

Theodizee –Das Klimaproblem und unsere Verantwortung – Gedanken zum Bericht der Präsidentin auf dem Leibniz–Tag 2022

Werner Ebeling¹ und Lutz-Günther Fleischer

Mit seiner Theodizee hat unser Gründervater Leibniz einen Rahmen für die Diskussion der Verantwortung der Wissenschaften für eine bessere Welt gegeben, wie unsere Präsidentin, Gerda Haßler, ausführte. Die Wahrnehmung dieser Verantwortung ist sicher spezifisch für die einzelnen Wissenschaftszweige, dennoch fundamental.

Leibniz unterscheidet kanonisch drei Klassen des Übels: malum morale (das moralische Übel), malum physicum (das natürliche/physikalische Übel) und das malum metaphysicum. (das metaphysische Übel). Wir diskutieren hier das malum physicum aus unserer Sicht.

Was fällt dem Physiker und interdisziplinär arbeitenden Natur- und Technikwissenschaftler dazu ein?

Wir sehen bei einer Entdeckung oder Erfindung die Verantwortung der Wissenschaftler primär darin, die absehbaren Folgen verschiedener Anwendungen (aber auch der bewussten Nichtnutzung des Möglichen) zu diskutieren und abzuwägen. Hinsichtlich drängender globaler Fragen, wie dem essentiellen Klimawandel, bedeutet das, möglichst effiziente Maßnahmen aus einem hochkomplexen Möglichkeitsfeld zu erkunden und wohl begründet vorzuschlagen. Entscheidungen darüber sind dann wesensgemäß gesamtgesellschaftliche Aufgaben und Gegenstand der – hoffentlich nachhaltigen – Politik.

Nachdem in der Mitte des 20. Jahrhundert die Energie der Kernspaltung eine erste militärische Nutzung fand, ist sehr viel dazu gesagt worden. Das führte bis zur Behauptung, dass die Hauptverantwortung für Hiroshima und Nagasaki bei Einstein, Hahn und Meitner läge, Das geht nachweisbar zu weit und negiert historische Sachverhalte. Die Frage nach der Rolle von Kernkraftwerken für eine CO₂-freie Energiewirtschaft hingegen scheint international gesehen, offen zu sein.

Im Bericht der Präsidentin wird angesprochen, dass uns das Problem der Entwicklung des Weltklimas besonders herausfordert. Dazu haben wir folgende Überlegungen. Man hört häufig in Funk, sieht im Fernsehen und liest in der Presse: „Die Wissenschaft sagt, oder die Wissenschaft ist sich einig“. Da handelt es sich wohl eher um ein Missverständnis über das Wesen der Wissenschaft. Wissenschaft entsteht in der Diskussion und im einfallsreichen Streit mit Argumenten. Das Richtige setzt sich häufig erst in einem längeren Findungsprozess durch, es kann nicht mittels Abstimmung gefunden werden. Hätte man im ersten Jahrzehnt nach Einsteins neuen Theorien darüber abgestimmt, wäre Einstein der Verlierer. Wissenschaft ist immer ein Spektrum von Meinungen und „die Wissenschaft“ gibt es nicht, sie entwickelt sich ständig weiter. Als Prozess stellt sich die Wissenschaft – neben neuen Problemen – fortgesetzt, verallgemeinernde und vertiefende Fragen. Wissenschaft prüft mit verbesserten experimentellen Methoden und Instrumentarien, mit modellgestützten Simulationen sowie (in der Regel komplexeren) theoretischen Ansätzen und präzisiert ihre stets interimistisch bleibenden Antworten.

¹ Anstelle einer Dankesrede anlässlich der Verleihung der Jablonski - Medaille

Als Leibnizianer fragen wir uns natürlich: Was hätten die großen Denker in der Vorgänger-Akademie, wie Helmholtz, Clausius, Nernst, Hertz, Einstein und Prigogine zur Klimakrise gesagt? Mit Sicherheit hätten sie empfohlen, grundsätzlich heranzugehen und die entscheidenden Bilanzen zu prüfen. Sie sahen sich dem Grundsatz verpflichtet, die Naturgesetze vor den Marktgesetzen zu respektieren. Der erste Hauptsatz der allgemeingültigen Physik besagt, dass Energie weder erschaffen noch vernichtet werden kann. In Bezug auf das Klima heißt das, die von der Sonne am oberen Rand der Atmosphäre empfangene Strahlungsenergie von etwa 340 Watt pro Quadratmeter ist die entscheidende Determinante unserer Energiebilanz. Die ebenso wichtige Entropiebilanz, die aus den Temperaturen von Erde und Weltraum resultiert, weist an der Erdoberfläche den Betrag von 1 Watt pro Quadratmeter und Kelvin aus.

Die Energie- und Entropiebilanzen (oder in Einem, der Exergiebilanzen, d.h. der im Bezug auf die Umgebungstemperatur arbeitsfähigen Energie) sind die Determinanten der Evolution unseres Planeten. Aber für die Menschheit bedeuten die Bilanzen der Stoff-Flüsse ebenso wichtige Determinanten. Zentral wirken die Bilanzen von Sauerstoff und Kohlenstoff, die in der Erdgeschichte zwischen der Atmosphäre und der Kruste mehrfach umgeformt und hin- und her geflossen sind. Vor Jahrmilliarden waren beide Elemente als CO₂ gebunden in einer reduzierenden Atmosphäre vorhanden. Dann erst ‚erfand‘ die Evolution primitive Lebewesen und später die Pflanzen, welche die Photosynthese beherrschten, die mit Hilfe des Sonnenlichtes CO₂ spalten konnten und in langer Zeit die heutige Atmosphäre mit freiem Sauerstoff schufen. Der pflanzlich fixierte Kohlenstoff wurde letztendlich (zum Teil) in riesigen Lagerstätten von Kohle und fossilen Kohlewasserstoffen in der Erdrinde als Vermögensenergie geparkt. Nunmehr fungiert die Solarstrahlung mit ihrer niedrigen Entropie – primär und sekundär genutzt – zunehmend als Quelle für die zukunftsbestimmenden Einkommensenergien (EE).

Diese Skizze macht deutlich: Die Klimaentwicklung ist im Wesen ein Problem der Thermodynamik, d.h. der Energie-, Entropie- und Stoffbilanzen. Es handelt es sich von den physikalischen Grundlagen her um Probleme der Thermodynamik irreversibler Prozesse (TIP). Da beide Verfasser einen Background in dieser Wissenschaft haben, erlauben wir uns (mit einem dezidierten Anspruch auf Unvollständigkeit und der Aufforderung zur kollegialen Ergänzung), einige Gedanken aus den naturgemäß dynamischen Flussbilanzen abzuleiten.

Eines der ersten guten Klimamodelle begründet auf Flussbilanzen stammt von Heinrich Hertz (1854–1897). Aus der Sicht der TIP ist die Klimaentwicklung ein Input-Output-Problem mit Ein- und Ausstrom von Strahlungsenergie und den In- und Aus-Flüssen der Stoffe, insbesondere von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, in den oberflächennahen Schichten unseres Planeten. Die CO₂ Menge steigt, wenn mehr freies CO₂ produziert als gebunden wird und die Temperaturentwicklung ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ursächlich damit korreliert. Die Uratmosphäre bestand in der In der frühen Erdgeschichte zu etwa 90 Prozent aus Wasserdampf und CO₂, es war kein freier Sauerstoff vorhanden. In den folgenden Jahrmilliarden wurde das Kohlendioxid teilweise in Kalkgesteinen gebunden und nach der Erfindung der Photosynthese durch die Pflanzen unter Freisetzung von Sauerstoff in Form von Holz und schließlich Lagerstätten von Kohle, Erdöl und Erdgas gebunden. Die Stoffbilanz wurde zugunsten von in der Erdrinde gebundenem Kohlenstoff und freiem Sauerstoff in der Atmosphäre verschoben.

Von diesen unbestrittenen erdhistorischen Fakten ausgehend, halten wir es für Erfolg verheißend, die kooperativen Anstrengungen nicht so einseitig gewichtet auf die Verringerung von CO₂-Emissionen z.B. über regulative Sparmaßnahmen, sondern die Forschung und Entwicklung mindestens ebenso intensiv auf die Steigerung der Mengen von physikalisch und chemisch zu bindenden CO₂ auszurichten. Das bedeutet – ergänzend zur sicheren CO₂-Abscheidung und -Speicherung in ausgewählten Erdschichten –, die Forschung auf Grundstoff-Synthesen mit CO₂-Reaktanden sowie industrielle CO₂-Kreisläufe zu orientieren. In Einem heißt das, den Schadstoff CO₂ zu einem innovativen Rohstoff zu transferieren.

Als „Muster“ sollte auch das Deutsch-norwegische Wasserstoffprojekt H2GE dienen. Der deutsche Gaskonzern VNG plant gemeinsam mit dem, wegweisende Technologien entwickelnden norwegischen Energieunternehmen Equinor den Bau und Betrieb einer Anlage zur großtechnischen Erzeugung CO₂-armen Wasserstoffs in Rostock. Mit einer jährlichen Wasserstoff-Produktionskapazität zunächst bis zu 230.000 Tonnen (8 bis 9 TWh), entspräche das etwa 20 % der Mengen des aktuellen Wasserstoffmarktes in Deutschland. Die Zielleistung beträgt 1,3 Gigawatt. Gemeinsam mit Equinor – Europas zweitgrößtem Gaslieferanten und erstem Betreiber eines schwimmenden Windparks auf hoher See – soll Erdgas aus Norwegen durch bestehende Leitungen nach Rostock transportiert und dort unter Nutzung der Elektroenergie der Windparks an der Ostseeküste verarbeitet werden. Bei dem angestrebten Verfahren wird mittels Dampfreformierung das Erdgas in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid gespalten. Der „blaue Wasserstoff“ soll von der deutschen Industrie genutzt und das verflüssigte CO₂ von fast 2 Mio t pro Jahr per Schiff von Rostock zur dauerhaften und sicheren Offshore-Einspeicherung nach Norwegen überführt werden. Soweit der Plan, der nun vor einem Canossa-Gang durch Genehmigungs-Institutionen steht, aber immerhin eine perspektivreiche Richtung zeigt.

Allgemeinere und gewiss ergänzungsbedürftige richtungsweisende Beispiele sind aus unserer Sicht.

1. Ausbau der Wald-, Grün- und Moorflächen, strikte internationale Verbote großflächiger Rodungen von Wald und Importbeschränkungen für Holz mit Hilfe internationaler Vereinbarungen. Es sollten ökonomische Anreize für klimaoptimierte Anpflanzungen (widerstandsfähigere Wälder, Biodiversitätsförderung) und nicht für Rodungen geschaffen werden.
2. Diversifizierung der Bindungstechnologien von CO₂ aus der Energietechnik mittels der Vielfalt von Sorption-Prozessen und Reaktionen, wie der Fixierung von CO₂ in synthetischen Kraftstoffen (bio fuel) und andere stofflichen Nutzungen von CO₂ in der Industrie. Aus dieser Sicht bietet die Synthese von Kohlenwasserstoffen als Kraftstoff gegenüber der direkten Nutzung von grünem Wasserstoff einige Vorteile, weil der Kohlenstoff eine längere Zeit gebunden wird.
3. Entwicklung und Einführung neuer Technologien in der Bauwirtschaft und anderen Technologiefeldern. Man darf darunter nicht nur die Dämmsysteme verstehen, die die Transmission der ambivalenten Wärme herabsetzen, sondern auch primäre Technologien, die generell die CO₂-Bilanz verbessern. Beispielweise werden beim Kalkbrennen für die Baustoff- und Hüttentechnologie noch immer große Mengen CO₂ freigesetzt. Zur Verbesserung der CO₂-Bilanz führt ein verstärkter Einsatz von Kunststoffen, die aus Erdöl gewonnen werden und Kohlenstoff

binden sowie deren Recycling z.B. über kalte Plasmen. Eine besonders effektive Methode, um Kohlenstoff der Atmosphäre zu entnehmen und langfristig zu binden, ist die vermehrte Verwendung von Holz als Baustoff. Holz immobilisiert CO₂ sehr langfristig. Schließlich bedarf es der zeit- und problemgerechten Realisierung aller, auch in unserer Sozietät ausgiebig erörterten Ziele der hochkomplexen, soziotechnischen Energiewende 2.0.

4. Direktes Fixieren von CO₂ in der Erdrinde, etwa mit der Einlagerung von CO₂ - Emissionen aus Kraftwerken in tiefen Gesteinsschichten. Diese Technologie ist in der BRD gesetzlich erlaubt, wird allerdings in der deutschen Presse kritisch gesehen, dabei wird leider eher ideologisch als naturwissenschaftlich argumentiert. Das Binden von Kohlenstoff in der Erdrinde funktionierte Jahrmilliarden und bot die entscheidende Grundlage für zahlreiche Funktionalitäten unserer heutigen Welt.
5. Als verheerendster CO₂-Produzent und Klimakiller muss der Einsatz und Export von Explosivbomben und -granaten international geächtet werden. Nur die Herstellung und Lagerung zum Selbstschutz eines Landes sollte erlaubt sein. Der Maximalprofit aus Waffenexporten ist die größte „Sünde“ wider die Theodizee – mit der inhärenten Idee einer besseren Welt. Als Realisten wissen wir, damit ein Ideal aufzurufen, dem man sich nur asymptotisch nähern kann. Aber wir sind viel zu weit von diesem hohen Ziel entfernt, als den rezenten Zustand akzeptieren zu können.

Soweit einige spontane Überlegungen nach dem Appell der Präsidentin, uns aus der eigenen, empirisch gewonnen und theoretisch gestützten wissenschaftlichen Sicht und mit unseren verifizierten Erkenntnissen verstärkt der Frage nach der Verantwortung für eine bessere Welt zu stellen. Wir wissen, dass eine tragfähige Beurteilung und effiziente Einflussnahme kein einzelner Wissenschaftler allein vermögen. Nur interdisziplinäre Teams aus relevanten Wissenschaftsgebieten sind dazu in der Lage. Dafür hat unsere traditionsreiche Sozietät eine exzellente Basis.

Zur Klarstellung sei noch betont, die Naturgesetze, hier insbesondere zwei Hauptsätze und die Bilanzgleichungen der Thermodynamik irreversibler Prozesse, schreiben nur vor, was nicht geht. Wir können jedoch das zuträgliche Klima nicht retten, ohne die Bilanzen von Entropie und Kohlenstoff in definiert kurzen Fristen zielgerichtet zu verbessern und dabei den Kapazitäten der verschachtelten Erdsphären unsere ungeteilte Umsicht und Fürsorge zu widmen. Das ist eine „conditio sine qua non“. Wie das im Einzelnen umgesetzt wird, ist eine gesamtgesellschaftliche Entscheidung mit höchster Verantwortung für die Wissenschaft. Die von uns benannten Punkte sind nur als diverse Anregungen zu verstehen, um die humanistischen Werte und die durchaus widersprüchlichen Interessen effektiver zu realisieren.

Die Hauptsätze und Bilanzen der persistenten Physik offerieren uns zudem eine ermutigende Chance. Die gesetzmäßige Irreversibilität teilt mit der Gegenwart – einer (im Hegelschen Sinn) gebrochenen Mitte – die Zeit in die Faktizität der Vergangenheit und die offene, also bewusst gestaltbare Zukunft.