

Auch Klimaforschung
basiert auf der Falsifizierung
von Hypothesen

Wissenschaftliches Wissen und Politik

Carl Friedrich Gethmann

Obwohl der vierte Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) einen weitgehenden Konsens der Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen unterstellt, ist die wissenschaftliche Debatte nicht zur Ruhe gekommen. Der Laie steht den wissenschaftlichen Diskussionen und den sich darauf stützenden politischen Aktionen mit erheblicher Hilflosigkeit gegenüber. Diese beruht einerseits darin, dass die wissenschaftliche Situation offenkundig komplex ist. Die Komplexität kommt schon darin zum Ausdruck, dass sehr viele Disziplinen, die Meteorologie, die Geologie, die Geografie, die Atmosphärenphysik, die extraterrestrische Physik, aber auch die Volkswirtschaftslehre und die Historiografie, an der wissenschaftlichen Auseinandersetzung beteiligt sind. Insbesondere bereitet der starke Anteil der Stochastik (Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik) bei der Bildung der Klimamodelle für wissenschaftliche Laien erhebliche Schwierigkeiten. Hinzu kommt das für den Außenstehenden undurchsichtige Interaktionsverhältnis von Wissenschaft und Politik im IPCC-Prozess. Dazu muss man wissen, dass das IPCC keine wissenschaftliche Einrichtung ist, sondern sich darum bemüht, die Ergebnisse der verschiedenen beteiligten Disziplinen kohärent zusammenzuführen und diesen Konsens dann unter Beteiligung von Politikern der Mitgliedsstaaten der UNO zu einem Gesamtergebnis zusammenzufassen, das wiederum Grundlage der politischen Strategien sein

soll. Der Umstand, dass im Stile von diplomatischen Verhandlungen über die Wahrheit wissenschaftlicher Feststellungen und Prognosen befunden werden soll, erfüllt viele Beobachter mit Misstrauen.

Eine weitere Quelle des Misstrauens sind die Erfahrungen mit früheren Umwelt-Großalarmen. Als Beispiel sei hier die Diskussion um das Waldsterben in den Siebzigerjahren des zwanzigsten Jahrhunderts angeführt. Während zunächst viele Teilnehmer an der Diskussion die durch die Industrie erfolgenden SO₂-Emissionen zur alleinigen oder wenigstens wichtigsten Ursache des Waldsterbens erklärten, unterstellen heute die meisten Wissenschaftler ein multikausales Modell, bei dem nicht nur Umweltschadstoffe, sondern auch Phänomene wie Trockenheit und Grundwasserabsenkungen, schließlich auch Fehlbeforstungen eine Rolle spielen. Im Ausland, insbesondere in Frankreich, wird der Begriff „Waldsterben“ sogar sehr häufig ironisiert und als Beleg einer typisch deutschen Neigung zu dramatischen Übertreibungen angesehen.

Wissen und Handeln

Mit dem vierten Sachstandsbericht des IPCC, der feststellt, dass die Verantwortung des Menschen für die globale Erwärmung mit neunzigprozentiger Wahrscheinlichkeit feststehe, scheinen hinreichend abgesicherte wissenschaftliche Grundlagen vorzuliegen, um weitreichende Aktionen gegen den Klimawan-

del zu begründen. Führende verantwortliche Politiker betonen immer wieder, dass vor dem Hintergrund der erdrückenden Fülle wissenschaftlicher Indizien sofortiger klimapolitischer Handlungsbedarf bestehe. Demgegenüber muss der Wissenschaftstheoretiker die Frage aufwerfen, ob unser Wissen wirklich hinreichend sicher ist, um dezidierte Schlüsse für Aktionen zu rechtfertigen. Die Antwort kann nur negativ sein. Dies nicht deshalb, weil das wissenschaftliche Wissen in diesem besonderen, die globale Erwärmung betreffenden Fall auffällig unzulänglich wäre, sondern weil Menschen niemals über hinreichend gutes Wissen verfügen können, um allein daraus Handeln zu rechtfertigen. Menschliches Handeln hat das Merkmal, irreversibel und in diesem Sinne kategorisch zu sein. Zwar lassen sich Handlungen in dem Sinne bis zu einem gewissen Grade zurücknehmen, wie sich Handlungsfolgen mehr oder weniger ausgleichen lassen. Dennoch gilt, dass eine einmal ausgeführte oder unterlassene Handlung grundsätzlich nicht ungeschehen gemacht werden kann, was man manchmal bedauern und manchmal begrüßen wird. Wissenschaftliches Wissen ist demgegenüber grundsätzlich irrtumsgefährdet und deswegen hypothetisch. Nach den Untersuchungen des Wissenschaftstheoretikers Karl R. Popper ist es nicht die Aufgabe des Wissenschaftlers, seine Hypothesen zu verifizieren, sondern sie zu falsifizieren. Das bedeutet, dass der Wissenschaftler durch sein Berufsethos gehalten ist, ständig an der Widerlegung seiner Hypothesen zu arbeiten, auch wenn er sich „klammheimlich“ freuen darf, falls ihm dies misslingt. Der Wissenschaftler ist in diesem Sinne zur Skepsis verpflichtet, somit auch der Klimaforscher zur Klimaskepsis.

Der von Popper vertretene „Fallibilismus“ hat sich für die empirischen Wissenschaften weitgehend durchgesetzt.

Das Standardmodell der wissenschaftlichen Wissensbildung besteht danach in folgendem Dreischritt: Zunächst bildet der Wissenschaftler Hypothesen (woher er diese auch immer nehmen mag), leitet sodann aus diesen Prognosen ab, die er anschließend einem Test unterwirft. Werden durch diesen Test die Prognosen nicht falsifiziert, dann darf er seine Hypothese als vorläufig bestätigt betrachten, allerdings kann es nie zu einer endgültigen Bestätigung kommen. Auch dieses Standardmodell, so trivial es klingt, hat eine Reihe interner Probleme und ist in vielen Grenzfällen der Forschung mit Operationalisierungsfragen belastet.

Der Politiker dagegen darf kein Fallibilist sein. Er kann nicht Handlungshypothesen aufstellen, aus diesen einzelne Handlungen ableiten (zum Beispiel durch Gesetzgebung), um dann zu versuchen, diese Gesetze als unzweckmäßig zu falsifizieren. Diese Strategie wäre nur unter Durchführung von mehr oder weniger großflächigen Humanexperimenten zu verwirklichen, was sich aus ethischen Gründen verbietet. Popper empfiehlt deswegen dem Politiker das *Piece-meal Engineering*, also das in kleinen Schritten tastende Vorwärtsschreiten.

Der Unterschied zwischen Wissen und Handeln lässt sich in Kürze dahingehend zusammenfassen, dass das Wissen immer hypothetisch, das Handeln aber kategorisch ist. Es ist daher ein strukturell grundsätzliches Problem, wenn Politiker versuchen, ihr Handeln auf wissenschaftliche Erkenntnisse zu stützen. Grob gesagt, scheinen die Prinzipien des Wissens nicht so recht zu den Bedürfnissen des Handelns zu passen. Der Politiker bräuchte apodiktisches Wissen, hat aber nur hypothetisches zur Verfügung. Während somit der Wissenschaftler in der Tat sagen kann: „Sorry, das galt gestern, aber seit heute wissen wir es besser“, muss der Politiker (wie jeder handelnde Mensch) daran interessiert sein, sein Handeln auf

der Basis relativ stabiler Informationen zu vollziehen. Vor allem in der Politik ist dies unverzichtbar, da man ja Gesetze nicht täglich gemäß dem sich fortentwickelnden Wissensstand nachtrieren kann. Eine weitreichende Folge dieses Sachverhalts ist, dass die Wissenschaft dem politisch Handelnden zwar jeweils sagen kann, was der Stand des Wissens ist, aber nicht erwarten kann, dass die Politik diese Auskunft als einzige Basis für das politische Handeln ansieht.

Primäre und sekundäre Erfahrung

Hinsichtlich des Fallibilismus ist zwischen primärer und sekundärer Erfahrung zu unterscheiden. Ein Bauer, der seine Scheune brennen sieht, wird sich nicht zunächst daranmachen, seine Wahrnehmung so lange Tests zu unterziehen, bis er einen gewissen Grad von Bestätigung gewonnen hat. Seine Wahrnehmung führt zu unmittelbarem Handeln. In diesen Fällen kann man von primärer Erfahrung sprechen. In der modernen Wissenschaft, besonders auch im Feld der Klimaforschung, verfügt die Wissenschaft jedoch nur über relativ wenig primäre Erfahrung. Schon einfache Erfahrungsgegebenheiten wie ionisierende Strahlung nehmen Menschen nicht primär wahr, sondern sie lassen sich dieses Phänomen durch das Knattern eines Geigerzählers manifestieren. In solchen Fällen kann man von sekundärer Erfahrung sprechen. Schon der klassische Experimentalwissenschaftler verallgemeinert die Erkenntnisse, die er aus Experimenten gewinnt, unter Zuhilfenahme von theoretischen Hypothesen zu sogenannten Naturgesetzen, obwohl er nie alle Instanzen einzeln überprüft hat. Wissenschaftliche Erkenntnis beruht sehr weitgehend auf Theorien und Modellen und in nur geringem Umfang auf primärer Erfahrung. Im Feld der Klimaforschung liegt also keine kognitive Sondersituation vor, auch hier bestehen die

Erkenntnisse und Prognosen aus sekundärer Erfahrung, die mithilfe von Modellen erzeugt wird.

Modelle sind hochkomplexe mathematische Gebilde, die gebraucht werden, um von vielen Einzelbeobachtungen aus ganz unterschiedlichen Erkenntnisquellen zu kohärenten Verallgemeinerungen zu gelangen. So wie die Informationen als Indizien bei der Überführung eines Verbrechens zusammenfließen, so müssen die Informationen in einer einheitlichen Theorie zusammengefasst werden. Dabei reichen endlich viele Informationen grundsätzlich nicht aus, um beispielsweise ein Naturgesetz zu verifizieren. Eine Theorie weist daher immer einen problematischen Überschuss über die Summe aller primären Erfahrung aus. Das Überprüfen von Hypothesen im Rahmen von Theorien ist in vielen Fällen allerdings eine prekäre Aufgabe. Häufig lässt sich ein direktes Testen von Prognosen aus unterschiedlichen Gründen nicht durchführen. Theorien über den Urknall, über ferne Regionen des Weltalls, über ferne Zukünfte lassen sich nicht direkt testen. Aber auch viele Alltagsphänomene sind in Bezug auf die wissenschaftliche Theoriebildung überkomplex. Eine Prognose über das Fallen eines Blattes vom Baum kann aus systematischen Gründen immer nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage sein. Wahrscheinlichkeitsaussagen jedoch lassen sich nie durch singuläre primäre Erfahrung überprüfen, weil eine Wahrscheinlichkeitsaussage logisch zwingend das Eintreten eines Gegenbeispiels nicht ausschließt. Modelle, die den Klimawandel darstellen, oder Forschungsunternehmungen wie die Erdsystemforschung erheben daher Erkenntnisansprüche, die nur sehr indirekt und auch nur im Rahmen der Logik von Wahrscheinlichkeitsaussagen überprüft werden können. In Bezug auf Klimamodelle ist im Einzelnen zu bemerken:

- Wetterbeobachtungen, die primäre Erfahrungen sammeln, werden in den Industriestaaten erst seit circa einhundertfünfzig Jahren systematisch durchgeführt und dokumentiert. Sie betreffen nur bestimmte Weltregionen und lassen andere weitgehend oder sogar vollständig aus. Besonders problematisch sind in diesem Zusammenhang die Arktis, die Antarktis und die selten befahrenen Ozeane. Mit Bezug auf den anthropogenen Anteil der globalen Erwärmung ist zudem zu bedenken, dass es keine direkten Wetterbeobachtungen für Zeiträume gibt, in denen der Mensch nur wenig Klimagase erzeugt. Somit fehlt für den Test die Möglichkeit des direkten Vergleichs.
- Berichte aus historischer Zeit zeigen einen nicht unerheblichen Klimawandel, das heißt einen Wechsel von Warm- und Kaltzeiten, der kaum anthropogene Ursachen gehabt haben dürfte.
- Für vorhistorische Zeiträume stehen den Wissenschaftlern Analysen aus Baumringen, aus Eis- und Erdbohrkernen sowie Tiefseesedimenten oder aus Stalagmiten-Stalaktiten-Untersuchungen zur Verfügung. Hierbei ist zu bedenken, dass die Interpretation der Daten selbst theorieabhängig ist und die Resultate der Forschung in nicht unerheblichem Umfang Kohärenzprobleme aufwerfen.
- Modelle sind mathematische Formalismen, die erlauben, eine sehr große Zahl von Eingabedaten kohärent miteinander zu verbinden, um daraus Prognosen herzuleiten. Dabei hängen die Modelle in unterschiedlichem Maße von unsicheren, unvollständigen oder fehlerhaften Eingaben ab. In ungünstigen Konstellationen können kleine Fehler bei der Eingabe durchaus große Fehler bei der Ausgabe, der Prognose, erzeugen.
- Zu den Problemen, prognosefähige, zuverlässige Theorien zu formulieren,

tragen unsichere Datengrundlagen hinsichtlich der Entwicklung des Erdsystems und beispielsweise der Sonnenaktivität bei. Ferner gibt es erhebliche Modellierungsprobleme zum Beispiel bezüglich der Wolkenbildung.

- Die Annahme einer Durchschnittstemperatur als allgemeine Bezugsgröße ist mit nicht unerheblichen messpragmatischen und -theoretischen Problemen verbunden. Die Angabe einer Durchschnittstemperatur verdankt sich keineswegs allein Messresultaten, die primärer Erfahrung zugeordnet werden können, sondern es gehen bereits erhebliche Schlussfolgerungen in sie ein, die aus Modellen gewonnen sind. Für die konkrete Handlungsebene sind Mitteltemperaturen kaum relevant.

Die genannten Schwierigkeiten haben zur Folge, dass es bezüglich vieler Probleme weiterhin Diskussionen unter den Forschern gibt. So wird angeblich in letzter Zeit festgestellt, dass die Wachstumskurve der Erderwärmung aktuell in eine Sattelphase tritt. Deren Interpretation ist durchaus ambivalent. Forscher diskutieren, ob die globale Erwärmung nicht – wie vorausgesagt – zu einer Häufung tropischer Wirbelstürme führt, sondern eher zu einer Verringerung (möglicherweise bei Verstärkung ihrer Intensität). Schließlich wird über Kontereffekte diskutiert wie denjenigen, dass die Erwärmung mittelbar im Bereich der Entstehung des Golfstroms zu einer erheblichen Abkühlung führt, sodass der Golfstrom zum Erliegen kommen könnte. Die Dynamik des Golfstroms und seiner Einflussparameter ist bisher nicht ausreichend verstanden, sodass der IPCC-Bericht auch keine Prognosen für Nordeuropa wagt. Diese wenigen Hinweise mögen genügen, um zu illustrieren, dass das Erstellen von Klimaprognosen von erheblichen kognitiven Risiken begleitet ist. Damit soll nicht unterstellt werden, dass die Klimaforscher schlechte Arbeit leisten

oder durch Vorurteile getrieben sind. Vielmehr handelt es sich um grundsätzliche Schwierigkeiten der Theorie- und Modellbildung bei hochkomplexen Phänomenen.

Eine besondere Schwierigkeit stellt die Aufgabe dar, bezüglich der vorausgesagten globalen Erwärmung zwischen natürlichen Prozessen und dem vom Menschen zu verantwortenden (anthropogenen) Faktor zu unterscheiden. Die Aussage des vierten Sachstandsberichts des IPCC, der anthropogene Anteil stehe mit neunzigprozentiger Wahrscheinlichkeit fest, ist aus verschiedener Rücksicht problematisch. Zunächst lässt diese Aussage offen, wie hoch der anthropogene Anteil ist, der mit neunzigprozentiger Wahrscheinlichkeit feststeht. Für die politische Strategie wäre aber gerade die Bestimmung dieses Anteils äußerst wichtig. Wäre er sehr klein, würde sich eine tief eingreifende politische Intervention gar nicht lohnen, wäre er dagegen sehr groß, hätten politische Interventionen nur relativ unbedeutende Effekte. Aber auch wenn der anthropogene Anteil so groß und so klein wäre, dass eine politische Strategie gegen die globale Erwärmung vernünftig wäre, irritiert die Feststellung, dass dieser anthropogene Faktor mit neunzigprozentiger Wahrscheinlichkeit feststehe. Es handelt sich um eine Wahrscheinlichkeitsaussage zweiter Ordnung. Die zehnprozentige Wahrscheinlichkeit einer Fehlprognose ist für politische Maßnahmen von erheblicher Eingriffstiefe und für das soziale und individuelle Leben durchaus von großer Bedeutung.

Angesichts der dargestellten Probleme der Bewältigung einer möglicherweise eintretenden globalen Erwärmung hat die politische Strategie zwei Fehler zu vermeiden. Der erste Fehler bestünde darin, aus Wissensskepsis in eine politische Lethargie zu verfallen und gar nichts zu tun. Der zweite Fehler bestünde darin,

aus Entsetzen über die Zukunftsszenarien mancher Klimaforscher in einen hysterischen Aktionismus auszubrechen. Die richtige Strategie ist diejenige, die in der Theorie der politischen Strategie als „Inkrementalismus“ bezeichnet wird. Sie stimmt mit dem überein, was Popper als *Piecemeal Engineering* bezeichnet hat und im Deutschen manchmal als „Stückwerktechnik“ angesprochen wird. Damit ist ein Verfahren gemeint, das tastend und schrittweise vorgeht, das jeweils, angepasst an den augenblicklichen Wissensstand, weitere Maßnahmen ergreift und so angelegt ist, dass große vorsorgliche Interventionen möglichst weitgehend und möglichst lange reversibel gehalten werden. Große Investitionen in sehr aufwendige Vorsorgemaßnahmen, beispielsweise die Verlegung von Flussläufen, die Umsiedlung von größeren Bevölkerungsteilen, weitgehende Vermögensengriffe und Beschränkungen von Menschenrechten wie dem Recht auf Mobilität, sollten nur unter sehr strengen Kriterien ins Auge gefasst werden. Unser Wissen ist immer noch zu schlecht, um zuverlässige Prognosen insbesondere in fernere Zukünfte hinein zu fundieren. Es ist jedoch gut genug, damit wir uns für weitgehende Interventionen in naher und ferner Zukunft rüsten.

Schließlich ergibt sich aus der gesamten Debatte ein Forschungsappell. Es ist weiter in die Klimaforschung in ihren unterschiedlichen disziplinären Zweigen zu investieren, damit die Wissensfundamente besser und auf dieser Basis sicherer werden. Allerdings wird auch verbessertes Wissen niemals ausreichen, die Klimazukunft „sicher“ zu modellieren. Menschliches Leben wird immer Leben unter den Bedingungen der Ungewissheit und der Unsicherheit bleiben.

Der Beitrag ist die überarbeitete Fassung von „Klimaforschung und Politik“, in: Forum des Instituts der Deutschen Wirtschaft Nr. 20 (2. Oktober 2008).