



Karl-Heinz Bernhardt

Grußworte der Leibniz-Sozietät zum 75. Geburtstag von Werner Ebeling

Vorgetragen auf dem Festkolloquium am 7. Oktober 2011

Hochverehrter Herr Kollege Ebeling, verehrte Damen und Herren, lieber Werner!

Im Namen des Präsidiums der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin und des Präsidenten der Leibniz-Sozietät, Herrn Dieter B. Herrmann persönlich, überbringe ich als Sekretar der Klasse Naturwissenschaften unserem Jubilar zum $\frac{3}{4}$ -Säkulum beste Grüße und herzliche Glückwünsche für gute Gesundheit und fortdauernde Schaffenskraft. Da ich einer hochrangigen Veranstaltung an ihrem Ende schwerlich noch einen erfolgreichen Verlauf wünschen kann, hoffe ich auf fortgesetzte Diskussionen und viele weiterwirkende Anregungen aus dem heutigen Kolloquium – ganz im Sinne von Goethes Feststellung, es „ist das die Eigenschaft des Geistes, dass er den Geist ewig anregt.“¹

Nach der heute von berufener Seite vorgenommenen vielseitigen Würdigung seines beileibe noch nicht abgeschlossenen wissenschaftlichen Lebenswerkes möchte ich mich auf das Wirken Werner Ebelings als Mitglied der über 300-jährigen Berliner Wissenschaftsakademie konzentrieren, in die er, dreißigjährig und damit in noch jüngeren Jahren als seinerzeit Max Planck, am Leibniz-Tag des Jahres 1977 als Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR aufgenommen wurde. Das Jahrbuch der Akademie weist für jenes Jahr schon 11 Publikationen von Werner Ebeling als Autor oder Koautor über stochastische Prozesse und Strukturbildung in unterschiedlichen Prozessen und Systemen aus, und bereits am 7. April des Jahres seiner Zuwahl hatte er vor der Klasse Physik „Zur Theorie dissipativer Strukturen“ vorgetragen.²

Für unseren Jubilar als ausgewiesenem Hochschullehrer, seit dem Jahr 1979 an der Humboldt-Universität zu Berlin, als Forscher von internationalem Rang und vielfachem Buchautor war und ist ganz im Sinne des Akademiegründers Gottfried Wilhelm Leibniz „gleich anfangs das Werk samt der Wissenschaft auf den Nutzen gerichtet“³, verbunden mit einer bemerkenswerten, im besten Sinne akademischen Interdisziplinarität. So heißt es in der Begründung zur Wahl zum Ordentlichen Mitglied im Jahre 1989: „Es gehört zur Charakteristik des wissenschaftlichen Stils von Werner Ebeling, von der Bearbeitung und Vertiefung der Grundlagen bis zu teilweise überraschenden Anwendungen in der Chemie, Biologie, Evolutionstheorie und Computerwissenschaft vorzudringen.“⁴

Nach der in der europäischen Kulturgeschichte beispiellosen Beendigung einer Gelehrtensozietät und dem Erlöschen aller ihrer Mitgliedschaften durch das Schreiben eines Stadtensors⁵ im Juli 1992 führte Werner Ebeling gemeinsam mit zahlreichen anderen Akademiemitgliedern den zum Lebensinhalt gewordenen akademischen wissenschaftlichen Diskurs in der Leibniz-Sozietät fort, der er seit ihrem Gründungsjahr 1993 angehört. Bereits im ersten Band der 1994 ins Leben gerufenen und bisher auf über 110 Bände angewachsenen,

¹ Goethes Werke, Weimarer Ausgabe, I/41.1, S. 52.

² Jahrb. d. Akad. d. Wiss. d. DDR 1977

³ Hartkopf, W., Wangermann, G. Dokumente zur Geschichte der Berliner Akademie der Wissenschaften von 1700 – 1990, Heidelberg, Berlin, New York 1990, S. 216

⁴ Jahrb. d. Akad. d. Wiss. d. DDR 1989, S. 231.

⁵ Klinkmann, H., Wöltge, H., 1992 – das verdrängte Jahr. Abh. d. Leibniz-Sozietät, Bd. 2, 1999, S. 163ff.

im Internet frei verfügbaren Sitzungsberichte⁶, der dem „Globalen Wandel“ gewidmet war, findet sich die Wiedergabe eines Plenarvortrages vom Oktober 1993 über „Entropie, Vorhersagbarkeit und nichtlineare Dynamik.“⁷

Aus der Reihe weiterer Beiträge seien eine Betrachtung gemeinsam mit Karl Lanus zur Vorhersagbarkeit komplexer Prozesse mit Anwendungen auf klimatologische und Finanzzeitreihen⁸ und besonders der Festvortrag zum Leibniz-Tag 2003 über „Selbstorganisation – Entwicklung des Konzeptes und neue Anwendungen“⁹ hervorgehoben, letzterer mehr als ein Vierteljahrhundert nach dem oben erwähnten ersten Auftritt des Autors vor der Klasse Physik.

Die bereits hervorgehobene Interdisziplinarität im Schaffen von Werner Ebeling erstreckt sich auch auf philosophisch-erkenntnistheoretische und historische Aspekte der von ihm behandelten Wissenschaftsgebiete, angefangen in seiner Zeit als Professor für theoretische Physik an der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock und seiner Mitarbeit an den Rostocker Philosophischen und den späteren Rostocker Physikalischen Manuskripten. Seine besondere Aufmerksamkeit unter den Vertretern der „Großen Berliner Physik“¹⁰ galt und gilt Max Planck, wie zuletzt mit einem Klassenvortrag anlässlich der 150. Wiederkehr des Geburtstages des Begründers der Quantentheorie im Jahre 2008 deutlich wurde.¹¹ Übrigens ist der heutige 7. Oktober auch ein Jahrestag der Totenfeier für Max Planck in Göttingen, auf der Max von Laue am 7. Oktober 1947 an erster Stelle die Anwesenheit des Präsidenten der Berliner Akademie und des Rektors der Berliner Universität – damals Johannes Stroux in Personalunion – als der „zwei Körperschaften“ hervorhob, „mit denen Planck in ganz besonderem Maße verbunden war.“¹² Der späteren Geschichte dieser beiden Berliner Wissenschaftszentren waren unlängst auch Beiträge von Werner Ebeling als eines Zeitzeugen neuerer Akademie-¹³ und Universitätsgeschichte¹⁴ gewidmet.

Wie das „*theoria cum praxi*“ des geistigen Ahnherren und Namensgebers unserer Sozietät, so hat Werner Ebeling das Leibnizsche Ideal einer weltweiten Republik der Gelehrten mit Leben erfüllt, wovon Auszeichnungen in Spanien und Norwegen, vor allem aber die Pflege internationaler Kooperationsbeziehungen mit russischen Fachkollegen und die Berufung zum Professor h.c. an mehrere russische Hochschulen zeugt und jüngst die Wahl in die Russische Akademie der Naturwissenschaften.

⁶ http://www.leibniz-sozietat.de/publ_sitzung.htm

⁷ Ebeling, W.: Entropie, Vorhersagbarkeit und nichtlineare Dynamik. Sitz. Ber. d. Leibniz-Sozietät., 1/2, 1994, 33-50.

⁸ Ebeling, W., Lanus, K.: Zur Vorhersagbarkeit komplexer Prozesse. Sitz. Ber. d. Leibniz-Sozietät 42, 2000, 5-26.

⁹ Selbstorganisation – Entwicklung des Konzeptes und neue Anwendungen. Sitz. Ber. d. Leibniz-Sozietät 60, 2003, 37-47.

¹⁰ Rompe, R., Treder, H. J., Ebeling, W.: Zur großen Berliner Physik. Leipzig, 1988, 88 S.

¹¹ Ebeling, W., Hoffmann, D.: Max Plancks Beiträge zur Thermodynamik. Sitz. Ber. d. Leibniz-Sozietät 105, 2010, 73-84.

¹² Max Planck: Wissenschaftliche Selbstbiographie. Mit einem Bild und der von Max von Laue gehaltenen Traueransprache. Leipzig 1948, S. 5. Vgl. auch Bernhardt, K.: Einleitende Bemerkungen des Sekretars der Klasse Naturwissenschaften auf der Sitzung am 8. Mai 2008.

¹³ Ebeling, W.: Bemerkungen zur Rolle der nichtlinearen Dynamik und Theorie der Selbstorganisation in der Klasse Physik 1976-1989. Leibniz-Online 5/2009, 8 S.

¹⁴ Ebeling, W.: Physik und Interdisziplinarität an der Humboldt-Universität zu Berlin 1979 bis 1990. In: Girus, W., Meier, K. (Hrsg.): Die Humboldt-Universität Unter den Linden 1945 bis 1990. Leipzig 2010, 199-216.

Vielleicht darf ich meinen Ausführungen einige Bemerkungen zu Berührungspunkten von Arbeiten unseres Jubilars mit eigenen Untersuchungen folgen lassen. Mehrfach verweist Werner Ebeling in seinen Publikationen auf die Bénard-Konvektion als Beispiel für Strukturbildung fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht. Mich selbst hat die sog. zelluläre Konvektion ohne Kenntnis der tieferen Zusammenhänge schon als Schüler fasziniert; sie war selbstgewähltes Thema meines ersten Seminarvortrages im Meteorologiestudium, und in meiner Diplomarbeit über die Wolkengattungen Stratus und Stratocumulus habe ich im Anschluss an vorliegende Literatur und eigene Beobachtungen Zellen und Walzen in Stratocumulusdecken als Erscheinungen der Bénard-Konvektion erklärt, was dann in meine erste umfangreichere Publikation (in einer nach Jahren wiederbelebten Reihe von Institutsveröffentlichungen)¹⁵, wenig später in meinen ersten Tagungsvortrag und von da in meine erste Veröffentlichung in der Zeitschrift für Meteorologie¹⁶ Eingang gefunden hat.

Die Übertragung der Laboratoriumsexperimente auf um mindestens 5 Größenordnungen ausgedehntere atmosphärische Erscheinungen bereitete mir keine Schwierigkeiten, da in der zugeordneten Rayleighschen Zahl die turbulenten Austauschkoefizienten an die Stelle der molekularen Reibungs- und Wärmeleitkoefizienten treten. Problematischer war, dass die Laboratoriumsversuche in Gasen Konvektionszellen mit absteigender Bewegung im Zellkern ergeben hatten, wie sie im atmosphärischen Wolkenbild nur selten – etwa im Cirrusniveau vorkommen. Aus heutiger Sicht erscheint dieser Widerspruch leicht lösbar: Die Vertikalbewegung im Kern der Bénard-Zellen erfolgt in Richtung zunehmender Zähigkeit des Mediums (Flüssigkeit oder Gas), in Schichtwolkendecken, die durch langwellige Ausstrahlung an ihrer Obergrenze labilisiert werden, daher in Richtung zunehmender Turbulenz, von deren Verteilung man sich leicht an Hand der Flugunruhe in solchen Wolkendecken überzeugen kann.

Ein weiterer Berührungspunkt mit den Arbeiten Werner Ebelings war und ist die „Obsession Entropie“. Sein Hinweis, die Entropie als eine ganz gewöhnliche thermodynamische Zustandsgröße zu betrachten, war für Meteorologiestudenten sehr einsichtig, steht doch die Entropie trockener Luft in einem einfachen logarithmischen Zusammenhang mit der in der Meteorologie vielverwendeten potentiellen Temperatur und erscheint selbst in verschiedenen thermodynamischen Diagrammpapieren („Tephigramm“) als Koordinate.

Mit dem Verhalten der Entropie gemäß dem zweiten Hauptsatz wurde ich bei der Arbeit an meiner vor genau 50 Jahren abgeschlossenen Dissertation¹⁷ zu der damals heftig umstrittenen Theorie des vertikalen atmosphärischen Turbulenzwärmestroms konfrontiert, der nach den gängigen Austauschansätzen in Richtung des Gefälles der in der Regel mit der Höhe zunehmenden potentiellen Temperatur, damit verbreitet abwärts und häufig in Richtung zunehmender aktueller Temperatur gerichtet sein sollte („Schmidtsches Paradoxon“), was dem zweiten Hauptsatz zu widersprechen schien. Eine heftige Polemik zwischen Hans Ertel und Ludwig Prandtl zu dieser Frage in der Meteorologischen Zeitschrift hatte keine Annäherung der kontroversen Standpunkte erbracht. Mir gelang der Nachweis einer positiven lokalen Entropieerzeugung für einen Turbulenzwärmestrom in Richtung des Gefälles der potentiellen Temperatur.¹⁸ Diese ist im Falle eines Turbulenzwärmestroms in Richtung des Gradienten der aktuellen Temperatur eine Folge der aus der kinetischen Turbulenzenergie

¹⁵ Bernhardt, K.: Zur Entstehung und Klassifikation der tiefen Wolken. Veröff. d. Geophys. Inst. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig 17, 1960, 1-141.

¹⁶ Bernhardt, K.: Zur Klassifikation der tiefen Wolken. Z. Meteorol. 19, 1961, 78-86.

¹⁷ Bernhardt, K.: Zur Theorie des vertikalen atmosphärischen Turbulenzwärmestroms. Dissertation, Leipzig 1961, 234 S., unveröff.

¹⁸ Bernhardt, K.: Die Entropiebilanz des atmosphärischen Turbulenzwärmestroms. Z. Meteorol. 24, 1974, 106-112.

gespeisten Arbeitsleistung gegen die Archimedischen Kräfte, die in Wärme umgewandelt wird – vergleichbar der zusätzlichen Wärmeabgabe eines Kühlschranks beim Wärmeübergang an die Umgebung.¹⁹

Die damaligen Untersuchungen könnten über die Mischungsentropie auf die Entropiebilanz der turbulenten Flüsse von Beimengungen – z. B. von Wasserdampf oder CO₂ – ausgedehnt werden. Eine wichtigere Frage ist die globale Entropiebilanz – die „Photonenmühle“ – im Zuge des gegenwärtigen Klimawandels. Dieser hat für das letzte halbe Jahrhundert (1961-2010) einen Anstieg der globalen Mitteltemperatur an der Erdoberfläche von etwa 0,5 K gebracht, annähernd schon 2/3 des gesamten Temperaturanstiegs über die 100 Jahre von 1906 bis 2005 (ca. 0,74 K). Im mitteleuropäischen Raum betrug der Anstieg von 1961 bis 2010 sogar über 1 K.

Für den Klimawandel, den der UN-Sicherheitsrat unlängst zu einer Bedrohung für die internationale Sicherheit erklärt hat, ist das Verhalten der globalen Mitteltemperatur sicher ein leicht verständlicher Indikator, der sich auch für die Formulierung von Zielvorstellungen für die Gesellschaft, wie die Begrenzung auf 2 K, eignet. Wichtiger vom Standpunkt der Physik der Atmosphäre bzw. des Klimas und vor allem hinsichtlich der Auswirkungen sind aber die Veränderungen im Zirkulationsregime der Atmosphäre und des Ozeans, die für Art und Ausmaß regionaler Witterungsanomalien verantwortlich sind. Und ein fundamentaler Prozessparameter (anstelle des Zustandsparameters globale Mitteltemperatur) ist die Störung des globalen Strahlungsgleichgewichtes zwischen im Klimasystem absorbiertes Sonnen- und vom ihm in den Weltraum abgegebener langwelliger Ausstrahlung. Nach ersten Abschätzungen²⁰ dürfte diese Imbalance im gegenwärtigen Stadium des „global warming“ um 0,85 W/m², entsprechend etwa 0,35 % der Nettostrahlungsflüsse an der Atmosphärenobergrenze (gegen 240 W/m²), liegen.

Welche Auswirkungen hat dieser Effekt auf die Entropiebilanz des Klimasystems? Für eine detaillierte Untersuchung ist zu beachten, dass die Strahlungstemperatur der im System absorbierten Sonnen-, vor allem aber der von Erdoberfläche, Wolken, Aerosolen und „Treibhaus“gasen emittierten Infrarotstrahlung ausgeprägt wellenlängenabhängig ist. Mit zunehmender Konzentration strahlungsaktiver Spurengase („Treibhausgase“) in der Atmosphäre nimmt entsprechend den Strahlungstransportgleichungen der Anteil der oberen, kälteren Atmosphärenschichten als Quelle der emittierten Strahlung zu (weswegen sich auch die Stratosphäre im „global warming“ abkühlt!), was eine niedrigere Strahlungstemperatur und – im Falle eines neuen Gleichgewichtes zwischen Ein- und Ausstrahlung bei unveränderten integralen Flüssen – einen höheren Entropieexport zur Folge haben sollte. Im gegenwärtigen Energie-Imbalance-Stadium könnte die Differenz zwischen Entropieabgabe und -zufuhr in der „Photonenmühle“ allerdings gegenüber einem vorangegangenen Gleichgewichtsregime auch vermindert sein, da dem Klimasystem derzeit mehr Energie in Form von Strahlung zugeführt als entzogen wird (s. o.).

Entropie im globalen Wandel ist also ein noch sehr weites Feld!

Adresse des Verfassers: Ha.Kh.Bernhardt@gmx.de

¹⁹ Bernhardt, K.: Nochmals zur Definition des Turbulenzwärmestroms in der Wärmehaushaltsgleichung der Atmosphäre. Z. Meteorol. 23, 1972, 65-75.

²⁰ Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., v. Scuckermann, K.: Earth's energy imbalance. Confirmation and implications. Science 108, 2005, 1431-1435.

Trenberth, K. E., Fasullo, J. T., Kiehl, J.: Earth's global energy budget. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 90, 2009, 311-323.