

Einführung in die Wissenschaftstheorie I: Struktur, Aufbau und Methoden von Wissenschaft und Forschung

VO

Johann Götschl

Logische und empirische Wahrheit

Zwei Sprachebenen:

- Alltagssprache (*common sense*)
 - Wissenschaftssprache
 1. Höhere Präzision der Begriffe
 2. Strengere Anforderungen an Argumentation
 3. Größtmögliche Wertfreiheit: Wissenschaftssprache soll möglichst keine Normen enthalten
 4. Möglichst quantitative Ausdrucksweise
 - 3 Stufen der Sprache:
 - a. qualitativ („Es regnet heute.“)
 - b. komparativ („Es regnet heute mehr als gestern.“)
 - c. quantitativ („Es regnet heute 20 mm/h.“): Konstruktion einer Metrik für einen bestimmten Bereich. Metriken sind Messskalen, die an ein Phänomen angelegt werden.
- Der Großteil der Wissenschaft arbeitet komparativ. Mit dem Übergang von qualitativen zu komparativen und quantitativen Begriffen nimmt die Abstraktheit der Wissenschaft immer mehr zu. Je komplexer der Gegenstandsbereich einer Wissenschaft ist, desto schwieriger ist es, den Gegenstandsbereich exakt quantitativ zu fassen. → höherer Grad an Quantifizierung in Naturwissenschaften als in Geisteswissenschaften, Sozialwissenschaften oder Kulturwissenschaften
5. Möglichkeit von Prognosen aufgrund von vergangenen Erkenntnissen
 6. Intersubjektivität
 7. Soll eine Annäherung an die Realität bringen

In der Wissenschaft gibt es zwei Arten von Beweisen:

1. **Logischer Beweis**
 - a. Keine Widersprüche (Nonkontradiktionsprinzip)
 - b. Folgerichtiges Argumentieren
 - c. Vermeidung von Tautologien
2. **Empirischer Beweis**

Kriterien für empirische Beweise:

 - a. Datenmenge soll möglichst hoch sein
 - b. Beobachtungsdaten müssen möglichst systematisiert sein
 - c. Vorhandensein von Modellen und Theorien, die von den Daten gestützt werden → höhere Zuverlässigkeit der Prognosen
 - d. Reproduzierbarkeit der Daten (nicht immer möglich)
 - e. Subjektunabhängigkeit der Erkenntnis
 - f. Transparenz der wissenschaftlichen Forschungsprozesse
 - g. Kritische Analyse der wissenschaftlichen Theorien

Den zwei Arten von Beweisen entsprechend können zwei Arten von Wissenschaften unterschieden werden, je nachdem, ob überwiegend logische oder empirische Beweise verwendet werden:

1. *Strukturwissenschaften*: suchen nach Wahrheit nur aufgrund der inneren logischen Relationen (z. B. Logik, Mathematik, Systemtheorie)
2. *Empirische Wissenschaften*: suchen nach Wahrheit durch Bezug auf empirische Forschung
Durch die steigende Systematisierung der Datenerfassung müssen immer weniger Daten gesammelt werden, um sie für die Erkenntnis zu verwerten.

Wahrheitstheorien

In der Wissenschaft sind drei Wahrheitstheorien von Bedeutung:

- Korrespondenztheorie/semantische Wahrheitstheorie: Eine Aussage ist wahr, wenn sie mit der Wirklichkeit übereinstimmt.
 - An die korrespondenztheoretische Wahrheit konnte man sich bis jetzt nur in den engsten Kernbereichen der Wissenschaft (Quantentheorie, Relativitätstheorie, Evolutionstheorie) annähern.
- Konsenstheorie: Eine Aussage ist wahr, wenn sie von allen Teilnehmern/Teilnehmerinnen eines vernünftigen Diskurses als wahr anerkannt wird.
 - Die meisten Aussagen der Wissenschaft genügen nur der Konsenstheorie der Wahrheit, insbesondere Aussagen aus sehr jungen und wenig erforschten Wissenschaftsgebieten und aus Randbereichen der Wissenschaft.
 - Gleichzeitig kommt es mit der Vergesellschaftung der Wissenschaft durch die allgemeine Bildung im außerwissenschaftlichen Bereich zur Bildung eines breiten Konsenses über wissenschaftliche Aussagen, wobei die Anhänger/-innen dieser Aussagen meist keine Möglichkeit mehr haben, diese Aussagen nachzuprüfen.
- Pragmatische Wahrheitstheorie: Eine Aussage ist wahr, wenn sie nützlich ist.
 - Der pragmatische Wahrheitsbegriff wird v. a. in den technischen Wissenschaften verwendet.

Drei Stufen der wissenschaftlichen Forschung

1. Annahme der Existenz einer Realität
Der Realitätsbezug der Wissenschaft erfolgt auf zwei Arten:
 - a. Beschreibung dessen, was der Fall ist
 - b. Schaffung von Dingen, die in der Natur (*rein*) nicht vorkommen (Herstellungsaspekt der Wissenschaft)
Mit dem Fortschritt der Wissenschaft vermehrt sich die Anzahl der künstlichen Objekte
→ Logik, Mathematik
→ Technologien
2. Bildung von Hypothesen über die Realität (Modellbildung)

Definition: Vermutung, die möglicherweise einen Fortschritt in der Wissenschaft bringen könnte.

Popper: Hypothesen sollten möglichst riskant und gleichzeitig substantiell sein.

Funktion von Hypothesen:

- a. Erklärung von Teilbereichen der Realität/Füllung von Lücken in der wissenschaftlichen Welterklärung
 - b. Vereinfachung der wissenschaftlichen Welterklärung und Methodik
 - c. Kontrastierung mit bestehenden wissenschaftlichen Erklärungsmodellen
3. Schaffung von wissenschaftlichen Theorien

Das Verhältnis von Theorie und Experiment

Zweck der experimentellen Methode:

1. Verifizierung/Falsifizierung von Hypothesen und Theorien
2. Herstellung der immer gleichen Bedingungen zum Erreichen der Reproduzierbarkeit
→ Gewährleistung der intersubjektivität der Forschung

Die experimentelle Methode ist nicht immer anwendbar. V. a. in den Geisteswissenschaften ist die Anwendung der Methode oft nicht möglich, obwohl auch hier immer öfter experimentelle Verfahren um sich greifen.

Wissenschaft hat drei Komponenten:

1. theoretische Komponente (Begriffsebene)
2. empirische Komponente (Experimentalebene)
3. sozioökonomisch-kulturelle Komponente

Wissenschaftlich-theoretische Aussagen sind sicherer als singuläre Wahrnehmungsaussagen
→ Unabhängigkeit von Alltagserfahrung
→ Geringere Wahrscheinlichkeit der Täuschung

Die theoretische und die empirische Ebene der Wissenschaft bedingen sich gegenseitig: Theorien werden durch Experimente gestützt; die Wirksamkeit der Experimente muss theoretisch untermauert werden. Die experimentelle Verifizierung bzw. Falsifizierung einer Theorie ist verschieden von der praktischen Anwendung einer Theorie.

In der traditionellen Wissenschaftstheorie wurde als hauptsächliche Quelle der Wissensproduktion die *scientific community* gesehen, während die sozioökonomische Sphäre nur als Anwendungsfeld gesehen wurde. Diese Tradition bestimmt auch heute noch den europäischen Wissenschaftsbetrieb.

In der angloamerikanischen Wissenschaftstheorie ist die sozioökonomische Anwendungssphäre eine der Hauptquellen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die beiden Traditionen sind derzeit konvergent.

Zusammenhänge zwischen Reduktion und wissenschaftlicher Erklärung: das philosophische Problem des Reduktionismus

Definition *Reduktion*:

1. Zurückführung des Komplexen auf Einfacheres

2. Zurückführung des Einfachen auf Komplexeres

Ohne Reduktion sind viele komplexe Gegenstandsbereiche für die Wissenschaft aufgrund ihrer Diffusität nicht zugänglich.

Beispiele:

- Klassische Medizin: Zurückführung (Reduktion) des komplexen Umfelds, in dem Depressionen/Phobien entstehen, auf 2 mögliche Ursachen
 - Endogene: innere Ursachen
 - Exogene: äußere Ursachen

Die Produkte der Rückführung können danach wiederum selbst reduziert werden (z. B. endogene Ursachen u. a. auf neurologische Ursachen) und zwar so lange, bis ein empirischer Befund vorliegt.

Z. B. Schizophrenie: Zurückführung des komplexen Verhaltens bei Verlust der einheitlichen Ich-Identität auf neurologische Befunde.

Die wissenschaftliche Erklärung hängt von ihrem Wesen her mit Reduktion zusammen: die wissenschaftliche Erklärung ist eigentlich nichts anderes als eine Reihe von Zurückführungen auf einfachere, empirisch greifbarere Zusammenhängen.

Stufen der wissenschaftlichen Erklärung:

1. Diffuser Gegenstandsbereich
2. Analyse: Zerlegung in verschiedene Teilbereiche → Einbringen von Ordnungssystemen in den Gegenstandsbereich
3. Erklärung: Schrittweise Rückführung des komplexen Gegenstandsbereichs auf einfachere Ebenen, idealerweise auf observable (beobachtbare) Begebenheiten

Die einzelnen Erklärungen beruhen heute zunehmend auf Modellen aus verschiedenen Disziplinen. Damit ist auf der Ebene der Wissenschaftsorganisation eine zunehmende Verschmelzung der einzelnen Disziplinen verbunden.

Context of Discovery und Context of Justification

Context of Discovery (CoD)

→ Kontext der Entdeckung

Wie entsteht Neues?

Gibt es Neues?

Gibt es neue Bedingungen zur Entdeckung von Neuem?

"Wie kommt der Mensch zu Entdeckungen?"

Context of Justification (CoJ)

→ Kontext der Begründung

Falsifikation

Rechtfertigung/Begründung

Bedingungen einer wissenschaftlichen Theorie

Nachvollziehbarkeit/Objektivität

Context of Justification

„Man hat etwas verstanden, wenn man es erklären kann und man kann etwas erklären, wenn man darüber Voraussagen treffen kann.“

Beispiele:

- Einem Schüler/einer Schülerin soll die Addition beigebracht werden. Ihm/ihr wird daher vorgerechnet, dass $3 + 3 = 6$. Um zu überprüfen, ob er/sie die Addition wirklich verstanden hat, ist es am zweckmäßigsten, die Variablen abzuändern und ihn/sie eine andere Addition (z. B. $4 + 6$) ausrechnen zu lassen.
- *Pythagoreischer Lehrsatz:* Der pythagoreische Lehrsatz versucht den Zusammenhang zwischen den Katheten und den Hypotenusen zu erklären, indem er eine allgemeine Formel ($a^2 + b^2 = c^2$) angibt. Diese Formel kann auch als Vorhersage gesehen werden und zwar als Vorhersage, dass immer, wenn man die Kathetenquadrate addiert, als Ergebnis das Hypotenusenquadrat herauskommen wird. Wenn dies einmal nicht eintritt, kann daraus rückgeschlossen werden, dass der dahinterstehende Lehrsatz falsch sein muss.

So funktioniert die Rechtfertigung von Hypothesen in der Wissenschaft → falsifikationistische Methode

Wenn eine Hypothese aufgestellt wird, versucht die wissenschaftliche Gemeinde, diese möglichst zu kritisieren und zu widerlegen. Dadurch sollen falsche Hypothesen möglichst schnell ausgeschieden bzw. Fehler in Hypothesen offengelegt und danach korrigiert werden. Die Widerlegungsversuche geschehen durch Anwendung der wissenschaftlichen Methoden auf eine Hypothese.

Beispiele:

- Der pythagoreische Lehrsatz könnte durch ein einzelnes Experiment widerlegt werden, bei dem man ein rechtwinkliges Dreieck zeichnet, bei dem die Summe der Kathetenquadrate nicht dem Hypotenusenquadrat entspricht.
- Eine Theorie, dass $2 + 2 = 5$ könnte dadurch widerlegt werden, dass man in einem Experiment zwei Gegenstände nimmt und zu diesen zwei weitere Gegenstände hinzulegt und diese dann abzählt. Wenn man dabei zu dem Ergebnis kommt, dass nun nicht 5 Gegenstände (sondern 4) vorliegen, ist die Theorie widerlegt.

Die falsifikationistische Methode wurde von Sir Karl Popper vorgeschlagen.

Context of Discovery

Um eine Hypothese aber überhaupt begründen zu können, muss einmal überhaupt eine Hypothese vorliegen. Zum Finden einer Hypothese gibt es aber keine Methoden, weshalb die Entdeckung von Hypothesen viel komplexer ist als die Rechtfertigung von Hypothesen.

Üblicherweise findet die Arbeit im CoD zeitlich *vor* dem CoJ statt, jedoch mit der Einschränkung, dass Entwicklungen im CoD nur gemacht werden können, wenn bereits ein geschlossenes Erklärungsmodell im CoJ besteht.

Zusammenhang zwischen CoJ und CoD

Beispiel:

- Vor Kopernikus hing man in Europa dem geozentrischen Weltbild an. Dieses wurde ständig durch Sternenbeobachtung gerechtfertigt. Kopernikus entwickelte jedoch ein neues Weltbild - das heliozentrische Weltbild, bei dem die Sonne im Mittelpunkt des Sonnensystems stand (CoD). Dieses wurde – idealerweise – durch die bestehenden Beobachtungen überprüft, wodurch man zu dem Schluss kam, dass diese Theorie die Bewegungen der Sterne am Himmel besser erklärte als die alte (CoJ).

Die beiden Kontexte hängen notwendig zusammen. Eine Hypothese, die man nicht hat, kann man nicht rechtfertigen, und eine Hypothese, die man nicht erklären kann, kann nicht nach außen hin kommunizieren.

Auch auf gesellschaftlicher Ebene ist es wichtig, beide Kontexte zu beachten. Eine Gesellschaft, die zu wenig auf den CoJ setzt, wird viele spekulative Theorien haben, die keinerlei Bezug zur Realität haben. Eine Gesellschaft, die den CoD vernachlässigt, wird keine Fortschritte haben, da man von bestehendem Wissen nicht auf zukünftige Entdeckungen schließen kann.

Wissenschaftliche Erklärungen

Bedingungen von wissenschaftlichen Erklärungen:

1. Generelle Aussagen: gesetzesartige Aussagen
Eine wissenschaftliche Erklärung liegt nur vor, wenn allgemeine Aussagen verwendet werden. Einzelaussagen können keine Erklärung bilden.
Z. B. Keine generellen Aussagen sind: Wenn jemand eine Augenentzündung hat, ist es keine Gesetzesaussage, wenn der Arzt/die Ärztin antwortet, dass passiere nun einmal so. Wenn jemand, der/die beobachtet hat, wie sich Zucker, der in Wasser gegeben wurde, auflöst fragt, warum das so ist, ist es keine Gesetzesaussage, wenn man antwortet, dass er sich auflöse, weil man ihn ins Wasser gegeben hat. Eine Gesetzesaussage wäre: „Wenn eine Substanz A mit den Eigenschaften w, x etc. mit einer anderen Substanz B mit den Eigenschaften y, z etc. unter bestimmten Normalbedingungen zusammenkommt, löst A sich auf.“
2. Deduktive Subsumierung: Die erklärte Einzelaussage muss deduktiv aus der Gesetzesaussage hergeleitet werden können.

Beispiel:

Gesetzesaussage: Wenn die Bedingungen x, y etc. erfüllt sind, tritt bei 25% der

Menschen eine Augenentzündung auf.

Einzelaussage: A gehört zu diesen 25% und die Bedingungen x, y etc. sind erfüllt.

Daher tritt bei A die Augenentzündung auf.

3. Prognostisch-statistische Kraft → Empfehlungen für zukünftiges Verhalten
4. Messbarkeit und Beobachtbarkeit: Etwas, was nicht beobachtet werden kann, kann auch nicht erklärt werden.
5. Wahrheit: Es war lange Zeit umstritten, ob das Wahrheitskriterium an das zu erklärende Phänomen oder an die Erklärung selbst gestellt werden muss. Diese Frage wurde letztendlich so beantwortet, dass die Erklärung wahr sein müsse. Die erkenntnistheoretische Begründung dafür ist, dass die Wahrheit von Phänomenen gar nicht theoriefrei festgestellt werden kann, da jede Beobachtung bereits theorieabhängig ist.

Z. B. Wenn jemand einen Gegenstand mit dem Mikroskop betrachtet, hat er/sie eine andere Wahrnehmung als wenn er/sie denselben Gegenstand mit freiem Auge beobachtet würde. Dass er/sie dabei den Eindruck hat, denselben Gegenstand zu beobachten, liegt daran, dass er/sie an die Theorie glaubt, dass Mikroskope einen Gegenstand stark vergrößert darstellen.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass es verschiedene *Grade* der Wahrheit (*Wahrheitsnähe*) gibt und bestimmte wahrheitsfernere Theorien durch wahrheitsnähere erklärt werden können (*Stufen der Erklärung*).

Z. B. Die newtonsche Mechanik ist eine wahrheitsfernere Theorie als die Relativitätstheorie. Die Relativitätstheorie erklärt die newtonsche Mechanik, indem sie ihre Möglichkeiten und Grenzen aufzeigt.

Der Fortschritt der Wissenschaften besteht darin, mehr Stufen der Erklärung aufzubauen.

Es gibt drei Stufen der Bildung von Erklärungen:

1. **Fragehorizont:** Es wird nach einer Erklärung für ein auftretendes Phänomen gesucht (Warum-Frage).
2. **Plausibilitätserklärung:** Eine Erklärung, die noch nicht die vollständigen Bedingungen einer wissenschaftlichen Erklärung erfüllt, aber trotzdem eine bestimmte Wahrscheinlichkeit besitzt.
3. **Wissenschaftliche Erklärung**

Es ist umstritten, ob alle Probleme wissenschaftlich erklärt werden können. Heute ist das jedenfalls noch nicht der Fall. Bei der Begegnung mit den Grenzen wissenschaftlicher Erklärung gibt es zwei Positionen:

1. Religiös-metaphysische Auffassung: Bei Dingen, die wissenschaftlich nicht mehr erklärbar sind, können nur noch religiöse und metaphysische Erklärungen helfen. Diese haben bei diesen Dingen die gleiche Legitimität wie die wissenschaftlichen Erklärungen in ihrem Bereich.
2. Die Unmöglichkeit einer wissenschaftlichen Erklärung gibt noch keine Legitimation dafür, diese Dinge metaphysisch (beliebig) zu erklären. „Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen.“ (Wittgenstein)

Methodologie von Wahrheitskonzeptionen

Es gibt verschiedene Begriffe der Wahrheit:

- **Korrespondenzbegriff** (*semantischer Begriff*): Eine Aussage ist dann wahr, wenn sie mit der Wirklichkeit übereinstimmt (Korrespondenz der Aussage mit der Wirklichkeit)
 - Ältester und am weitesten verbreiteter Begriff
 - Erste explizite Definition von Aristotélēs
 - Wittgenstein: Eine Aussage ist dann wahr, wenn sie eine eindeutige Abbildung des Abgebildeten ist.
 - Wird auch von Sir Karl Popper vertreten
 - Die Feststellung, ob ein Satz nach der Korrespondenztheorie wahr ist, ist problematisch, da streng genommen Sätze nicht direkt mit der Wirklichkeit verglichen werden können, sondern nur mit anderen Sätzen. Daher erfolgt die Feststellung, ob ein Satz wahr ist, eigentlich so, dass zuerst ein Satz als Hypothese aufgestellt, danach durch Interaktion mit der Welt (empirische Forschung) ein weiterer Satz gewonnen wird und danach die beiden Sätze verglichen werden. Wenn beide Sätze gleich sind, dann war der Satz, der als Hypothese formuliert wurde, wahr.
- **Konsensbegriff**: Eine Aussage ist dann wahr, wenn man sich in einem rationalen, herrschaftsfreien Diskurs auf sie einigen kann.
 - Der Konsensbegriff ist gegenüber dem Korrespondenzbegriff sekundär: man darf nicht bei einer Wahrheit nach der Konsenstheorie stehen bleiben, sondern muss prinzipiell versuchen, Wahrheit nach dem Korrespondenzbegriff zu erreichen.
 - Dennoch ist der Konsensbegriff der Wahrheit in der Wissenschaft als vorläufige Annahme wichtig, da man Hypothesen erst erarbeiten und begründen muss und noch nicht von vornherein gewusst werden kann, ob diese Hypothesen wahr sind.
 - Der Konsensbegriff der Wahrheit bezieht sich in der Wissenschaft darauf, dass ein Konsens darüber besteht, ob eine Hypothese plausibel ist und ob ein Forschungsbereich erfolgversprechend ist oder für die Gesellschaft hilfreich werden könnte. Dabei muss der Konsens jedoch immer auf Korrespondenznähe gegründet sein.
 - Es gibt verschiedene Stufen der Wissensentwicklung:
 1. Alltagswissen
 2. Modelle
 3. Hypothesen
 4. Theorien

Der Konsens ist umso stärker, je höher die Stufe des Wissens ist. Hervorgerufen wird dieser Konsens nicht von der außerwissenschaftlichen Mehrheit, sondern von der Minderheit der Menschen, die zur wissenschaftlichen Gemeinde gehören. Die Zustimmung des außerwissenschaftlichen Publikums ist vor allem auf die Ergebnisse, die die Wissenschaft in der praktischen Anwendung erbringt, gegründet.
- **Konventionalistischer Begriff**: Eine Aussage ist dann wahr, wenn sie entsprechend bestimmter Konventionen gefunden wurden.
 - Die Wissenschaft ist geprägt von zahlreichen Konventionen.

Beispiel: Die praktische Anwendbarkeit wissenschaftlicher Ergebnisse ist ein Kriterium, wie hoch diese Ergebnisse bewertet werden.
 - → Konventionalismus: Wissenschaft ist nur ein System von Konventionen, das nicht die Wahrheit widerspiegeln muss.

- Es kann jedoch sein, dass eine Aussage, die entsprechend bestimmter Konventionen gewonnen wurde, auch wahr nach der Korrespondenztheorie ist.
 - Die Konventionen der Wissenschaft sind aber zumindest teilweise so angelegt, dass die entsprechend diesen Konventionen gewonnenen Aussagen sich tatsächlich der Wahrheit annähern.
 - Z. B. hat die Wissenschaft durch ihre Konventionen Prognoseaussagen hervorgebracht, die sehr häufig tatsächlich eingetreten sind.
- **Instrumentalistischer Begriff:** Eine Aussage ist dann wahr, wenn sie ein nützliches Modell der Wirklichkeit darstellt.
 - *Instrumentalismus:* Wissenschaft ist ein System von Begriffen, das Modelle der Wirklichkeit entwerfen soll, die das Leben der Menschen erleichtern sollen.
- **Pragmatischer Begriff:** Eine Aussage ist dann wahr, wenn sie nützlich ist.
 - *Pragmatismus:* Bewertung von wissenschaftlichen Tätigkeiten danach, ob diese nützlich für die praktische Lebenswelt sind.

Die verschiedenen Wahrheitsbegriffe sind alle nebeneinander von Bedeutung, sie dürfen aber nicht miteinander vermischt werden. Jeder Wahrheitsbegriff ist in einem bestimmten Bereich und für bestimmte Problemstellungen von Bedeutung.

Wissenschaft und Gesellschaft

Die Voraussetzungen der Wissenschaft sind nicht selber wissenschaftlich. So ist z. B. die Voraussetzung von wissenschaftlicher Untersuchung der Lyrik in der Germanistik, dass es überhaupt Lyrik gibt. Die Lyrik selbst als Voraussetzung der Germanistik ist aber nicht selbst wissenschaftlich. Gleichzeitig beeinflusst die Wissenschaft wiederum oft das untersuchte Objekt. So beeinflusst die Germanistik die Gesellschaft, die wiederum in der Lyrik reflektiert wird.

Die Kreativität in der Wissenschaft ist umso höher, je weniger zweckorientiert der Wissenschaftsbetrieb ausgestaltet.

Wissenschaftlicher Humanismus: Die wissenschaftliche Betätigung wird als existentielle Tätigkeit gesehen, deren Bedeutung darin liegt, unabhängig von der konkreten Anwendung korrespondenztheoretisch wahre Erkenntnisse über die Welt zu erlangen, um so eine größere Freiheit des Menschen zu erreichen.

Vor einigen Jahrzehnten war die Methodik der Naturwissenschaften gegenüber den anderen Wissenschaften weit präziser ausgebildet. Inzwischen hat sich eine Konvergenz eingestellt.

Die Stufen der Wissensentwicklung

Es gibt verschiedene Stufen der Wissensentwicklung:

1. Alltagswissen
2. Modelle
3. Hypothesen
4. Theorien

Das Alltagswissen wird mehr und mehr von der Wissenschaft durchdrungen und hängt von dieser ab. → *Verwissenschaftlichung/Vertechnisierung der Welt*

Beispiele:

- Das praktische Wissen, wie man eine Zahnbürste verwendet, ist abhängig von wissenschaftlichen Erkenntnissen über den Aufbau der Zähne, die chemischen Prozesse bei Zahnkrankheiten etc.
- Das praktische Wissen, wie man einen Computer verwendet, ist abhängig davon, dass Computer gebaut werden, was eine komplizierte Leistung der Wissenschaft ist.

Ein Modell ist der Versuch einer vereinfachten Darstellung komplexer Phänomenbereiche. Modelle haben v. a. eine heuristische Funktion; sie erleichtern die Beschreibung eines komplexen und diffusen Zusammenhangs. Bei Modellen werden die zahlreichen Einzelphänomene allgemein nach dem Schema des Modells geordnet.

Beispiele:

- Psychologie: *Blackbox-Modell* der sozialpsychologischen Prozesse. Das Verhalten des Menschen (*Output*) hängt davon ab, welche Reize von außen auf ihn einwirken (*Input*).
Z. B. Die Einführung der allgemeinen Schulpflicht (*Input*) veränderte das Verhalten der Menschen, die die Schule besuchen (*Output*).
Dieses Modell hatte und hat zwar positive Funktionen bei der Erklärung des komplexen menschlichen Verhaltens, es stellte sich jedoch heraus, dass es nicht hinreicht, um das Verhalten angemessen zu erklären.
- Ökonomie: *Modell von Angebot und Nachfrage*. Wirtschaftliche Stabilität ist nur möglich, wenn das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage in einem dynamischen Gleichgewicht stehen.
- Psychiatrie: Wohlbefinden setzt einen ausgeglichen hohen Stand von sowohl somatischer als auch psychischer Gesundheit voraus.
- Physik: *Rutherford'sches Atommodell*
- Psychologie: Verschiedene Modelle zum Lernen: Nachahmung etc.
- Genetik: Das Schicksal eines Menschen bestimmen seine Gene. Dieses mechanistische Modell ging davon aus, dass die Entwicklung des Gehirns genetisch vorgeprägt ist. Dieses Modell hat sich als falsch erwiesen. Es ist lediglich genetisch vorherbestimmt, dass ein Mensch ein Gehirn entwickelt, die Entwicklung dieses Gehirns hängt von der Interaktion mit der Außenwelt ab.

Beispiel für den Übergang vom Modell zur Theorie: Sigmund Freud führte das Modell des Unbewussten ein, hatte jedoch keinen empirischen Beweis dafür.¹ Durch die Verfahren des Gehirnscreenings wurde jedoch ein empirischer Beweis für das Unbewusste dadurch gefunden, dass neuronale Aktivitäten bereits im Vorfeld eines bewussten Erlebnisses beobachtet wurden.

Viele Modelle werden über einen Analogieschluss erstellt.

Die Abgrenzung von Modellen und Theorien erfolgt in den Naturwissenschaften dadurch, dass Theorien empirisch verifiziert sein müssen, während Modelle das nicht sind. Die Versuche, dieses Abgrenzungskriterium in die Wissenschaften vom Menschen zu übernehmen (z. B. experimentelle Ökonomie), waren bislang erfolglos. Dafür gibt es zwei Hauptgründe:

¹ Daher wurde dieses Modell u. a. von Skinner als metaphysisches und unwissenschaftliches Modell kritisiert.

1. Die Phänomene sind in den Humanwissenschaften nicht so leicht reproduzierbar wie in den Naturwissenschaften.
2. Das menschliche Verhalten ist nicht so stabil wie die Prozesse der Natur.

Die wichtigsten Modelle in der Wissenschaft sind (vom einfachsten zum umfassendsten): das *Blackboxmodell*, das *Interaktionsmodell*, das *Reduktionsmodell* und das *holistische Modell*.

- *Reduktionsmodell*: Bei diesem Modell wird versucht, komplexe, schwer fassbare Phänomene auf einfachere, empirisch fassbarere Phänomene zurückzuführen.
 - Wird in den Neurowissenschaften und der Psychologie angewendet; teilweise mit geringem Erfolg, da die untersuchten Phänomene so komplex sind. Im Reduktionsmodell wird versucht, mentale Phänomene auf somatische Gegebenheiten zurückzuführen.
 - Ein partieller Reduktionismus liegt auch in der Geschichtswissenschaft vor, in der versucht wird, Erkenntnisse über vergangene Kulturen zu erlangen, indem man in der historischen Hilfswissenschaft der Archäologie ihre materiellen Hinterlassenschaften untersucht.
- *Holistisches Modell*: Bei diesem Modell wird versucht, möglichst viele Daten und Betrachtungsweisen miteinzubeziehen und so ein Phänomen in seinem Gesamtzusammenhang darzustellen → *ganzheitliche Betrachtungsweise*
 - Das Problem bei holistischen Modellen ist, dass die ganzheitlichen Aussagen sich schwer verifizieren lassen und so die Gefahr besteht, zugunsten ganzheitlicher Betrachtungsweisen die empirische Überprüfung zu vernachlässigen. → Holistische Modelle laufen in Gefahr, den Boden der Wissenschaft zu verlassen und zur Metaphysik überzugehen.
 - Modelle, die zu allgemein sind, laufen sogar in Gefahr, nichts auszuschließen (dies tun z. B. Theorien über die Existenz von Göttern), was sie für die Wissenschaft disqualifiziert.

In der Medizin wird derzeit ein scharfer Streit zwischen Reduktionisten/Reduktionistinnen und Holisten/Holistinnen ausgetragen, der sich vor allem darum dreht, ob sich psychische Störungen ausnahmslos auf körperliche Störungen reduzieren lassen.

Die zweite Funktion von Modellen ist es, Vorarbeiten zur Bildung von Theorien zu leisten. Theorien stützen sich häufig nicht auf die Phänomene selber, sondern auf die Modelle der Phänomene. Sie füllen dabei die Modelle, die zunächst rein formal sind, mit Inhalt. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Modelle stabiler sind als die einzelnen inhaltlichen Auffüllungen der Modelle durch die Theorien. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Stufen der wissenschaftlichen Forschung wird dadurch gebildet, dass sich Theorien auf die Modelle beziehen und Aussagen über die Realität machen.