

Gibt es Grenzen des Wissens?

Vorbemerkung

Wer von Grenzen des Wissens spricht, denkt zunächst einmal an seine eigenen Grenzen – an das, was man weiß und was man nicht weiß, wobei sich schnell herausstellt, daß das eigene Wissen ein beschämend kleiner Teil nicht nur eines möglichen, sondern auch eines wirklichen Wissens, z.B. des Wissens anderer ist. Meist ist man sich nicht einmal sicher, ob das, was man zu wissen glaubt, auch wirklich Wissen ist, d.h. ein Wissen, das auch kritischen Nachfragen standhält. Weiß ich wirklich, was ich weiß? So fragt sich mancher angesichts wiederholter Erfahrungen mit der Unzuverlässigkeit des für Wissen Gehaltene und in Wahrheit so oft Enttäuschten. Zwischen Wissen, bloßem Meinen und Irrtum wird es – und dies keineswegs nur in der Alltagswelt – eng. Zumindest bewegt man sich, wenn man etwas zu wissen glaubt, auf unsicherem Gelände.

Wer angesichts dieses Umstands nicht großzügig gegenüber sich selbst verfährt, dem eigenen Wissen bzw. für Wissen Gehaltene schlicht vertraut, sich gelegentlich auch auf einen common sense beruft (der keineswegs irrtumsfrei ist), wird schnell zum Skeptiker. Wenn es mir schon so geht, daß ich mich auf das, was ich weiß, was ich zu wissen glaube, nicht verlassen kann, warum sollte es beim Wissen anderer, und gelte es noch so als gewiß, anders sein? Die eigene Unsicherheit wird hier schnell zur erkenntnistheoretischen Gewißheit: Wissen ist prinzipiell fehlbar, potentielles Nichtwissen, von Meinung nicht ein für allemal unterscheidbar. Und wenn doch etwas für Wissen gehalten wird, weil es sich immer wieder bestätigte, dann sind seine Grenzen in der Regel eng gezogen. Die Wirklichkeit von Grenzen des Wissens ist aufdringlicher als das Versprechen unbegrenzten Wissens.

Überhaupt ist die Erfahrung von Grenzen etwas ganz Normales, unser Leben auf Schritt und Tritt Begleitendes. Nicht nur unsere intellektuellen Vermögen sind begrenzt; das gleiche gilt von unseren körperlichen Fähigkeiten und von den Umständen, in denen wir uns bewegen. Alles Glück hat ein Ende – das Leben, in dem man immerhin noch lernen könnte, ohnehin –; alles Können stößt an Grenzen, natürliche oder individuell bedingte – warum geht mir schon bei überschaubaren Anstrengungen die Puste aus? –; alles Wünschen hilft über Begrenztheiten, die sich aufdringlich zur Geltung bringen, nicht hinweg. Der Mensch erfährt sich über das Mißlingen wie über das Gelingen; die conditio humana, die menschliche Befindlichkeit, ist selbst eine begrenzte.

Doch nicht von derartigen Grenzen soll hier die Rede sein, sondern von Grenzen, die (tatsächlich oder auch nur vermeintlich) den auf methodischen Wegen nach Erkenntnis strebenden, also den wissenschaftlichen Verstand betreffen. Daß das Wissen in der Regel von nur begrenzter Reichweite ist, erfährt schmerzlich nicht nur der Alltagsverstand, sondern auch der wissenschaftliche Verstand. Auch Wissenschaft ist ein endliches Geschäft, auch Wissenschaft irrt sich, und auch in der Wissenschaft ist der Skeptizismus zu Hause – jedenfalls dort, wo die Wissenschaft denkt, über sich selbst nachdenkt, d.h. auf ihre Weise philosophisch wird.

Mein kleiner Vortrag, der Ihnen bei aller Rede von Grenzen, Mißlingen und Nichtwissen die Urlaubslaune nicht verderben soll, hat fünf Teile – zum Mitzählen, damit Sie stets wissen, wie weit Sie vom möglicherweise ersehnten Ende dieses Vortrags, oder einem Glas Bier oder Wein, noch entfernt sind. Der erste Teil betrifft eine Grenze, die eigentlich gar keine Grenze ist. Begrenzung kann nämlich auch Eigenschaft von etwas Vollkommenem sein. Der zweite handelt von einer Kugel, die im Unendlichen schwimmt und ständig wächst – ein kleines Geschenk für Metaphernfreunde und rationale Träumer. Im dritten Teil hat dann kurz die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie das Wort, die über gegebene oder nicht gegebene Grenzen des Wissens ihre eigenen Vorstellungen besitzt. Daß es dabei auch ganz andere Grenzen des Wissens und der Wissenschaft als intellektuelle, am Verstand selbst liegende Grenzen geben könnte, damit befaßt sich der vierte Teil, bevor es dann im fünften Teil noch einmal philosophisch wird. Schließlich hat die Philosophie schon immer mit Vorliebe über Grenzen des Verstandes, auch des wissenschaftlichen Verstandes,

nachgedacht – und ist dabei bis heute zu keinem definitiven Ergebnis gekommen. Die Überlegungen über Grenzen des Wissens enden hier denn auch mit einem Lob der Unvollkommenheit.¹

1. Ende der Wissenschaft

Von Grenzen und von Ende zu reden, scheint zu bedeuten, sich ins Unvermeidliche zu fügen, und dies eben auch in Wissensdingen. Es geht nicht weiter, wo es eigentlich weitergehen sollte; ein Halt wird zum erzwungenen Halt, es ist kein Weiterkommen mehr. Doch dies ist, jedenfalls auf die Bedeutung der Worte Ende und Grenze bezogen, nicht unbedingt so. Ende muß nicht Grenze bedeuten. Eine Grenze trennt eine Seite von der anderen – hier das, was wir wissen, von dem, was wir nicht wissen –, ein Ende nicht in allen Fällen. Zwar endet auch hier das Wissen vor dem Nichtwissen, doch kann Ende auch ganz einfach bedeuten, daß da nichts mehr ist, das vermuten ließe, daß es überhaupt weitergehen könnte. Der Tod ist ein solches Ende – jedenfalls für diejenigen, für die der Glaube an ein Leben nach dem Tode ein bloßer Kinderglaube ist –, aber auch das Eintreten der Dunkelheit als Ende des Tages oder der Schlußpfeiff in einem Spiel. Ein Ende dieser Art ist nicht eine verhinderte Fortsetzung, also ein erzwungenes Ende, sondern der Übergang in einen anderen Zustand. Wo das Leben einmal war, ist jetzt der Tod, wo Tag war, ist jetzt Nacht, wo gespielt wurde, beginnt (wieder) der Ernst des Lebens (der Kalauer: "nach dem Spiel ist vor dem Spiel" ändert daran nichts).

So ungefähr könnte es sich auch im Falle des Wissens verhalten, wenn nämlich das Wissen nicht an irgendeine Grenze stößt, sondern sein (heimliches oder deklariertes) Ziel, vollständiges oder vollendetes Wissen zu sein, erreicht hat. Vollendetes Wissen hieße – zumal in der Wissenschaft –, alles zu wissen, was es zu wissen gibt, alle Probleme gelöst zu haben, die sich dem Verstand, hier dem wissenschaftlichen Verstand, stellen, die Welt bis in alle Ecken, getrieben von wissenschaftlicher Neugierde, ausgeleuchtet und ihre Gesetze verstanden zu haben. Alles wäre erklärt, das einer Erklärung bedarf, alles wäre begriffen, wozu wissenschaftliche Anstrengungen erforderlich sind. Ein Wissen, das alles weiß, ließe keine Wünsche mehr offen; der wissenschaftliche Verstand hätte keine Aufgabe mehr. Sein Ende wäre nicht ein

Scheitern vor vermeintlichen Grenzen, ein zu frühes Ende, sondern sein Triumph. Er hätte sein Ziel erreicht.

Tatsächlich ist dies eine in der Wissenschaftsgeschichte häufig anzutreffende Vorstellung. So schreibt Diderot, mit d'Alembert Herausgeber der großen französischen Enzyklopädie (1751-1780), die auf ihre Weise so etwas wie eine vollständige Darstellung des (zeitgenössischen) Wissens beansprucht, 1754: Ich möchte "fast versichern, daß man in Europa vor Ablauf eines Jahrhunderts nicht drei große Mathematiker zählen wird. Diese Wissenschaft wird plötzlich dort stehenbleiben, wo die Bernoulli, Euler, Maupertuis, Clairaut, Fontaine, d'Alembert und Lagrange sie verlassen haben. Sie werden die Säulen des Herkules errichtet haben. Man wird nicht darüber hinausgehen. Ihre Werke werden in den kommenden Jahrhunderten fortbestehen wie jene ägyptischen Pyramiden, deren hieroglyphenbedeckte Steinmassen bei uns eine erschreckende Idee von der Macht und den Hilfsmitteln der Menschen hervorrufen, die sie erbaut haben"². Wissenschaft, d.h. Mathematik und – auch dafür stehen die hier genannten Namen – Physik, wären vollendet, bewundert von denjenigen, die nach der Wissenschaft kommen. Wissenschaft als Ausstellungsstück? Wissenschaft als ein abgeschlossenes Kapitel der Menschheit?

Ganz ähnlich äußert sich in den 1970er Jahren ein einflußreicher amerikanischer Physiker in einem wissenschaftspolitischen Gutachten für die National Academy of Science in den USA: "Es ist möglich, von der Grundlagenphysik zu denken, daß sie einmal vollendet sein wird. Es gibt nur ein Universum zu erforschen, und die Physik kann, anders als die Mathematik, nicht durch rein geistige Erfindungen ins Unendliche fortgesponnen werden. Die logische Beziehung der Physik zur Chemie und den anderen Wissenschaften ist dergestalt, daß die Physik das erste abgeschlossene Kapitel sein wird. (...) In dem Bereich, den man früher als organisierte Komplexität charakterisierte, mögen einige ungelöste Probleme verbleiben; aber diese werden in die Verantwortlichkeit der Biophysiker und Astrophysiker übergehen. Die elementare Physik wird abgeschlossen sein wie gegenwärtig die euklidische Geometrie."³ Nicht anders klingt es aus dem Munde des Physikers Steven Weinberg, Nobelpreisträger 1979: "Mein Glaube an eine endgültige Theorie beruht (...) darauf, daß unser Bild der Natur immer einfacher geworden ist. (...) Sicher, die Mathematik ist komplizierter, schwieriger, abstrakter geworden. Dafür sind die physikalischen Prinzipien eleganter

ter, natürlicher, und vor allem sind es weniger geworden. (...) Und Fortschritt in Richtung auf Einfachheit muß irgendwann zu einem Ende kommen."⁴

Auch hier ist klar, daß ein Ende der Wissenschaft keineswegs Ausdruck mangelnder wissenschaftlicher Leistungsfähigkeit, und in diesem Sinne von gegebenen oder dem menschlichen Verstand aufgezwungenen Grenzen, wäre bzw. so gesehen werden müßte; es könnte im Gegenteil auch der überzeugendste Nachweis der Leistungsfähigkeit dieses Verstandes, ja seines Triumphes über die Natur und die von dieser dem Verstand gestellten Probleme sein. Grenzen des Wissens wären erfüllte Grenzen; jenseits dieser Grenzen läge nichts mehr, was wissenschaftlich von Belang wäre oder dem Wissen neue Aufgaben stellen könnte. Wo die Natur einmal entdeckt und bis in alle Einzelheiten erforscht ist, wo ihre Gesetze vollständig erfaßt und in Lehrbüchern niedergelegt sind, gibt es nichts mehr zu entdecken, nichts mehr zu erforschen, kommt das Wissen zum Stehen. Es kann auch nicht mehr enttäuscht, durch besseres Wissen ersetzt werden. Es ist für den menschlichen Verstand kein Thema mehr.

Dieser Meinung ist auch ein früherer Redakteur des "Scientific American", einer bedeutenden wissenschaftlichen Zeitschrift, dessen Buch "The End of Science", in der deutschen Übersetzung vorsichtiger mit "An den Grenzen des Wissens" wiedergegeben, vor einigen Jahren großes Aufsehen erregte.⁵ Hier gilt das Ende der Wissenschaft in dem Sinne als nahe, daß ihr Erfolg ihr eigenes Ende ist. Die Geschichte wissenschaftlicher Entdeckungen wäre abgeschlossen, alle großen Theorien, möglicherweise in einer 'Weltformel', die alles erklärt, zusammengefaßt, wären geschrieben, alle wissenschaftlichen Themen erledigt; übrig blieben allenfalls Aufräumarbeiten, bliebe ein wissenschaftliches Reinemachen für kleinere Geister. Die größeren hätten ihre Pflicht getan. Wissenschaft, noch einmal, wäre vollendet, der menschliche Verstand müßte sich nach neuen Aufgaben, jenseits aller wissenschaftlichen Aufgaben, umsehen. Zweifellos eine seltsame Vorstellung.

2. Die Wissenskugel

An dieser Stelle führe ich gegen das Bild einer (nahen oder fernen) vollendeten Wissenschaft, in dem sich die ein für allemal erledigten Aufgaben des wissenschaftli-

chen Verstandes spiegeln, gern ein anderes Bild an. Es ist das Bild einer Wissenschaft, das jedenfalls die Erfahrung, die die Wissenschaft mit sich selbst macht, auf seiner Seite hat.⁶ Die allen Wissenschaftlern vertraute Wirklichkeit besagt nämlich, daß mit jedem gelösten Problem neue Probleme entstehen, mit jeder beantworteten Frage neue Fragen auftreten, sich mit jedem gewonnenen Wissen neue Unwissenheiten einstellen. Auch daß diese Unwissenheiten nicht Teil eines Rechnens hinter dem Komma sind, also eigentlich etwas Vernachlässigbares, ist eine im wissenschaftlichen Alltag sehr vertraute Erfahrung. Schließlich haben wir es hier mit Fragen der Art zu tun: Wie entwickelt sich aus einer einzigen Zelle ein ganzer Organismus? Wie sind Galaxien, wie ist unser Universum entstanden? Was passiert in schwarzen Löchern? Was ist (zwischen Philosophie und Hirnforschung) das Bewußtsein? Fragen über Fragen, und alle bei weitem noch nicht beantwortet. Das läßt sich, im Anschluß an eine schon bei dem französischen Philosophen und Mathematiker Pascal im 17. Jahrhundert, allerdings in einem anderen Zusammenhang, auftretende Metapher, auch in einem Bild formulieren: Das (wissenschaftliche) Wissen ist eine Kugel, die im All des Nichtwissens schwimmt und beständig größer wird. Mit ihrem Wachsen vergrößert sich ihre Oberfläche und mit dieser vermehren sich auch die Berührungspunkte mit dem Nichtwissen.

Dieses Bild kennt die Vorstellung einer Begrenzung des Wissens nicht, und es läßt zwei Deutungen zu, deren eine man als eine pessimistische und deren andere man als eine optimistische Deutung bezeichnen könnte. Die pessimistische Deutung besagt: Wenn es der Radius der Kugel ist, der das Wissen repräsentiert, dann wächst bei Vergrößerung der Kugel die Oberfläche schneller als der Radius, nämlich mit der 2. Potenz. Also wächst das Nichtwissen schneller als das Wissen, oder anders formuliert: Die (wissenschaftliche) Forschung produzierte ein schnelleres Wachstum des Nichtwissens als des Wissens. Ein verblüffendes, aber durchaus – jedenfalls auf die hier verwendete elementare Mathematik bezogen – korrektes Resultat. In der optimistischen Deutung wäre es dann nicht der Radius, sondern das Volumen der Kugel, das das Wissen repräsentiert. Wenn die Kugel wächst, dann wächst ihr Volumen schneller als ihre Oberfläche, nämlich mit der 3. Potenz des Radius. In diesem Falle produzierte die (wissenschaftliche) Forschung zwar ebenfalls immer mehr Nichtwissen, aber das Wissen wüchse trotzdem schneller als das Nichtwissen.

Für welche Deutung unserer Wissenskugel man sich auch entscheidet, eines ist jedenfalls in diesem Bild und in der Erfahrung des Wissenschaftlers klar: Das wachsende Wissen macht die Welt des noch nicht Gewußten, des noch nicht Erforschten nicht etwa kleiner, sondern paradoxerweise sogar größer. Die Forschungsaufgaben wachsen mit dem (wachsenden) Wissen; dem Nichtwissen und dem Versuch, es in Wissen zu verwandeln, sind keine Grenzen gesetzt. Es ist vielmehr die ständige Berührung mit dem Nichtwissen, gelegentlich auch – nicht nur in den Köpfen philosophischer gesonnener Wissenschaftler – die Witterung des Undenkbaren oder Unvorstellbaren oder des doch dafür Gehaltene, die die Wissenschaft in Bann hält und die ihren langen Atem ausmacht auch dort, wo schon Vollendung zu winken scheint oder der Skeptiker böse Laune verbreitet. Hier wären Grenzen also wirklich aufgelöst bzw. stellte sich das (wissenschaftliche) Wissen als seinem Wesen nach grenzenlos dar. Weder gäbe es Grenzen, gegen die der wissenschaftliche Verstand vergeblich anrennt, noch Grenzen, die in Wahrheit Ausdruck von Vollendung, von vollendeter Wissenschaft wären. Heißt das alles, daß die Frage nach Grenzen des (wissenschaftlichen) Wissens in Wahrheit eine müßige, durch die wissenschaftliche Arbeit selbst immer wieder im Sinne einer Grenzenlosigkeit des Wissens beantwortete Frage ist? Ja und Nein, wie wir gleich sehen werden.

3. Wissenschaftstheoretische Reflexionen

Wer die Frage nach Grenzen des (wissenschaftlichen) Wissens verneint, setzt sich nicht nur in Gegensatz zu der zuvor unter dem Stichwort einer vollendeten Wissenschaft erläuterten Endlichkeitsthese – das Reich des (wissenschaftlich) Wißbaren ist endlich, also ist auch das Wissen selbst endlich –, sondern auch zum Alltagsverstand und zum philosophischen Verstand. Noch einmal: Für den Alltagsverstand sind Grenzen etwas ganz Normales – die Erfahrungswelt, in der wir uns bewegen, ist selbst eine begrenzte; wir selbst erfahren uns als begrenzte Wesen –; für den philosophischen Verstand liegt gerade im Gegebensein von Beschränkungen, seien diese nun anthropologischer oder erkenntnistheoretischer Art, die Besonderheit aller menschlicher Orientierungen, die Begrenztheit der conditio humana, der menschlichen Befindlichkeit zwischen Tier und Gott. Allerdings geht es dem philosophischen Verstand auch weniger um faktische Grenzen des wissenschaftlichen Wissens als ganz allgemein um Bedingungen, unter denen alles Wissen steht bzw. unter denen

es zustandekommt. Um derartige Bedingungen geht es in der Regel nicht, wenn die Wissenschaft nach ihren Grenzen fragt.

Deren – und entsprechende, wiederum von der Philosophie formulierte wissenschaftstheoretische – Fragen lassen sich im wesentlichen von zwei Thesen leiten⁷:

1. Die These von der Ausschöpfbarkeit der Natur. Diese These entspräche der zuvor erwähnten Endlichkeitsthese, wenn hier Endlichkeit als (wissenschaftliche) Vervollständigung verstanden wird. Danach wäre die Geschichte aller wissenschaftlichen Entdeckungen entweder absolut endlich oder ginge irgendwann einmal in eine asymptotische Annäherung an das, was man überhaupt wissen kann, über. Die Stelle von Entdeckungen und neuen Einsichten nähmen weitere Ausarbeitungen, Ergänzungen und Präzisierungen ein. Wissenschaft hätte also irgendwann keine Zukunft mehr, weil – auch dies noch einmal – alles entdeckt wäre, was es zu entdecken gibt, und alles erklärt wäre, wozu es wissenschaftlicher Erklärungen bedarf, und auch die Aufräumungsarbeiten, das Rechnen hinter dem Komma, das Einordnen weiterer, nichts wesentlich Neues mehr besagender Fälle, allmählich zum Abschluß kämen. Die Natur wäre, jedenfalls für die Naturwissenschaften, mit wissenschaftlichen Mitteln ausgeschöpft; es gäbe in Wissensdingen nichts mehr zu tun.

2. Die These von der Ausschöpfbarkeit der Informationskapazitäten. Nach dieser These wären wissenschaftliche Informationsmöglichkeiten, d.h. die Art und Weise, wie die Wissenschaft zu ihrem Wissen kommt, entweder wieder absolut endlich oder gingen irgendwann in eine asymptotische Annäherung an absolute Informationsgrenzen über. Auch hier wären es dann im wesentlichen Ausarbeitungen, Ergänzungen und Präzisierungen, die an die Stelle von Entdeckungen und neuen Einsichten träten. Wissenschaft hätte ihre eigenen Forschungs- und Artikulationsmöglichkeiten ausgeschöpft, zwischen ihr und einer möglicherweise nicht ausgeschöpften Natur stünde eine unüberwindliche 'Informationsbarriere', über die allenfalls Phantasie und Science Fiction hinweghülfe – mit Alice ins Wunderland und U.S.S. Enterprise ins Grenzenlose, leider aber auch Beliebige.

Hinter all dem steht die Frage, ob der (wissenschaftliche) Fortschritt noch eine Zukunft hat. Diese Frage ist nur vermeintlich paradox, weil Fortschritt Zukunft bedeutet, und Zukunft ohne Fortschritt oder Entwicklung keine Zukunft wäre. Sie ist allerdings in den Grenzen der beiden angeführten Thesen tatsächlich auch unbeantwortbar.

Das macht, ohne daß hier gleich wieder das Bild der Wissenskugel bemüht werden müßte, schon ein Hinweis auf die Verbindung aller Forschung mit Fragen und Zwecken deutlich. Fragen steuern unser Suchen nicht nur in der Alltagswelt, sondern auch in der Wissenschaft, und jede beantwortete Frage führt, wie erwähnt, in der Wissenschaft auf neue Fragen. Das gleiche gilt von Zwecken. Wer forscht, verfolgt Zwecke, wie alles Tun unter Zwecken steht, mögen diese im wissenschaftlichen Falle nun rein erkenntnisorientiert oder, dem alltäglichen Tun näher, anwendungsorientiert sein. Das aber bedeutet: Wenn Forschung nicht allein durch den jeweils erreichten Forschungsstand, sondern auch durch die mit ihm verbundenen Zwecke bestimmt ist, dann schlosse die Vorstellung von einem Ende des (wissenschaftlichen) Fortschritts nicht nur die Behauptung "wir wissen alles (was wir wissen können)", sondern auch die Behauptungen "wir kennen alle Fragen (die wir stellen können)" und "wir kennen alle Zwecke (die wir haben können)" ein. Die Zahl der möglichen Fragen und Zwecke aber ist wirklich unbegrenzt bzw. unbegrenzbar. Wie sollten wir auch die Fragen kennen, die die Forschung in Zukunft noch aufwerfen wird, desgleichen die Zwecke, die sich in Zukunft mit einem forschenden Tun noch verbinden werden? Um die Frage "hat der (wissenschaftliche) Fortschritt noch eine Zukunft?" beantworten zu können, müßten wir also in gewisser Weise schon heute wissen, was wir gerade nicht wissen – was nur der wissenschaftliche Fortschritt oder sein Ausbleiben zeigen könnten. Und dies gilt nicht nur für das wissenschaftliche Wissen, sondern vom Wissen allgemein, insofern z.B. auch für das Alltagswissen die Verbindung mit (situationsbezogenen) Fragen und Zwecken charakteristisch ist.

Damit scheint erneut die Frage nach irgendwelchen Grenzen des (wissenschaftlichen) Wissens beantwortet zu sein, und zwar im Sinne ihrer Negation: es gibt derartige Grenzen nicht. Doch das gilt nur im Allgemeinen. Tatsächlich kennt auch die moderne Forschung Wissensgrenzen. Beispiel: der Zusammenhang zwischen Gesetzmäßigkeit und Voraussagbarkeit. Lange Zeit galt in Philosophie und Wissenschaft die Vorstellung, daß Gesetzmäßigkeit, hier in Form eines so genannten deterministischen Weltbildes, Voraussagbarkeit impliziert, entsprechend Nichtvoraussagbarkeit ein indeterministisches Weltbild, d.h. eine Welt, in der die Naturgesetze nur bedingt gelten. Wo sich alles nach Naturgesetzen entwickelt und diese bekannt sind, ist auch das, was sich und wie es sich entwickelt, voraussagbar. Und umgekehrt, wo sich Entwicklungen nicht voraussagen lassen, greifen offenbar die Natur-

gesetze nicht oder sind diese von nur beschränkter Geltung. Doch eine derartige Vorstellung trifft nicht zu. Ein Beispiel dafür ist das so genannte deterministische Chaos. Hier geht es um eine starke Abhängigkeit der Zustände eines Systems, z.B. des Wettersystems, von den Werten bestimmter Parameter, z.B. bestimmten Randbedingungen. Da diese Werte bzw. Randbedingungen nie exakt bekannt sein können, ist die Voraussage zukünftiger Systemzustände stets mit Unsicherheiten belastet.

Dabei tritt Nichtvoraussagbarkeit als Folge von Chaos keineswegs allein bei komplexen Systemen auf, sondern bereits bei einfachen, nur aus wenigen Bestandteilen bestehenden Systemen. So stellen zwei gekoppelte Pendel im Prinzip ein einfaches System dar, für das die einschlägigen Gesetze seit Jahrhunderten bekannt sind. Doch erst in jüngerer Zeit wurde klar, daß bei einer solchen Anordnung in einem bestimmten Bereich von Anfangsbedingungen, den Systemanregungen mittlerer Stärke, chaotische, also nicht mehr voraussagbare Schwingungszustände eintreten können. Ein weiteres Beispiel ist das schon erwähnte Wetter bzw. die Meteorologie, die auch den ursprünglichen Anstoß zum Studium chaotischer Effekte lieferte: Schon der Flügelschlag eines Schmetterlings kann die Konvektionsströmungen der Luft in der Erdatmosphäre und damit die Entwicklung des Wetters entscheidend verändern.⁸ Allgemeiner formuliert: Auch wenn man die exakten Bewegungsgleichungen eines Systems kennen mag, bedeutet das nicht, daß man auch in der Lage wäre, die zeitliche Evolution dieses Systems vorauszusagen. Oder: Auch unter Voraussetzung strenger Gesetzmäßigkeit gibt es das Phänomen der Nichtvoraussagbarkeit, d.h., in unserem Kontext, prinzipielle Grenzen des Wissens. Nur sind diese von anderer Art als die den großen, mit philosophischer Leidenschaft geführten Debatten um Grenzen des Wissens zugrundeliegenden. Theoretische Grenzenlosigkeit im Allgemeinen verträgt sich durchaus mit faktischer Begrenztheit im Besonderen.

4. Ökonomische und ethische Grenzen

Neben den am Beispiel des Verhältnisses zwischen Determinismus und Voraussagbarkeit erläuterten Grenzen des (wissenschaftlichen) Wissens, die etwas mit prinzipiellen Problemen der Voraussagbarkeit von Systementwicklungen zu tun haben,

gibt es noch Grenzen ganz anderer Art, die auch Erwähnung finden sollten, nämlich ökonomische und ethische Grenzen.

Ökonomische Grenzen – das sind ganz einfach Grenzen der Finanzierbarkeit.

Schon lange reichen die Mittel nicht mehr aus, um der Wissenschaft zu geben, was diese zur Realisierung ihrer Vorhaben, auch solcher, die wesentliche Einsichten versprechen, verlangt. Das hat nicht nur etwas mit allgemeiner ökonomischer Knappheit zu tun, sondern auch etwas mit immer höheren Aufwendungen für immer kleinere Schritte, d.h. mit dem Umstand, daß oft um so mehr Mittel eingesetzt werden müssen, je höher der bereits erreichte Forschungsstand ist, um einen weiteren Fortschritt zu erzielen. Man denke dabei nur an den Bau und den Betrieb großer Beschleuniger in der Physik, die Unsummen verschlingen, um etwa weitere Stellen hinter dem Komma von als bedeutsam erachteten Meßgrößen oder Naturkonstanten experimentell zu überprüfen. So hat die Entdeckung des Top-Quarks, des dem Standardmodell der Teilchenphysik nach letzten Quarks, eine Gruppe von 450 Wissenschaftlern aus 35 Instituten ca. 20 Jahre beschäftigt und zig Milliarden verschlungen.

Derartige gewaltige Kosten sind auch der Grund, warum z.B. das Projekt des seit 1983 geplanten, 1991 in Texas zu bauen begonnenen "Superconducting Super Collider" 1993 durch Beschluß des US-Kongresses wieder eingestellt wurde. Sein Bau hätte nach letzter Schätzung mehr als acht Milliarden Dollar verschlungen. Das gleiche Schicksal wurde Plänen zum Bau eines 100-Meter-Spiegelteleskops, ein wenig ironisch und wohl auch in Anspielung auf die Nachtsichtfähigkeiten der Eule (owl) als "Overwhelmingly Large Telescope" bezeichnet, zuteil, dessen Hauptspiegel aus 3048 hexagonalen Segmenten sowie einem Sekundärspiegel mit 216 Segmenten bestehen sollte und dessen Kosten mit über einer Milliarde Euro errechnet wurden. Nun will man sich mit einer kleineren Version, genannt E-ELT (European Extremely Large Telescope), mit einer Öffnung zwischen 30 und 60 Metern zufriedengeben. Bei all dem stellt sich nicht nur ganz generell die Frage nach der Finanzierbarkeit derartiger Forschungsgeräte, sondern auch die Frage nach dem Grenznutzen einer solchen Investition, eine Frage, die auch durch den Hinweis auf Gewährleistung der Forschungsfreiheit nicht beseitigt werden darf. Vielmehr trifft auch auf die

Wissenschaft der allgemeine ökonomische Grundsatz zu, daß sich der Fortschritt selbst begrenzt, wenn seine Kosten schneller wachsen als seine erwarteten Erträge.

Eine andere Begrenzung, der sich auch die Wissenschaft nicht entziehen kann, sind ethische Grenzen. Daß es derartige Grenzen gibt, machen heute vor allem Biologie und Medizin deutlich, z.B. im Bereich von Gentechnik und Reproduktionsmedizin. Ethische Fragen stellen sich hier sowohl im Anwendungsfalle (z.B. beim möglichen Klonen) als auch im Zuge der Forschung selbst (z.B. bei der verbrauchenden Forschung an Embryonen). Die allgemeine ethische Frage ist hier stets die, ob wir auch dürfen, was wir im Zuge des wissenschaftlichen Fortschritts können. Voraussetzung dafür, eine solche Frage zu beantworten, sind wiederum eine universale Ethik, die nach dem Beispiel der Ethik Kants über je spezifische Anwendungsformen (z.B. eine Medizin- und eine Bioethik) die wissenschaftliche Praxis erreicht, und ein wissenschaftliches Ethos, in dessen Realisierung deutlich wird, daß Wissenschaft nicht nur eine besondere Form der Wissensbildung (eben der wissenschaftlichen Wissensbildung) ist, sondern auch das Medium, in dem sich die Vernunftnatur des Menschen auf besondere Weise zum Ausdruck bringt. In diesem Sinne wäre Wissenschaft, nach Aristoteles, eine höchste Form der Praxis⁹ – und als solche, wie alle Praxis, normativ geprägt.

Anders als im Falle der stets auf erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Probleme führenden Frage nach theoretischen Grenzen der Wissensbildung ist die Frage nach ökonomischen und ethischen Grenzen des (wissenschaftlichen) Wissens im Einzelfall konkret und dann auch im Sinne tatsächlicher Grenzen beantwortbar. Im Falle ökonomischer Grenzen handelt es sich um faktische Grenzen (die Ressourcen reichen nicht), im Falle ethischer Grenzen um normative Grenzen (das Sollen bzw. Dürfen begrenzt das Können). Daß auch Fragen nach ökonomischen und ethischen Grenzen dabei nicht immer leicht zu beantworten sind, liegt daran, daß im Falle ökonomischer Grenzen Prioritätsentscheidungen getroffen werden müssen – wofür sollen begrenzte Ressourcen eingesetzt werden, wofür nicht? –, im Falle ethischer Grenzen sogleich ein Streit über die 'richtige' Ethik entbrennt und sich weltanschauliche Dinge in die wissenschaftlichen und ethischen Dinge mischen. Der Mensch ist eben kein perfektes Wesen, nicht nur in erkenntnistheoretischer, sondern auch in ökonomischer und ethischer Hinsicht.

5. Lob der Unvollkommenheit

1804 kündigt Fichte, einer der großen philosophischen Vertreter des Deutschen Idealismus, an, daß er alle Probleme des Wissens, sofern sie die Welt und das Bewußtsein betreffen, gelöst habe: "Der Unterschriebene erbiethet sich zu einem fortgesetzten mündlichen Vortrage der Wissenschaftslehre, d.h. der vollständigen Lösung des Räthsels der Welt und des Bewußtseyns mit mathematischer Evidenz."¹⁰ Weit ist er damit nicht gekommen, wobei das Kuriosum einer derartigen Ankündigung in einer (der Philosophie generell gern unterstellten) Fehleinschätzung der Tragfähigkeit des eigenen Konzepts, nicht in dem deklarierten Ziel philosophischer und wissenschaftlicher Bemühungen liegt. Schließlich läßt sich auch die moderne Forschung von dem Ziel vollständiger Erklärungen leiten, auch wenn diese nicht mehr in einem Kopf, sondern auf den Wegen vieler Köpfe und Disziplinen gesucht werden. Der Suche nach Wissen liegt immer die Idee eines vollständigen Begreifens zugrunde. Wer nur halb verstehen will, versteht gar nichts.

Dem widerspricht auch nicht das fast schon zu einem allgemeinen Kriterium der Wissenschaftlichkeit erhobene Diktum des Wissenschaftstheoretikers Karl Popper, daß Falsifizierbarkeit, also Widerlegbarkeit, nicht Verifizierbarkeit, also Beweisbarkeit, den Pfad der wissenschaftlichen Tugend bestimmen sollte.¹¹ Schließlich wird auch die gleichzeitig empfohlene Methode von Versuch und Irrtum (trial and error) durch ein vernünftiges Interesse an Wahrheit angetrieben. Daß wir uns immer wieder auch in der Wissenschaft irren, spricht eben nicht nur für den Begriff des Irrtums, sondern auch für den Begriff der Wahrheit: Wo es keine Wahrheit, keine Idee der Wahrheit, gibt, gibt es auch keinen Irrtum.

Bezogen auf die Frage nach Grenzen des Wissens bedeutet dies, daß das Wissen stets als unvollkommen bzw. als unvollständig und als irrumsanfällig gelten muß, nicht im Sinne eines Defekts – eine derartige Vorstellung würde ja gerade erreichbare Vollkommenheit bzw. Vollständigkeit voraussetzen –, sondern im Sinne einer prinzipiellen Offenheit – wir können auch wieder sagen: Grenzenlosigkeit – des wissenschaftlichen Wissens. Damit liegt, paradox formuliert, in der (faktischen) Begrenztheit des Wissens, d.h. in seiner Unvollständigkeit und Korrigierbarkeit, seine (prinzipielle) Unbegrenztheit, im Sinne eines unabschließbaren Fortschritts des Wissens, beschlossen.

Und hier sei nun doch noch einmal an unsere Wissenskugel erinnert. Sie schwimmt im All des Nichtwissens und wird beständig größer, womit auch ihre Berührungspunkte mit dem Nichtwissen zunehmen. Dem Wissen, so hatten wir gesagt, sind keine theoretischen Grenzen gesetzt. Oder noch anders, nunmehr auch an das über ökonomische und ethische Grenzen Gesagte erinnernd, formuliert: Grenzen der Wissenschaft sind entweder Irrtumsgrenzen – der wissenschaftliche Verstand wird Opfer seiner selbstverschuldeten Unzulänglichkeiten – oder ökonomische Grenzen – der wissenschaftliche Fortschritt wird unbezahlbar –, oder ethische Grenzen, die immer dann gegeben sind bzw. gesetzt werden müssen, wenn sich der wissenschaftliche Fortschritt, kurz gesagt, gegen den Menschen selbst richtet – sei es in der Anwendung seiner Resultate, sei es im Zuge des forschenden Handelns selbst. In jedem Falle ist jedes Maß der Wissenschaft, auch dasjenige, das ihrem Fortschreiten (im Ökonomischen wie im Ethischen) Grenzen setzt, ein praktisches, kein theoretisches Maß. Irrtümer erweisen sich als normal, Mittel als endlich, Normen als zwingend, ohne daß dies mit unüberwindbaren Eigenschaften des Erkenntnisobjekts oder des erkennenden Verstandes zusammenhinge. Das aber bedeutet: die Wissenschaft – wie auch jedes Wissenwollen überhaupt – hat sehr wohl praktische, aber keine theoretischen Grenzen. Wäre es anders, würde sie entweder (im Falle allgemeiner Begrenztheit) zu einer Episode – irgendwann wären die Grenzen erreicht, ohne daß wir alles wüßten, was wir wissen wollen –, oder (im Falle allgemeiner Grenzenlosigkeit) zu einem Fluch – das Wissenwollen fände nirgendwo sein Befriedigung, und Sisyphos würde zum Symbol der Wissenschaft.

-
- 1) Die Argumentation folgt in Teilen einem früheren Versuch und führt ihn weiter: J. Mittelstraß, Wissen und Grenzen. Philosophische Studien, Frankfurt/Main 2001, 120-137 (3. Gibt es Grenzen des Wissens?).
 - 2) D. Diderot, De l'interpretation de la nature (1754), in: D. Diderot, Œuvres complètes, I-XX, ed. J. Assèzat/M. Tourneux, Paris 1875-1877, II, 11 (dt. in: D. Diderot, Philosophische Schriften, I-II, Berlin 1961, Frankfurt 1967, I, 421).
 - 3) A. Bromley u.a., Physics in Perspective I, Washington D.C. 1972 (National Academy of Science), 80.
 - 4) "Die Welt ist kalt und unpersönlich'. Nobelpreisträger Steven Weinberg über den Traum von der Weltformel", Der Spiegel Nr. 30, 26.7.1999, 192.
 - 5) J. Horgan, The End of Science. Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age, Reading Mass. etc. 1996 (dt. An den Grenzen des Wissens. Siegeszug und Dilemma der Naturwissenschaften, München 1997).
 - 6) Vgl. J. Mittelstraß, Wissen und Grenzen, 125-127.
 - 7) Vgl. N. Rescher, Scientific Progress. A Philosophical Essay on the Economics of Research in Natural Science, Oxford 1978, 6ff. (dt. Wissenschaftlicher Fortschritt. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung, Berlin/New York 1982, 7ff.). Ferner J. D. Barrow, Impossibility. The Limits of Science and the Science of Limits, Oxford 1998, 72ff. (dt. Die Entdeckung des Unmöglichen. Forschung an den Grenzen des Wissens, Heidelberg/Berlin 2001, 115ff.).
 - 8) Vgl. H. G. Schuster, Deterministic Chaos. An Introduction, Weinheim 1984, 2.
 - 9) Aristoteles, Eth. Nic. K7.1177a12ff.
 - 10) J. G. Fichte, Die Wissenschaftslehre. Zweiter Vortrag im Jahre 1804 vom 16. April bis 8. Juni, ed. R. Lauth/J. Widmann, Hamburg 1975, 2.
 - 11) K. R. Popper, Logik der Forschung. Zur Erkenntnistheorie der modernen Naturwissenschaft, Wien 1934, Tübingen ⁹1989, 47-59.