyklen numerisch längere Zeit der kopernikanischen deutlich überlegen  
sind «dicht» an der Wirklichkeit, erklären aber nicht die hinter den Phänomenen liegende Tiefenstruktur

## Subjekt

*lateinisch **subiectum***: das Daruntergeworfene, Zugrundegelegte, *griechisch **hypokeímenon***

René **Descartes** (1596 - 1650): für das sich seiner selbst bewußte, handelnde und erkennende Ich  
hebt sich vom Objekt (*lateinisch **obiectum***: das Entgegengeworfene) als Nicht-Ich ab  
betrifft auch Selbstbewußtsein

## Subjektivismus

alle Urteile, Erfahrungen und Begriffe sind begründet:

- im jeweiligen Subjekt
- seiner individuellen Wahrnehmung
- seinen individuellen Interessen
- deshalb relativ
- ist das Gegenteil von Objektivismus