

A. F. Chalmers

Wege der Wissenschaft

Einführung in die Wissenschaftstheorie

Dritte, durchgesehene Auflage

Herausgegeben und übersetzt von

Niels Bergemann und Jochen Prümper

Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona Budapest

Herausgeber und Übersetzer:

Dr. med. Dipl.-Psych. Niels Bergemann
Psychiatrische Universitätsklinik Heidelberg
Voßstraße 4

D-69115 Heidelberg

Dr. Jochen Prümper
Jugendstraße 8
D-81667 München

Dok. 2593

Philosophie
Lehrstuhl II
Würzburg

Titel der englischen Originalausgabe:

A. F. Chalmers, *What is This Thing Called Science?*

© University of Queensland Press, St. Lucia, Queensland 1982.

First published 1976, reprinted 1978, 1979 and 1981. Second edition 1982.

Bucherverzeichnis

9979

ISBN 3-540-58474-9 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo

ISBN 3-540-51503-8 2. Auflage Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendungen, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1986, 1989, 1994

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen. 42/2202-5 4 3 2 1 0 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

*"Like all young men I set out to be a genius,
but mercifully laughter intervened."*

Clea

Lawrence Durrell

Induktivismus: Wissenschaft als aus der Erfahrung abgeleitete Erkenntnis

1. Wissenschaft - mit gesundem Menschenverstand betrachtet

Wissenschaftliche Erkenntnis ist bewiesenes Wissen. Wissenschaftliche Theorien werden nach einem strengen Verfahren aus der Erfahrung abgeleitet, die man durch Beobachtung und Experiment gewonnen hat. Wissenschaft beruht auf unserer Fähigkeit zu hören, zu sehen, zu fühlen usw. Persönliche Ansichten oder Vorlieben und Spekulationen sind in der Wissenschaft fehl am Platz. Wissenschaft ist objektiv. Wissenschaftliche Erkenntnis ist zuverlässiges Wissen, weil es objektiv überprüfbares Wissen ist.

Aussagen dieser Art fassen eine heutzutage weit verbreitete Meinung über "die Wissenschaft" zusammen. Diese Sichtweise war eine Folge der wissenschaftlichen Revolution im 17. Jahrhundert und hatte als Vertreter so bedeutende und bahnbrechende Wissenschaftler wie GALILEI und NEWTON. Der Philosoph FRANCIS BACON und viele seiner Zeitgenossen fassten den wissenschaftlichen Standpunkt jener Zeit zusammen, als sie betonten, daß wir die Natur nur dann verstehen können, wenn wir die Natur zu Rate ziehen und nicht die Schriften von ARISTOTELES. Die fortschrittlichen Kräfte des 17. Jahrhunderts hielten die Beschäftigung der Naturphilosophen des Mittelalters mit den Schriften der Antike, vor allem mit denen ARISTOTELES und der Bibel als Quellen der Erkenntnis für verfehlt. Angespornt durch die Erfolge so großer "Experimentatoren" wie GALILEI, kamen sie immer mehr dazu, Erfahrung als Erkenntnisquelle zu betrachten. Die spektakulären Errungenschaften der experimentellen Wissenschaft werten diese Sichtweise weiterhin auf. "Wissenschaft ist eine Struktur, die auf Tatsachen beruht", schrieb J.J. DAVIS in seinem Buch *On the Scientific Method* (1968, S.8). Eine neuere Bewertung der Ausführungen GALILEIS nahm H.D. ANTHONY (1948, S.145) vor:

"Es waren weniger seine Beobachtungen und Experimente, die GALILEI mit der Tradition brechen ließen, als vielmehr seine Einstellung ihnen gegenüber. Er behandelte die Ergebnisse seiner Beobachtungen und Experimente als Tatsachen, die unabhängig von einem vorgefaßten Weltbild waren. . . . Die Tatsachen ließen sich nicht unbedingt in ein anerkanntes System des Universums einordnen, aber GALILEI war der Meinung, daß es von entscheidender Wichtigkeit sei, die Tatsachen hinzunehmen, um dann aus ihnen eine geeignete Theorie aufbauen zu können."

Die naiv-induktivistische Auffassung von Wissenschaft, die auf den nächsten Seiten im groben Zügen dargestellt werden soll, kann man als einen Versuch betrachten, dieser weitverbreiteten Ansicht über Wissenschaft einen Rahmen zu geben. Wir haben diese Auffassung *induktivistisch* genannt, weil sie, wie weiter unten dargestellt werden soll, auf induktiven Schließen beruht. In den folgenden Kapiteln soll der Beweis erbracht werden, daß dieses Konzept von Wissenschaft, wie auch der ihm ähnliche populärwissenschaftliche Ansatz, nicht nur ziemlich falsch sind, sondern sogar eine gefährliche Irreführung darstellen. Es soll dadurch deutlich werden, warum hier oftmals von "naiv" induktivistischer Auffassung gesprochen wird.

2. Der naive Induktivismus

Folgt man dem naiven Induktivismus, dann beginnt Wissenschaft mit Beobachtung. Der wissenschaftliche Beobachter sollte mit gesunden Sinnesorganen ausgestattet sein und gewissenhaft das berichten, was er sieht, hört, usw., um der Situation, die er beobachtet, auch wirklich gerecht zu werden. Darüber hinaus sollte er persönlich unvoreingenommen sein. Aussagen über die Welt oder über Teilspekte von ihr können unmittelbar als wahr bestätigt oder begründet werden, wenn ein unvoreingenommener Beobachter von seinen Sinnesorganen Gebrauch macht. Die Aussagen, zu denen man auf diese Weise gelangt ist (wir wollen sie *Beobachtungsaussagen* nennen), bilden dann die Grundlage, von der aus die Gesetze und Theorien abgeleitet werden, die letztendlich wissenschaftliche Erkenntnisse ausmachen. Hier eine Reihe von Beispielen einiger gewöhnlicher Beobachtungsaussagen:

Am 1. Januar 1975 um Mitternacht erreichte der Mars die und die Position am Himmel.

Taucht man diesen Stab zur Hälfte schräg in das Wasser und beobachtet ihn von der Seite, so scheint er an der Wasseroberfläche gebrochen zu sein.

Herr Chauvi schlug seine Frau.

Das Lackmuspapier färbte sich rot, als es in die Flüssigkeit getaucht wurde.

Die Wahrheit solcher Aussagen muß durch sorgfältige Beobachtung nachgewiesen werden. Jeder Beobachter kann ihre Wahrheit bestätigen oder verwerfen. Beobachter können sich auf ihr eigenes Urteil verlassen.

Aussagen der obengenannten Art fallen in die Klasse der sogenannten *Einzelansagen*. Einzelansagen, anders als eine zweite Klasse von Aussagen, die wir etwas später kennenlernen werden, beziehen sich auf ein bestimmtes Ereignis oder einen bestimmten Zustand an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit. Die erste Aussage bezieht sich auf den Stand des Mars in einer bestimmten Position am Himmel zu einer bestimmten Zeit, die zweite auf eine bestimmte Beobachtung eines bestimmten Stabes usw. Dies

bedeutet also, daß alle Beobachtungsaussagen gleichzeitig Einzelansagen sind. Sie kommen dadurch zustande, daß ein Beobachter an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit Gebrauch von seinen Sinnesorganen macht.

Betrachten wir nun einige einfache Beispiele, die Bestandteile wissenschaftlicher Erkenntnis sein könnten:

Aus der Astronomie: Planeten beschreiben eine ellipsenförmige Bahn um die Sonne.

Aus der Physik: Beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Stoff in einen anderen ändert dieser seine Richtung so, daß der Sinus des Einfallswinkels dividiert durch den Sinus des Brechungswinkels ein konstantes Verhältnis der beiden Stoffe beschreibt.

Aus der Psychologie: Im allgemeinen haben Tiere einen angeborenen Aggressionstrieb.

Aus der Chemie: Säuren färben Lackmuspapier rot.

Dies sind allgemeingültige Aussagen über Eigenschaften oder Verhaltensweisen einiger Teilspekte des Universums. Anders als die Einzelansagen beziehen sie sich auf *alle* Ereignisse einer bestimmten Art, an allen Orten und zu allen Zeiten. Alle Planeten, ganz gleich, wo sie sich befinden, beschreiben zu jeder Zeit eine ellipsenförmige Bahn um die Sonne. Jedesmal, wenn eine Brechung stattfindet, entspricht sie dem oben angeführten Brechungsgesetz. Die Gesetze und Theorien, aus denen sich wissenschaftliche Erkenntnisse zusammensetzen, bestehen alle aus allgemeingültigen Aussagen dieser Art. Sie werden *allgemeine Sätze* genannt.

Es stellt sich nun die folgende Frage: Wenn Wissenschaft auf Erfahrung beruht, wie kommt dann der Übergang von den Einzelansagen, die das Ergebnis einer Beobachtung sind, zu den allgemeinen Sätzen zustande, aus denen sich wissenschaftliche Erkenntnisse zusammensetzen? Wie können die sehr allgemeinen, uneingeschränkten Behauptungen, aus denen sich unsere Theorien zusammensetzen, auf der Grundlage einer nur begrenzten Anzahl von Beobachtungsaussagen gerechtfertigt werden?

Die Antwort des Induktivismus ist folgende: Vorausgesetzt, bestimmte Bedingungen sind erfüllt, dann ist es gerechtfertigt, eine Anzahl einzelner Beobachtungsaussagen zu einem allgemeinen Gesetz zu verallgemeinern. Zum Beispiel mag es gerechtfertigt sein, aus einer begrenzten Anzahl von Beobachtungsaussagen, daß sich Lackmuspapier rot färbt, nachdem es in Säure getaucht wurde, das allgemeine Gesetz abzuleiten: "Säuren färben Lackmuspapier rot." Genauso läßt sich aus einer Anzahl von Beobachtungsaussagen über das Verhalten von erhitztem Metall das Gesetz ableiten: "Metalle dehnen sich aus, wenn sie erhitzt werden." Die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit solche Verallgemeinerungen zulässig sind, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Verallgemeinerungen müssen auf einer großen Anzahl von Aussagen beruhen.
2. Die Beobachtungen müssen unter einer großen Vielfalt von Bedingungen wiederholt worden sein.
3. Keine Beobachtungsaussage darf im Widerspruch zu dem entsprechenden allgemeinen Gesetz stehen.

Bedingung (1) wird als notwendig erachtet, weil es selbstverständlich nicht gerechtfertigt ist, aufgrund lediglich einer einzigen Beobachtung, daß sich eine erhitzte Metallstange ausdehnt, die Schlußfolgerung zu ziehen, daß sich alle Metalle bei Erwärmung ausdehnen. Genausowenig darf man den Schluß ziehen, daß alle Bayern Trunkenbolde seien, weil man einen von ihnen im Vollrausch gesehen hat. Es ist eine große Anzahl von unabhängigen Beobachtungen notwendig, bevor diese beiden Verallgemeinerungen gerechtfertigt sind. Der Induktivismus weist nachdrücklich darauf hin, daß wir keine voreiligen Schlüsse ziehen dürfen.

Eine Möglichkeit, die Anzahl der Beobachtungen bei den angeführten Beispielen zu erhöhen, besteht darin, einen einzigen Metallstab wiederholt zu erhitzen oder immer wieder einen bestimmten Bayern zu beobachten, der Abend für Abend, oder vielleicht sogar jeden Morgen, betrunken ist. Eine Anzahl so erworbener Beobachtungsaussagen würde jedoch zweifellos eine sehr unbefriedigende Grundlage für die jeweilige Verallgemeinerung darstellen. Deshalb ist Bedingung (2) notwendig. Die Aussage "Alle Metalle dehnen sich aus, wenn sie erhitzt werden" stellt nur dann eine berechnigte Verallgemeinerung dar, wenn die ihr zugrundeliegenden Beobachtungen unter einer Vielzahl von Bedingungen stattgefunden haben. Verschiedene Arten von Metallen müssen erhitzt worden sein. Lange Eisenstangen, kurze Eisenstangen, Silberstäbe, Kupferstäbe etc. sollten sowohl unter hohem Druck, unter hohen Temperaturen und unter niedrigen Temperaturen erhitzt worden sein usw. Wenn sich unter sämtlichen Bedingungen alle erhitzten Metallteile ausgedehnt haben, dann, und nur dann, ist es gerechtfertigt, aus der Menge der Beobachtungsaussagen ein allgemeines Gesetz abzuleiten. Wenn nun ein bestimmtes Metallstück beobachtet wird, das sich bei Erwärmung nicht ausdehnt, so ist es offensichtlich, daß die Verallgemeinerung ungerechtfertigt ist. Bedingung (3) ist unentbehrlich.

Die oben beschriebene Art der Schlußfolgerung, welche uns dazu berechtigt, von einer begrenzten Anzahl von Einzelaussagen zu einer allgemeinen Aussage zu kommen, wird *induktives Schließen* genannt. Den Prozeß nennt man Induktion. Zusammenfassend können wir sagen, daß für den naiven Induktivisten Wissenschaft auf dem *Induktionsprinzip* beruht, welches wir folgendermaßen formulieren können:

"Wenn eine große Anzahl von A's unter einer großen Vielfalt von Bedingungen beobachtet wird, und wenn alle diese beobachteten A's ohne Ausnahme die Eigenschaft B besitzen, dann besitzen alle A's die Eigenschaft B".

Der naive Induktivismus geht also davon aus, daß wissenschaftliche Erkenntnis im wesentlichen auf Induktion beruht. Die Grundlage dafür ist die Beobachtung. Wenn sich

nun die Anzahl der durch Beobachtung oder Experiment gewonnenen Tatsachen erhöht und wenn diese Tatsachen aufgrund verbesserter Beobachtungs- und experimenteller Verfahren sich immer mehr verfeinern und spezialisieren, dann werden durch sorgfältigeres induktives Schließen immer mehr Gesetze und Theorien von immer größerer Allgemeingültigkeit und Reichweite geschaffen. Der Fortschritt der Wissenschaft wächst kontinuierlich in dem Maße, in dem die Menge aller Beobachtungsdaten zunimmt.

Die bisherige Analyse hat nur einem Teilaspekt der Wissenschaft Rechnung getragen. Eine der sicherlich wesentlichsten Eigenschaften von Wissenschaft ist ihre Fähigkeit, *Erklärungen* zu liefern und *Vorhersagen* zu treffen. Es ist die wissenschaftliche Erkenntnis, die es dem Astronomen ermöglicht, die nächste Sonnenfinsternis vorherzusagen, oder einen Physiker in die Lage versetzt, zu erklären, warum der Siedepunkt des Wassers in großen Höhen niedriger ist als unter Normalbedingungen. Abbildung 1 gibt in schematischer Form einen Überblick über den gesamten Wissenschaftsprozess, so wie ihn der Induktivist sieht. Der linke Teil des Schemas bezieht sich darauf, daß wissenschaftliche Theorien und Gesetze - wie bereits besprochen - aus der Beobachtung abgeleitet werden. Uns bleibt nun noch, den rechten Teil des Schemas zu diskutieren. Zunächst sollen allerdings einige Ausführungen über Logik und Wesen des deduktiven Schließens folgen.

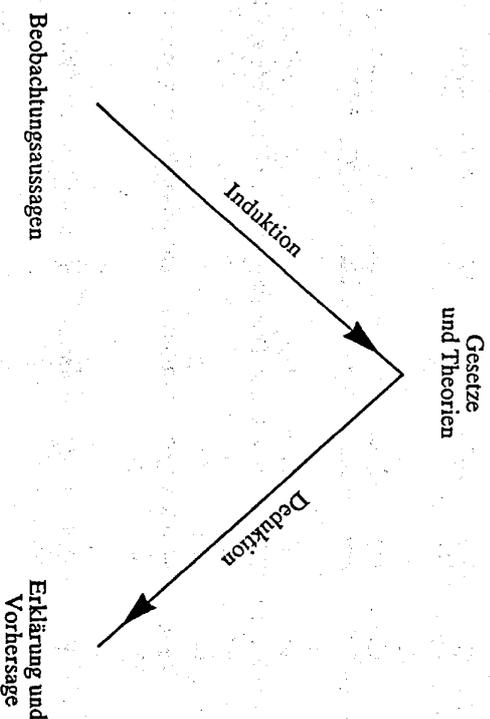


Abbildung 1

3. Logik und deduktives Schließen

Wenn einem Wissenschaftler erst einmal Gesetze und Theorien zur Verfügung stehen, dann ist es für ihn möglich, aus ihnen verschiedenartige Schlussfolgerungen abzuleiten, die ihm als Erklärungen und Vorhersagen dienen können. Zum Beispiel läßt sich von der Tatsache, daß sich Metalle bei Erwärmung ausdehnen, der Sachverhalt ableiten, daß sich Eisenbahnschienen unter starker Sonneneinstrahlung verziehen, wenn sie nicht durch kleine Zwischenräume unterbrochen werden. Die Art des Schlußfolgerns, die durch Ableitungen dieser Art zustande kommt, wird *deduktives Schließen* genannt. Deduktion muß von der im vorherigen Abschnitt besprochenen Induktion unterschieden werden.

Deduktives Schließen beruht auf den Gesetzen der Logik.¹ An dieser Stelle soll jedoch nicht der Versuch unternommen werden, eine ausführliche Darstellung und Bewertung von Logik vorzunehmen. Es sollen vielmehr einige der wichtigsten Eigenschaften, die für unsere Analyse der Wissenschaft von Bedeutung sind, durch einfache Beispiele veranschaulicht werden.

Zunächst ein Beispiel für eine logische Deduktion:

Beispiel 1:

1. Alle Bücher über Wissenschaftstheorie sind langweilig.
2. Dies ist ein Buch über Wissenschaftstheorie.
3. Dieses Buch ist langweilig.

In diesem Beispiel sind (1) und (2) die Voraussetzungen und (3) die Schlussfolgerung. Wenn wir von der Annahme ausgehen, daß die Voraussetzungen (1) und (2) wahr sind, dann muß auch (3) zwangsläufig wahr sein. Wenn feststeht, daß (1) und (2) wahr sind, dann ist es nicht möglich, daß (3) falsch ist. Der Fall, daß (1) und (2) wahr sind und (3) falsch ist, würde einen Widerspruch bedeuten. Dies ist das entscheidende Merkmal einer *logisch gültigen* Deduktion. Wenn die Voraussetzungen einer logisch gültigen Deduktion wahr sind, dann muß auch die Schlussfolgerung wahr sein.

Eine geringfügige Abänderung des oben erwähnten Beispiels liefert uns den Fall einer Deduktion, die nicht gültig ist:

Beispiel 2:

1. Viele Bücher über Wissenschaftstheorie sind langweilig.
2. Dies ist ein Buch über Wissenschaftstheorie.
3. Dieses Buch ist langweilig.

In diesem Beispiel folgt (3) nicht notwendigerweise aus (1) und (2). Es ist möglich, daß (1) und (2) wahr sind und (3) dennoch falsch ist. Selbst wenn (1) und (2) wahr sind, dann kann dieses Buch dennoch zu der Minderheit der Bücher über Wissenschaftstheorie gehören, welche nicht langweilig sind. Wenn man behauptet, (1) und (2) seien wahr und (3) sei falsch, so ist dies kein Widerspruch. Die Schlussfolgerung ist nicht gültig.

Inzwischen mag der Leser vielleicht Langeweile empfinden. Empfindungen dieser Art haben sicherlich einen Bezug zu der Wahrheit der Behauptungen (1) und (3) der beiden Beispiele. An dieser Stelle muß jedoch betont werden, daß Logik und Deduktion nicht allein die Wahrheit von Aussagen der Art, wie wir sie in unseren Beispielen kennengelernt haben, begründen können. Das einzige, was Logik in diesem Zusammenhang leisten kann, ist die Aussage: *wenn* die Voraussetzungen wahr sind, *dann* muß die Schlussfolgerung wahr sein. Die Frage jedoch, ob die Voraussetzungen wahr sind oder nicht, kann nicht nach logischen Gesichtspunkten beantwortet werden. Eine Behauptung kann eine vollkommen logische Deduktion sein, selbst wenn sie eine Voraussetzung beinhaltet, die in Wirklichkeit falsch ist. Auch dies sei an einem Beispiel verdeutlicht:

Beispiel 3:

1. Alle Katzen haben fünf Beine.
2. Kater Karlo ist meine Katze.
3. Kater Karlo hat fünf Beine.

Dies ist eine vollkommen gültige Deduktion. Gesetzt den Fall, (1) und (2) sind wahr, dann muß (3) wahr sein. In diesem Beispiel ist es jedoch so, daß (1) und (3) falsch sind. Dies beeinträchtigt jedoch nicht den Tatbestand, daß es sich bei dieser Behauptung um eine gültige Deduktion handelt. Deduktive Logik allein kann also nicht als die Quelle wahrer Aussagen über die Welt betrachtet werden. Deduktion beschäftigt sich mit der Ableitung von Aussagen aus anderen, gegebenen Aussagen.

¹ Induktives Schließen wird zuweilen unter Logik subsumiert, so daß man sowohl von einer induktiven als auch von einer deduktiven Logik spricht. Hier wird unter Logik lediglich die Betrachtung des deduktiven Schließens verstanden.

4. Vorhersage und Erklärung im Induktivismus

Wir sind nun in der Lage, auf einfache Weise die Rolle von Gesetzen und Theorien als Instrumente der Wissenschaft zur Vorhersage und Erklärung zu verstehen. Um diesen Gesichtspunkt zu erläutern, wollen wir auch diesmal wieder mit einem trivialen Beispiel beginnen:

1. Reines Wasser gefriert bei 0 Grad Celsius (nach einer gewissen Zeit).
2. Der Kühler meines Autos enthält nahezu reines Wasser.
3. Wenn die Temperatur unter 0 Grad Celsius sinkt, dann gefriert das Wasser in dem Kühler meines Autos (nach einer gewissen Zeit).

Dies ist ein Beispiel für eine logisch gültige Schlußfolgerung, mit der man Vorhersage (3) aus der wissenschaftlichen Erkenntnis, die in der Voraussetzung (1) enthalten ist, ableiten kann. Wenn (1) und (2) wahr sind, dann muß auch (3) wahr sein. Jedoch kann die Wahrheit von (1), (2) oder (3) nicht durch diese oder irgendeine andere Deduktion begründet werden. Für einen Induktivisten ist die Quelle der Wahrheit nicht die Logik, sondern die Erfahrung. Aus dieser Sicht wurde (1) aus der unmittelbaren Beobachtung gefrierenden Wassers ermittelt. Wenn erst einmal (1) und (2) durch Beobachtung und Induktion bestätigt worden sind, dann kann Vorhersage (3) aus ihnen *deduziert* werden.

Weniger triviale Beispiele sind natürlich komplizierter. Die Rolle jedoch, die der Beobachtung, der Induktion und der Deduktion zukommt, bleibt im wesentlichen die gleiche. Als letztes Beispiel soll dargestellt werden, wie von induktivistischen Standpunkt aus die Naturwissenschaft das Phänomen des Regenbogens erklären kann.

Die einfache Voraussetzung (1) des vorangegangenen Beispiels wird hier durch eine Anzahl von Gesetzen ersetzt, die die Eigenschaften des Lichts beschreiben, namentlich die Reflexions- und Brechungsgesetze des Lichtes sowie Aussagen zur Abhängigkeit der Farbe vom Grad der Brechung. Diese allgemeinen Naturgesetze lassen sich mittels Induktion aus der Erfahrung ableiten. Es werden eine große Anzahl von Laborexperimenten durchgeführt, in denen Lichtstrahlen von Spiegeln und Wasseroberflächen reflektiert werden. Gemessen werden die Einfallswinkel und Brechungswinkel der Lichtstrahlen beim Übergang von Luft in Wasser, von Wasser in Luft usw. Diese Experimente werden unter einer großen Vielfalt von Bedingungen wiederholt, mit Licht unterschiedlicher Farbe usw., bis die Bedingungen, die notwendig sind, um die induktive Verallgemeinerung der optischen Gesetze zu rechtfertigen, erfüllt sind.

Die Voraussetzung (2) des vorhergegangenen Beispiels wird ebenfalls durch ein komplexeres Aufgebot von Aussagen ersetzt. Dies beinhaltet Aussagen über die Auswirkung der Tatsache, daß die Sonne in Relation zu einem Beobachter auf der Erde eine bestimmte Position einnimmt und daß die Regentropfen aus einer Wolke stammen, die sich ebenfalls in bezug auf den Beobachter in einem bestimmten Gebiet befindet. Eine Anzahl derartiger Aussagen, die Einzelheiten des jeweiligen Forschungsgegenstandes

beschreiben, werden im folgenden als *Anfangsbedingungen*² bezeichnet. Beschreibungen von experimentellen Versuchsanordnungen sind typische Beispiele für Anfangsbedingungen.

Kennt man die Gesetze der Optik und die entsprechenden Anfangsbedingungen, dann ist es möglich, deduktiv eine Erklärung für die Entstehung eines für einen Beobachter sichtbaren Regenbogens abzuleiten. Diese Deduktionen sind nicht mehr so einfach nachvollziehbar wie in den vorherigen Beispielen. Sie verwenden sowohl mathematische als auch verbale Ableitungen. Die Argumentationskette ist in etwa die folgende: Wenn wir davon ausgehen, daß ein Regentropfen annähernd kugelförmig ist, dann wird der Weg eines Lichtstrahls ungefähr so verlaufen, wie in Abbildung 2 dargestellt. Wenn ein weißer Lichtstrahl bei a auf einen Regentropfen trifft, dann wird sich, vorausgesetzt das Brechungsgesetz ist wahr, der Lichtstrahl der Spektralfarbe Rot entlang ab fortplanzen und der blaue Anteil des Lichts entlang ab' . Wenn die Reflexionsgesetze wahr sind, dann muß ab entlang bc und ab' entlang $b'c'$ reflektiert werden. Die Brechung bei c und c' wird wieder durch das Brechungsgesetz bestimmt, so daß ein Beobachter, der den Regentropfen sieht, die roten und blauen Bestandteile des weißen Lichtes getrennt wahrnimmt (und ebenso alle anderen Farben des Spektrums). Die gleiche Differenzierung der Farben kann unser Beobachter bei jedem Regentropfen sehen, der sich in einer Region des Himmel befindet, in der die Verbindungslinie zwischen Regentropfen und Sonne und die Linie, die der Regentropfen mit dem Beobachter bildet, einen Winkel D beschreibt. Geometrische Überlegungen führen dann zu dem Ergebnis, daß für einen Beobachter ein farbiger Regenbogen nur dann sichtbar sein kann, wenn die Regenwolke eine ausreichend große Ausdehnung hat.

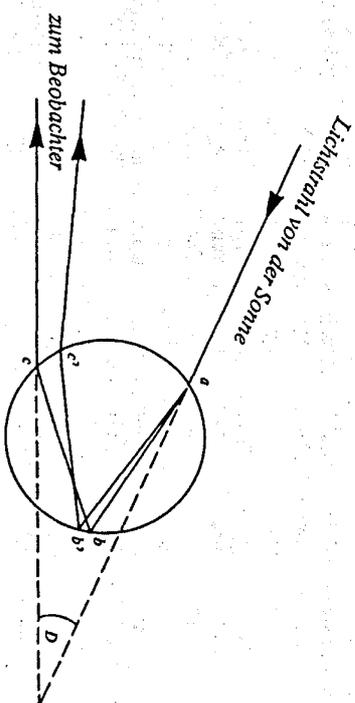


Abbildung 2

² Bei POPPER als "Randbedingungen" bezeichnet (vgl. POPPER, 1982, S.31-33), auch "Ausgangsbedingungen", besser wäre vielleicht "individuelle Bedingungen" oder "individuelle Gegebenheiten" (vgl. SERRER, 1983, S.170). (Anm. d. Hrsg.)

Die Erklärung für den Regenbogen wurde hier lediglich skizziert. Dies soll jedoch ausreichen, um die allgemeine Form des ihr zugrundeliegenden Gedankenganges zu veranschaulichen. Vorausgesetzt, die Gesetze der Optik sind wahr (und für den naiven Induktivisten können diese aus der Beobachtung durch Induktion nachgewiesen werden), und unter der Voraussetzung, daß die Anfangsbedingungen genau beschrieben wurden, dann folgt daraus notwendigerweise die Erklärung des Phänomens des Regenbogens. Somit läßt sich die allgemeine Form wissenschaftlicher Erklärung und Vorhersage folgendermaßen zusammenfassen:

1. Gesetze und Theorien

2. Anfangsbedingungen

3. Vorhersagen und Erklärungen

Dies ist der Schritt, der auf der rechten Seite von Abbildung 1 dargestellt wurde.

Die folgende Beschreibung der wissenschaftlichen Methode aus der Sicht eines Ökonomen des 20. Jahrhunderts ähnelt stark der naiv-induktivistischen Auffassung von Wissenschaft, wie sie hier dargestellt wurde und zeigt, daß dieser Standpunkt hier nicht einzig und allein zu dem Zweck dargestellt wurde, um ihn zu kritisieren.

"Wenn wir uns hier vorzustellen versuchen, wie ein Verstand von übermenschlicher Kraft und Reichweite, der jedoch in bezug auf die logischen Gedankengänge ganz normal wäre, . . . die wissenschaftliche Methode betreiben würde, so würde dieser Prozeß folgendermaßen aussehen: Zunächst würde er sämtliche Tatsachen *ohne Auslese* und *a priori-Vermutung* über ihre relative Bedeutung beobachten und aufzeichnen. Zweitens würde er die beobachteten und aufzeichneten Tatsachen analysieren, vergleichen und klassifizieren, *ohne* auf andere *Hypothesen* oder *Postulate* zurückzugreifen, als er sie notwendigerweise für logisches Denken braucht. Drittens würde er aus dieser Analyse der Tatsachen induktiv Verallgemeinerungen bezüglich der klassifikatorischen und kausalen Beziehungen zwischen ihnen gewinnen. Viertens würde er in seiner weiteren Forschung sowohl deduktiv als auch induktiv vorgehen, wobei er Schlüsse aus zuvor aufgestellten Verallgemeinerungen verwenden würde". (A.B. WOLFE, zit. nach HEMPEL, 1974, S.21; Hervorhebungen i. Orig.)

5. Die Anziehungskraft des naiven Induktivismus

Die Sichtweise des naiven Induktivismus besitzt einige offensichtliche Vorteile. Ihr Reiz scheint in der Tatsache zu liegen, daß sie im Vergleich zu anderen Erkenntnismethoden einen formalen Ansatz für das bietet, was wir im Allgemeinen unter dem Wesen der Wissenschaft verstehen, nämlich in ihrer *Fähigkeit, zu erklären* und *vorherzusagen*, sowie in ihrer Objektivität und ihrer überlegenen Zuverlässigkeit.

Wir haben bereits gesehen, wie der naive Induktivist die Fähigkeit der Wissenschaft begründet, Erklärungen zu liefern und Vorhersagen zu treffen.

Die Objektivität der induktiven Wissenschaft leitet sich aus der Tatsache ab, daß sowohl Beobachtung als auch induktives Schließen in sich selbst objektiv sind. Beobachtungsaussagen können von jedem Beobachter durch den normalen Gebrauch seiner Sinnesorgane ermittelt werden. Persönliche, subjektive Elemente sollen als Störfaktoren ausgeschlossen sein. Die Gültigkeit einer Beobachtungsaussage ist - wenn diese fehlerfrei gewonnen wurde - nicht von dem Geschmack, der Meinung, den Hoffnungen oder Erwartungen des Beobachters abhängig. Das gleiche gilt für das induktive Schließen, durch das wissenschaftliche Erkenntnis aus Beobachtungsaussagen abgeleitet wird. Entweder die Induktionen genügen den geforderten Bedingungen oder sie tun es nicht. Dies ist keine subjektive Ansichtssache.

Die Zuverlässigkeit der Wissenschaft ergibt sich aus dem Anspruch, den der Induktivist an Beobachtung und Induktion stellt. Die Beobachtungsaussagen, die die Grundlage der Wissenschaft bilden, sind sicher und zuverlässig, weil sich ihr Wahrheitsgehalt durch den unmittelbaren Gebrauch der Sinnesorgane ermitteln läßt. Die Zuverlässigkeit der Beobachtungsaussagen überträgt sich weiterhin auf die Gesetze und Theorien, die aus ihnen gewonnen werden, vorausgesetzt, daß die Bedingungen für eine einwandfreie Induktion erfüllt sind. Dies wird durch das Induktionsprinzip, das für den naiven Induktivismus die Grundlage der Wissenschaft darstellt, gewährleistet.

Wie bereits betont, halte ich den wissenschaftlichen Ansatz des naiven Induktivismus für äußerst falsch und auf sogar gefährliche Weise irreführend. In den nächsten beiden Kapiteln soll dies näher begründet werden. Vielleicht sollte zuvor noch einmal deutlich darauf hingewiesen werden, daß die Position, die hier in groben Zügen dargestellt wurde, eine extreme Form des Induktivismus ist. Anspruchsvollere Induktivisten würden sich strikt dagegen verwahren, daß sie nach dem Muster meines naiven Induktivismus vorgehen. Dennoch würden alle Induktivisten den Anspruch erheben, daß, insofern wissenschaftliche Theorien überhaupt gerechtfertigt werden können, sie sich nur induktiv auf der mehr oder weniger gesicherten Grundlage der Erfahrung erheben lassen. In späteren Kapiteln dieses Buches werden wir auf eine Fülle von Gründen stoßen, die diesen Anspruch in Frage stellen.

Weiterführende Literatur

Der naive Induktivismus, der hier beschrieben wurde, ist zu naiv, als daß sich Philosophen damit beschäftigen hätten. Einer der Klassiker, der einen anspruchsvolleren Ansatz induktiven Schließens systematisiert, ist John Stuart Mill mit seinem *System der deduktiven und induktiven Logik* (1977). Eine ausgezeichnete und gut verständliche Übersicht neuerer Ansätze bietet Wesley C. Salmon mit seinem Buch *The Foundations of Scientific Inference* (1975). Das Ausmaß, in dem sich die induktivistische Richtung sowohl mit der empirischen Basis von Wissen als auch mit der Sinneswahrnehmung als dessen Ausgangspunkt befaßt, wird bei A.J. Ayer *The Foundation of Empirical Knowledge* (1955) sehr gut verdeutlicht. Eine gute und einfache Darstellung der traditionellen Diskussion der Sinneswahrnehmung bietet C.W.K. Mundie in *Percognition: Facts and Theories* (1971). Um einen Vorgeschmack auf die spezielle induktivistische Richtung des logischen Positivismus zu geben, seien die Bände *Logical Positivism*, Hrsg.

von A.J. Ayer (1959) und *The Philosophy of Rudolf Carnap*, hrsg. von P.A. Schilpp (1963) angeführt. Wie sehr das induktivistische Programm zu einem formalen Programm wurde, zeigt R. Carnap in *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit* (1959).

Zusammenfassende Fragestellungen

1. Was ist eine Beobachtungsaussage?
2. CHALMERS bemerkt: "... daß alle Beobachtungsaussagen gleichzeitig Einzelaussagen sind." Warum ist dies so?
3. Was ist ein *allgemeiner Satz*?
4. Wie lautet das *Induktionsprinzip*?
5. Was versteht man unter *Deduktion*?
6. Warum ist es nicht möglich, ausschließlich über *Deduktion* Kenntnis über die Wirklichkeit zu erlangen?
7. Was versteht man unter *Anfangsbedingungen*?
8. Wie sieht das Schema wissenschaftlicher *Erklärungen* und *Vorhersagen* aus?

2

Das Induktionsprinzip

1. Zur Rechtfertigung des Induktionsproblems

Gemäß dem naiven Induktivismen geht Wissenschaft von der Beobachtung aus, die eine sichere Grundlage für den Aufbau wissenschaftlicher Erkenntnis bietet. Wissenschaftliche Erkenntnis wird danach induktiv aus Beobachtungsaussagen abgeleitet. In diesem Kapitel wird der Ansatz der Induktion kritisiert, in dem ihre Annahme hinterfragt wird, die besagt, daß keine Beobachtungsaussage im Widerspruch zu dem entsprechenden Gesetz stehen darf. Das Prinzip der Induktion wird im Hinblick auf seine Gültigkeit überprüft, und es wird danach gefragt, inwiefern dieser Ansatz wissenschaftstheoretisch gerechtfertigt ist. Im dritten Kapitel werden dann die ersten beiden Annahmen des Induktivismus kritisiert und widerlegt.

Das Induktionsprinzip haben wir folgendermaßen vorgestellt: "Wenn eine große Anzahl von A's unter einer großen Vielfalt von Bedingungen beobachtet wird, und wenn alle diese beobachteten A's ohne Ausnahme die Eigenschaft B besitzen, dann besitzen alle A's die Eigenschaft B." Erkennt man den naiv-induktivistischen Ansatz an, so stellt dies das grundlegende Prinzip dar, auf dem Wissenschaft beruht. Es stellt sich jedoch dann allerdings die Frage, wie sich das Prinzip der Induktion rechtfertigen läßt. Wenn es zutrifft, daß die Beobachtung uns eine zuverlässige Menge von Beobachtungsaussagen als Ausgangsbasis liefert (eine Vorannahme, von der wir für unsere Argumentation in diesem Kapitel ausgehen wollen), dann stellt sich die Frage, wie *induktives* Schließen zu zureichender und vielleicht sogar zu wahrer wissenschaftlicher Erkenntnis führen kann. Dem Induktivismen stehen zwei Wege offen, diese Frage zu beantworten. Es steht ihm frei, zu versuchen, das Induktionsprinzip mit Hilfe der Logik zu rechtfertigen - ein Weg, auf den er nach wie vor zutückgreifen kann - oder aber er versucht, das Induktionsprinzip durch Erfahrung zu rechtfertigen, ein Weg, der ohnehin grundlegend für seine Auffassung von Wissenschaft insgesamt ist. Wir wollen diese beiden Ansätze nacheinander diskutieren.

Gültige logische Beweise sind dadurch charakterisiert, daß, wenn ihre Voraussetzungen wahr sind, auch die Schlußfolgerungen wahr sein müssen. Dies ist das Merkmal deduktiver Beweisführung. Das Induktionsprinzip wäre sicherlich gerechtfertigt, wenn induktive Aussagen ebenso charakterisiert wären - aber sie sind es nicht. Induktive Beweise sind keine logisch gültigen Beweise. Es ist keinesfalls so, daß, wenn die Voraussetzungen eines Induktionschlusses wahr sind, auch die Schlußfolgerung wahr sein