AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN
IN HAMBURG

Wilfried Buchmüller
Cord Jakobeit *Hrsg.*

Erkenntnis, Wissenschaft und Gesellschaft

Wie Forschung Wissen schafft

Springer

Erkenntnis, Wissenschaft und Gesellschaft

Wilfried Buchmüller · Cord Jakobeit
Hrsg.

Erkenntnis, Wissenschaft und Gesellschaft

Wie Forschung Wissen schafft

Mit einem Vorwort von Edwin J. Kreuzer, Präsident der Akademie der Wissenschaften in Hamburg

Springer

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN HAMBURG

Herausgeber
Wilfried Buchmüller
Theoriegruppe,
DESY
Hamburg, Deutschland

Cord Jakobeit
Institut für Politikwissenschaft,
Universität Hamburg
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-49911-5 ISBN 978-3-662-49912-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-49912-2

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
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 dürften.
Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Planung: Frank Wigger

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Vorwort

Die Akademie der Wissenschaften in Hamburg ist, anders als die meisten anderen Wissenschaftsakademien, in interdisziplinären Arbeitsgruppen organisiert. In diesen Arbeitsgruppen bearbeiten die Mitglieder Projekte zu wissenschaftlichen Grundsatzproblemen und gesellschaftlich bedeutenden Zukunftsfragen. Die Arbeitsgruppen sind deshalb das Kernstück der Akademie. Darüber hinaus sieht es die Akademie als eine ihrer zentralen Aufgaben an, nicht nur die wissenschaftlichen Disziplinen untereinander, sondern auch Wissenschaft und Öffentlichkeit miteinander ins Gespräch zu bringen.

Aus der fachübergreifenden und öffentlichkeitsorientierten Arbeit in der Akademie heraus entstand die Idee, einmal grundsätzlich zu hinterfragen, was einzelne Wissenschaftsdisziplinen bei allen scheinbaren Unterschieden vielleicht grundsätzlich doch verbindet: Was bedeutet „Wissenschaft", was „Erkenntnis" in den jeweiligen Fächern? Wie entstehen Forschungsergebnisse? Was treibt Menschen an, Wissenschaft und Forschung zu betreiben, und was bringt sie dazu, ungeachtet aller Rückschläge nicht aufzugeben und immer weiter zu forschen? Und welche Auswirkungen, welchen Einfluss hat Wissenschaft auf die Gesellschaft? Welche Bedeutung wird ihr zuerkannt? Die vorliegende Publikation will diese Fragen exemplarisch und allgemein verständlich aus Sicht von dreizehn verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen beantworten und dabei Verbindendes und Trennendes gleichermaßen aufzeigen.

Möglich wurde das Zustandekommen des ehrgeizigen Ansatzes und des Bandes aber erst durch die Arbeit einer Projektgruppe der Akademie, die von den beiden Akademiemitgliedern Wilfried Buchmüller und Cord Jakobeit initiiert und mit bemerkenswertem Einsatz geleitet wurde. In den Sitzungen der Projektgruppe wurden die Leitlinien für die Publikation erarbeitet und die Beiträge im Kreis der sechzehn Autorinnen und Autoren aus dreizehn Disziplinen kritisch diskutiert und immer wieder verbessert. Ihre Arbeit steht damit selbst exemplarisch für die dynamische und kollektive Prozesshaftigkeit von Wissenschaft. Ich freue mich sehr über das Ergebnis und danke allen Beiträgerinnen und Beiträgern für ihr engagiertes Wirken in der Projektgruppe und bei der Erstellung des Bandes.

Ein ganz besonderer Dank geht an den Springer Spektrum Verlag, wo Frank Wigger und Stella Schmoll die Akademie bei der Realisierung dieses ungewöhnlichen Buchprojektes nachdrücklich und hilfreich unterstützt haben.

Hamburg, im März 2016
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Edwin J. Kreuzer

Die Autorinnen und Autoren des Bandes

Marylyn Martina Addo, Professorin für Innere Medizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, I. Medizinische Klinik und Poliklinik

Elke Brendel, Professorin für Philosophie, Universität Bonn, Institut für Philosophie

Gabriele Clemens, Professorin für Neuere westeuropäische Geschichte und Europäische Integrationsgeschichte, Universität Hamburg, Historisches Seminar

Ulrich Gähde, Professor für Philosophie, Universität Hamburg, Philosophisches Seminar

Anja Pistor-Hatam, Professorin für Islamwissenschaft, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Seminar für Orientalistik

Franz Joos, Professor für Energietechnik, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg, Laboratorium für Strömungsmaschinen

Mojib Latif, Professor für Klimaphysik am GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Ansgar Lohse, Professor für Innere Medizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, I. Medizinische Klinik und Poliklinik

Reiner Lauterbach, Professor für Mathematik, Universität Hamburg, Fachbereich Mathematik

Albert Meier, Professor für Neuere Deutsche Literatur, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Kurt Pawlik, Professor für Psychologie, Universität Hamburg, Psychologie

Brigitte Röder, Professorin für Biologische Psychologie und Neuropsychologie, Universität Hamburg, Psychologie

Frank Rösler, Professor für Allgemeine und Biologische Psychologie, Universität Hamburg, Psychologie

Horst Weller, Professor für Physikalische Chemie, Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie

Inhaltsverzeichnis

1 **Wissen und Wissenschaft** 1
Wilfried Buchmüller und Cord Jakobeit

2 **Was ist Wissen?** 9
Elke Brendel und Ulrich Gähde

3 **Literaturwissenschaft nach der Postmoderne** 23
Albert Meier

4 **„Scheitert der Euro, dann scheitert Europa"? Krisen im europäischen Integrationsprozess** 37
Gabriele Clemens

5 **„Sie kamen, brandschatzten, töteten, plünderten und zogen wieder ab". Moderne iranische Geschichtsschreibung und der „Mongolensturm" im 13. Jahrhundert** 51
Anja Pistor-Hatam

6 **Psychologische Intelligenzforschung** 65
Kurt Pawlik

7 **Ein Blick in Gehirn und Geist** 85
Brigitte Röder und Frank Rösler

8 **Viren überlisten: Globale Virusinfektionen werden beherrschbar – aber neue Gefahren drohen** 101
Marylyn Martina Addo und Ansgar Lohse

9 **Rohstoffreichtum – Erdöl als Segen oder Fluch für die Entwicklung?** 119
Cord Jakobeit

10 Treibhauseffekt, Wetter, Klima, Klimawandel 137
Mojib Latif

11 Wissenschaft und Forschung zur effizienten, umweltfreundlichen Energiewandlung 151
Franz Joos

12 Small is beautiful: Nanopartikel für technologische und medizinische Forschung und Anwendung 173
Horst Weller

13 Wie das Chaos in die Welt kam 189
Reiner Lauterbach

14 Das Higgs-Teilchen und der Ursprung der Materie 209
Wilfried Buchmüller

Sachverzeichnis 225

1

Wissen und Wissenschaft

Wilfried Buchmüller und Cord Jakobeit

Was ist Wissenschaft heute? Wie wichtig ist die Wissenschaft für unsere Gesellschaft, und wie beeinflusst sie unser Welt- und Menschenbild? Was sind die Triebkräfte der Wissenschaft, und was verbindet so unterschiedliche Disziplinen wie Philosophie, Infektionsforschung und Kosmologie? Um diese Fragen geht es in diesem Band in 13 Beispielen, die versuchen, etwas von der Lebendigkeit und Faszination der Wissenschaft heute zu vermitteln. Wir argumentieren, dass es trotz der Vielfalt der Disziplinen und der Ausdifferenzierung in den Disziplinen eine gemeinsame „Kultur der Wissenschaft" gibt. Sie wird wesentlich bestimmt durch grundlegende methodische Standards, die alle Disziplinen erfüllen müssen, um als Wissenschaften gelten zu können.

Information, Wissen und Erkenntnis

Über die Presse, das Fernsehen und immer mehr auch das Internet erreicht uns kontinuierlich eine Flut an Informationen, die unser Wissen über die Welt maßgeblich prägen. Diese Informationen betreffen aktuelle politische Entwicklungen, Kunst und Literatur, historische Ereignisse sowie Fortschritte in den Naturwissenschaften, der Medizin und der Technik. Viele dieser Informationen werden in Feuilletons und Talkshows kommentiert und analysiert, damit bewertet und in bestimmte Raster eingeordnet. Das so gewonnene Wissen bestimmt weithin unser Weltbild, unser Denken und auch unser politisches Verhalten als Bürger.[1] Doch um was für eine Art von Wissen handelt es sich hierbei? Wie steht es mit dem Wahrheitsgehalt? Gibt es Kriterien zur Beurteilung der Qualität von Wissen? Und wie ist das Verhältnis von Information, Wissen und Erkenntnis?

Auch in den Wissenschaften geht es um Wissen oder, präziser gesagt, um Erkenntnis, scientia. Erkenntnis ist das Ergebnis eines Prozesses, in dem

[1] Bei der Bezeichnung von Personen wie Bürger, Forscher, Wissenschaftler etc. sind in der Regel sowohl die weibliche als auch die männliche Form gemeint, auch wenn dies in den verschiedenen Beiträgen nicht immer explizit ausgeführt ist.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016
W. Buchmüller und C. Jakobeit (Hrsg.), *Erkenntnis, Wissenschaft und Gesellschaft*,
DOI 10.1007/978-3-662-49912-2_1

eine bestimmte Fragestellung mit genau angebbaren Methoden untersucht wird. Das erzielte Resultat ist damit nachprüfbar und kann kritisch hinterfragt werden. Als Prozess ist Erkenntnis zugleich immer begrenzt und hängt von Voraussetzungen ab, deren man sich oft nicht bewusst ist. Umso mehr erfordert die Gewinnung von Erkenntnis eine eigenständige Auseinandersetzung mit der je spezifischen Fragestellung, entsprechend dem Wahlspruch der Aufklärung: „Sapere aude! Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen!“ [1].

Die Gewinnung neuer Erkenntnisse ist das Resultat von Forschung in den Geistes-, Sozial-, Natur- und Ingenieurwissenschaften. Eine entscheidende Triebkraft der Wissenschaft ist dabei die „Lust an der Erkenntnis“ – ein Gefühl, das jeder Forscher kennt, der nach oft langen und mühevollen Auseinandersetzungen mit vielen Detailproblemen erlebt, wie sich die unterschiedlichen Aspekte seiner Fragestellung schließlich zu einem klaren Bild zusammenfügen und eine überzeugende Antwort geben. Kant sagt von sich: „Ich bin selbst aus Neigung ein Forscher. Ich fühle den ganzen Durst nach Erkenntnis und die begierige Unruhe, darin weiter zu kommen oder auch die Zufriedenheit bei jedem Erwerb“ [2]. Diese Faszination für Forschung ist bis heute beim wissenschaftlichen Nachwuchs ebenso wie bei den schon längst Etablierten gleichermaßen zu spüren.

Lust an der Erkenntnis als primäre Triebkraft der Wissenschaft hat zur Folge, dass die Möglichkeiten, exzellente Forschung durch Sekundärmotivationen wie kurzfristige Nützlichkeit oder spezielle finanzielle Förderung von außen zu lenken, begrenzt sind. Wissenschaft beschäftigt sich mit allem, was interessant erscheint und mit den zur Verfügung stehenden Methoden systematisch untersucht werden kann. Wissenschaft ist damit notwendigerweise vielfältig, Forschungsfreiheit unverzichtbar. Die Entwicklung der Wissenschaft gestaltet sich als dynamischer, kollektiver und weltweiter Prozess, dessen Ergebnisse ein Gut der gesamten Menschheit sind. In ihrer systematischen Methodik sind die gewonnenen Erkenntnisse immer revidierbar und bleiben selbst dann von Bedeutung, wenn sie später zum Teil durch neue Erkenntnisse ergänzt oder ersetzt werden (manchmal in bewusster Abgrenzung zu dem, was eben noch gegolten hat). Sie bauen damit aufeinander auf, woraus sich im Verlauf der Jahrhunderte ein komplexes Gebäude der Wissenschaft entwickelt hat – mit vielen interessanten Querverbindungen und einigen (fast) vergessenen Trakten, aber auch mit einer unbekannten Anzahl noch leer stehender Zimmer.

Schon in der Antike war die Gewinnung grundlegender Erkenntnisse eng verknüpft mit Anwendungen, die das tägliche Leben erleichterten. „Am Anfang der abendländischen Kultur steht die enge Verbindung von prinzipieller Fragestellung und praktischem Handeln, die von den Griechen geleis-

tet worden ist. Auf dieser Verbindung beruht die ganze Kraft unserer Kultur auch heute noch“ (Werner Heisenberg) [3]. Die enge Verbindung zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung ist besonders in der rasanten technischen Entwicklung des 20. Jahrhunderts sichtbar. Das Bemühen um das Verständnis des merkwürdigen Verhaltens der Atome führte zur Entdeckung der Quantenmechanik und in der Folge zu einer technologischen Revolution. So ist der Transistor die Grundlage der gesamten elektronischen Technik, die Compact-Disc-(CD)-Technik basiert auf dem Laser, die Atomuhr ist das wesentliche Element der satellitengestützten Navigation (GPS) etc.

Ein Beispiel aus jüngster Zeit ist das für die Kommunikation per Internet grundlegende World Wide Web (WWW), das am Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) in Genf entwickelt wurde, um international arbeitenden Gruppen von Teilchenphysikern eine Analyse der in den Beschleunigerexperimenten anfallenden enormen Datenmengen zu erlauben.

Neue Erkenntnisse in der Philosophie, der Sozial-, Sprach- und Geschichtswissenschaft sind nicht so leicht quantifizierbar wie die Fortschritte in Physik, Chemie und Biologie, doch sie sind ebenso von grundsätzlicher Bedeutung: Die Klärung von Begriffen und der logischen Struktur von Argumenten in der Philosophie ist für die Wissenschaft insgesamt zentral, die Sozialwissenschaft beschäftigt sich mit den Phänomenen des gesellschaftlichen Zusammenlebens, die Literaturwissenschaft analysiert die in der Literatur zum Ausdruck kommenden Möglichkeiten, mit Sprache unsere Wirklichkeit zu beschreiben, und Sozial-, Sprach-, Geschichts- und Kulturwissenschaften leisten einen wichtigen Beitrag zum Verständnis anderer Gesellschaften und Kulturen, was unverzichtbar ist für ein friedliches Zusammenleben der Völker.

Einheit der Wissenschaft

Die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen werden häufig in Geistes-, Sozial-, Natur- und Ingenieurwissenschaften unterteilt. Dabei rechnet man den Geisteswissenschaften die Philosophie, Literatur-, Geschichts- und Kulturwissenschaften zu, bei den Sozialwissenschaften stehen Soziologie, Politikwissenschaft und Wirtschaftswissenschaften im Mittelpunkt, während es in Physik, Chemie und Biologie um die Erforschung und mathematische Formulierung der Naturgesetze geht. Anwendungsorientierte Forschungen und technische Entwicklungen sind Gegenstand der Ingenieurwissenschaften.

Die Beurteilung des Verhältnisses von Geistes- und Naturwissenschaften ist kontrovers(vgl. [1]). So hat Charles Percy Snow Geistes- und Naturwissenschaften als *The Two Cultures* bezeichnet [4] und die Auffassung vertreten, dass Naturwissenschaften von „Wissenschaftlern“ betrieben würden, während sich

literarisch gebildete „Intellektuelle“ mit Geisteswissenschaften befassten. Beim Lesen des Feuilletons großer Zeitungen kann man in der Tat den Eindruck gewinnen, dass „Kultur“ durch die Geisteswissenschaften bestimmt wird und dass vor allem geisteswissenschaftlich geschulte Intellektuelle mit ihren Reflexionen und Analysen maßgeblich das Denken ihrer Zeit prägen. Dieser Eindruck ist aber – zu Recht – nicht unwidersprochen geblieben. So wendet sich etwa John Brockman in *The Third Culture* gegen dieses Bild von Kultur, und zwar mit dem Argument, dass es der Bedeutung der Naturwissenschaften für die kulturelle Entwicklung nicht genügend Rechnung trage [5]. Für ihn sind vor allem Naturwissenschaftler, die über die Implikationen ihrer spezifischen Forschungen nachdenken und diese der Öffentlichkeit erklären, die modernen Nachfolger der klassischen „Intellektuellen“. Ihre populärwissenschaftlichen Artikel und Bücher – wie Stephen Hawkings Eine kurze Geschichte der Zeit – beeinflussen und prägen nun entscheidend das Weltbild einer breiteren Öffentlichkeit.

Nach Auffassung der Herausgeber sind beide Sichtweisen einseitig. Grundlage des vorliegenden Buches ist vielmehr die Überzeugung, dass es nur eine Kultur gibt, die alle Wissenschaften gleichermaßen umfasst. Die Entwicklung der Wissenschaften wird angetrieben durch die Neugier des Menschen und die Bedeutung möglicher Anwendungen, was zu der großen Vielfalt wissenschaftlicher Forschungsthemen und methodischer Zugänge führt. Zugleich bestehen zwischen den verschiedenen Disziplinen zahlreiche Querverbindungen. Offensichtlich ist dies bei den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie der Mathematik. Enge und interessante Zusammenhänge bestehen aber auch etwa zwischen Sozial- und Geisteswissenschaften, Mathematik und Philosophie, moderner Physik und Literaturwissenschaft, Psychologie und Neurowissenschaften, Medizin und Nanowissenschaften. Allen Disziplinen gemeinsam ist, dass sie sich an methodischen Standards orientieren, die sie erst zu Wissenschaften werden lassen. Dazu gehören unter anderem die Objektivität bzw. intersubjektive Überprüfbarkeit ihrer Ergebnisse, die prinzipielle Ergebnisoffenheit sowie das Offenlegen von Quellen, Prämissen etc. Durch die Orientierung an diesen Standards tragen alle Forschungsrichtungen zum gemeinsamen Wissen bei und bestimmen unser Welt- und Menschenbild.

Zugleich lässt der Erkenntnisprozess in allen Disziplinen die Grenzen unseres Wissens deutlich werden. Ein wesentlicher Teil wissenschaftlicher Forschung besteht aus diesem Grund darin, die Voraussetzungen zu bestimmen, unter denen gewonnene Resultate gültig sind. Die damit verbundene Offenheit für neue Einsichten und überraschende Entdeckungen ist einer der Hauptgründe für die Faszination, die Wissenschaft ausübt. Aufgrund der prinzipiellen Grenzen unseres Wissens kann die Wissenschaft kein vollständiges, endgültiges Welt- und Menschenbild vermitteln. Damit schützt Wissenschaft

ganz grundsätzlich vor jeder Art von Ideologie im Sinne eines geschlossenen, sich selbst absolut setzenden Denksystems.

Die in diesem Buch zusammengefassten Artikel stellen eine Momentaufnahme der Wissenschaft dar und decken ein breites Themenspektrum ab, das von der Philosophie über Literatur-, Geschichts- und Kulturwissenschaften, Psychologie, Neurowissenschaften, Medizin, Rohstoff-, Klima- und Energieforschung, Nanowissenschaften, Chaosforschung bis hin zur Kosmologie reicht. Bei der Vielzahl der gegenwärtigen Forschungsrichtungen kann ein solcher Überblick nicht vollständig sein. Die verschiedenen Beiträge stellen jedoch repräsentative Beispiele dar. Sie sollen dabei helfen, eine Orientierung in der oft unübersichtlichen Wissenschaftslandschaft zu geben, und etwas von der Faszination vermitteln, die die Forschung in den verschiedenen Disziplinen antreibt.

Aufgrund der Abstraktheit und Komplexität mancher Forschungsgebiete ist es nicht immer leicht, neue wissenschaftliche Resultate allgemein verständlich zu erklären. Die Beiträge dieses Buches bemühen sich einerseits um Verständlichkeit, haben andererseits aber auch den Anspruch, die wesentlichen Inhalte genau zu vermitteln und nicht nur mit oberflächlichen Floskeln vage zu umschreiben. Das Lesen der Artikel verlangt deshalb an manchen Stellen etwas Konzentration, die jedoch durch eine Erweiterung des Wissens belohnt wird.

Beispiele aktueller Forschung

In ihrem Beitrag „Was ist Wissen?“ zeigen Elke Brendel und Ulrich Gähde, welche Schwierigkeiten sich einer präzisen Definition des Wissensbegriffs in den Weg stellen. Anhand des Gettier-Problems erläutern sie, warum es zumindest bisher nicht gelungen ist, eine Definition des Begriffs „Wissen“ anzugeben, die alle Bedeutungsaspekte, die dieser Begriff in der Alltagssprache aufweist, erfasst. Um die Grenzen, mit Sprache unsere Wirklichkeit zu beschreiben, geht es in Albert Meiers Artikel, „Literaturwissenschaft nach der Postmoderne“. Wie der Verfasser erläutert, werden diese Grenzen in besonderer Weise in der Auseinandersetzung mit Literatur deutlich. Seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert ist dabei die zunehmende Hinwendung zur Abstraktion auffällig, ähnlich wie in der Malerei oder auch in den Naturwissenschaften. Im Extremfall stellt „Nichtverstehen“ dann nicht notwendigerweise ein Scheitern dar, sondern unter bestimmbaren Bedingungen auch ein Gelingen. In jedem Fall ist Interpretation eine „heikle Sache“.

Geschichts- und Kulturwissenschaften sind von großer Bedeutung für das Verständnis unserer Welt heute und für die kulturellen und politischen Beziehungen. Dies wird deutlich am Beitrag von Anja Pistor-Hatam über

moderne iranische Geschichtsschreibung und den „Mongolensturm“ im 13. Jahrhundert. So gehört zur Islamwissenschaft neben Spracherwerb und philologischen sowie historisch-kritischen Methoden die Auseinandersetzung mit der Geschichte der nahöstlichen Gesellschaften. Ein Beispiel für nationale Geschichtsschreibung und das dadurch konstruierte Selbstverständnis im modernen Iran sind die historischen Erzählungen von der Mongolenzeit im 13. und 14. Jahrhundert. Diese Beobachtungen gelten auch für historisch und geografisch näher liegende Untersuchungsfelder der Geschichtswissenschaft. Für Europa und Deutschland ist die Geschichte der europäischen Integration nach dem Zweiten Weltkrieg von großem aktuellem Interesse. In dem Artikel „Scheitert der Euro, dann scheitert Europa?“ beschäftigt sich Gabriele Clemens mit dieser bekannten Aussage der Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Eurokrise. Eine genauere Analyse früherer Krisen im europäischen Integrationsprozess lässt das Verdikt der Kanzlerin durchaus fragwürdig erscheinen.

Psychologische Forschung ist von grundsätzlicher Bedeutung für das Selbstverständnis des Menschen, und Forschungsergebnisse haben Anwendungsbezüge zu nahezu allen Lebensbereichen. Der Beitrag von Kurt Pawlik illustriert diesen Sachverhalt am Beispiel „Psychologische Intelligenzforschung“. In der Alltagssprache ist „Intelligenz“ ein Sammelbegriff für geistige Fähigkeiten, Denkvermögen, Vernunft und Verstand. In den vergangenen Jahrzehnten hat die Entwicklung quantitativer Kriterien zur Erfassung der verschiedenen Aspekte von Intelligenz große Fortschritte gemacht, mit wichtigen Anwendungen in vielen Lebensbereichen, von der Berufsberatung bis zur ärztlichen und neuropsychologischen Behandlung nach Hirnverletzungen. Von zunehmender Bedeutung ist der Zusammenhang von Psychologie und Biologie, sodass Psychologie heute mehr als eine der Lebenswissenschaften verstanden wird (und so auch an Universitäten eingerichtet ist). Ein dynamisches aktuelles Forschungsgebiet sind die kognitiven Neurowissenschaften, die den Zusammenhang zwischen psychologischen Phänomenen wie Erleben und Verhalten und der biologischen Funktionsweise des Gehirns untersuchen. In dem Artikel „Einblick in Gehirn und Geist“ informieren Brigitte Röder und Frank Rösler über den derzeitigen Stand der Kognitiven Neurowissenschaften und der Kognitiven Entwicklungsneurowissenschaften. Experimentalpsychologische Untersuchungen im Labor erlauben es, den Zusammenhang zwischen geistigen Leistungen und Gehirnaktivitäten deutlich zu machen. Die neurowissenschaftliche Forschung untersucht u. a. Lernen und Veränderungen in der Lernfähigkeit über die Lebensspanne hinweg. Die Resultate sind sowohl für unser Menschenbild als auch für die kognitive, emotional-motivationale und soziale Förderung von Bedeutung, nicht zuletzt, um die Lebensqualität von Individuen und den Wohlstand unserer Gesellschaft zu steigern. Dar-

über hinaus ergeben sich zahlreiche Anwendungsfelder in der Industrie und im klinischen Bereich. Die enormen Fortschritte in der Biologie während der vergangenen Jahrzehnte haben direkte und wichtige Auswirkungen auf die medizinische Forschung und Praxis. Marylyn Addo und Ansgar Lohse beschreiben dies in ihrem Artikel am Beispiel der Virusinfektionen, mit Betonung der besonders aktuellen Ebolaforschung. Ein genaues Verständnis des Ebolavirus erlaubt die Entwicklung von Medikamenten und Impfstoffen, mit denen gefährliche Epidemien wirksam bekämpft werden können.

Als preislich wichtigster international gehandelter Rohstoff ist Erdöl von zentraler Bedeutung für Verkehr, Transport, Wärme und Elektrizitätsgewinnung, Landwirtschaft und chemische Industrie in allen modernen Gesellschaften. Cord Jakobeit zeigt in seinem Beitrag „Rohstoffreichtum – Erdöl als Segen oder Fluch für die Entwicklung?", dass Erdölreichtum die Förderländer vor zahlreiche Probleme stellt. Das liegt nicht nur an den starken Preisschwankungen auf den Weltmärkten, sondern auch an den wirtschaftlichen, politischen und sozialen Effekten, die die Förderung des „schwarzen Goldes" hervorrufen kann und die Gegenstand der Forschung in den letzten Jahrzehnten waren. Neben der Diskussion über peak oil, die mögliche Erschöpfung der Reserven und Ressourcen von Erdöl, zeigt er, dass die zukünftige Nutzung des zentralen fossilen Energieträgers in der Klimaforschung immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Ausgehend von den Erkenntnissen der Meteorologie und der Meeresforschung stehen die Klimaforschung und deren hohe gesellschaftliche Relevanz im Mittelpunkt des Beitrags von Mojib Latif. „Treibhauseffekt, Wetter, Klima, Klimawandel" sind von zentraler Bedeutung für uns alle. Für jeden Bürger ist es wichtig, die grundlegenden Prozesse zu verstehen, die die Energiebilanz der Erde und damit das Klima bestimmen, um sich so ein eigenes Urteil über politisch notwendige Entscheidungen bilden zu können. Ebenso wichtig ist es, einen Einblick in die Wissenslücken der Erdsystemforschung und die Unsicherheiten der Zukunftsprojektionen zu gewinnen. Eng verknüpft mit der Klimaforschung ist die Energieforschung. In seinem Artikel „Wissenschaft und Forschung zur effizienten, umweltfreundlichen Energieumwandlung" beschreibt Franz Joos die Erforschung von Möglichkeiten zur Bereitstellung von nutzbarer Energie aus vorhandener Primärenergie am Beispiel der Strömungsmaschinen. Dabei wird deutlich, wie menschliche Neugierde und neue Anwendungsmöglichkeiten den technischen Fortschritt vorantreiben. In rasanter Entwicklung befinden sich die Nanowissenschaften, eine Querschnittstechnologie, die viele Bereiche der Biologie, Chemie, Ingenieurwissenschaften, Medizin und Physik vereinigt. In „Small is beautiful: Nanopartikel für technologische und medizinische Forschung und Anwendung" erläutert Horst Weller sowohl die physikalischen Grundlagen der Nanotechnologie als auch die enormen Anwendungsmöglichkeiten von Nanopartikeln.

Die Mathematik ist in vieler Hinsicht der Philosophie verwandt. In beiden Gebieten sind die genaue Definition von Begriffen und die systematische Analyse möglicher Schlussfolgerungen von entscheidender Bedeutung. In seinem Beitrag „Wie das Chaos in die Welt kam" erklärt Reiner Lauterbach die Theorie dynamischer Systeme, die in den letzten Jahren breiten Einzug in viele angewandte Wissenschaften gefunden hat. Damit verbunden sind prinzipielle Fragen in Hinblick auf Determiniertheit, Kausalität und Berechenbarkeit. Philosophische Fragen ergeben sich auch aus manchen Entwicklungen der modernen Physik. So hat die Entdeckung des Higgs-Teilchens am Beschleunigerlabor CERN in Genf in den vergangenen Jahren viel Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit gefunden. In seinem Beitrag „Das Higgs-Teilchen und der Ursprung der Materie" erläutert Wilfried Buchmüller die Bedeutung dieser Entdeckung für unser Verständnis der Masse von Elementarteilchen sowie der Entstehung der Materie-Antimaterie-Asymmetrie im Universum.

Die Artikel dieses Bandes informieren über faszinierende aktuelle Forschungsergebnisse und versuchen, die dahinter stehenden Erkenntnisprozesse zu erklären. Damit leisten sie einen Beitrag dazu, die große Erweiterung unseres Wissens heute verständlich zu vermitteln und gleichzeitig auf die Begrenztheit dieses Wissens hinzuweisen. Forschung wird getrieben von Neugierde, von „Lust an der Erkenntnis". Dies hat zu einer enormen Vielfalt von Forschungsrichtungen geführt, wobei Geistes-, Sozial-, Natur- und Ingenieurwissenschaften verschiedene Facetten desselben Strebens nach Erkenntnis sind. Die Faszination für Forschung ist ungebrochen und ihre Ergebnisse werden unsere Gesellschaft und unser Welt- und Menschenbild immer stärker prägen.

Literatur

1. Brandt R (2011) Wozu noch Universitäten? Felix Meiner Verlag, Hamburg
2. Kant I (1990) Gesammelte Schriften: Handschriftlicher Nachlass (AA XX). De Gruyter, Berlin, S 44
3. Dt. Physikalische Ges. (2000) Denkschrift zum Jahr der Physik. Bad Honnef
4. Snow CP (1993) The Two Cultures. Cambridge University Press, Cambridge
5. Brockman J (1996) The Third Culture. Simon & Schuster, New York

2

Was ist Wissen?

Elke Brendel und Ulrich Gähde

Der Wissensbegriff ist einer der Schlüsselbegriffe dieses Buches. Sowohl im Alltag als auch in den Wissenschaften ist er nahezu allgegenwärtig. Intuitiv scheint uns vollkommen klar zu sein, was damit gemeint ist. Doch diese scheinbare Klarheit ist trügerisch: Sie besteht nur, wenn man nicht näher über die Bedeutung dieses Begriffs nachdenkt. Sobald man es aber versucht, bemerkt man, dass er sich einer präzisen Definition hartnäckig – und bisher zumindest auch mit Erfolg – widersetzt. Warum das so ist, zeigen die folgenden Überlegungen.

Zur Rolle von Begriffsanalysen in der Philosophie

Es ist nicht leicht zu sagen, was die Philosophie eigentlich auszeichnet und wie sie in das Spektrum der anderen Wissenschaften eingeordnet werden kann. Ein Grund dafür besteht darin, dass sie nicht einfach eine Disziplin neben anderen ist, sondern dass sich – historisch betrachtet – die meisten anderen Wissenschaften aus ihr entwickelt haben. Ein weiterer Grund liegt darin, dass sie sich fundamental von Erfahrungswissenschaften – wie etwa der Physik, der Biologie oder auch den Sozialwissenschaften und der Psychologie – unterscheidet: Während dort die Gewinnung von Beobachtungs- oder Messdaten eine zentral wichtige Aufgabe darstellt, ist die Philosophie zumindest primär keine Daten erhebende Wissenschaft. In dieser Hinsicht ähnelt sie eher der Mathematik als den empirischen Disziplinen.

Die Frage ist: Wenn Philosophen selbst im Allgemeinen keine Beobachtungs- oder Messdaten erheben – was machen sie dann? Eine partielle, keineswegs erschöpfende Antwort lautet: Wesentliche Ziele philosophischer Forschung bestehen in der Klärung der logischen Struktur von Argumenten und in der präzisen Explikation bestimmter, für den Prozess der Erkenntnisgewinnung grundlegender Begriffe. Dabei kann es sich um wissenschaftliche Begriffe handeln, aber auch um Begriffe, die wir im Alltag ständig verwenden, ohne uns klarzumachen, was genau wir darunter verstehen. Dazu gehören

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016
W. Buchmüller und C. Jakobeit (Hrsg.), *Erkenntnis, Wissenschaft und Gesellschaft*,
DOI 10.1007/978-3-662-49912-2_2

insbesondere die Begriffe Wahrheit, Rechtfertigung und Wissen. Der letzte Begriff steht im Zentrum der folgenden Überlegungen.

Unter einer Begriffsklärung wird häufig die Angabe einer expliziten Definition verstanden. Wenn man etwa gefragt wird, was in der Physik als Spin aufgefasst wird, so könnte man antworten, dass damit der Eigendrehimpuls eines Teilchens gemeint ist. Ein zweites Beispiel ist die Antwort der Weltbank auf die Frage, wann eine Person als (absolut) arm zu bezeichnen ist: „Wenn diese Person weniger als 1,25 US-Dollar pro Tag zur Verfügung hat."

An diesen Beispielen lassen sich verschiedene wichtige Aspekte expliziter Definitionen ablesen. Erstens: Einen Begriff zu definieren bedeutet, notwendige und zusammen hinreichende Bedingungen dafür anzugeben, was unter diesen Begriff fällt. In unseren beiden – besonders einfachen – Beispielen handelt es sich jeweils um eine einzige Bedingung. Zweitens: Häufig wird als ein wissenschaftliches Ideal angegeben, dass man nur von präzise definierten Begriffen Gebrauch macht. Eine einfache Überlegung zeigt aber, dass dies gar nicht möglich ist: Wie man sich an unseren Beispielen leicht klarmachen kann, können wir nicht alle Begriffe definieren. So greift man etwa bei der Definition des Begriffs Spin auf einen anderen Begriff, nämlich den des Eigendrehimpulses, zurück. Auch für diesen Begriff könnten wir nach einer Definition fragen etc. Bei dem Versuch, alle Begriffe zu definieren, müssten wir entweder zirkelhaft vorgehen, oder wir würden in einen infiniten Regress geraten. Aus diesem Grund unterscheidet man zwischen definierten Begriffen und undefinierten Grundtermen. So wird etwa in der mathematischen Mengentheorie im Allgemeinen die Elementschaftsbeziehung als undefinierter Grundterm angesehen, während andere Begriffe, von denen die Theorie Gebrauch macht, mithilfe dieses Grundterms definiert werden. Drittens: Die beiden Beispiele unterscheiden sich offensichtlich in einer wesentlichen Hinsicht. Im ersten Beispiel geht es um einen Begriff – den Begriff Spin –, der zunächst in der Umgangssprache noch nicht gebräuchlich war und neu in die Wissenschaftssprache eingeführt wurde. Dieses geschieht durch eine Festsetzung, eine Konvention. In solchen Fällen spricht man von einer stipulativen Definition oder Nominaldefinition. Anders dagegen beim zweiten Beispiel: Hier geht es darum, den Begriff arm, der in der Umgangssprache (nur allzu) gebräuchlich ist und mit einer – wenn auch vagen – Bedeutung versehen ist, präziser zu fassen. Dazu sollen notwendige und zusammen hinreichende Bedingungen dafür gefunden werden, wann etwas unter diesen Begriff fällt. Ziel ist es dabei, möglichst viele – und insbesondere die wesentlichen – Aspekte der realen Verwendung dieses Begriffs zu erfassen.

Schon Platon (Abb. 2.1) hat in seinen Dialogen vorgeführt, dass es bei vielen grundlegenden Begriffen, die wir im Alltag ständig verwenden, nicht gelingt, derartige notwendige und zusammen hinreichende Bedingungen an-

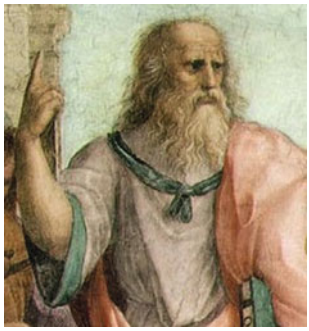

Abb. 2.1 Platon (427–347 v. Chr.). (Quelle: Raffael, Die Schule von Athen (Detail), Fresko, Stanza della Segnatura, Palazzi Pontifici, Vatican, 1510/1511)

zugeben. Das steht in einem gewissen Kontrast dazu, dass wir diese Begriffe im Allgemeinen ohne großes Überlegen und ohne Bedenken, missverstanden zu werden, gebrauchen. Ein Beispiel hierfür ist der Begriff Wissen, der in diesem Band eine Schlüsselrolle spielt.

Der Wissensbegriff wird im Alltag häufig und im Allgemeinen auch ohne größere Probleme verwendet: „Das weiß ich längst" oder auch „keine Ahnung" (was wohl so viel bedeutet wie „Ich weiß es nicht") sind Äußerungen, die wir ohne zu zögern gebrauchen. Probleme treten erst dann auf, wenn wir versuchen, den Wissensbegriff präzise zu definieren, d. h. notwendige und zugleich hinreichende Bedingungen für das Vorliegen von Wissen anzugeben.

Platon hat es im Dialog *Theaitetos* [1] versucht – und ist daran gescheitert. Er hat aber eine Wissensdefinition erwogen, die in der nachfolgenden Diskussion weitgehend akzeptiert und ihm auch häufig zugeschrieben wurde. Platon erweist sich hier als echter Klassiker: oft zitiert, selten gelesen und so gut wie nie verstanden. Er selbst hat diese sogenannte traditionelle Wissensdefinition, um die es jetzt geht, zwar erwogen, dann aber verworfen, und das aus guten Gründen.

Die traditionelle Wissensdefinition und die Gettier-Fälle

Nach der traditionellen Wissensdefinition gilt: Ein epistemisches Subjekt S weiß, dass ein Sachverhalt p genau dann der Fall ist, wenn gilt:

1. S hat die Überzeugung, dass p.
2. p ist wahr.
3. Die Überzeugung von S, dass p, ist gerechtfertigt.

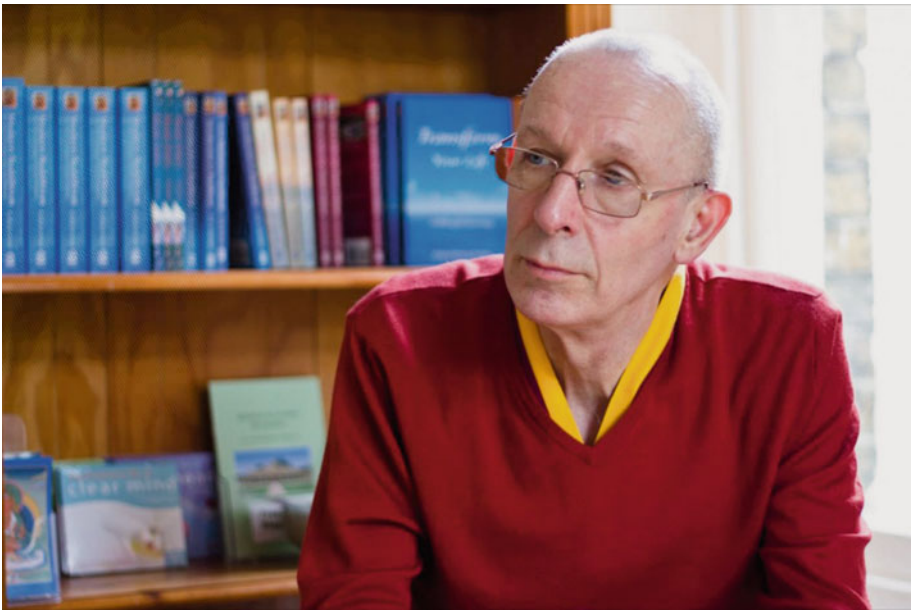

Abb. 2.2 Edmund L. Gettier (*1927). (Quelle: Edmund L. Gettier/privat)

Auf den ersten Blick wirken diese drei Bedingungen äußerst plausibel, ja nahezu trivial. So erscheint es unsinnig, zu behaupten, dass eine Person etwas wissen kann, von dem sie nicht überzeugt ist. Ebenso würde man eine falsche Überzeugung nicht als Wissen bezeichnen. Und schließlich erwarten wir, dass die Überzeugung einer Person, die etwas zu wissen meint, auch gerechtfertigt ist.

Dass diese Definition – trotz ihrer scheinbaren Trivialität – ihre versteckten Tücken hat, wurde spätestens durch eine Publikation des amerikanischen Philosophen Edmund Gettier (Abb. 2.2) im Jahr 1963 deutlich. Gettier, der lange Zeit nichts veröffentlicht hatte, wurde ermahnt, zumindest so viel zu publizieren, dass die Universitätsverwaltung zufriedengestellt war. Das Ergebnis war eine dreiseitige Diskussionsnotiz, die die traditionelle Wissensdefinition infrage stellte und eine Flut von Reaktionen auslöste, die bis heute anhält. Einen ausführlichen Überblick über die Debatte findet man in Gerhard und Marani (2013) [3] sowie in der darin angegebenen Literatur.

Gettier diskutiert in seinem kurzen Aufsatz zwei Beispiele, in denen eine Person zwar eine gerechtfertigte, wahre Überzeugung hat, die jedoch intuitiv kein Wissen darstellt. Die Beispiele sollen auf ein Defizit der traditionellen Wissensdefinition aufmerksam machen: Sie scheitert in manchen Fällen, in denen wir zufällig die richtigen Überzeugungen haben, jedoch aus falschen –

Abb. 2.3 Paul (*2014). (Quelle: Gähde/privat)

wenn auch wohlerwogenen – Gründen. Was Gettier im Auge hatte, lässt sich leicht an einem eigenen Beispiel erläutern.

Bettina hat zwei Katzen, Paul und Ida. Paul stammt aus einem Wurf der Nachbarskatze Ginger. Ida war eine streunende Katze, über deren Herkunft Bettina nichts weiß. Paul und Ida könnten unterschiedlicher kaum sein. Ida ist eine sehr gutmütige Katze, die fast den ganzen Tag im Schrank schläft. Pauls Lieblingsbeschäftigung besteht hingegen darin, Bilder von den Wänden abzuhängen. Eines Tages kommt Bettina von der Arbeit nach Hause und findet ausgerechnet ihr Lieblingsbild auf dem Boden. Bettina gelangt sofort zu der Überzeugung, dass Paul ihr Lieblingsbild abgehängt hat, und diese Überzeugung ist offenbar auch bestens gerechtfertigt: Sie wird gestützt durch die Erfahrungen, die sie mit Paul in der Vergangenheit gemacht hat. Pauls Verhalten wird sogar durch mehrere Fotografien dokumentiert (Abb. 2.3a, b).

Ihrem Freund Reto sagt Bettina daher: „Eine der Katzen aus Gingers Wurf hat mein Lieblingsbild abgehängt." Da Paul aus Gingers Wurf stammt, ist natürlich auch Bettinas Überzeugung, dass eine der Katzen aus Gingers Wurf ihr Lieblingsbild abgehängt hat, gerechtfertigt. Erlangt eine Person S eine Überzeugung q durch einen logisch gültigen Schluss aus einer bereits gerechtfertigten Überzeugung p, dann ist auch die Überzeugung q für S gerechtfertigt. Philosophen nennen dieses Prinzip auch das Abgeschlossenheitsprinzip der epistemischen Rechtfertigung unter logischer Implikation.

In Wahrheit hat sich die Geschichte jedoch ganz anderes abgespielt. Nicht Paul, sondern Ida hat in einem sehr seltenen Anflug von Destruktionslust Bettinas Lieblingsbild von der Wand gerissen. Außerdem stammt Ida, ohne dass Bettina dies bekannt ist, ebenfalls aus Gingers Wurf. Wie es also der Zufall will, ist damit Bettinas Überzeugung, dass eine Katze aus Gingers Wurf ihr Lieblingsbild abgehängt hat, wahr. Da ihre Überzeugung zudem gut gerechtfertigt ist, sind alle Bedingungen der traditionellen Wissensdefinition erfüllt. Nach dieser Definition weiß Bettina also, dass eine Katze aus Gingers Wurf ihr Lieblingsbild abgehängt hat. So würden wir den Wissensbegriff aber wohl kaum verwenden: Bettina hat die Überzeugung, dass eine Katze aus Gingers Wurf ihr Lieblingsbild abgehängt hat, aus einem falschen Grund erlangt – nämlich aus ihrer falschen, wenngleich gerechtfertigten Meinung, dass Paul das Bild abgehängt hat. Eine zufällig wahre Überzeugung, deren Rechtfertigung auf falschen Gründen beruht, würde sicher niemand als „Wissen" bezeichnen. Die Bedingung der wahren und gerechtfertigten Überzeugung ist daher nicht hinreichend für Wissen. Die „platonische" Wissensdefinition, auch wenn sie von Philosophen über viele Jahrhunderte als Wesensdefinition von Wissen akzeptiert wurde, erweist sich als unhaltbar. Es gibt wahre und gerechtfertigte Überzeugungen, die offensichtlich kein Wissen darstellen.

Korrekturversuche

Gettiers Beispiele gegen die traditionelle Wissensdefinition wirken zunächst wie sophistische Spiegelfechtereien. In der Diskussion über diese Beispiele wurde jedoch sehr bald deutlich, dass sie das keineswegs sind. Vielmehr legen sie grundlegende Unklarheiten in unserem alltäglichen Verständnis von „Wissen" offen. Insbesondere verdeutlichen sie, dass Wissen mit bestimmten Formen des Zufalls unvereinbar ist. Ein wesentliches Defizit der traditionellen Wissensdefinition besteht darin, dass sie diesen Umstand nicht angemessen erfasst.

Unmittelbar nach der Publikation von Gettiers Aufsatz haben zahlreiche Versuche eingesetzt, die traditionelle Wissensdefinition durch die Hinzunahme weiterer Forderungen so zu ergänzen, dass Fälle, wie sie Gettier gegen die traditionelle Wissensdefinition vorgebracht hat, nicht mehr als Fälle von Wissen bezeichnet zu werden brauchen.

Ein möglicher Korrekturversuch besteht darin, die Anforderungen an die Bedingungen der Rechtfertigung zu erhöhen. In den Gettier-Fällen wird davon ausgegangen, dass die Rechtfertigung einer Überzeugung fallibel ist, das heißt, eine gerechtfertigte Überzeugung kann sich auch als falsch herausstellen. Bettinas Überzeugung, dass Paul ihr Lieblingsbild abgehängt hat, war