

Karl-Heinz Bernhardt

Thesen zur Klimadebatte

Die nachstehenden Thesen – erstmals als Beilage zur „Berliner Wetterkarte“ vom 13. August 2009 veröffentlicht und später auch auf der Homepage der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin zur Diskussion gestellt – sind in den Tagen nach Abschluss der Klimakonferenz von Cancún unverändert aktuell. Gegen Ende eines Jahrzehnts, das die seit Beginn der weltweiten instrumentellen Beobachtungen höchste globale Mitteltemperatur an der Erdoberfläche aufweist und das zugleich das fünfte Jahrzehnt in einer ununterbrochenen Folge steigender Dezennienmittelwerte darstellt, haben die Vertreter von 194 Staaten als Ursache der gegenwärtigen Erwärmung die anthropogene Emission von Treibhausgasen als „sehr wahrscheinlich“ ausgemacht und als Zielstellung die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 2 bzw. 1,5 K formuliert.

Die Notwendigkeit, die derzeitige Erwärmung durch Verminderung des anthropogenen Anteils am Klimawandel zumindest zu verlangsamen bzw. abzuschwächen und andererseits die schädlichen Auswirkungen unvermeidlichen weiteren Wandels zu mildern sowie auch mögliche positive Effekte nutzbar zu machen, bedeutet eine Herausforderung an nahezu alle Disziplinen von Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften sowie an deren inter- und transdisziplinäres Zusammenwirken. Erinnert sei nur an die im Rahmen des Leibniz-Instituts für interdisziplinäre Studien (LIFIS) bzw. der Leibniz-Sozietät erörterten Probleme einer neuen Energie- und Stoffwirtschaft im Solarzeitalter bzw. einer sicheren Energie- und Rohstoffversorgung, die neben physikalischen, chemischen und montanwissenschaftlichen, technischen und technologischen auch eine Fülle beispielsweise ökonomischer, politischer, medizinischer, philosophischer, ethischer und psychologischer (darunter Akzeptanz-)Aspekte aufweisen. Ähnliches ließe sich für Land- und Forstwirtschaft, Städtebau und Landschaftsgestaltung, Gesundheitswesen, Verkehr und Touristik in einer Zeit forciert Klimaänderungen ausführen, die – wie in der Vergangenheit – auch ihre Widerspiegelung in Literatur und bildender Kunst finden.

Mit den folgenden 11 Thesen und der angegebenen weiterführenden Literatur sollen einige Aspekte der Klimadiskussion berührt werden, die angesichts einiger markanter Witterungsereignisse des vergangenen Jahres und deren tiefgreifenden Auswirkungen – so in Mittel-, Ost- und anderen Teilen Europas, in Pakistan und auf dem amerikanischen Kontinent – wieder verstärkt geführt wird. Dabei zutage tretende Missverständnisse, wie mit Blick auf die Beziehungen zwischen Wetter und Klima, zwischen Klimaänderungen globalen, regionalen und lokalen Maßstabes in unterschiedlichen Zeitbereichen oder zum Verhältnis von natürlichen und anthropogenen Einflussfaktoren im hochkomplexen Klimasystem können zu Verunsicherung, zu Vertrauensverlust gegenüber wissenschaftlichen Aussagen und zu unkritischem Verhalten gegenüber scheinbar einleuchtenden, aber wissenschaftlich nicht begründeten Behauptungen führen. Dies zu verhindern und zu interdisziplinärem Diskurs anzuregen, ist das Anliegen dieses Beitrages.

1.

Das Klima ist die statistische Gesamtheit atmosphärischer Zustände und Prozesse in ihrer raumzeitlichen Verteilung („Synthese des Wetters“, WMO Vocabulary). Sein Status wird durch die Komponenten des Klimasystems bestimmt, zu dem neben der Atmosphäre selbst die Hydrosphäre, die Kryosphäre, die Pedo- bzw. die Lithosphäre und die Biosphäre einschließlich der Technosphäre (oder Noosphäre) gehören und das gegenüber dem Weltraum offen ist.

2.

Das Klimasystem ist ein hochgradig nichtlineares komplexes dynamisches System mit zahlreichen positiven und negativen Rückkoppelungsmechanismen, die eine hohe Empfindlichkeit gegenüber externen Anregungen (veränderlicher solarer Strahlungsfluß, wechselnde Vulkanstaubtrübung, anthropogene Partikel- und Spurengasemission) bedingen, aber auch vielfältige interne Schwankungen hervorbringen. Dies hat Klimaschwankungen in allen Zeitbereichen – von Megajahren bis herab zu Jahrzehnten und Jahren – zur Folge, so daß der ständige Wandel die „Daseinsweise“ des Klimas ist.

3.

Wahrscheinlich existierende multiple Gleichgewichtszustände, kritische Schranken und „Kipp-Punkte“ bzw. – Elemente begünstigen abrupte globale Klimaänderungen regionalen bis globalen Maßstabes, wie sie zumindest für das seit etwa 2,5 Megajahren andauernde pleistozäne Eiszeitalter vielfach nachgewiesen, seit etwa 11.000 Jahren – d.h. seit dem Ende der Altsteinzeit – aber im globalen Maßstab nicht mehr aufgetreten sind.

4.

Klimaänderungen sind auf Grund längerer (über Jahrzehnte fortgeführter) homogener Datenreihen erst im nachhinein feststellbar, wobei in der Klimadiagnostik entsprechende statistische Testverfahren unter Beachtung von Autokorrelationen („Erhaltungsneigung“) erweisen müssen, ob die untersuchten Parameter für die betrachtete Beobachtungsperiode („Stichprobe“) einer anderen statistischen Gesamtheit („Grundgesamtheit“), d.h. einem anderen Klimaregime entstammen als die gleichen Parameter für eine vorangegangene Vergleichsperiode. Das gilt gleichermaßen für Mittelwerte, Häufigkeiten und andere statistische Parameter, insbesondere auch für Extremwerte und -ereignisse, die integrierender Bestandteil eines jeden Klimaregimes sind und deren Auftreten, für sich genommen, nichts über eine Klimaänderung aussagt.

5.

Wetter, Klima und Klimaänderungen an einem gegebenen Ort werden durch das Zusammenwirken ortsgebundener (Beschaffenheit der Unterlage, Strahlungs- und turbulente Flüsse) und zirkulationsbedingter Faktoren (Advektion) bedingt. Dabei werden Abweichungen vom durchschnittlichen Witterungsverlauf und extreme Ereignisse („Anomalien“) wie auch die Verschiebung von Klimazonen, namentlich in mittleren und höheren geographischen Breiten, hauptsächlich von der Zirkulation der Atmosphäre und deren Schwankungen geprägt und verlaufen daher in der Regel regional gegenläufig.

6.

Demgegenüber wird gegenwärtig – in der Spätphase einer schon etwa 11.000 Jahre währenden Warmzeit (Interglazial) und im Anschluß an eine wenige Jahrhunderte umspannende kältere Epoche („Kleine Eiszeit“) – an der Erdoberfläche eine globale, wenn auch regional unterschiedliche

und schubweise verlaufende Erwärmung beobachtet, die im vergangenen Jahrhundert laut IPCC weltweit ca. 0,74 (0,56...0,92) K, in Mitteleuropa aber mehr als 1 K betragen hat. Vornehmlich durch Zirkulationsänderungen bedingte regionale Klimaänderungen können nach Betrag und Vorzeichen deutlich vom globalen Muster abweichen. Auf Grund der Komplexität des Klimasystems und seiner vielfältigen internen Wechselwirkungen, die monokausale Zusammenhänge in der Regel ausschließen, reichen einfache Plausibilitätsbetrachtungen im allgemeinen nicht aus, um Veränderungen des Zirkulationsregimes und damit zusammenhängende Besonderheiten des regionalen Klimawandels schlüssig zu erklären.

7.

Anthropogene Einflüsse auf das Klimasystem werden durch Veränderungen der Erdoberfläche (Landnutzung), Eingriffe in den (Spuren)Stoffhaushalt oder in die Energiebilanz (z.B. Abwärme) der Atmosphäre und andere Komponenten des Klimasystems bewirkt. Sie umfassen schon seit Jahrhunderten den mikro-, lokal- und regionalklimatischen Bereich (Beispiele: Frostschutz - Stadtklima - Rodung, Bewässerung u.ä.), betreffen aber mit der Einwirkung auf globale Stoffbilanzen (Aerosole, Kohlendioxid, Methan und andere atmosphärische Spurengase) spätestens seit der industriellen Revolution auch das globale Klima.

8.

Der gegenwärtige wie der künftige Klimawandel vollzieht sich daher unter dem gemeinsamen Einfluß natürlicher (solarer Strahlungsfluß, Vulkanstaub) und anthropogener Faktoren (Aerosol- und „Treibhaus“gasemission, Landnutzung); menschliche Gesellschaft und (globales) Klimasystem entwickeln sich damit erstmals in interaktiver Wechselwirkung. Auf Grund der in den Thesen 2 und 5 umrissenen Eigenschaften des Klimasystems ist die Rolle systeminterner Schwankungen einerseits und der genannten externen (natürlichen und/oder anthropogenen) Antriebe andererseits für die Klimaänderungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft im Regelfall nur unter Verwendung zuverlässigen Datenmaterials und hochleistungsfähiger Simulationsmodelle und nicht durch simple additive Verknüpfung einzelner Effekte abzuklären.

9.

Der Simulation des gegenwärtigen und (in Gestalt von „Szenarien“ oder „Projektionen“) des künftigen Klimas dienen derzeit hochentwickelte Modelle der atmosphärisch-ozeanischen Zirkulation (GCMs). Während die numerische Integration der entsprechenden Modellgleichungen über kurze Zeiträume (bis zu mehreren Tagen) eine Wettervorhersage – die Berechnung eines künftigen Zustandes der Atmosphäre aus der Kenntnis des Anfangszustandes – gestattet, liefern Langzeitintegrationen aus bekannten Gründen (Chaoscharakter der atmosphärischen Bewegungen) keine verwertbaren Informationen über einzelne atmosphärische Zustände zu bestimmten Zeitpunkten, wohl aber über deren statistische Verteilung – eben das Klima. Belegen die tagtäglich verifizierbaren Ergebnisse der Wetterprognose ebenso wie die befriedigende Simulation des derzeitigen Klimaregimes die prinzipielle Richtigkeit der zugrundeliegenden Modelle einschließlich ihrer einzelnen Module, so erheben die Modelle zur Zeit keinen Anspruch auf deterministische Vorhersagbarkeit des Witterungscharakters einzelner Jahre, dessen Analyse folglich nicht als Argument gegen Aussagen zur längerfristigen Klimaentwicklung gebraucht werden sollte.

10.

Prognostische Aussagen über das künftige Klima im Zeitbereich von Jahrzehnten bis zu wenigen Jahrhunderten liegen für unterschiedliche Szenarien künftiger Wirtschafts- und Bevölkerungsent-

wicklung, Energiegewinnung und Ressourcennutzung vor. Abgesehen von der Ungewißheit hinsichtlich der in Zukunft tatsächlich realisierten Entwicklungspfade, sind auch die Klimasimulationen selbst mit Unsicherheiten behaftet. Diese liegen in der notwendigen Modellierung noch unzureichend erforschter Prozesse im Klimasystem (z.B. Aerosol-Wolken-Strahlungs- und troposphärisch-stratosphärische Wechselwirkung, Abschmelzvorgänge kontinentaler Eisschilde und des Meereises), in Problemen der Modellvalidierung (für vergangene und für vorausberechnete künftige Klimaregime), in der möglichen Reaktion systeminterner Prozeßabläufe (natürlicher Kohlendioxidzyklus, Methanfreisetzung) auf eintretende Klimaänderungen, ferner in möglichen Einflüssen ungenügend vorhersagbarer äußerer Faktoren (solare Wellen- und Partikelstrahlung, eruptive Vulkanausbrüche u.a.) auf die künftige Klimaentwicklung und letztlich auch in Grundproblemen der Vorhersagbarkeit komplexer dynamischer Systeme begründet.

11.

Die nicht zu unterschätzenden Unsicherheiten der Klimaprognose berühren nicht die Notwendigkeit einer sinnvollen Doppelstrategie von Vermeidung und Anpassung. Die infolge anthropogener Einwirkung derzeit bei weitem höchste und noch weiter anwachsende atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid und Methan seit mindestens 800.000 Jahren stellt auf Grund ihrer Auswirkungen auf den (langwelligen) Strahlungshaushalt einen klimaverändernden Faktor dar, der selbst dann langfristig wirksam bliebe, wenn die jetzige weltweite Erwärmung zeitweilig zum Stillstand käme oder, wie im 20. Jahrhundert geschehen, vorübergehend rückläufig würde. „Das Unbeherrschbare vermeiden, das Unvermeidbare beherrschen“ erscheint angesichts Bevölkerungswachstum und -konzentration in gegenüber Klimaveränderungen hochsensiblen Regionen, weltweiter Verteilungskämpfe um begrenzte Ressourcen, schärfster sozialer Gegensätze und politischer Rivalitäten unumgänglich. Das „Unbeherrschbare“ könnte mit einem Abdriften des Klimasystems in Bereiche verknüpft sein, für die es in der jüngeren geologischen Vergangenheit keine Analoga gibt – verbunden vielleicht mit dem Erreichen eines „Kipp-Punktes“ und dem Eintritt einer abrupten Klimaänderung globalen Maßstabes.

Literatur

Bernhardt, K.-H.: „Dialektik des Klimas“, Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, Band 102 (2009), S. 123-157;
www.leibniz-sozietat.de/archiv%20sb/102/08_bernhardt.pdf

[14.12.10]

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Karl-Heinz Bernhardt
Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin
Platz der Vereinten Nationen 3
D – 10249 Berlin
ha.kh.bernhardt@gmx.de