

Joachim Behnke / Nathalie Behnke

# Wissenschaftstheorie

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Wissenschaftstheorie**

<b>1</b>	<b>Wissen</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Wahrheit und Wirklichkeit</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Welt und Sprache</b> .....	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Messen</b> .....	<b>27</b>
4.1	Nominalskala .....	31
4.2	Ordinalskala.....	32
4.3	Intervallskala.....	33
4.4	Verhältnis- oder Ratioskala .....	34
4.5	Absolutskala .....	35
<b>5</b>	<b>Deduktive Logik</b> .....	<b>39</b>
5.1	Kurze Einführung in die Aussagenlogik.....	39
5.2	Venn-Diagramme .....	45
5.3	Argumente und Argumentformen.....	49
<b>6</b>	<b>Beweis, Erklärung und Prognose</b> .....	<b>64</b>
6.1	Beweis.....	65
6.2	Erklärung .....	66
6.3	Prognose .....	69
<b>7</b>	<b>Induktive Logik und das Induktionsproblem</b> .....	<b>72</b>
7.1	Die induktive Logik Bacons und Mills.....	72
7.2	Humes Formulierung des Induktionsproblems.....	79
7.3	Beschreiben und Erklären oder das Wesen der Kausalität .....	81
<b>8</b>	<b>Poppers Theorie der Bewährung von wissenschaftlichen Theorien</b> ...	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>Probabilistische Hypothesen und die Logik eines statistischen Tests</b> .	<b>90</b>
<b>10</b>	<b>Erklären und Verstehen</b> .....	<b>97</b>

## Teil A Wissenschaftstheorie

### 1 Wissen

Der Mensch, das "nicht festgestellte Tier", wie Nietzsche sagt, unterscheidet sich von allen anderen Lebewesen in erster Linie durch seine Lernfähigkeit. Der Erwerb von Wissen ist und war schon immer für den einzelnen Menschen überlebensnotwendig, der wegen seiner mangelnden Instinkte ansonsten der Natur schutzlos ausgeliefert wäre. Nicht das Wissen ist dem Menschen angeboren, wohl aber die Fähigkeit und, mehr noch, der Drang, Wissen zu erwerben. So entsteht aus dem Wirken des Einzelnen schließlich ein überindividuelles Kulturwissen, das durch Tradition und Sozialisation den nachfolgenden Generationen übermittelt wird.

Individueller und gesellschaftlicher Wissensdrang

Wissen ist immer Wissen über die Welt, in der wir leben, und Wissenschaft ist ein System, mit dem versucht wird, diesen Wissenserwerb frei und unabhängig zu machen von den Irrtümern und Trugschlüssen, denen der Einzelne unterliegt.

#### **Definition: Wissenschaft**

Wissenschaft ist ein System von Regeln und Konventionen, über die innerhalb der so genannten 'Scientific community' Konsens besteht. Dieses System vermag zu bestimmen, welche Sätze als adäquate Beschreibungen der Wirklichkeit akzeptiert werden können, sowie welche Sätze zweiter Ordnung man aus diesen Sätzen ableiten darf.

Was im ersten Augenblick vielleicht kompliziert klingen mag, soll kurz näher erläutert werden.

*Erstens:* "Wissenschaft ist ein System von Regeln und Konventionen", d.h., es gibt nicht die Wissenschaft schlechthin, die wissenschaftliche Vorgehensweise ist lediglich eine scheinbar sinnvolle und plausible, die sich im günstigsten Fall durch ihren Erfolg in der Anwendung der gewonnenen Ergebnisse legitimieren kann. Es ist aber grundsätzlich unmöglich, den Charakter der Wissenschaft per se zu begründen. Das ist unmittelbar einleuchtend, da die Maßstäbe, an denen sich die 'richtige' Wissenschaft messen lassen müsste, ihrerseits wieder wissenschaftlich begründungspflichtig wären. Die Grundlagen der Wissenschaft sind also vorwissenschaftlich, sie beruhen auf Übereinstimmung zwischen Fachleuten in Bezug auf Regeln, die als einleuchtend oder selbstevident empfunden werden.

Vorwissenschaftliche Grundlagen der Wissenschaft

#### **Experte: Wissenschaftliche Erkenntnis**

Tatsächlich ist der Prozess, wie er in der Wirklichkeit abläuft, noch etwas komplizierter. Der Begriff der Wissenschaft entwickelt sich auch und gerade erst durch die Praxis, d.h. ein bestimmtes Vorgehen und eine bestimmte Methode können in der Regel erst begrün-



det werden, nachdem diese Methode schon lange angewendet wurde. Galilei und Newton z.B. gelten zwar als die Begründer der modernen experimentellen Naturwissenschaft, hatten aber von sich selbst keineswegs das Selbstverständnis eines Naturwissenschaftlers. Newton, der mit den 'Principia Mathematica' 1687 das vermutlich einflussreichste naturwissenschaftliche Buch in der Geschichte der Menschheit veröffentlicht hat, war nicht nur der geniale Mathematiker und Physiker, sondern auch der (weniger geniale) Theologe, der Jurist und der Alchemist. Newtons theologische und alchemistische Schriften übertreffen vom Umfang sein mathematisches Werk bei weitem. Man geht davon aus, dass Newton sich tatsächlich nur ungefähr zehn Jahre seines Lebens schwerpunktmäßig mit Mathematik und Physik beschäftigt hat. John Maynard Keynes (1988: 273) sah Newton daher so: "Newton was not the first of the age of reason. He was the last of the magicians, the last of Babylonians and Sumerians, the last great mind which looked out on the visible and intellectual world with the same eyes as those who began to build our intellectual inheritance rather less than 10 000 years ago."

### *Ende Experte*

#### Korrespondenzproblem

*Zweitens:* Welche Sätze dürfen als eine 'adäquate Beschreibung der Wirklichkeit' akzeptiert werden? Damit wird das Grundproblem der empirischen Wissenschaft überhaupt berührt, das so genannte Korrespondenzproblem. Wenn sich zwei Sätze auf denselben Aspekt der Wirklichkeit beziehen und diesbezüglich verschiedene Aussagen machen, muss einer falsch sein. Etwas kann nicht der Fall sein und gleichzeitig nicht der Fall sein (Satz vom Widerspruch). Ziel der empirischen Wissenschaft ist es nun, den falschen bzw. den richtigen Satz herauszufinden. Das Credo des Empirikers lautet daher, dass es möglich ist, eine Tatsache, die sich in der Wirklichkeit ereignet, mit einem sprachlichen Satzgebilde treffend zu beschreiben (auch Mathematik ist eine Sprache). Wie könnte nun die elementarste Form eines Satzes lauten, der einen Aspekt der Welt beschreibt? Dabei handelt es sich wohl um die Zuschreibung einer Eigenschaft zu einem Gegenstand.

Beispiel: "Dieser Gegenstand ist rot."

#### Aussagen

Sätze, die Tatsachenbehauptungen aufstellen, die also wahr oder falsch sind, bezeichnet man allgemein als Aussagen. Dies ist sinnvoll, um solche Sätze von anderen Sätzen wie Fragen oder Aufforderungen zu unterscheiden. Wenn wir im Folgenden allgemein von Sätzen sprechen, so meinen wir damit Aussagen. Eine Aussage besteht immer aus einem oder mehreren Subjekten, über die etwas ausgesagt wird, und einem oder mehreren Prädikaten, die eine bestimmte Aussage über die Subjekte machen. Subjekte können durch Eigennamen, aber auch durch Zeigerbegriffe wie 'das da' oder – wie in unserem Beispiel – 'dieser Gegenstand' identifiziert werden. Das Prädikat unseres Beispiels ist 'rot sein'.

#### Sinneserfahrung als rudimentäres Messverfahren

Um über den Wahrheitsgehalt des Beispielsatzes "Dieser Gegenstand ist rot." entscheiden zu können, müssen wir über Verfahren verfügen, die uns erlauben zu sagen, ob dieser Gegenstand rot ist oder nicht. Diese Verfahren nennen wir Messoperationen. Die einfachsten Messverfahren bestehen darin, dass wir die uns unmittelbar zur Verfügung stehenden Sinneserfahrungen heranziehen. Da wir mit einer gewissen Plausibilität davon ausgehen können, dass die Welt so ist, wie wir

sie sehen, hören, fühlen, riechen etc., halten wir unsere Sinneserfahrungen auch für eine richtige Beschreibung der realen Welt. In der Regel trifft das zu, d.h., wir können mit gutem Recht davon ausgehen, dass ein Gegenstand, von dem wir selbst sagen, dass er die Farbe Rot hat, auch von anderen Menschen in dieser Farbe gesehen wird.

Grundsätzlich gilt für den Empiriker die Annahme: Jede tatsächlich vorhandene Qualität der Wirklichkeit lässt sich zumindest im Prinzip durch geeignete Messverfahren abbilden, d.h. erfassen. Dabei spielt es keine Rolle, dass diese Messverfahren möglicherweise gar nicht existieren, oder (noch) nicht existieren, wichtig ist nur, dass sie zur Messung der betreffenden Eigenschaften eingesetzt werden könnten, wenn es sie gäbe.

Anders ausgedrückt: "Die Welt zerfällt in Tatsachen." (Wittgenstein 1984: 11). Das heißt, sie zerfällt in eine zwar unvorstellbar große, aber – zumindest in Hinsicht auf den für uns relevanten Weltausschnitt – endliche Anzahl von messbaren Sachverhalten. Wir können daher sagen, der Begriff 'Welt' ist nichts anderes als der Name der Menge, die alle Sätze enthält, die den Tatsachen in der Welt entsprechen. Ein Satz über eine Tatsache ist demnach genau dann wahr, wenn er in dieser Menge enthalten ist. Sätze, die eine Aussage über eine Tatsache in der Welt darstellen, nennt man auch singuläre Sätze oder Elementarsätze, da sie sich auf einen konkreten, einzelnen Sachverhalt beziehen.

*Drittens:* Aus den durch Beobachtung und Messung gefundenen Sätzen lassen sich neue Sätze ableiten, die sich auf Tatsachen beziehen, die selbst nicht beobachtet worden sind, oder auf allgemeine Gesetze, die so gar nicht beobachtet werden können. Man muss dabei mehrere Arten von Ableitungen unterscheiden. Wenn man unter 'Welt', wie oben ausgeführt, die Menge aller singulären Sätze verstehen will, die die Tatsachen in der Welt beschreiben, dann lässt sich diese Menge unterteilen in die Teilmenge der Sätze, die schon beobachtete Tatsachen beschreiben, und den Rest der noch nicht gemessenen Daten, die aber im Prinzip zu beobachten wären.



### ***Beispiel: Erdkugel***

Die Annahme, dass die Erde eine Kugel sei, ist schon in antiken Kulturen weit verbreitet gewesen. Eine der Beobachtungen, die zu dieser Annahme geführt hat, war die, dass man auf dem Meer von einem sich nähernden Schiff zuerst die Spitze des Mastes und nach und nach immer weiter unten liegende Teile des Schiffes gesehen hat. Dies ist aber nur möglich, wenn man sich auf einer gekrümmten Oberfläche befindet. Weiterhin galt dieser Effekt für jede Richtung. Der einzige geometrische Körper, der an jeder Stelle seiner Oberfläche die gleiche Krümmung aufweist, ist aber die Kugel. Die Annahme, dass es sich bei der Erde um eine Kugel handeln müsse, war daher die einzige logische Schlussfolgerung, die dieses Phänomen erklären konnte.<sup>1</sup>

### ***Ende Beispiel***

Es handelt sich also bei dem singulären Satz, "Die Erde ist eine Kugel.", um die Ableitung aus einem singulären Satz, "Auf dem Meer sieht man von einem entgegenkommenden Schiff zuerst die Mastspitze.", sowie einem allgemeinen Satz über die geometrische Eigenschaften eines Kugelkörpers, "Alle Kugeln besitzen an jeder Stelle ihrer Oberfläche die gleiche Krümmung." Diese Art der Ableitung nennt man Deduktion. Allerdings benötigt man für bestimmte Deduktionen häufig, wie man sieht, allgemeine bzw. universale Sätze. Allgemeine Sätze jedoch liegen niemals in der Wirklichkeit selbst vor, sie können daher nie direkt 'beobachtet' werden.

Analytische und empirische  
Sätze

Es gibt zwei Arten von allgemeinen Sätzen, analytische und empirische. Bei empirischen allgemeinen Sätzen, die also eine Aussage über den 'Charakter' der Wirklichkeit machen, spricht man auch von Gesetzen. Analytische universale Sätze kommen in formalen Systemen wie der Mathematik vor. Sätze wie die über die geometrischen Eigenschaften von Kugeln z.B. zählen dazu, aber auch der Satz des Pythagoras.

Das Hauptproblem jeder empirischen Wissenschaft aber besteht in der Gewinnung von universalen empirischen Sätzen. Hier spricht man vom *Induktionsproblem*. Es besteht darin, wie sich eine Vielzahl von einzelnen Beobachtungen zu einem einzigen Satz zusammenfassen lässt, der das 'Wesen' all dieser Einzelbeobachtungen beschreibt.

---

1 Allerdings war diese Schlussfolgerung mit anderen Widersprüchen verknüpft. Die Frage, warum Menschen oder Objekte am 'Rand' der Kugel nicht herunterrutschen oder an ihrer Unterseite herabfallen, konnte sich nur mit einer Relativitätstheorie wie der von Galilei erklären lassen, die damals den Menschen aber noch nicht zur Verfügung stand. Insofern gab es für den gesunden Menschenverstand durchaus gute Gründe, die Kugelhypothese abzulehnen.

Die Logik des wissenschaftlichen Vorgehens lässt sich also wie folgt zusammenfassen:

1. Die uns empirisch zugängliche Welt lässt sich als eine Menge von singulären Sätzen auffassen, die die Tatsachen in der Welt beschreiben.
2. Die Wahrheit eines einzelnen solchen singulären Satzes lässt sich durch Beobachtung bzw. Messung der Tatsache, auf die sich dieser Satz bezieht, feststellen.
3. Mit Hilfe von Schlüssen lassen sich aus vielen einzelnen singulären Sätzen universale Sätze gewinnen, die eine Aussage über den Gesetzescharakter der Wirklichkeit machen. Diese universalen Sätze selbst sind nicht in der Wirklichkeit enthalten. Sie sind eine von uns gemachte Konstruktion, die wir der Wirklichkeit überstülpen.
4. Die Prüfung des Wahrheitsgehaltes eines Gesetzes kann daher nicht unmittelbar durch Konfrontation mit der Wirklichkeit vollzogen werden, sondern bezieht sich auf die Schlussweise und den Wahrheitsgehalt der abgeleiteten Elementarsätze.
5. Mit Hilfe von universalen Sätzen lassen sich singuläre Sätze ableiten, die Tatsachen der noch nicht beobachteten Welt entsprechen.