

Grenzen der Naturwissenschaft

Roger Zurbriggen

Geologe und Materialwissenschaftler aus Neuenkirch (LU) im Juni 2010

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung
2. Grenzen der Naturwissenschaft
 - 2.1. Grenzen des Wissens
 - 2.2. Methodische Grenzen
 - 2.3. Grenzen des Kausaldenkens
 - 2.4. Begrenzter Wahrheitsbegriff
 - 2.5. Die ausgegrenzte Ethik
3. Schlussfolgerungen
- Literatur

Biographische Vorgeschichte

Die Grenzen der Naturwissenschaft sind für mich nicht nur ein intellektuelles Thema, das ich als Hobby in meiner Freizeit betreibe. Nein, dieses Thema entwickelte sich mit meinem beruflichen und nebenberuflichen Werdegang und reifte in der Reflexion von konkreten Erfahrungen und Einblicken, die ich in meinem Berufsalltag hatte. Deswegen denke ich, dass eine biographische Darstellung jener Ereignisse, die diese Thematik für mich wichtig werden liessen, dem Leser gut als Einleitung dienen kann.

In meiner Kindheit verbrachten wir die langen Sommerferien im alten Wohnhaus unserer Grosseltern im Saas. In der Stube hing neben einem Kruzifix auch das Porträt meines Urgrossvaters, das ihn als stolzen Bergführer mit Pickel und Seil darstellte. Wenn man sich umdrehte und aus dem Fenster schaute, so sah man die Mischabelgruppe in ihrer vollen Pracht. Diese Stube hat mich in vielerlei Hinsicht geprägt.

So war meine Leidenschaft für die Berge früh grundgelegt worden. Zum aktiven Bergsteigen fand ich aber erst durch eine Freundschaft in meiner späteren Jugend. Zuweilen hat uns das Bergsteigen dazu bewogen das Gymnasium zu schwänzen und der Freizeit zuliebe den minimalsten Lernaufwand auszuloten. Ein Experiment, das meinen Freund und mich in unserer Karriere ein Jahr zurück warf. Wir waren also nicht die fleissigsten Schüler, aber wir besuchten alle möglichen Freifächer, die das Gymnasium in den Randstunden über Mittag und am Abend anbot. Das verstanden unsere Lehrer nicht. Uns interessierte eben alles, aber wir wollten als junge Erwachsene unsere eigenen Schwerpunkte setzen. Dies mehr intuitiv als geplant und so nahm das eine oder andere in unserem Leben seine Wende.

Es war dann auf einer Bergtour, wo ich einen Geologen kennenlernte, der mich bewog die Berge nicht nur zu besteigen, sondern sie auch in ihrem Aufbau besser verstehen zu lernen. Das machte Sinn und mit der verspürten Motivation wurde ich ein guter Student. Ich genoss das Privileg eines Hochschulstudiums und durfte eine Doktorarbeit in der Kontroverse um die Granitsynthese in den Südalpen machen, wo ich zwischen die konträren Lehrmeinungen der Universitäten Mailand und Basel

geriet. Ich erlebte viele Naturwissenschaftler, inklusive mich selber als äusserst leidenschaftliche Streiter und Verfechter ihres jeweiligen **Paradigmas**¹, also eine **wissenschaftliche Revolution**, wie sie im Buche von Kuhn (1963) steht.

Nach einem Jahrzehnt Mineralogie, Petrographie, Paläomagnetik, Isotopengeologie und Tektonik wechselte ich von den Naturwissenschaften in die angewandte Forschung der Bauindustrie. Dort geriet ich ins Spannungsfeld zwischen Materialforschung und Produktentwicklung einer typischen F&E-Abteilung (Forschung und Entwicklung). Es ist die Spannung zwischen Theorie und Praxis. Hier der forschende Wissenschaftler, der die Materialeigenschaften besser zu verstehen suchen will und dort der Entwickler, der eine pragmatische und profitable Lösung in Form eines innovativen Produktes finden will. Diese Spannung, entspricht ein Stück weit auch der wissenschaftstheoretischen Kontroverse zwischen **Kritischem Rationalismus** und **Logischem Empirismus**.

Ein weiteres Spannungsfeld zeigte sich mir im Umgang mit den Resultaten aus der Forschungszusammenarbeit mit Universitäten und Fachhochschulen. Gehören die Forschungsergebnisse der Allgemeinheit, weil sie mittels staatlicher Fördergelder in die Projekte Steuergelder investierte, oder gehören sie dem Industriepartner, der die Erkenntnisse in Patenten reservieren will und im Falle von Publikationen die Resultate im Stile eines Produktmarketings dargestellt haben möchte? Das sind ethische Fragen, die selten grundlegend betrachtet werden, vermutlich, weil die Wirtschaft in unserer Kultur das Diktat hat, welches auch seitens der politischen Behörden eher bestärkt als relativiert wird.

Die kritische Betrachtung der Wissenschaft und ihrer Rolle in der Gesellschaft gewann ich weniger aus meiner Perspektive als Naturwissenschaftler und Techniker, sondern vielmehr aus der Perspektive theologisch-philosophischer Disziplinen.

Diese Perspektiven wurden in derselben symbolträchtigen Saaserstube grundgelegt. Denn ich hatte das Glück in meiner Kindheit die religiöse Tradition in derselben Selbstverständlichkeit vermittelt zu bekommen wie die Muttersprache. Und weiter hatte ich Glück, Gymnasiallehrer zu haben, die keinen Konflikt zwischen Naturwissenschaft und Religion schürten. Religion und Wissenschaft gehörten für mich also immer zusammen, nicht unbedingt harmonisch aber sich gegenseitig herausfordernd und ergänzend. Die Bestätigung dieser Komplementarität erfuhr ich im realen Leben immer wieder. Denn positive Lebensgestaltung steht manchmal in der Logik eines **Kausaldenkens** an und es wartet ein Neuanfang, der nur aus dem Herzen kommen kann. Da kann uns eine Lebenserfahrung eines besseren Wissens belehren, eine Erfahrung, die nicht als wissenschaftliche Empirie auf die fünf Sinne reduziert bleibt, sondern eine Empirie aus einer **Orthopraxie** heraus.

Aber was bedeutet Orthopraxie? In einem vierjährigen nebenberuflichen Theologieabendstudium wollte ich mehr über verschiedene theologische und philosophische Perspektiven lernen. Dort war es vor allem die **kantische Erkenntnistheorie** als Antwort auf den **humeschen Skeptizismus**, die mich dazu bewogen, die Wissenschaften zunehmend kritisch zu betrachten. Gleichzeitig besuchte ich Vorlesungen zum Alten Testament und bekam ein biblisches Wahrheitsverständnis vermittelt, das ich zuvor nicht kannte und das sich mir als krasser Gegensatz zu den Wahrheitsbegriffen vieler **Wahrheitstheorien** darstellte. So schrieb ich eine für mich wichtige theologische Arbeit zum jüdischen Denken im Vergleich zum wissenschaftlichen **Kausaldenken**.

Ich begann Betrachtungen zwischen Naturwissenschaft, Philosophie und Theologie anzustellen und überlegte mir dabei, wie ich sowohl Laien als auch Fachleute

¹ Fett und kursiv markierte Begriffe werden später in diesem Aufsatz eingehender behandelt.

anzusprechen vermag. Ein Unterfangen, das vielleicht zu viel will, zumal man Naturwissenschaftler kaum mit theologischen Zitaten anzusprechen vermag und die Philosophie der **Wissenschaftstheorien** sehr schnell in eine begriffliche Differenziertheit abtaucht, die schwer vermittelbar ist. Trotzdem will ich es mit diesem Aufsatz versuchen. Der Erfolg meines Vorhabens liegt aber nicht nur in meinen Händen. So ist vom Leser eine Offenheit für andere Perspektiven, ein Respekt gegenüber natur- und kulturwissenschaftlichen Disziplinen und eine komplementäre Denkweise gefordert, welche weniger eine gemachte Meinung in Form eines Argumentenstreites zu verteidigen sucht, als vielmehr Ausschau nach komplementären Elementen zur eigenen Position hält. Eine Einstellung also, wie sie Niels Bohr mit seinem **Komplementaritätsprinzip** beschrieb und dadurch eine interdisziplinäre Diskussion zwischen Natur- und Kulturwissenschaften forderte, wie sie die Wissenschaftler der Gesellschaft schuldig sind. Denn der Auftrag für die Wissenschaft bleibt der Beitrag an die Qualität eines gesellschaftlichen Zusammenlebens in einem für sie intakten Umfeld. An diesem ethischen Standard muss sie sich letztendlich auch rechtfertigen können - an welchem sonst?

1. Einführung

Mit zunehmender Einverleibung der Naturwissenschaft in unsere Gesellschaft, machen wir uns von ihr abhängig, von ihren technischen Optionen aber auch von ihren methodischen Grenzen. In unserem ureigenen Interesse verlangt diese Situation nach einer kritischen Betrachtung der Grenzen der Naturwissenschaft. Kritisch betrachten heisst aber aus einer Distanz, von aussen her zu betrachten. Dazu muss sich der Naturwissenschaftler aus der Naturwissenschaft hinaus begeben, um mit Hilfe anderer Wissenschaftsdisziplinen seine eigene Disziplin von aussen her wissenschaftlich, d. h. kritisch und systematisch betrachten zu können. Hierbei handelt es sich vorwiegend um philosophische Disziplinen, die sich mit Theorien der Erkenntnis, der Wissenschaft und des Wahrheitsbegriffes auseinandersetzen.

Wenn wir im Rahmen dieser kritischen Betrachtung immer wieder von den Grenzen der Naturwissenschaft sprechen, so geht es nicht darum diese Grenzen als gut oder schlecht zu werten, oder die Naturwissenschaft gegen etwas anderes auszuspielen, sondern es geht lediglich darum diese Grenzen bewusst zu machen, damit die Naturwissenschaftler aus ihrer Disziplin keine Ideologie machen und dem Auftrag gegenüber unserer Gesellschaft möglichst gerecht werden können.

2. Grenzen der Naturwissenschaft

Jede Naturwissenschaft basiert auf Grundannahmen und endet in Hypothesen. Somit bleibt ihr Wissen im Unwissen eingebettet (Kap. 2.1), auch wenn sie ihr Wissen vermehrt.

Diese Wissensmehrung geschieht in den Naturwissenschaften unter anderem durch Messen und dazu bedürfen wir Messmethoden, die allesamt ihre methodischen Grenzen haben (Kap. 2.2). Die Messresultate werden dann gemäss einem Ursache-Wirkungsprinzip interpretiert und weiter logisch miteinander kombiniert. Diese Art eines Kausaldenkens kennt seine Regeln aber auch seine Grenzen (Kap. 2.3). Denn es hält uns in einer Linearität gefangen, wo wir an Widersprüchen überhaupt nicht oder nur mit Tricks vorbei kommen. In diesem Zusammenhang spielt auch der

klassische naturwissenschaftliche Wahrheitsbegriff eine wichtige Rolle. Es ist ein Wahrheitsbegriff, der gegenüber anderen Wahrheitsverständnissen (ausserhalb der Naturwissenschaften) klar begrenzt ist (Kap. 2.4), und es ist sehr wichtig, dass sich ein Naturwissenschaftler dessen bewusst ist. Ebenso wichtig ist es für ihn zu wissen, dass es in den Naturwissenschaften deswegen nicht möglich ist, eine Theorie definitiv als Wahrheit zu beweisen.

Neben all diesen systembedingten Grenzen, die weder gut noch schlecht sind, aber die es einfach gibt und die es zu erkennen gilt, gibt es Grenzen, die wir als Naturwissenschaftler ganz bewusst abbauen sollten, die Grenzen zur Ethik (Kap. 2.5). Denn Ethik ist ein integraler Bestandteil der Naturwissenschaften, und zwar im Umgang mit den Dingen, die wir untersuchen, im Umgang mit den Messdaten, die wir produzieren und im Umgang mit den Menschen, mit denen wir kommunizieren.

2.1. Grenzen des Wissens

Wissenschaft entspringt dem menschlichen Drang nach Erkenntnis und hat dementsprechend das Ziel den Erkenntnisgrad zu steigern, respektive das Wissen und Verstehen zu mehrten. Das geschieht durch Fortschritt in der Forschung. Oder anders gesagt, die Forschung steht genau an der Grenze zum Unwissen und versucht diese Grenze auf Kosten des Unwissens zu erweitern. Dazu wendet sie die Methodik der Theoriebildung gemäss einer strengen Vorgehensweise an.

- 1) Sie beobachtet das zu untersuchende Ding mit verschiedenen Methoden und hält diese Beobachtungen (Messdaten) in einer verständlichen Art fest.
- 2) Die Befunde aus den Beobachtungen/Messungen werden nach den Regeln der Logik miteinander verknüpft um Schlussfolgerungen zu ziehen.
- 3) Diese Schlussfolgerungen werden im Rahmen einer Theorie weiter miteinander verknüpft und interpretiert. Eine gute Theorie versucht dabei eine Erklärung in einem grösseren Zusammenhang zu liefern und mittels hypothetischen Elementen Aussagen zu machen, die über das experimentell Bestätigte hinausgehen.

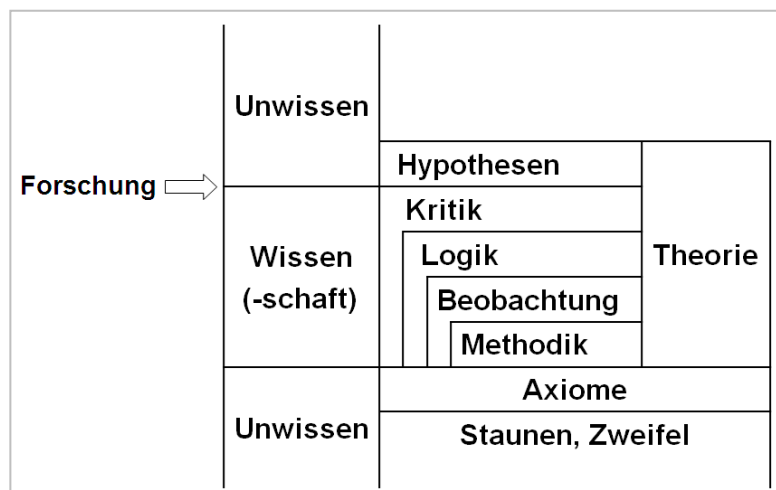


Fig. 1: Wissenschaftliche Theoriebildung zwischen Grundannahmen und Hypothesen.

Der hypothetische Anteil einer Theorie entspringt der Intuition des Forschenden und birgt das eigentliche Potential für den Fortschritt in der Erkenntnis. Damit aber der Erkenntnisgrad im konkreten Fall zunimmt, bedarf es eines Experimentes mit dem Resultat "wahr" oder "falsch". "Wahr" heisst dann, dass der experimentelle Befund die Hypothese bestätigt (verifiziert) und "falsch" heisst dementsprechend das Gegenteil, dass die Hypothese widerlegt (falsifiziert) ist. Experimentell bestätigte,

also "wahre" Hypothesen können zum gefestigten Teil einer Theorie werden, wobei diese wiederum mit neuen hypothetischen Elementen ausgestattet wird, die es in Form von neuen Experimenten wieder zu testen gilt. So geht es immer weiter.

Diese Dynamik der wissenschaftlichen Theoriebildung bleibt aber immer in einem Rahmen des Unwissens, zwischen Grundannahmen (Axiomen) und Hypothesen gefangen (Fig. 1). Das sollte jede Naturwissenschaftlerin und jeden Naturwissenschaftler bescheiden werden lassen.

Es gibt in diesen wissenschaftstheoretischen Betrachtungen eine grosse Kontroverse zwischen dem Logischen Empirismus eines Carnap (1928) und dem Kritischen Rationalismus von Popper (1935), auf die ich kurz eingehen möchte (vgl. Fig. 3).

Der Logische Empirismus besagt, dass Beobachtungen in Form von Protokollsätzen festgehalten werden und diese induktiv zur Formulierung von allgemein gültigen Theorien (Naturgesetzen) führen. Theorien werden demgemäss durch eine systematische Vorgehensweise entdeckt und können durch Beobachtungen (Experimente) empirisch verifiziert werden. Dem widerspricht der Kritische Rationalismus grundsätzlich, weil es gar keine induktive Art der Wissensbildung gäbe (→Induktionsproblem). Theorien können sogar frei erfunden werden und haben solange Gültigkeit, bis sie empirisch falsifiziert werden.

Die heutige Wissenschaft akzeptiert dieses Induktionsproblem in seiner Theorie, praktiziert aber trotzdem die induktive Schlussfolgerung und ist sehr erfolgreich damit. Dies belegt meines Erachtens die Genialität des menschlichen Geistes, der den Fortschritt offenbar viel mehr intuitiv und glaubend durch induktive Schlussfolgerungen erzeugt und weniger durch streng deduktive Schlussfolgerungen.

Der Autor identifiziert sich eher mit der Position eines Kritischen Rationalismus, ist aber aus eigener Erfahrung heraus nicht überzeugt, dass der Wissenschaftler immer die Widerlegung von Theorien anstrebt. Es sei denn, er befinde sich in einer wissenschaftlichen Revolution, wie sie Kuhn (1962) beschreibt, worin sich gegenüberstehende Schulen gegenseitig zu widerlegen suchen. Wenn man sich aber nicht gerade in einer solchen Phase eines Paradigmenwechsels befindet und sich in der normalen Wissenschaft betätigt, so strebt der Wissenschaftler, gemäss Kuhn, eher die experimentelle Bestätigung des gültigen Paradigmas, d. h. die Verifizierung der allgemein anerkannten Theorie an.

Kuhn löst sich mit seinen historischen Betrachtungen aus der Kontroverse zwischen dem Logischen Empirismus und dem Kritischen Rationalismus heraus, indem er sowohl die Verifikation als auch die Falsifikation als systematisch angestrebtes Ziel zulässt, je nachdem, ob man sich in einer normalwissenschaftlichen Phase oder in der Phase einer wissenschaftlichen Revolution befindet.

2.2. Methodische Grenzen

Was ein Naturwissenschaftler tut sollte wiederholbar sein. Er muss deswegen nach genau definierten Methoden vorgehen. Dies betrifft sowohl das Denken, Messen, Beschreiben und Schlussfolgern. Es gibt nur zwei Ausnahmen, die Intuition am Anfang und die Spekulation im Rahmen einer Hypothese am Schluss. Aber beide kreativen Elemente müssen letztendlich von der Methodik geprüft werden. Die Idee, die am Anfang einer wissenschaftlichen Unternehmung steht wird im Rahmen der Messungen getestet und die Hypothese wird durch weitere experimentelle Arbeiten geprüft werden. Deswegen nennt man sie auch Arbeitshypothese.

Jede Methode tut aber zwei Dinge, die man sich vergewissern muss. Erstens, sie fokussiert auf einen ganz bestimmten Aspekt des zu untersuchenden Gegenstandes, d. h. sie blendet alle anderen Aspekte aus. Zweitens, jede Methode hat ihre Artefakte. Das sind "artifizielle Fakten", also künstliche Befunde, die durch die Methode selbst verursacht werden. Und zwar je mehr Energie in einer Methode steckt, desto grösser ist das Risiko von Artefakten. Je mehr mechanische Energie (z. B. durch abschlagen, sägen, polieren), chemische Energie (z. B. durch ätzen, färben, imprägnieren) oder elektromagnetische Energie (z. B. erwärmen, aufladen, bestrahlen) in einer Methode angewandt wird, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass die Probe durch die Messung selbst verändert wird und sogenannte Artefakte entstehen.

Die Gefahr von Artefakten besteht aber nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern auch in den Kultur- und Geisteswissenschaften. Aus diesem Grund, sollte eine wissenschaftliche Studie nie nur auf einer einzigen Methode beruhen. Der Erfolg einer wissenschaftlichen Studie basiert daher auf der richtigen Kombination verschiedener Methoden, die alle ihre methodischen Vorteile und Nachteile haben, und erst in der Diskussion der verschiedenen Datensätze und ihrer jeweiligen methodischen Qualitäten kann der Wissenschaftler die einzelnen Befunde als Eigenschaften des untersuchten Dinges (Fakten) oder als methodische Einflüsse (Artefakte) richtig einordnen.

2.3. Grenzen des Kausaldenkens

Im antiken Griechenland, ab dem 7. Jh. vor Chr. versuchten die ionischen Naturphilosophen von den mythologischen Erzählungen wegzukommen und begannen die Natur kritisch zu betrachten, indem sie nach dem Urgrund (arché) von allem fragten. Kritisch heisst von einer Distanz aus betrachtend. Diese Beobachtungsdistanz war nur deshalb möglich, weil die Natur und ihre Dinge als Objekte angesehen wurden, die eine Distanz zum Subjekt, dem Philosophen haben. Die Trennung von Objekt und Subjekt eröffnete neue denkerische Wege, ja die Trennung der Dinge wurde als eigentliche Methode entdeckt.

Die Trennung von Ursache und Wirkung ermöglichte ein sehr effizientes Kausaldenken. Aber auch das Denken wurde getrennt, nämlich weg vom Handeln. Die Trennung von einem Kausaldenken (auf welchem später die Naturwissenschaften aufbauten) und der Verantwortung im Handeln (was der Ethik entspricht) nahm also seinen Anfang bei den griechischen Philosophen.

Man kann sagen, dass die Methode aller wissenschaftlichen Methoden das Kausaldenken ist. Es ist ein Denken im Ursache-Wirkungs-Prinzip, ein streng chronologisches und damit lineares Denken in definierten Begriffen. Man kann aber mit einem Kausaldenken nicht rückwärts bis an den Anfang kommen (Heisenberg, 1958²). Denn im Kausaldenken wird jede Ursache wiederum als eine Wirkung angesehen, die eine Ursache kennen muss.

Wenn man wie die Vorsokratiker einen Urgrund (arché) annimmt, so lässt sich davon ausgehend eine Seinslehre nach einem Ursache-Wirkungs-Prinzip denken. Man kann aber nicht von Beobachtungen ausgehen und im Rückwärtsgang per Kausaldenken auf einen letzten Urgrund stossen. Dieser letzte Urgrund, nenne man es ein Urprinzip oder Gott, lässt sich mit einem Kausaldenken auf wissenschaftliche Art nicht belegen. Es ist aber wichtig, dass man an dieser Stelle nicht den Denkfehler

² S. 97 in Heisenberg (2007, 7. Auflage)

begeht und dies als Beweis für die Nichtexistenz Gottes interpretiert. Tatsache ist, dass es sich hier um eine erkenntnistheoretische Grenze handelt, die man mit einem Kausaldenken nicht überschreiten kann. Es wäre deswegen auch unsinnig von der Naturwissenschaft einen Beweis für oder gegen die Existenz Gottes zu fordern, weil sie das mit ihrem Kausaldenken einfach nicht leisten kann.

Die strikte Linearität des Kausaldenkens birgt aber auch den Artefakt der Reduktion in sich. Gerade in den Naturwissenschaften, wo wir es mit einer äusserst komplexen Natur zu tun haben, muss der kausal denkende Naturwissenschaftler seine Beobachtungen in Ursachen und Wirkungen unterteilen, die er erst dann kausal verknüpfen kann. Dies verlangt von Beginn weg eine Reduktion der Komplexität in einen linearen, für uns denkbaren Strang von chronologisch geordneten Ereignissen. Um dann aus dieser vorgängigen gemachten Reduktion der komplexen Realität wieder etwas mehr gerecht zu werden, entwickeln wir verschiedene solche eindimensional Denkstränge, die wir dann zu einem Netz knüpfen. Wir nennen es vernetztes Denken. Ob aber bei dieser Art der Vernetzung, die Defizite der zuvor gemachten Reduktion kompensiert werden können, kann nur vermutet werden.

2.4. Begrenzter Wahrheitsbegriff

In der Mathematik wird mit "wahr" ausgesagt, dass der Gedankengang in der Beweisführung in sich schlüssig, d. h. widerspruchsfrei oder kohärent ist. Die Theorie dazu nennt sich Kohärenztheorie. In den Naturwissenschaften hat man im Zusammenhang mit dem empirischen Experiment bereits einen ausgedehnteren Wahrheitsbegriff. "Wahr" ist eine naturwissenschaftliche Theorie oder Teile davon dann, wenn sie mit dem experimentellen Befund übereinstimmen, d. h. wenn Theorie und Praxis korrespondieren. Die dazugehörige Wahrheitstheorie nennt sich Korrespondenztheorie.

Der Naturwissenschaftler meint aber mit "wahr" oder "falsch" keine universelle Wahrheit, sondern er macht mit diesen Begriffen nur eine Aussage über die Qualität einer Theorie, respektive sagt damit in wie weit sie durch die experimentellen Befunde gestützt ("wahr") oder widerlegt ("falsch") wird.

In der Mathematik (Formalwissenschaft) wird mit "wahr" nur ausgesagt, dass die zu Beginn gemachte Annahme im Rahmen einer nachfolgenden kohärenten Beweisführung bestätigt werden konnte. Das reicht dem Mathematiker, dem es vorwiegend um die Logik (Kohärenz) im Formalismus geht.

Der Naturwissenschaftler möchte aber nicht nur wie der Mathematiker die Logik in seinen Schlussfolgerungen als verifiziert (kohärent) wissen, sondern er möchte über „die Dinge selbst“³ und deren zugrunde liegenden Grundannahmen Wahrheitsaussagen machen können. Denn es ist das Bestreben der Naturwissenschaften, die sich als Realwissenschaften verstehen, weil sie im Unterschied zur Mathematik (einer Formalwissenschaft) real existierende natürliche Dinge untersuchen, über diese Dinge Wahrheitsaussagen zu machen. Aber genau diesem Bestreben widersetzt sich die Methodik der naturwissenschaftlichen Theoriebildung. Diese Theoriebildung heisst deswegen zurecht nicht Beweisführung. Siehe dazu folgendes

³ Hier klingt „das Ding an sich“ von Kant (Kritik der reinen Vernunft, 1781) an. Gemäss seiner Erkenntnistheorie zeigen sich uns die Dinge nämlich nicht wie sie sind, sondern wie wir sie mit unserem Erkenntnisapparat erkennen können. Gemäss Kant bedeutet „objektiv“ nicht mehr „ohne subjektive Einflüsse“, sondern „so wie sich das Objekt dem Subjekt zeigen kann“. Damit werden das Objekt (Ding) und das Subjekt (Mensch) im Erkenntnisprozess wieder zueinander in Beziehung gesetzt.

Zitat aus einem Physiklehrbuch (Sexl, Raab & Streeruwitz, 1980), das genau diesen Sachverhalt darstellt, dass nämlich in den Naturwissenschaften eine völlig andere Situation vorliegt als in der Mathematik:

"Wir haben vielmehr bewiesen, dass aus der Annahme der Wellennatur des Lichtes Interferenzerscheinungen hergeleitet werden können. Wenn unsere Annahme richtig ist, so zeigt der Beweis, dass auch die Folgerung richtig sein muss. Falls aber die Folgerung stimmt, so haben wir noch keinesfalls bewiesen, dass auch die Annahme korrekt war. Diese Schwierigkeit ist der Physik eigentümlich. Aus den Experimenten können wir niemals eindeutig auf die Grundbegriffe schliessen, die wir zur Erklärung physikalischer Phänomene verwenden. Daher kann es zu Überraschungen und zu neuen Theorien kommen."

Diese Einsicht, dass es eigentlich keinen Beweis gibt, der dem Naturwissenschaftler eine Aussage über den Wahrheitsgehalt einer Grundannahme erlaubt, lässt uns verstehen, wieso er immer nur die weitere Gültigkeit einer Theorie aufzeigen kann, nie aber den Beweis erbringen kann, dass eine Theorie der Wahrheit gleich kommt.

So wie wir gezeigt haben, dass der Wahrheitsbegriff der Naturwissenschaft jenen der Mathematik übersteigt und deswegen die Naturwissenschaft nur Theorien aufstellen kann, so ist es ebenso wichtig als Naturwissenschaftler zu erkennen, dass es ausserhalb der Naturwissenschaften Wahrheitsbegriffe gibt, die über den seinigen (klassischen Wahrheitsbegriff) hinausgehen. Denn in beiden, der Mathematik und in den klassischen Naturwissenschaften (z. B. der klassischen Physik von Newton) gilt der Widerspruch als Kriterium um etwas als "falsch" ("nicht wahr") zu bezeichnen, weil der Widerspruch die Kohärenz in der Logik verhindert (Mathematik) oder die Korrespondenz von Theorie und Experiment (Naturwissenschaft) nicht zulässt.

In den Geisteswissenschaften und Religionen gibt es aber einen Wahrheitsbegriff, den man in der Physik erst im 20. Jahrhundert entdeckt hat. Es ist ein Wahrheitsbegriff, worin Realität und Wirklichkeit klar unterschieden werden (Fig. 2).

Eine Wirklichkeit ist die Summe aller Wirkungen, die eine Realität in einem Individuum oder einem Ding bewirkt. Weil es nun verschiedene Individuen oder Dinge gibt, kann dieselbe Realität verschiedene Wirklichkeiten erzeugen, die gegeneinander in gewissen Aspekten durchaus widersprüchlich sein können, und zwar deswegen, weil jedes Individuum oder Ding seine eigene Vorgeschichte und Eigenschaften hat, die der Realität ausgesetzt war.

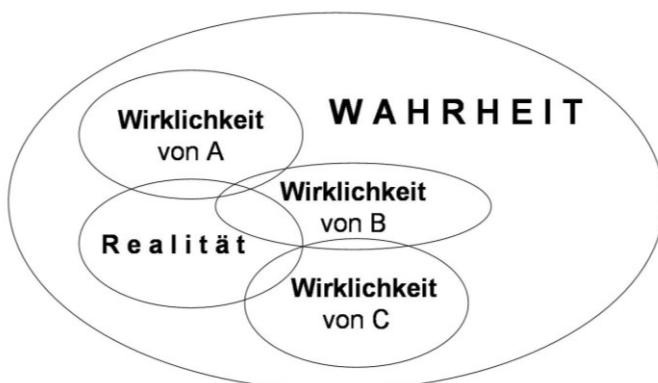


Fig. 2: Beziehung zwischen Realität, Wirklichkeit und Wahrheit nach Weish (2007).

In einem solchen Wirklichkeitsdenken rücken Objekt und Subjekt wieder zueinander. Zudem legt einem ein solches differenziertes Wirklichkeitsverständnis nahe, mehrere Wirklichkeiten, auch wenn sie widersprüchlich zueinander sind, zusammen zu denken, um der komplexen Realität möglichst nahe zu kommen. In einem solchen Wahrheitsverständnis können Widersprüche durchaus als wahr gelten.

In Verständnis des Lichtes und der Materie waren die Physiker tatsächlich gedrängt worden, die verschiedenen widersprüchlichen methodischen Wirklichkeiten zusammen zu denken. Dies zeigt sich besonders prägnant in einem Zitat von Heisenberg (1958⁴):

„Die beiden Bilder schliessen sich natürlich gegenseitig aus, weil eine bestimmte Sache nicht gleichzeitig ein Teilchen (d. h. Substanz, beschränkt auf ein sehr kleines Volumen) und eine Welle (d. h. ein Feld, ausgebreitet über einen grossen Raum) sein kann. Aber die beiden Bilder ergänzen sich; wenn man mit beiden Bildern spielt, indem man von einem Bild zum anderen übergeht und wieder zurück, so erhält man schliesslich den richtigen Eindruck von der merkwürdigen Art von Realität.“

Für dieses Hin-und-Herspringen zwischen verschiedenen Wirklichkeiten, um die komplexe Realität besser zu erkennen, gebrauchte Niels Bohr den Begriff der Komplementarität. Für Bohr war das Komplementaritätsdenken aber nicht auf die Physik reduziert. Für ihn war es die philosophische Grundhaltung eines neugierigen und offenen Geistes gegenüber allem. Das hat sein Schüler Heisenberg (1969⁵) besonders schön zu formulieren vermocht:

„Vielleicht haben wir durch die Zusammenhänge, die wir ... in der Naturwissenschaft dazugelernt haben, eine grössere Weite des Denkens gewonnen. Der Begriff der Komplementarität zu Beispiel, den Niels Bohr jetzt bei der Deutung des Quantentheorie so sehr in den Vordergrund stellt, war ja in den Geisteswissenschaften, in der Philosophie keineswegs unbekannt, ... Eine Wissenschaft, die sich auf diese Art des Denkens eingestellt hat, wird nicht nur toleranter gegenüber den verschiedenen Formen der Religion sein, sie wird vielleicht, da sie das Ganze besser überschaut, zu der Welt der Werte mit beitragen können.“

2.5. Die ausgegrenzte Ethik

Was mit den Vorsokratikern begonnen hat und in der cartesianischen Spaltung gänzlich vollzogen wurde, nämlich die Trennung von Denken und Handeln prägt uns heute als Naturwissenschaftler immer noch. So gibt es starke Tendenzen unser "Tun" als Naturwissenschaftler gänzlich auf ein wertfreies Kausaldenken zu beschränken und unsere Verantwortung im Handeln aus den Naturwissenschaften auszuklammern, respektive der Politik oder anderen Instanzen übergeben zu wollen. Aber wie kam dies zustande?

In der Neuzeit geriet der Mensch, also das Subjekt zunehmend in den Fokus erkenntnistheoretischer Betrachtungen. Der Empirismus betrachtete ihn als Sinneswesen und der Rationalismus betrachtete ihn als Geisteswesen. Beide taten dies auf absolute Art. So lag es an Immanuel Kant in einer ersten umfassenden Erkenntnistheorie den Menschen auf differenzierte Weise sowohl als Sinnes- als auch als Geisteswesen, ja sogar als handelndes Subjekt zu betrachten. Den Erkenntnisapparat des Wissenschaftlers sah er aus Sinnen und Verstand bestehend und beschrieb diesen mit dem Begriff der Theoretischen Vernunft. Der Mensch ist aber über dies hinaus für moralische Urteile fähig, was er mit dem Begriff der Praktischen Vernunft umschrieb.

Aus dem englischen Empirismus entwickelte sich dann im 20. Jahrhundert die Wissenschaftstheorie des Logischen Empirismus (Carnap, 1928), welche bis 1960 unter den Wissenschaftlern vorherrschend war. Diese dem Positivismus und

⁴ S. 73 in Heisenberg (2007, 7. Auflage)

⁵ S. 104 in Heisenberg (2008, 7. Auflage)

Pragmatismus verwandte Theorie sprach der Metaphysik jeglichen Sinngehalt ab. Ja sie forderte, dass es keine Universalwissenschaften wie Philosophie oder Theologie mehr geben darf, weil der wissenschaftliche Fortschritt nur dann möglich sei, wenn sich alle an die Regeln der Logik und der empirischen Verifizierbarkeit halten.

So wie damals Kant seine Erkenntnistheorie als Reaktion auf den skeptischen Empirismus von David Hume entwarf, so entwickelte Karl Popper (1935) die Wissenschaftstheorie des Kritischen Rationalismus als Reaktion auf den Logischen Empirismus. Aus dieser Analogie versteht sich auch, dass Popper sich stark auf die Philosophie Kants stützt und der Metaphysik gegenüber wieder mit Respekt entgegentritt.

Im Zeitgeist der Interdisziplinarität zwischen Natur- und Kulturwissenschaften und den philosophisch-theologischen Universalwissenschaften kann der Logische Empirismus als überholt gelten. Trotzdem schwebt er noch in unseren Köpfen und verursacht eine Phobie gegenüber allem Geistigen. Dies erklärt auch wieso viele Naturwissenschaftler sich für ethische Belange im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit überhaupt nicht zuständig fühlen.

Der Logische Empirismus ist aber auch bei den Managern nicht ausgestorben. So entwickelt die empirische Verifizierbarkeit von sogenannten „hard facts“ eine besondere Faszination und verleitet viele zu einem reduktionistischen Neopositivismus, worin psychologische, kulturelle, soziale und ökologische Aspekte nur dann als sinnvoll gelten, wenn sie einen finanziellen Wert erkennen lassen.

| | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|------|---|------------|-------------------|
| Mensch | Philosophie | | | | | Religion | |
| | <u>Erkenntnistheorie</u> (Wissen) | | | Kant | <i>Wissenschaftstheorie</i> | | |
| | Was kann ich sehen? | <u>Empirismus</u> | Sinne + ... | | <i>Logischer Empirismus</i> (Induktion, Verifikation) | | Kuhn Paradigma |
| | Was kann ich verstehen? | <u>Rationalismus</u> | ... Verstand = Theor. Vern. | | <i>Kritischer Rationalismus</i> (Deduktion, Falsifikation) | | |
| Urteilen | Was sollen wir tun? | Ethik | Praktische Vernunft | | | Orthodoxie | |
| Handeln | Wir tun das! | Praxis | | | Orthopraxie | | |

Fig. 3: Tabellarische Übersicht über verschiedene Erkenntnistheorien (unterstrichen) und Wissenschaftstheorien (kursiv), geordnet gemäss den vier menschlichen Dimensionen der Sinne (grün), des Denkens (gelb), des ethischen Urteilens (blau) und des Handelns (rot). Rechts sind analoge Bereiche der Religion.

Wenn wir von Ethik oder Moral sprechen, so meinen wir in erster Linie eine geistige Reflexion hinsichtlich einer Praxis. Die praktische Handlung ist aber mit einem ethischen Urteil noch nicht getan. Man spricht dann in diesem Zusammenhang vom „schlechten Gewissen“. Auch auf Seiten der Religion betont man vor allem den „rechten Glauben“, also die Orthodoxie, tut sich aber ebenso schwer mit dem „gerechten Handeln“, der Orthopraxie. Was man aber auf theologischer Seite definitiv voraus hat, ist die in der jüdisch-christlichen Bibel verbriefte Priorität der befreienden Handlung vor dem Gesetz. In den Mosebüchern steht der Exodus vor dem Sinai, nicht nur geschichtlich, sondern auch theo-logisch. Jesus versteht sich in derselben prophetischen Tradition. Wo er sieht, dass das Gesetz den Menschen zu knechten droht, rückt er die Priorität wieder zurecht und befreit den Menschen indem er die gesetzliche Orthodoxie wieder hinter die Orthopraxie anstellt, wo sie hingehört.

Auch wenn sich ein Naturwissenschaftler nicht auf die Bibel berufen kann, so soll er mindestens die Menschenrechte vor Augen halten, damit er erkennen kann, dass die Technik dem Menschen und damit auch den Tieren und der Natur, wovon er abhängig ist, dienen soll, und nicht umgekehrt.

Das bis hierhin Gesagte betreffend der ethischen Verantwortung in Forschung und Entwicklung mag für viele Wissenschaftler und Techniker bereits zu philosophisch oder sonstwie zuwenig konkret sein. Speziell für sie möchte ich an dieser Stelle betonen, dass der ganz normale Alltag eines jeden Wissenschaftlers ohne konkrete ethische Voraussetzungen überhaupt nicht funktionieren würde. Das kann man sich anhand der „Rules of good scientific practice“, welche die Max-Planck-Gesellschaft im Jahr 2000 veröffentlichte, sehr leicht vergegenwärtigen. Darin findet sich auf der zweiten Seite ein Katalog von Regeln. Es ist bemerkenswert, dass nur ein Drittel dieser Regeln die wissenschaftliche Vorgehensweise, also die Methodik betreffen. Der zweite und dritte Abschnitt betreffen den ethischen Umgang innerhalb wissenschaftlicher Teams und der verantwortungsbewusste Umgang mit wissenschaftlichen Daten. Wenn man diese Umgangsregeln liest, so wird einem bewusst, wie sehr auch die wissenschaftliche Arbeit auf eine solide Vertrauensbasis angewiesen ist, und dass diese Voraussetzung für eine gute Wissenschaft nur dann gegeben ist, wenn jeder Wissenschaftler seine Verantwortung im Umgang mit Menschen (den Subjekten im Team und auch ausserhalb davon) und Daten (womit er die Objekte abbildet) wahr nimmt.

Der Naturwissenschaftler darf also nicht dort, wo die Naturwissenschaft ihre methodischen Grenzen hat, stehen bleiben. Denn als vernünftiger Mensch muss er immer wieder die Sinnfrage stellen, was ihn automatisch auf die urethische Frage nach dem richtigen Handeln und der guten Tat bringen wird.

Anders als in der Mathematik, einer Formalwissenschaft, geht es nämlich in den Naturwissenschaften um reale Werte (Realwissenschaften), die im Leben der Menschen eine Rolle spielen. Deswegen ist Ethik ein integraler Bestandteil der Naturwissenschaften und nicht nur eine Option.

Oder anders gesagt: Weil die Naturwissenschaften sich mit den natürlichen Dingen beschäftigen, die einen realen Wert darstellen und in manchen Fällen sogar eine unantastbare Würde innehaben, darf man sich nicht mit ihnen beschäftigen, ohne dass man sich diesen Werten und Würdigkeiten bewusst geworden ist und dementsprechend einen verantwortungsvollen Umgang mit diesen Dingen pflegt.

Deswegen ist die Ethik in den Naturwissenschaften durch die Bedeutung der natürlichen Dinge selbst gegeben und obliegt nicht einer optionellen Entscheidung des Naturwissenschaftlers. Darum liegt es in der Verantwortung des Naturwissenschaftlers sich über die ethischen Belange seiner naturwissenschaftlichen Tätigkeit und deren Auswirkungen auf Gesellschaft und Natur bewusst zu werden und dementsprechend zu handeln. Carl Friedrich von Weizsäcker (1988; S. 93) sagt dies in deutlichen Worten:

"Nun fragen Wissenschaftler oft: Wie sollen wir für die Ergebnisse der Wissenschaft verantwortlich sein, die wir vorher gar nicht kennen? Forschung sucht ja das zuvor Unbekannte. Die Antwort: Der Wissenschaftler ist für die Folgen seiner Erkenntnis nicht legal, aber moralisch verantwortlich. Moralische Reife ist einem Menschen nicht erreichbar, der sich für die faktischen Folgen seines Handelns nicht verantwortlich weiss. Wer sonst soll denn die Verantwortung übernehmen, wenn es der Wissenschaftler nicht tut? Wo die Wissenschaft dies nicht sieht, ist sie noch nicht erwachsen, ist sie noch ein Spiel von Kindern."

3. Schlussfolgerungen

Mein Fazit ist kurz. Der Naturwissenschaftler muss beidem treu bleiben, der Naturwissenschaft und sich als Mensch. Der Naturwissenschaft kann er nur dienen, wenn er ihre methodischen Regeln einhält und ihre methodischen Grenzen anerkennt. Falls er das nicht tut, so macht er aus ihr eine Ideologie.

Als Mensch bleibt er aber angewiesen die Sinnfrage zu stellen und dabei muss er auch sein Wirken als Naturwissenschaftler in einem grösseren Kontext beurteilen können. Das kann er nur von ausserhalb der Naturwissenschaft tun, aus den zahlreichen Kulturwissenschaften, der Philosophie, der Theologie und der Religion heraus.

Literatur

- **Carnap R. (1998):** Der logische Aufbau der Welt. Meiner Verlag, Hamburg. Das Original erschien **1928**.
- **Heisenberg W. (2007):** Physik und Philosophie. 7. Auflage, Hirzel, Stuttgart. Das amerikanische Original „Physics and Philosophy“ erschien **1958**.
- **Heisenberg W. (2008):** Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik. 7. Auflage. Piper, München. Das Original erschien **1969**.
- **Kuhn T. (1976):** Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. 2. Auflage Suhrkamp. Das amerikanische Original „The Structure of Scientific Revolutions“ erschien **1962**.
- **Max-Planck-Gesellschaft (2000):** Rules of good scientific practice. (Diese Publikation findet sich auf dem Internet.)
- **Popper K. (2005):** Logik der Forschung. 11. Auflage Mohr Siebeck, Tübingen. Das Original erschien **1935**.
- **Sexl R., Raab I. & Streeruwitz E. (1980):** Eine Einführung in die Physik. Band 3: Materie in Raum und Zeit. Verlag Diesterweg-Salle und Verlag Sauerländer.
- **Weish P. (2007):** Für eine wertorientierte Wissenschaft. Referat im Rahmen einer interdisziplinären Ringvorlesung "Ethik und Technik" an der TU Wien, 8.10.07. (Diese Publikation findet sich auf dem Internet.)
- **von Weizsäcker C. F. (1988):** Die Zeit drängt. 7. Auflage. Hanser, München.