



Leibniz Online

**Internetzeitschrift
der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften e.V.**

Jahrgang 2020 • Nummer 39

Martin Bülow: Anthropogener Klimawandel? – Rückkopplungen und Fallgruben

Herbert Hörz: Globalisierung als Herausforderung der Menschheit

William Martin: Stoffwechsel der Lebewesen – Wie er auf der Erde entstanden sein könnte

Werner Naumann: Das Landerziehungsheim von Hermann Lietz in Ilsenburg – historische
Wurzeln und weltweite Wirkungen seiner Konzeption

Peter Plath, Ernst-Christoph Haß und Elisabeth Swart: Kooperatives Verhalten von Individuen
bei destruktivem Wachstum in einer globalen Welt

Rainer E. Zimmermann: A Conceptual View onto the Physical Foundations of Astrobiology.
Provisional Outline of a Research Program

Rezensiert:

Dietmar Ebert: Werner Ebeling, Thorsten Pöschel: Lectures on Quantum Statistics etc.

LO-Redakteur: *Rolf Hecker* r.hecker@leibnizsozietat.de

Redaktionsschluss: 17. Februar 2020



Martin Bülow (MLS)

Anthropogener Klimawandel? – Rückkopplungen und Fallgruben

Veröffentlicht: 17. Februar 2020

Wissenschaft schafft Wissen, keine endgültigen Wahrheiten.

Menschliches Denken und Handeln sind in der Widerspiegelung von Vorgängen der Natur wie auch ihrer selbst stets mit Zusammenhängen zwischen Prozessen und ihren Wirkungen befasst. Dabei ist zu verstehen, dass es Verbindungen, Kopplungen, unter den beteiligten Elementen, Systemen und Prozessen gibt. Diese Kopplungen erscheinen direkt oder indirekt und bewirken, dass Veränderungen an einer Stelle eines Systems selbsttätig solche an anderen Stellen und damit Veränderungen des Gesamtsystems nach sich ziehen können. Diese Vorgänge beeinflussen zugleich auch alle anderen Bestandteile des Systems. Man spricht bei einer solchen Wirkung zwischen miteinander verbundenen Veränderlichen von *Rückkopplung* (*feedback*; *обратная связь*). Ihre Auswirkungen sind häufig nicht sofort augenfällig. Doch das Wissen um sie befördert allenthalben Erkenntnisse in Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft, und es erlaubt, sofern man sie erkennt, eine gezielte Beeinflussung des Systems.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Wirkrichtungen von Veränderungen eines Systems, der *positiven* bzw. *negativen* Rückkopplung. Eine positive Rückkopplung liegt vor, wenn sich eine Veränderliche direkt oder indirekt so beeinflusst, dass ihr Wachstum zugleich weiteres Wachstum über alle Grenzen hinweg bewirkt. Sie führt zumeist zu exponentiellem Wachstum. Ein Beispiel liefert die Demographie: Die Population der Menschen auf der Erde wächst mit ihrer Zahl exponentiell und kann sich selbst gefährden. Eine negative Rückkopplung hingegen stabilisiert jedes System. Sie puffert es und hält es im Zustand eines (oftmals relativ) stabilen Gleichgewichts. Ein Beispiel liefert die Chemie: Ein Puffersystem ist ein Stoffgemisch, z.B. in wässriger Lösung, dessen pH-Wert (Konzentration der Wasserstoffionen, H^+) sich bei Zugabe einer Säure oder Base nicht oder nur unwesentlich im Vergleich zu einem nichtgepufferten System ändert. Ein Beispiel aus der Physik ist der Thermostat, der Temperaturschwankungen „wegregelt“. Neben linearen positiven oder negativen Rückkopplungen gibt es nichtlineare. Für diese nimmt die Stärke der Rückkopplung mit wachsendem oder fallendem Einfluss eines Wirkparameters ab, führt also nicht zu explosionsartigen Verstärkungen. Der Effekt einer Rückkopplung kann infolge sehr starker Beeinflussung sogar verschwinden. Auch können Geschwindigkeiten von Rückkopplungsreaktionen wichtig sein (Regeldynamik). Für jedwedes systemische Denken und Handeln sollten Rückkopplungen richtig eingeschätzt werden. Fehleinschätzungen können langfristig zu unerwünschten oder gar fatalen Fernwirkungen führen, vgl. ^{1 2}. Dennoch ist oft die Wahrnehmung von Wirkzusammenhängen in der Natur sowie bei Entscheidungen und Handlungen in medizinischen, wissenschaftlich-technologischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Bereichen von Kurzsichtigkeit geprägt, was auf falschen Einschätzungen und Vernachlässigungen von Rückkopplungen beruht. Dabei verdient die kritische Analyse von Rückkopplungen in der Natur, in der es kein System ohne solche gibt, und im Zusammenwirken dieser mit dem Menschen die größte Aufmerksamkeit. --

¹ https://www.researchgate.net/publication/332190082_Vom_Wirken_der_Walder.

² Eui-Seok Chung, Brian Soden, B J Sohn and Lei Shi, Upper-tropospheric moistening in response to anthropogenic warming, *PNAS*, 111, No.32, 11636-11646 (2014).

1. Im vergangenen Jahrzehnt hat sich das Thema des globalen Klimawandels zu einer Kernfrage des gesellschaftlichen Interesses entwickelt. Die Diskussion der Klimaentwicklung durchdringt gegenwärtig fast alle zivilisatorischen Bereiche. Sie bestimmt zunehmend umfangreiche wirtschaftliche Aktivitäten selbst großer Industrieländer. Die Klimawissenschaft³ ist zu einer Leitwissenschaft mutiert.⁴ Das Klima ist eine über lange Zeiträume gemittelte statistische Erscheinung, die von vielen mehrgestaltigen Veränderlichen und ihren Wechselwirkungen abhängt – so auch die mittlere globale Oberflächentemperatur des Planeten als wesentlicher, messbarer Parameter und Indikator. Dieser Parameter definiert sich als über die gesamte Erdoberfläche (Land und Wasser) in einem bestimmten Zeitraum gemittelte Temperatur. Da in der Vergangenheit Messungen von Kenngrößen des Wetters und Klimas über längere Zeiträume nur punktuell vorgenommen wurden, lassen sich langreichende Zeitreihen für die mittlere globale Oberflächentemperatur nur näherungsweise und häufig allein auf der Grundlage von Proxy-Daten bestimmen.⁵ Nach Ergebnissen der NASA⁶ ergibt sich für sie im Referenzzeitraum (1951-1980) der Wert $(14,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. Damit beträgt die Fehlerbreite $1 ^\circ\text{C}$. So war das Jahr 2016 laut NASA um $(0,9 \pm 0,05) ^\circ\text{C}$ wärmer als der Mittelwert des genannten Referenzzeitraums. Die Angabe einer mittleren globalen Oberflächentemperatur ist mit größerer Unsicherheit behaftet als die ihrer Abweichung von einer globalen Durchschnittstemperatur. Sie wird als Anomalie bezeichnet und bevorzugt betrachtet, umso mehr da für sie auch kleinräumige Besonderheiten berücksichtigt werden können. Eine Aufstellung der Anomalien für die Jahre 1990 bis 2018 ist vom Deutschen Wetterdienst veröffentlicht worden.⁷ Eine umfassende Zusammenstellung verfügbarer Datensätze zu globalen und besonders US-regionalen Klimata in ihren Entwicklungen von 1880 bis zur Gegenwart ist in⁸ gegeben. Daraus stammen die Darstellungen der Bilder 2-4 und 7-9. Darin kennzeichnen die Koordinaten 52.5°N , $13.4 ^\circ\text{E}$ die geographische Lage von Berlin, Deutschland. Die Feinstrukturen der allgemeinen, sehr moderaten Zunahme der mittleren globalen Oberflächentemperatur über den Zeitraum 1880-2018 sowie der zufällig ausgewählten regionalen von Berlin für den Zeitraum 2000-2018 lassen erkennen, dass es im Jahr 2016 am wärmsten war, s. auch Tab. 1. Selbst für den in Deutschland gefühlt heißesten Sommer 2018 war gegenüber den Jahren zuvor eine gewisse Abnahme der mittleren globalen Oberflächentemperatur notiert worden.⁹

Rückkopplungen erlauben das Verstehen eines abgelaufenen Klimageschehens und suggerieren in ihrem Rahmen die Möglichkeit seiner wie auch immer zu bewertenden Projektion in die Zukunft.¹⁰ Offenbar fußt die Klimasimulation für den vorletzten Bericht¹¹ des *Intergovernmental Panel on Climate Change* der Vereinten Nationen, IPCC, auf integral wirkenden positiven nichtlinearen Rückkopplungen, sollte es doch nach Bild 1 keine explosionsartige Projektion hin zu einer globalen Erwärmung gegenüber dem Zeitraum 1850-1900 geben. Zwei Pfade wären für eine nichtlineare Rückkopplung

³ Die Klimawissenschaft befasst sich mit den physikalischen und chemischen Vorgängen in Atmosphäre, Kryosphäre und Hydrosphäre der Erde, die das Klima maßgeblich bestimmen. Dabei werden Methoden und Verfahren aus nahezu allen Bereichen der Naturwissenschaften angewendet. Sie greift zudem in philosophische, soziologische, ökonomische und gesamtgesellschaftliche Bereiche ein.

⁴ https://www.researchgate.net/publication/328463010_Gesagtes_und_Nichtgesagtes_zum_Klimawandel

⁵ Eine umfassende Zusammenstellung von Daten für den Zeitraum 1880-1985 enthält die folgende Publikation: *James Hansen and Sergej Lebedeff*, Global Trends of Measured Surface Air Temperature, *J. Geophys. Res.*, **92**, No. DII, 13,345-13,372 (1987).

⁶ https://data.giss.nasa.gov/gistemp/faq/abs_temp.html (GISS Surface Temperature Analysis; man spricht von der *Elusive Absolute Surface Air Temperature* (SAT)).

⁷

https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/G/Globale_Durchschnittstemperatur_pdf.pdf;jsessionid=87BDF0D14E7329FD71749A85A6802D92.live21073?__blob=publicationFile&v=6.

⁸ <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/>

⁹ Es ist zu früh, den unvollständigen Datensatz für das Jahr 2019 in die Bewertung einzubeziehen.

¹⁰ https://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erwärmung#Rückkopplungen.

¹¹ https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf (Seite 10).

zur mittleren globalen Oberflächentemperatur¹² zu beschreiten: (i) die globale Emission von Kohlendioxid, CO₂, erreiche im Jahr 2055 den Betrag netto null; (ii) der Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb, d.h. auch der des Wasserdampfes,¹³ wachse nur bis 2030 und nehme dann lang-

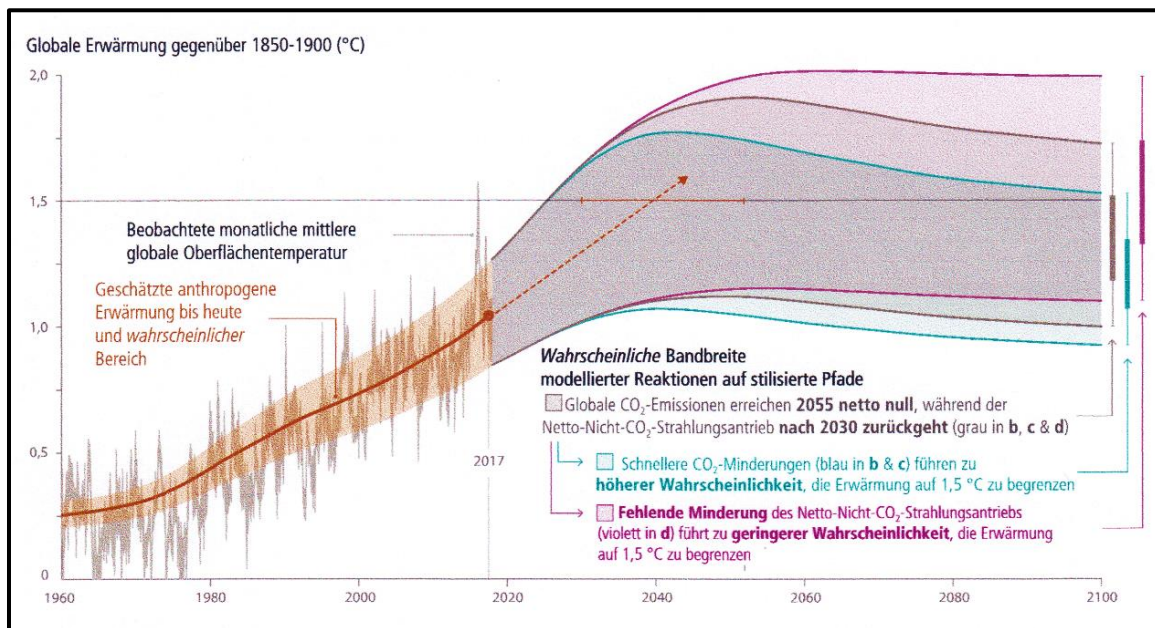


Bild 1. Monatliche mittlere globale Oberflächentemperatur (graue Linie bis 2017)¹⁴ und geschätzte anthropogene Erwärmung, in °C (durchgezogene orange Linie bis 2017, wobei die orange Fläche die geschätzte wahrscheinliche Bandbreite angibt). Der gestrichelte orange Pfeil und der waagerechte orange Fehlerbalken zeigen den Zentralwert bzw. die wahrscheinliche Bandbreite des Zeitpunkts, zu dem der Zuwachs von 1,5 °C erreicht wird, wenn die derzeitige Erwärmungsgeschwindigkeit anhält. Die graue Fläche rechts zeigt die mit einem einfachen Klimamodell berechnete wahrscheinliche Bandbreite an Erwärmung in Reaktion auf einen stilisierten Pfad (hypothetische Zukunft), in dem CO₂-Emissionen von 2020 bis 2055 in einer Geraden auf netto null abnehmen, während der Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb bis 2030 zunimmt und dann abnimmt. Die senkrechten Fehlerbalken rechts vom Bild zeigen die wahrscheinlichen Bandbreiten (dünne Linien) und die zentralen Drittel (33-66%, dicke Linien) der geschätzten Erwärmungsverteilung für 2100 für diese drei stilisierten Pfade. Es bleibt völlig unklar, wie der Netto-Nicht-CO₂-Strahlungsantrieb zu kontrollieren wäre.

sam ab. Für Deutschland aber dürfte diese Bedingung bei der aktuellen Fixation auf Wasserstoff als künftigen Treibstoff für Verkehrsmittel, Energieträger für sog. Wasserstoffkraftwerke, etc., kaum erfüllbar sein.

¹² Eine kritische Betrachtung des Parameters „mittlere globale Oberflächentemperatur“ erfolgt in den nachstehenden Notizen: Klaus Tägder, Kritische Wertung der globalen mittleren Oberflächentemperatur, ageu-die-realisten.com/archives/3452; April 14, 2019 (<http://www.ageu-die-realisten.com/archives/3452>); S. Rahmstorf, Verwirrspiel um die absolute globale Mitteltemperatur, scilogs.spektrum.de/, 12. 2. 2018.

¹³ Der herausragende Einfluss des Wasserdampfes sowie seines Konzentrationsanstiegs in der Troposphäre auf den Treibhauseffekt werden in der öffentlichen Diskussion offenbar bewusst verschwiegen bzw. bleiben weitgehend unerwähnt – eine sträfliche Irreführung. Das wichtigste Treibhausgas ist Wasserdampf - im Vergleich dazu spielt CO₂ eine untergeordnete Rolle, s. u. <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserdampf#Klimaeffekte>.

¹⁴ Aus den HadCRUT4-, GISTEMP-, Cowtan-Way- und NOAA-Datensätzen.

2. Die Bilder 2-9 zeigen die zeitlichen Entwicklungen der o.g. Anomalien für die mittlere globale Oberflächentemperatur, Bilder 2-4, für das europäische Festland, Bild 7, und für Berlin, Deutschland, Bilder 8-9. Maximale Anomalien wurden im Zeitraum 2016-2018 – mit leicht abnehmender Tendenz – gemessen. Die Werte für Europa und insbesondere für Berlin zeigen diese Aussage weniger deutlich. In den Bildern 6-7 ist für das Jahr 2019 jeweils der sehr warme Monat April berücksichtigt worden, nicht aber die sich anschließende Abkühlung.

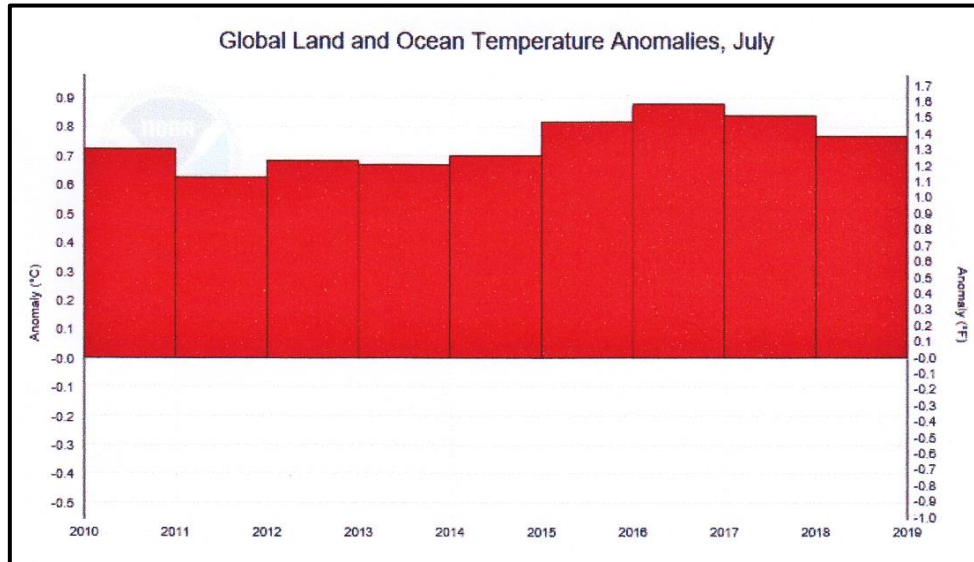


Bild 2. Anomalie der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde jeweils für den Monat Juli der Jahre 2000 bis 2018. Das Maximum für das Jahr 2016 ist deutlich erkennbar.¹⁵

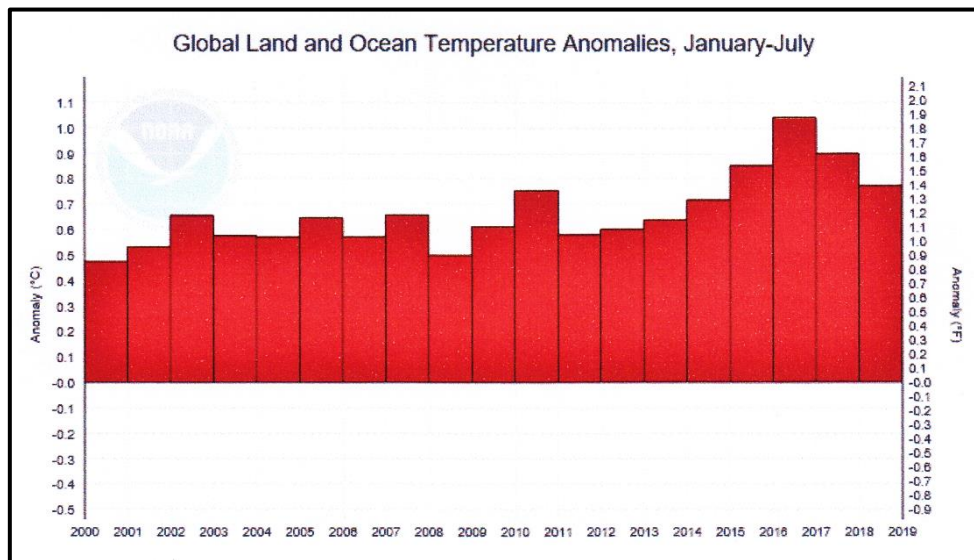


Bild 3. Das 1. Halbjahr 2016 (Januar-Juni) war global seit Aufzeichnungsbeginn 1880 das wärmste Halbjahr.¹⁶ (Unabhängige Analysen der National Centers for Environmental Information der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) und des Goddard Institute for Space Studies der National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2016 wurde zum global wärmsten Jahr seit 1880 – verursacht oder verstärkt durch den El Niño von 2015/2016. Dieser El Niño hatte sich 2015 entwickelt und endete im Mai 2016, vgl. Bilder 4-7.

¹⁵ <https://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C00672>.

¹⁶ https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20160805_globalklima.html.

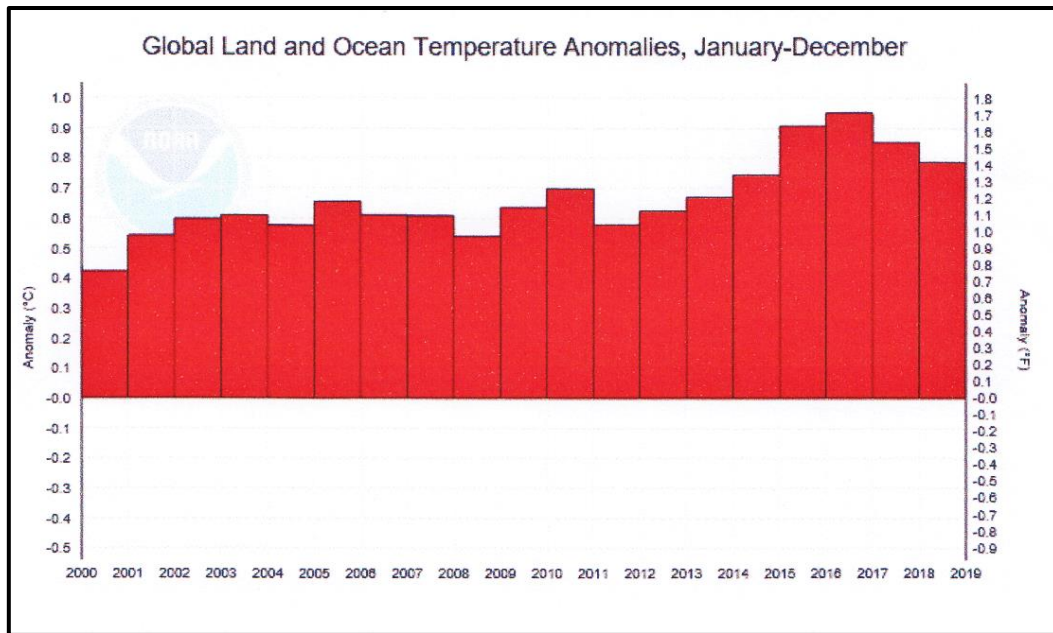


Bild 4. Anomalie der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde für die jeweiligen Gesamtjahre von 2000 bis 2018. Das Maximum für 2016 ist deutlich erkennbar.¹⁵

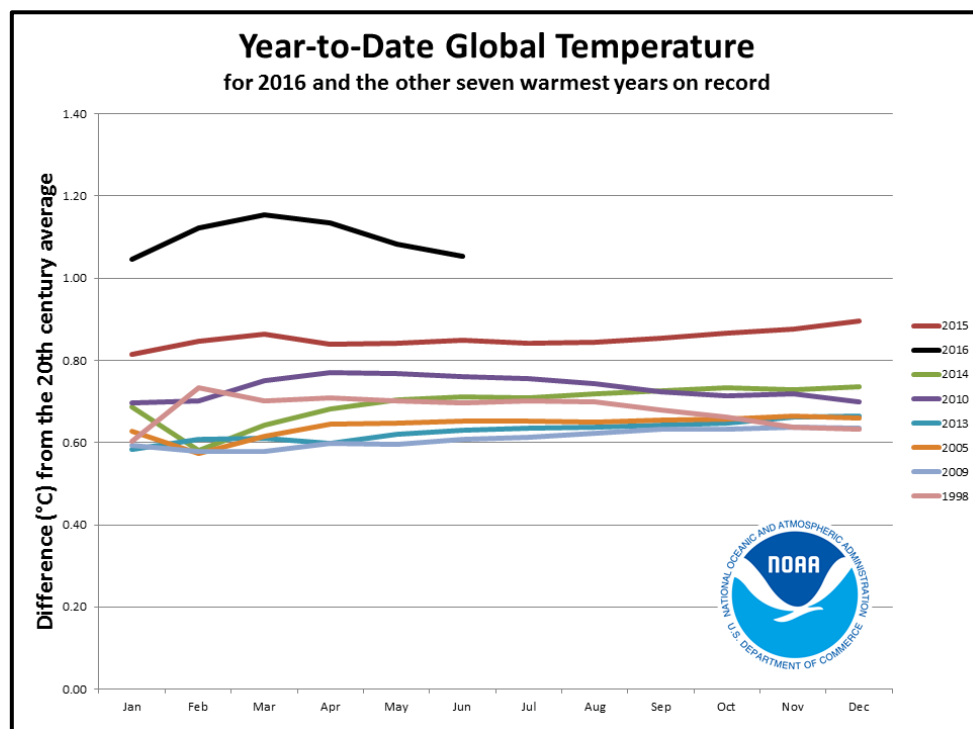


Bild 5. Vergleich der Temperatur-Anomalien der ersten sechs Monate des Jahres 2016 mit den Verläufen der sieben wärmsten Jahre seit Beginn des industriellen Zeitalters.^{17, 18}

¹⁷ <https://public.wmo.int/en/media/press-release/global-climate-breaks-new-records-january-june-2016>.

¹⁸ https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20160805_globalklima.html.

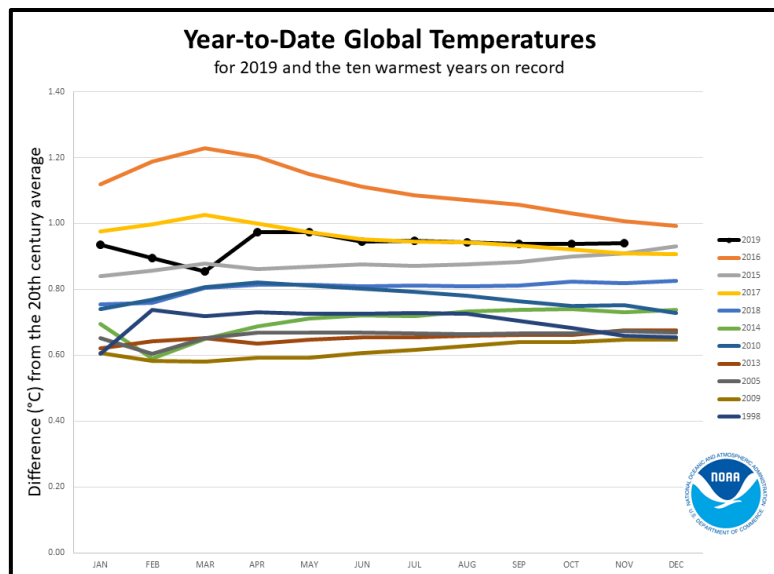


Bild 6. Temperatur-Anomalien der zehn wärmsten Jahre seit Beginn des industriellen Zeitalters ¹⁹, s. auch ²⁰. Das Jahr 2019 zeigt überwiegend die gleiche T-Anomalie wie das Jahr 2017, das zweitwärmste Jahr.

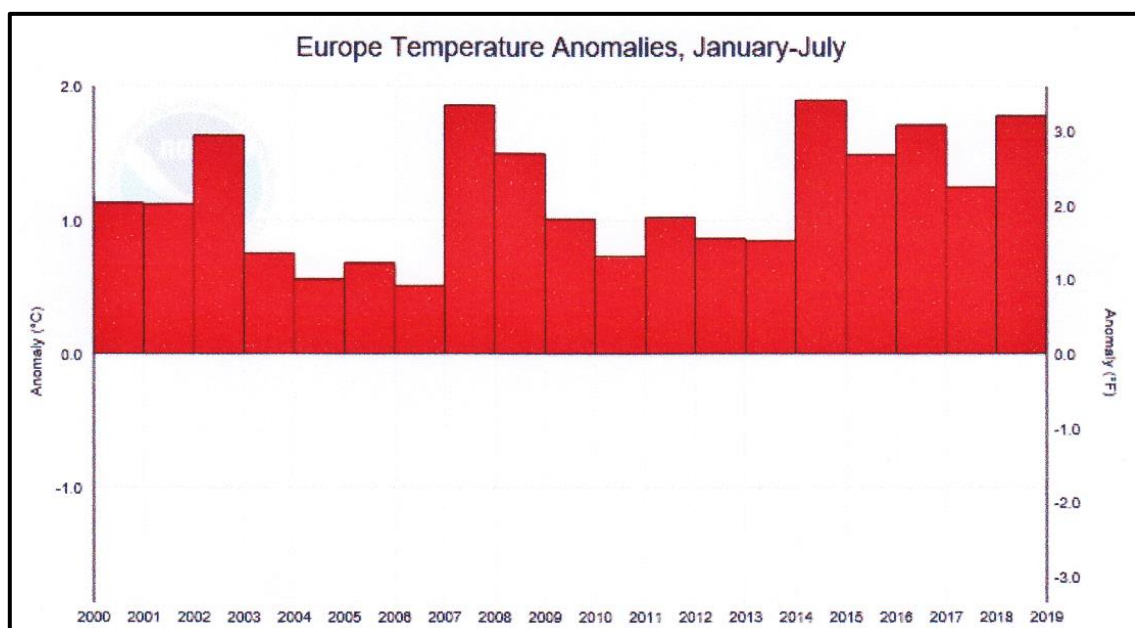


Bild 7. Zum Vergleich: Der April 2019 war Europas fünftwärmster April seit Beginn der Aufzeichnungen. ²¹

¹⁹ NOAA, *National Centers for Environmental Information*, State of the Climate: Global Climate Report for April 2019, published online May 2019, retrieved on June 7, 2019 from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201904/supplemental/page-1>

²⁰ file:///C:/Users/mrtnb/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Climate%20change%20impacts%20and%20vulnerabilities%202016%20THAL17001ENN%20(1).pdf (S. 72).

²¹ <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201904>.

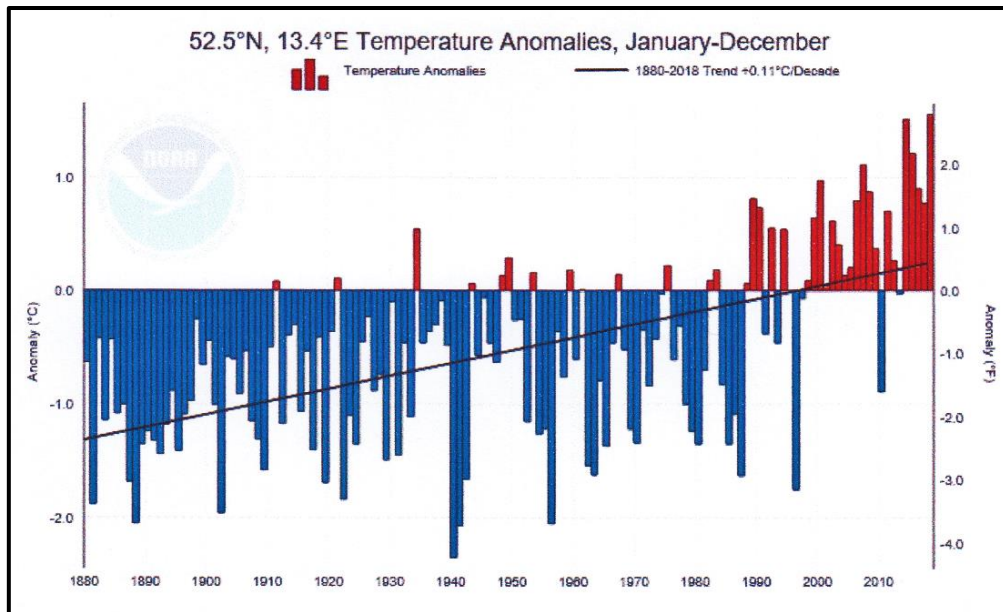


Bild 8. Temperatur-Anomalien für Berlin, Deutschland, während Januar-Dezember der Jahre 1880-2018. Die schwarze Gerade gibt den aus Messungen über den Zeitraum 1880-2018 folgenden Trend der positiven Anomalie von + 0,11 °C pro 10 Jahre wieder.¹⁵ Die Erwärmungsphase 1978-1997 ist ein Messgeräte-Artefakt.²²

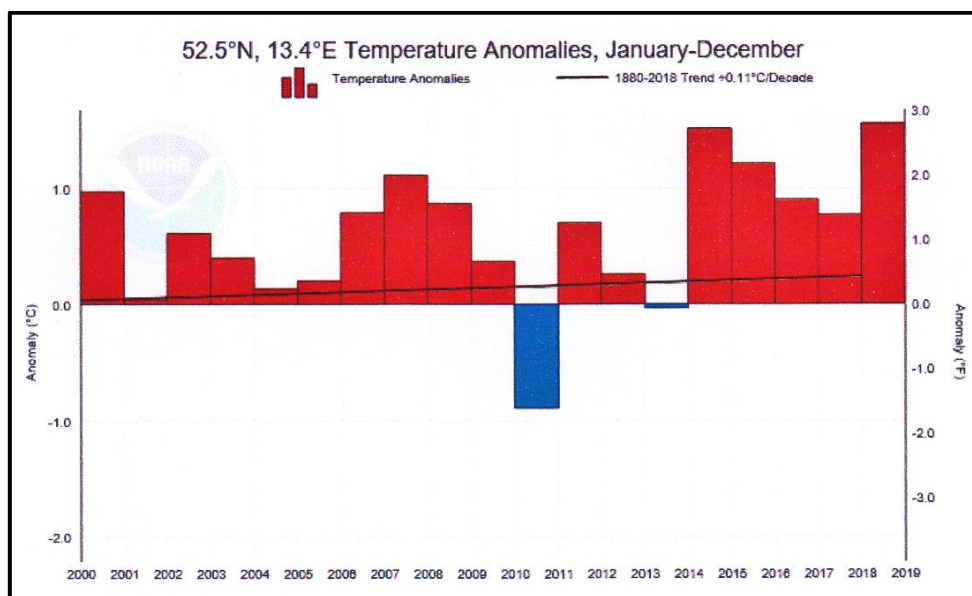


Bild 9. Temperatur-Anomalien für Berlin, Deutschland, im Zeitraum Januar-Dezember der Jahre 2000-2019. Die schwarze, leicht ansteigende Gerade gibt den aus den Messungen über den Zeitraum 1880-2018 folgenden Trend der positiven Anomalie von + 0,11 °C pro 10 Jahre wieder.¹⁵

Die Entwicklung in Deutschland während des Jahres 2019 lässt sich wie folgt zusammenfassen: Mit einer Mitteltemperatur von 10,3 °C war 2019 zusammen mit 2014 das bisher zweitwärmste Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881. Der lineare Trend über den Zeitraum 1881-2019 beträgt + 1,6 K. Neun der zehn wärmsten Jahre lagen innerhalb der letzten zwanzig Jahre. Wäh-

rend der letzten 32 Jahre traten bzgl. des Referenzzeitraums 1961-1990 nur zwei unterdurchschnittlich warme Jahre auf.²³

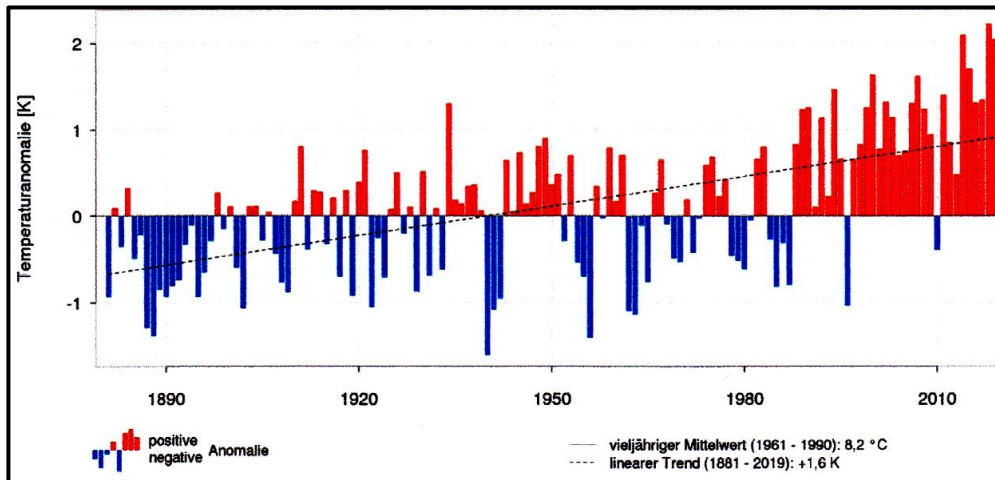


Bild 10. Temperatur-Anomalien bezüglich des vieljährigen Mittels (1961-1990) für Deutschland für den Zeitraum 1881-2019.²³

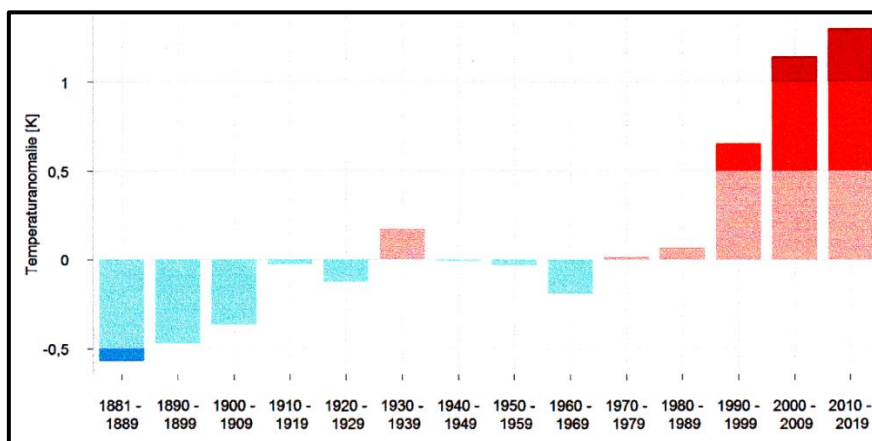


Bild 11. Temperatur-Anomalien bezüglich des vieljährigen Mittels (1961-1990) für 10-Jahresperioden für Deutschland für den Zeitraum (1881-1889).²³

Der starke Anstieg der Temperatur während der letzten Jahrzehnte wird auch bei Betrachtung von 10-jährigen Mittelungszeiträumen sichtbar, s. Bild 11. Über den kompletten Zeitraum (1881-2019) berechnet ergibt sich eine Zunahme von 0,11 K pro Jahrzehnt.

3. Tabelle 1 zeigt die von drei verschiedenen Institutionen bestimmten Zahlenwerte für die Temperatur-Anomalien in °C für den Zeitraum 1990-2018. Die Zahlen geben die Abweichungen vom Temperatur-Mittelwert für das 20. Jahrhundert an. Das Maximum für das Jahr 2016 entspricht jenem in den Darstellungen der Bilder 2, 4, 8 und 9. Es korrespondiert mit dem Auftreten eines der stärksten jüngeren *El Niño Southern Oscillation* (ENSO). Dieses Ereignis, vgl. auch Bild 12, war das drittschwerste nach jenen von 1982/83 und 1997/98 („Jahrhundert-*El Niño*“), s. auch Bild 8. Darin ist zugleich die auf *El Niño* in der Regel folgende Abkühlung *La Niña* zu sehen. Bild 13 visualisiert den *El Niño* von 1997/98. Zu sehen sind die Temperatur-Anomalie (+ 4 °C) vom Normalzustand der Oberflächentemperatur des Meeres (rotes Band im Äquatorialpazifik) und Wolkenschichten sowie Waldbrände in

Südamerika. Am Höhepunkt der Ereignisse füllte Wasser mit einer Temperatur von 28-29 °C das gesamte äquatoriale Pazifikbecken, was die globale Wucht und die im Klima-Diskurs vernachlässigte Rückkopplungs-Relevanz von *Marine Heat Waves*, MHW, d.h. *El Niño*, zeigt. Das Ereignis *El Niño* ^{24, 25} ist also ein Rückkopplungs-Phänomen, das das Weltklima außerordentlich stark beeinflusst.²⁶

Jahre ab 1990	NOAA	NASA	Met Office Hadley Centre
1990	0,43	0,34	0,30
1992	0,26	0,13	0,11
1994	0,34	0,22	0,21
1996	0,33	0,24	0,18
1998	0,64	0,53	0,54
2000	0,43	0,31	0,29
2001	0,55	0,44	0,44
2002	0,6	0,53	0,50
2003	0,61	0,51	0,51
2004	0,58	0,44	0,45
2005	0,66	0,58	0,55
2006	0,62	0,53	0,51
2007	0,61	0,54	0,49
2008	0,54	0,42	0,40
2009	0,64	0,54	0,51
2010	0,7	0,61	0,56
2011	0,58	0,49	0,43
2012	0,62	0,52	0,47
2013	0,67	0,55	0,51
2014	0,75	0,64	0,58
2015	0,91	0,77	0,76
2016	0,95	0,90	0,80
2017	0,85	0,81	0,68
2018	0,79	0,73	0,60

Tabelle 1. Zahlenwerte für die Temperatur-Anomalien in °C im Zeitraum 1990-2018, ermittelt von den Messzentren NOAA, NASA und MetOffice Hadley Centre. Die Zahlen geben die Abweichungen vom Temperatur-Mittelwert für das 20. Jahrhundert mit einer Fehlerbreite von $\pm 0,05$ °C an.

Daraus folgen das bisher
 wärmste Jahr 2016,
 das zweitwärmste Jahr 2017 und das
 drittwärmste Jahr 2015, vgl. Tabelle 1 und Bild 6.

Die Quellen lauten wie folgt:

NOAA:

http://www.ncdc.noaa.gov/cag/timeseries/global/globe/land_ocean/12/12/1880-2020

NASA:

http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt

MetOffice:

https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/time_series/HadCRUT.4.6.0.0.annual_ns_avg.txt

Es ist einer der stärksten sich selbst verstärkenden Effekte im Rahmen des klimatischen „Treibhauses“ und tritt relativ regelmäßig in Intervallen von ca. 3 bis 7 Jahren auf. Dabei stellt sich das Strömungssystem im Pazifik massiv um. *El Niño* ist durch eine außergewöhnliche Abschwächung des süd pazifischen Hochdruckgebiets charakterisiert. Als Folge davon weht der Südostpassat über mehrere Monate nur schwach oder bricht phasenweise in Gänze zusammen. Damit geht der Antrieb für den äquatorialen Wassertransport in Richtung Westen weitgehend verloren. Das im Westpazifik gestaute Warmwasser schwappt als gigantische Welle zurück. Sie benötigt zur Überquerung des Pazifiks

²⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/El_Niño ; *El Niño-Southern Oscillation* – nicht gleich zu setzen mit der *Pacific Decadal Oscillation*, PDO, s.u.

²⁵ <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/ENSO>

²⁶ <https://www.wetter.de/cms/die-auswirkungen-von-el-nino-weltweit-2410002.html>

einige Monate und trifft gegen Weihnachten auf die südamerikanische Küste, wo ihr Warmwasser das kalte antarktische Auftriebswasser großflächig überdeckt. Die Ausbreitung von Warmwasser im Südostpazifik schwächt das südpazifische Hochdruckgebiet zusätzlich ab, was ein noch stärkeres Abflauen des Südostpassats bewirkt. Zudem verlagert sich auch die Zone tiefen Luftdrucks von Südostasien in Richtung Südamerika. Diese Verschiebung bedeutet eine Umkehr der *Walker-Zirkulation*²⁷ im Äquatorialpazifik. Die nun vor der Küste Südamerikas aufsteigenden warmen, sehr feuchten Luftmassen führen im Küstenbereich von Ecuador, Peru und Nordchile zu starken Niederschlägen mit

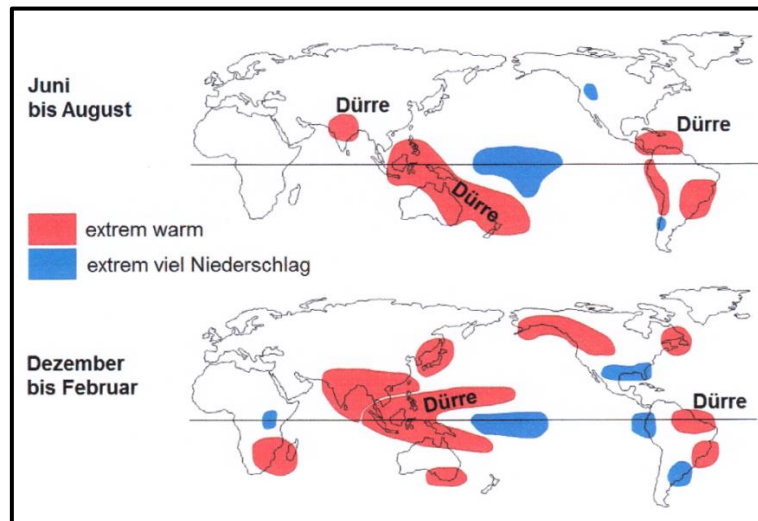
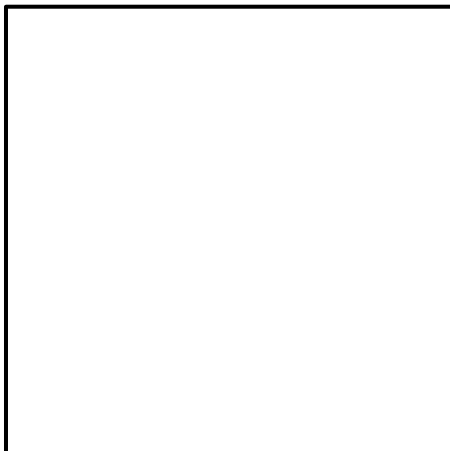


Bild 12. Bekannte jahreszeitliche Rückkopplungs-Erscheinungen während eines El Niño-Ereignisses.



Vgl. 3d-Darstellung des El Niño von 1997/98.²⁸

verheerenden Überschwemmungen. Über Südostasien hingegen bildet sich eine starke Hochdrucklage, sodass hier in der Regel eine während langer Zeit anhaltende Trockenheit herrscht.

Der *El Niño* von 2015/16 – eines der letzten großräumigen Phänomene im Äquatorialpazifik mit nahezu weltweiten Auswirkungen – wurde zu einem der kräftigsten klimatischen Ereignisse der letzten 65 Jahre mit Spitzenwerten der globalen Lufttemperatur von 3 °C über dem Normalwert, was in Deutschland allenfalls in der Fachliteratur notiert wurde, vgl. Bild 14 und²⁹.

²⁷ Die *Walker-Zirkulation* ist eine äquatorparallel ausgerichtete, geschlossene Zirkulationszelle, in der Luft über den – durch die Kaltwasserzufuhr des Humboldt-Stromes – relativ kalten Ozeangebieten des östlichen Pazifiks absinkt und über den deutlich wärmeren Ozean- und Landflächen im indonesischen Bereich des Westpazifiks aufsteigt. Sie erstreckt sich über ca. 120 Längengrade.

²⁸ NASA: Pacific pendulum swings with global reach!

²⁹

https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20160805_globalklima.pdf;jsessionid=9364DE9E2E3E1817CF90C8D567AED789.live11044?__blob=publicationFile&v=2

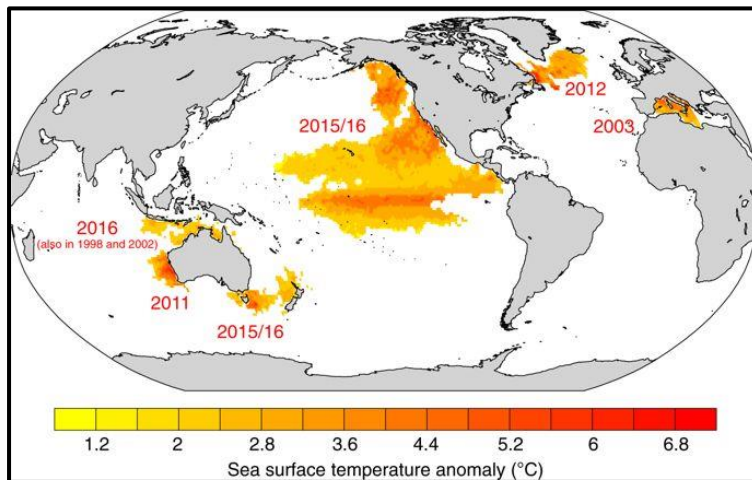


Bild 14. Zusammenfassung der bedeutendsten dokumentierten und analysierten MHW der letzten Jahre, für die nach NOAA die gezeigten maximalen Anomalien der täglichen ozeanischen Oberflächentemperatur eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von mehr als 99 % haben.³⁰

Besonders verheerend hatte sich die Situation nach dem Höhepunkt zu Beginn des Jahres 2016 in Äthi-

opien am Horn von Afrika gestaltet. Zeitweise unterschritten dort die nächtlichen Temperaturen 40 °C nicht. Weltweit hatten mehr als 60 Millionen Menschen an den Folgen dieser Klima-Anomalie zu leiden. Auch führte *El Niño* zu bedeutenden Sintfluten statt trockener Witterung an der Pazifikküste Südamerikas und zu außerordentlicher Trockenheit statt tropischer Feuchte in der Region Südostasien-Australien. Das Klima in diesen Regionen kippte sozusagen von seinem Normalzustand in sein extremes Gegenteil. Auch sollten gewisse Korrelationen zwischen *El Niño* und Wetterereignissen in Europa bestehen, wenngleich hier diese Fernkopplungen schwächer sind. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass das atmosphärische Geschehen über dem Atlantik und über Europa *sui generis* sehr variabel ist. Verschiedene *El Niños* folgten in den letzten Jahrzehnten tropischen Vulkanausbrüchen, die die Effekte verzerren oder umkehren (warme Winter in Europa, starker Polarwirbel in der Stratosphäre, dünne Ozonschicht). Trotz intensiver Forschung gelang es bislang nur unbefriedigend, die zweifellos vorhandenen originären terrestrischen Gründe für das *El Niño-La Niña*-Phänomen zu identifizieren.³¹ Es existiert unabhängig vom Klimawandel, doch beide Phänomene verstärken einander wechselseitig und beträchtlich durch Rückkopplungen, was während der letzten Dekaden von Jahren zu bemerkenswerten positiven Temperatur-Anomalien geführt oder zumindest beigetragen haben dürfte.^{32, 33, 34}

³⁰ Th.L. Frölicher and Ch. Laufkötter, Emerging risks from marine heat waves, *Nature Communications*, **9**, 650-654 (2018); DOI: 10.1038/s41467-018-03163-6.

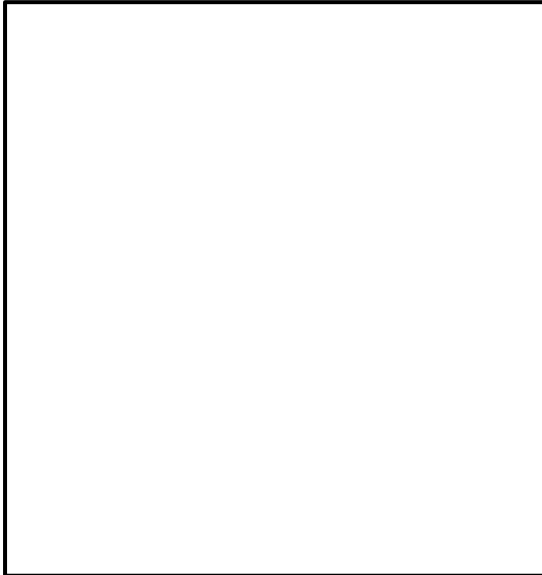
³¹ <https://searchworks.stanford.edu/view/5521526>.

³² https://www.deutschlandfunk.de/klimaphaenomen-el-nino-meteorologe-globale-erwaermung-kann.676.de.html?dram:article_id=339449.

³³ <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>.

³⁴ W. Cai, G. Wang, B. Dewitte, L. Wu, A. Santoso, K. Takahashi, Y. Yang, A. Carréric, M.J. McPhaden, Increased variability of eastern Pacific El Niño under greenhouse warming, *Nature*, **564**, 201–206 (2018)

4. Ein anderes Klima und Wetter beeinflussendes atmosphärisches Phänomen sind die *Jet Streams*.³⁵ Ein *Jet Stream* ist ein Starkwind, der im Bereich der Tropopause in 8-12 km Höhe von West nach Ost als relativ schmales Band rund um den Globus braust. Er wirbelt um die Nordhalbkugel etwa über Mitteleuropa und weiter entlang der Grenze zwischen den USA und Kanada. Seinen Ursprung hat er an der Grenze zwischen kalten und warmen Luftmassen über den mittleren Breiten als Polarfront-*Jet Stream* bzw. über den Subtropen als Subtropen-*Jet Stream*. Hin und wieder bewegt er sich relativ



Vgl. *Jet Streams* durch Polarwirbel und Sudden Stratospheric Warming der Erde (blau: polarer *Jet Stream*; rot: subtropischer *Jet Stream*).³⁶

geradlinig, er kann aber auch mäandern, d.h. große s- und selbst Ω -förmige Kurven nach Norden und Süden beschreiben, vgl. Bild 15. In diesen Bahnen wird warme Luft nach Norden oder kühle Luft nach Süden bewegt. Während des extremen Wetters der letzten Jahre verhielt sich der *Jet Stream* anders als sonst. Seine Kurven dehnten sich Ω -förmig außerordentlich weit nach Norden und Süden aus; und statt wie gewöhnlich weiter in Richtung Osten zu ziehen, verharrten sie zeitweilig an Ort und Stelle. Bleiben die Wellen stehen, wie z.B. im Sommer 2018 über den USA, bekommen die Gebiete direkt unterhalb der Kurven

des *Jet Stream* je nach ihrer Lage tagelang heftigen Regen oder sengende Hitze zu spüren. Folgen dessen sind Rekordfluten bzw. Dürren, Hitzewellen und Waldbrände. Modellrechnungen legen nahe, wie ein Resonanzmechanismus in der Atmosphäre die Ausschläge des *Jet Stream* verstärken kann (*quasi-resonant amplification* ³⁷). Außergewöhnliche Wetterereignisse werden dann noch folgenreicher. Eine Verstärkung um ca. 50 % wird bis zum Jahr 2100 erwartet. Jedoch dürfte sich diese Tendenz bis etwa 2050 abschwächen. Doch sodann könnten die Wetterextrema um ein Vielfaches häufiger und gravierender werden, sollte gemäß ³³ der weltweite CO₂-Ausstoß als mutmaßlicher Verursacher nicht rasch gesenkt werden. –

5. Im gesellschaftlichen Diskurs über einen mutmaßlich anthropogenen Klimawandel und die damit verbundene Minimierung der CO₂-Emissionen bleiben das Gas Ozon, O₃, und die Dynamik seiner Konzentration in der Stratosphäre (in 10-50 km Höhe), wo es die Erde vor einem übermäßigen Einfall von harter elektromagnetischer Strahlung der Sonne, speziell der UV-B-Strahlung mit Wellenlängen im Bereich 315-280 nm, schützt, unerwähnt – ganz im Gegensatz zur Situation vor zwei, drei Jahrzehnten. Mitte der 1970^{er}-1980^{er} Jahre war mittels Beobachtungen von Flugzeugen und Satelliten festgestellt worden, dass es ein quantifizierbares *Ozonloch* ³⁸ über der Antarktis gibt, das zudem wachse. Auch über der Nordhalbkugel der Erde wurde eine Verdünnung der O₃-Schicht konstatiert. Wissenschaftler und Umweltschützer (*Greenpeace*) hatten diesen Befund aufgegriffen und Treib- sowie Kühlmittel, die auf halogen-(fluor-, chlor- und brom-)haltigen Kohlenwasserstoffen, FCKW oder Freonen, basieren, als anthropogene „Ozonkiller“ identifiziert und für diese gegenüber der Wirt-

³⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Jet_stream.

³⁶

<http://community.balloonchallenge.org/uploads/default/original/2X/b/b88b34b3eec8f32e334eb4978032b190b4712587.png>

³⁷ M.E. Mann, S. Rahmstorf, K. Kornhuber, B.A. Steinman, S.K. Miller, S. Petri, and D. Coumou, Projected changes in persistent extreme summer weather events: The role of quasi-resonant amplification, *Science Advances*, 4, no. 10, eaat3272 (2018) (published 31 Oct 2018); DOI: 10.1126/sciadv.aat3272.

³⁸ https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Ozonloch_über_der_Antarktis.

schaft Produktions- sowie Anwendungsverbote durchgesetzt (Montreal-Vertrag, 1987). Man befürchtete, dass sich auch über Nordeuropa und Nordamerika ein größeres O₃-Loch bilden könne, und Menschen massenweise Hautkrebs zum Opfer fallen würden (*Greenpeace* extrapolierte deren Millionen). Die von den Medien geschürte Angst resultierte in einer weltweiten Hysterie mit Untergangsstimmung³⁹, ganz ähnlich der heutigen wegen der CO₂-Emissionen. *Greenpeace* sprach gar vom „letzten Akt für das Leben auf dem Planeten“. *Albert A. Gore*, später Vizepräsident der USA und Proponent der gegenwärtigen Bewegung für Klimaschutz, scheuchte den US-Kongress auf: „*George (H.W.) Bush* hat die Augen verschlossen und sich mit den Händen die Ohren zugehalten. Nun pocht das Problem, das er ignorieren wollte, plötzlich an seine Haustür.“ Doch trotz des globalen FCKW-Verbots vor ca. 25 Jahren verschwand das antarktische O₃-Loch nicht, seine Ausdehnung blieb nahezu konstant, vgl. Bilder 16 und 17⁴⁰. Mehr noch, im hohen Norden kam ein weiteres O₃-Loch hinzu.

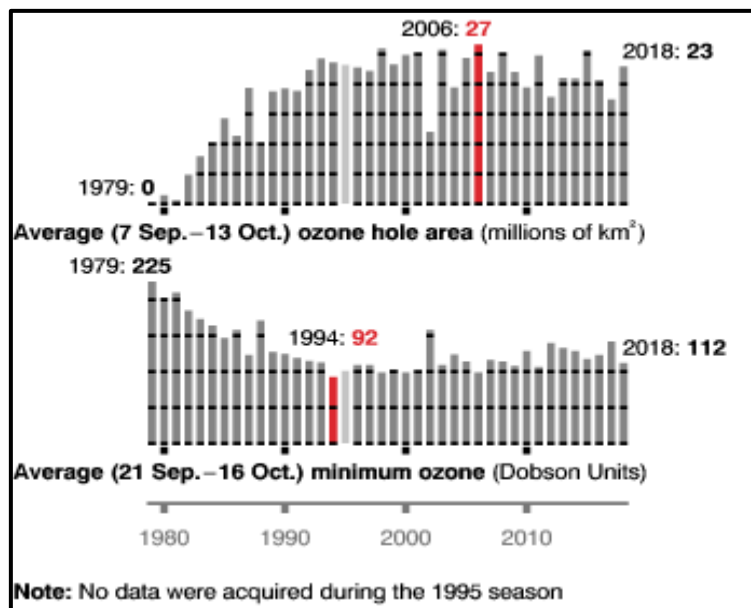


Bild 16. Seit dem 1987^{er} Verbot halogener Kohlenwasserstoffe ist das Ozonloch über dem Südpol nicht kleiner geworden und die O₃-Konzentration nicht angestiegen. Im Oktober 2018 war es zudem besonders groß.³⁷

Die O₃-Ausdünnung über der Arktis erreichte 2011 einen Rekordwert. Für die Südhalbkugel der Erde vorgenommene Messungen zeigten bis heute keine eindeutige Tendenz – von jahreszeitlichen Schwankungen abgesehen. Nur Modellrechnungen lassen einen Anstieg der O₃-Konzentration bis in die 2050^{er} Jahre erkennen. Die Dynamik des O₃-Lochs könnte vermutlich ein weitgehend natürliches Phänomen sein.^{41, 42} Man darf annehmen, dass die Wirkung klimatischer Bedingungen und Wettersysteme die Ausbildung eines O₃-Lochs stärker als bisher geglaubt wird, begleitet.⁴³ So wurden natürliche Schwankungen der O₃-Schichtdicke schon 1927 beschrieben⁴⁴, ebenso wie das O₃-Loch über der nördlichen Halbkugel, das in den 1930^{er} Jahren aufgespürt worden war. Auf das antarktische O₃-

³⁹ <https://www.spiegel.de/spiegel/print/d-13686721.html>

⁴⁰ G. Shirah, Maximum Ozone Hole Area for 2003, released November 10, 2003

⁴¹ <https://www.eike-klima-energie.eu/2017/07/02/aufstieg-und-fall-des-ozonlochs/?print=pdf>

⁴² <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>

⁴³ <http://www.science-skeptical.de/blog/alles-redet-derzeit-ueber-co2-und-klima-wie-ist-es-eigentlich-um-das-ozonloch-bestellt/0017171/>

⁴⁴ Gordon M.B. Dobson, The laminated structure of the ozone in the atmosphere. Quarterly J. Royal Meteorological Soc., 99, No 422, 599–607 (1973)

Loch hatte *Gordon M.B. Dobson*⁴⁵ im Jahre 1956 von Neuem hingewiesen – als sein mutmaßlicher Verursacher, die FCKW, noch kaum eine wirtschaftliche Rolle spielten.⁴⁶

Der rund um die Antarktis existierende, sehr stabile, kalte Luftwirbel, der Südpolarwirbel⁴⁷, erlaubt die Bildung eines O₃-Lochs nur im antarktischen Frühjahr vom September bis Oktober. Die ausgehend von T < -80 °C nachlassende Kälte und das Frühjahrslicht sind nötig, dass Freone über Radikale wie ClO• und BrO• wirken können, s. Bild 18. In der Stratosphäre wird die Konzentration der sie bindenden Stickoxid-Radikale unzureichend gegenüber der der

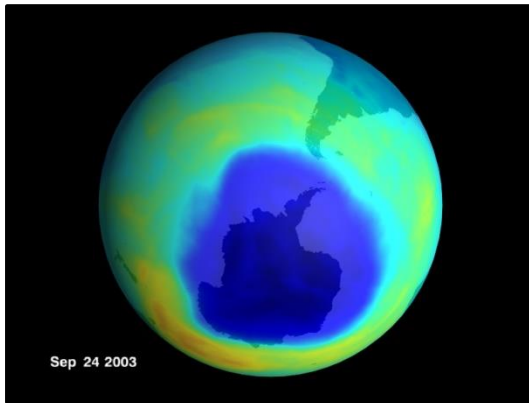


Bild 17. Größtes antarktisches Ozonloch vom 24. September 2003.⁴⁸

Freone und der aus ihnen entstehenden Radikale. Alljährlich schließt sich während der warmen Jahreszeit das O₃-Loch über der Antarktis mehr oder weniger. Ozon bewirkt eine Erwärmung der Stratosphäre durch Absorption einfallender UV-Strahlung der Sonne und von der Erde reflektierter IR-Strahlung. Verringert sich die O₃-Konzentration, dürften mehrere Folgen auftreten.

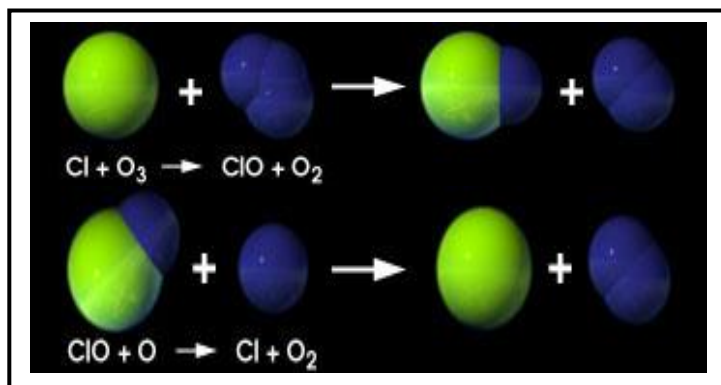


Bild 18. Die Zersetzung von Ozon.⁴⁹

Wird O₃ zersetzt, so geschieht dies unter Aufnahme von Energie aus seiner Umgebung, die sich infolgedessen abkühlt, s. Bild 19. Dies tritt zunächst in der oberen Stratosphäre oberhalb der Pole auf und ist an der Erdoberfläche kaum spürbar. Zudem werden die atmosphärischen Zirkulationsprozesse beeinflusst. Wird das resultierende O₃-

Loch hinreichend groß, d.h. nimmt die O₃-Konzentration ausreichend stark ab, so verringert sich jedweder Kühleffekt, und er fällt schließlich aus. So könnte das O₃-Loch eine Erwärmung bewirken, die auch großflächig wirksam wäre. Doch schwerwiegender sollte aufgrund der harten elektromagnetischen Strahlung der zerstörende Effekt auf das Erbgut der Lebewesen auf der Erde, für die Existenz der irdischen Pflanzenwelt und speziell auch für das maritime Phytoplankton werden. Dieses ist nicht nur für den Erhalt der Nahrungsketten der Meerestierwelt unverzichtbar, sondern auch für die steti-ge Absorption und Umwandlung von vielen Milliarden Tonnen CO₂, die die Weltmeere der Erdat-mosphäre entnehmen.

⁴⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Gordon_Dobson. Nach *Dobson* ist auch die *Dobson-Einheit* DU benannt, die die O₃-Menge in einer gedachten Säule (von der Erdoberfläche bis zur Stratosphäre) über einer Flächeneinheit an-gibt, 1 DU = 0,4462 nmmol/m².

⁴⁶ Zum ersten Mal wurden FCKW 1929 von *General Motors* und seit 1930 im industriellen Umfang hergestellt.

⁴⁷ Ein ähnlicher Polarwirbel existiert über der Nordhalbkugel der Erde, doch er ist schwächer und unregelmä-ßiger ausgeprägt.

⁴⁸ <https://www.google.de/search?sa=N&sxsrf=ACYBGNQxyXWzR5GjxXru-rw871SPF6lFww:1575826466480&q=Ozonloch+24.+September+2003+Bild&tbm>

⁴⁹ https://earthobservatory.nasa.gov/features/Ozone/ozone_2.php

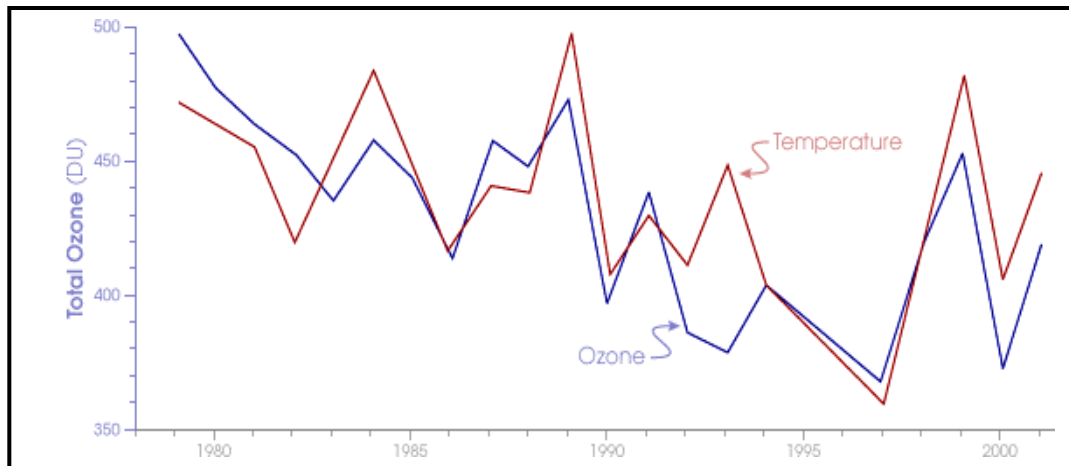


Bild 19. Gleichlaufende Zeitabhängigkeiten von O_3 -Konzentration und Temperatur in der Stratosphäre.⁵⁰

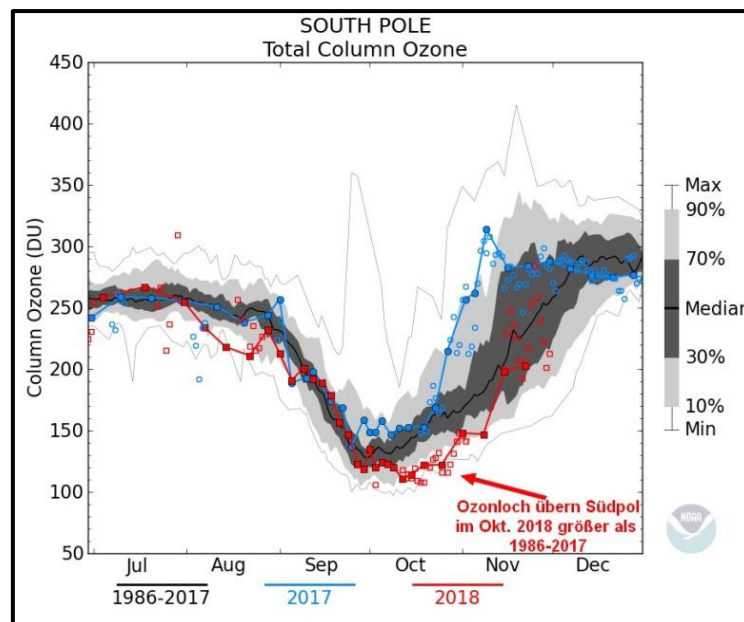


Bild 20. Die antarktische O_3 -Konzentration war im Oktober 2018 geringer als jene im Mittel der Jahre 1986-2017, wie aus einem Vergleich der roten Kurve mit der schwarzen folgt.⁵¹

Diese natürlichen Vorgänge können die als anthropogen benannte Erderwärmung auf eine nicht-anthropogene Weise beeinflussen. Ozon und Klima beeinflussen sich wechselseitig. Temperatur, atmosphärische Feuchtigkeit, Winde und die Anwesenheit von chemischen Noxen wirken sich auf die Entstehung von O_3 aus. Andererseits wirkt der O_3 -Gehalt der Atmosphäre auf ihre chemische Zusammensetzung zurück. Doch mehr noch, denn FCKW sind für sich genommen auch äußerst wirksame Treibhausgase. Ihre diesbezügliche molekulare Wirkkraft ist ca. 15 000 Mal stärker als jene von CO_2 . Sie trägt aktuell ca. 10 % einer mutmaßlichen globalen Erwärmung bei. Modellrechnungen zeigten, dass nicht nur die Verringerung der Konzentration von O_3 -schädigenden Substanzen, ODS,⁵² in

⁵⁰ https://www.giss.nasa.gov/research/features/200402_tango/ozone_temperature_graph.gif

⁵¹ <http://www.science-skeptical.de/wp-content/uploads/2018/12/Ozonloch2018bjpg.jpg>

⁵² https://www.international-climate-initiative.com/de/news/article/entsorgung_ozonschaedlicher_substanzen_%28ods%29/

der Atmosphäre zu einer Erhöhung ihrer O₃-Konzentration führt. Sie ergaben auch, dass die Zunahme der Konzentrationen von CO₂ und CH₄ ebenfalls eine Erhöhung ihres O₃-Gehalts, der daher später das natürliche Niveau der 1960^{er} Jahre übersteigen könne, bewirkt. Andere Treibhausgase, z.B. Stickoxide, wirken diesem Effekt entgegen.⁵³ Die Entschleierung der sich überlagernden Wirkungen und Rückkopplungen bleibt kompliziert wie auch die Erklärung der Existenz eines maximalen O₃-Lochs, d.h. eines „letzten Akts für das Leben auf dem Planeten“, nachdem die Emission anthropogener Ozonkiller vor nunmehr etwa 25 Jahren eingestellt worden war. –

6. Eine weitere höchst bedeutsame klimarelevante Erscheinung ist die einfache positive Eis-Albedo-Rückkopplung. Die *Albedo*^{54, 55} (von lat. *albus* = weiß) stellt eine untere Grenze des Maßes für das Rückstrahlvermögen (Reflexionsstrahlung) von diffus reflektierenden (nicht selbst leuchtenden) Oberflächen dar, vgl. Bild 21. Dieser Prozess führt zu einer sich selbst verstärkenden Abkühlung oder Erwärmung der Erde. Ausgangspunkt sei eine initiale Abkühlung/Erwärmung, die eine Ausdehnung/Schrumpfung der mit Eis bzw. Schnee bedeckten Fläche auslöst. Dadurch steigt/fällt die Größe der Albedo, was infolge der vermehrten/verminderten Reflexion der eingestrahnten Sonnenenergie zu einer weiteren Abkühlung/Erwärmung führt, die eine erneute Änderung der eisbedeckten Flächengröße bedingt. Theoretisch würde die einfache Eis-Albedo-Rückkopplung nach einer initialen Störung zu einer vollständigen Eisbedeckung bzw. Eisfreiheit der Erde führen. Einer solchen Entwicklung stehen aber negative Rückkopplungen, die mit einer Temperaturänderung einhergehen, entgegen. Hier sei die wolkenbedeckte Fläche der Erde genannt, die infolge der temperaturabhängigen Wasserdampf-Aufnahmekapazität der Luft bei einer Temperaturabnahme reduziert bzw. bei einer Temperaturzunahme verstärkt wird. Da Wolken ähnlich wie Eis eine hohe Albedo aufweisen, s. Bild 21, reduziert sich durch die Temperatur-Wolken-Rückkopplung die Erd-Albedo, bzw. sie erhöht sich bei einer globalen Temperaturzunahme. Dies führt daher zu einer weitgehenden Begrenzung von Selbstverstärkungsprozessen der Eis-Albedo-Rückkopplung.⁵⁶

Klimamodelle⁵⁷ berücksichtigen den Einfluss der positiven Eis-Albedo-Rückkopplung, wobei jedoch das Wirken der Wolken⁵⁸ unzureichend erfasst wird. Seit 2011 weiß man, dass alle für frühere IPCC-Berichte verwendeten Modelle den Albedo-Effekt unterschätzten. Das führte zu einem ausgeprägten Unterschied zu weiteren in den Modellen angenommenen Rückkopplungs-Effekten. Nach neueren Daten beläuft sich der zusätzliche Strahlungsantrieb, der in den letzten 30-35 Jahren durch eine Unterschätzung der Eis-Albedo-Rückkopplung entstanden war, auf ca. 0,45 W/m². Das sind mindestens 30 % des Strahlungsantriebs des seit Beginn der industriellen Revolution vom Menschen emittierten CO₂ und liegt damit doppelt so hoch wie in aktuellen Modellen angenommen wird.

⁵³ https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone_2018/documents/ExecSumm_Final_22Oct2018.pdf

⁵⁴ <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/albedo/241#abb>

⁵⁵ <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/09/20/warum-albedo-die-falsche-masszahl-der-reflektivitaet-fuer-die-modellierung-des-klimas-ist/?print=pdf>

⁵⁶ <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/eis-albedo-rueckkopplung/1949>

⁵⁷ <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Klimamodell>

⁵⁸ D. Spänkuch, Was ist eine Wolke? Gedanken zu einer präziseren Definition, *Leibniz Online*, **35**, 1-25 (2018)

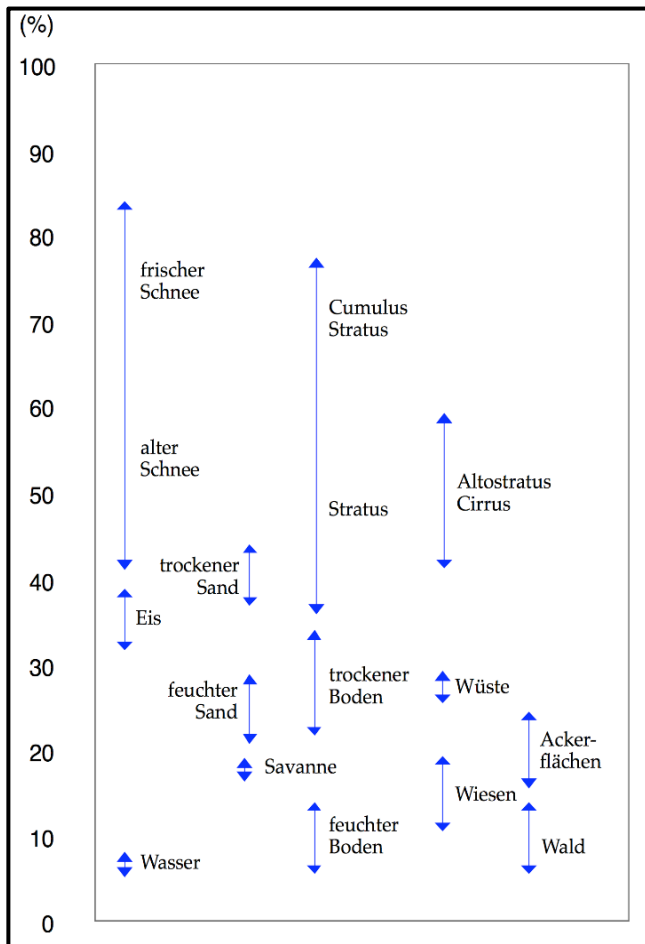


Bild 21. Prozentualer Anteil des von unterschiedlichen Beschaffenheiten der Erdoberfläche in das All reflektierten Sonnenlichts.⁵⁹ (Bei Neuschnee werden bis zu 95 % der eingehenden kurzwelligen Strahlung reflektiert.) Die von Klimatologen allgemein verwendete Albedo liegt am unteren Ende einer Bandbreite gemessener Werte. Selbst hohe Albedo-Werte sind zu niedrig, um für eine Schätzung der gesamterrestrischen Reflektivität herangezogen zu werden; sie sind nur angebracht für Wolken und in geringerem Maße für bloßen Sand.

Die Ursachen sind unklar und liegen nicht notwendigerweise an einer globalen Erwärmung.⁶⁰ Dies konnte in einer weiteren Studie von Anfang 2014 bestätigt werden. Darin wurde durch Satelliten-gestützte Messungen festgestellt, dass die Arktiseis-Albedo um den Faktor 2-3 stärker abgenommen habe, als bisher erwartet worden war. Verteilte man die nach diesen Daten zusätzlich aufgenommene Energie gleichmäßig über die Erde, so entspräche ihre Wirkung ca. 25 % der direkt auf die Zunahme des CO₂ in der Atmosphäre zurückzuführenden Erwärmung. Dieses Erkenntnis findet sich nicht in aktuellen Modellen der Klimaentwicklung; sie bleibt

leider auch im gegenwärtigen gesellschaftlichen Diskurs zum Klimageschehen unerwähnt. Die besprochene positive Rückkopplung wird noch verstärkt, da sie eine weitere Selbstverstärkung verursacht. Geht etwa im nördlichen Eismeer die Eisdecke zurück, besteht grundlegende Rückkopplung in einem besonders starken Albedo-Effekt, da eine Wasseroberfläche noch weniger Strahlung reflektiert als die des Landes. Hinzu kommt eine zweite Rückkopplung, da die Packeis-Decke zuvor auch den Wärmefluss aus dem Ozean in die Atmosphäre abgeschirmt hat, was nach ihrem Abtauen nicht mehr der Fall wäre. --

7. Von wachsender Bedeutung für das Klimageschehen sind die riesigen *Permafrost*- oder Dauerfrostgebiete vor allem auf der Nordhalbkugel der Erde, s. Bild 22. Als Permafrost⁶¹ werden Böden, Sedimente und auch weitere Gesteine bezeichnet, die in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe unter der Erdoberfläche mindestens 2-3 Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ausgesetzt sind (Gletscher und ihre geomorphologischen Formen zählen nicht zum Permafrost). Als Kenngröße wird mit einer mittleren Jahrestemperatur < (- 6 bis - 8) °C gerechnet. Die größte Mächtigkeit von Permafrost-Schichten beträgt in Sibirien ca. 1 500 m. Derartige Mächtigkeiten haben sich im Verlaufe mehrerer Eis- oder Kaltzeiten aufgebaut.

⁵⁹ H. Grobe, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany

⁶⁰ M.G. Flanner, K.M. Shell, M. Barlage, D.K. Perovich, and M.A. Tschudi, Radiative forcing and albedo feedback from the Northern Hemisphere cryosphere between 1979 and 2008, *Nature Geoscience*, **4**, 151–155 (2011); DOI: 10.1038/ngeo1062;

Loss of reflectivity in the Arctic doubles estimate of climate models. In: *ScienceDaily*, January 18, 2011

⁶¹ Das Kunstwort *Permafrost* wurde aus *Permanent* und *Frost* gebildet; Synonym: *Pergelisol*.

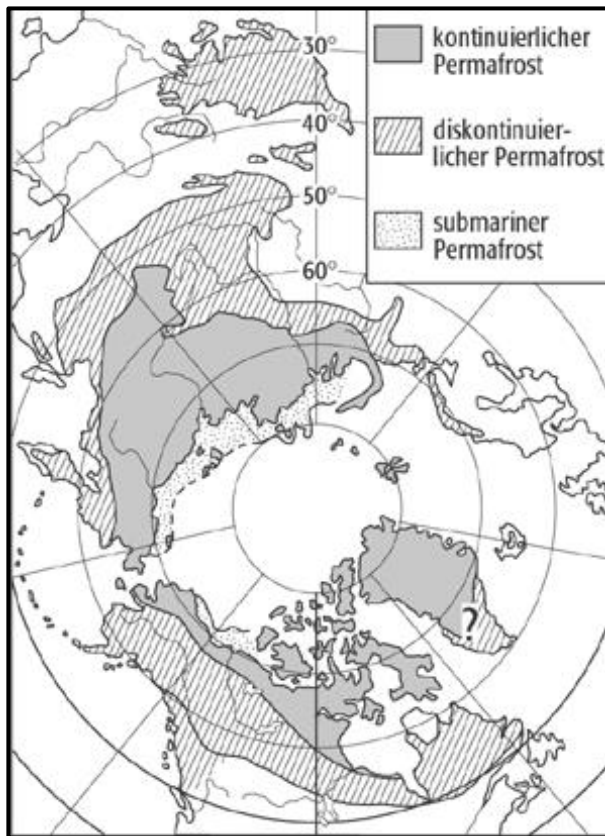


Bild 22 Verbreitung von Permafrost auf der Nordhalbkugel der Erde; das Vorkommen von Permafrost in Grönland gilt als nicht endgültig erwiesen.⁶²

In heutiger Zeit erwärmt sich der Permafrost im Zuge klimatischer Veränderungen nahezu weltweit.^{63, 64} Taut er oberflächlich auf, so werden infolge einer mikrobiellen, oxidativen Zersetzung seines organischen Materials CO_2 und CH_4 gebildet. Unter anaeroben Bedingungen entsteht vorwiegend CH_4 . Setzt Gefrieren ein, so werden diese Verbindungen im Porensystem des Bodens gespeichert. Prozesse dieser Art haben über Jahrtausende zu gewaltigen Gaseinschlüssen geführt. Die im Permafrost der nördlichen Erdhemisphäre gespeicherte Kohlenstoffmasse wird auf 1 330 bis 1 580 Gt geschätzt. Weltweit jedoch sollte es sich um etwa den zehnfachen Betrag handeln.⁶⁵ Das wäre doppelt so viel Kohlenstoff wie in der gesamten Erdatmosphäre enthalten ist und stellte zugleich die Hälfte der gesamten Kohlenstoffmasse im Erdboden dar.⁶⁶

Bereits seit geraumer Zeit ist der Permafrost eine Netto-Quelle des Treibhausgases CH_4 , d.h.

die Emission von CH_4 übertrifft seine Speicherung. In der Aufnahme von IR-Strahlungsenergie ist das Treibhausgas CH_4 etwa 25-33 Mal so wirksam wie CO_2 .⁶⁷ Das hieße (Wissensstand vom September 2018), dass 1 kg CH_4 etwa 25 bis 33 Mal mehr zur globalen Erwärmung beiträgt als 1 kg CO_2 , s. auch^{68,69} Allerdings ist die CH_4 -Konzentration in der Erdatmosphäre vergleichsweise sehr gering (ca. 0,00018 %). Doch die Langzeitwirkung seiner Konzentrationszunahme auf die mittlere globale Oberflächentemperatur ist nur schwer zu überschätzen. Für CO_2 stellt der Permafrost gegenwärtig ebenfalls keine Senke mehr dar, wie noch vor wenigen Jahren.⁷⁰ Nach regionalen Messungen hatte die

⁶² <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/permafrost/5921>

⁶³ Al. Reynolds, Permafrost, Tom Doherty Associates, New York, 2019.

⁶⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Permafrostboden>

⁶⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erwärmung#Rückkopplungen

⁶⁶ C. Tarnocai, et al., Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region, *Global Biogeochemical Cycles*, **23**, 2009. doi:10.1029/2008GB003327

⁶⁷ C. Kemfert und W.-P. Schill, Methan—das unterschätzte Klimagas, *Wochenbericht des DIW Berlin*, **5**, Nr. 32, 218-232 (2009). Quote 4 therein: "This Global Warming Potential value, GWP, which has been used to convert methane emissions into CO_2 equivalents, has been calculated based on a time interval of 100 years. Hereafter, an older GWP of 21, which is cited in most literature, will be used in its place. This value stems from the IPCC's Second Assessment Report and was used for the Kyoto Protocol." IPCC: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. Cambridge and New York, 2007.

⁶⁸ <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/345796/>

⁶⁹ D.T. Shindell, G. Faluvegi, D.M. Koch, G.A. Schmidt, N. Unger and S.E. Bauer, Improved Attribution of Climate Forcing to Emissions, *Science*, **326**, Nr 5953, 716-71830 (2009)

⁷⁰ O.A. Anisimov, Potential feedback of thawing permafrost to the global climate system through methane emission, *Environ Res Lett.*, **2**, N4 (2009)

Kohlenstoff-Emission im Zeitraum 1970-2000 um 22 bis 66 % zugenommen.⁷¹ Diese Tendenz setzt sich fort, vgl.⁷², wodurch künftig eine mögliche globale Erwärmung verstärkt werden könnte. Vielfach nimmt man an, dass es sehr bald zu einer positiven Rückkopplung kommen werde. Lief die CH₄-Freisetzung zunächst nur langsam ab⁷³, so hat sie sich offenbar in den letzten Jahren bedrohlich beschleunigt.⁷⁴ Sicherlich werden nicht alle Veränderungen in heutigen Permafrost-Gebieten zu einer Verstärkung eines mutmaßlich anthropogenen Treibhauseffekts führen. Denn auf dem aufgetauten Untergrund siedelt sich eine neue Vegetation an, die mehr CO₂ aus der Atmosphäre aufnehmen und auch in den Boden transportieren dürfte. Dadurch wird die Erwärmung der Atmosphäre abgeschwächt. Andererseits verringert die entstehende Vegetation regional die Albedo, weshalb es in überlagernden atmosphärischen Schichten zu einer Erwärmung kommt, die nach heutiger Kenntnis die abkühlende Folge der CO₂-Aufnahme übertreffen könnte.⁷⁵ Über den Netto-Effekt von zunehmender CH₄-Emission aus Permafrost sowie zunehmender CO₂-Aufnahme und Verringerung der Albedo durch Pflanzenwachstum bestehen unterschiedliche Auffassungen. Doch auftauender Permafrost könnte wegen der schieren Größe seiner Lagerstätten das Weltklima in einem Horror-Szenarium zum Kippen bringen, vgl.⁷⁶ Dazu könnten auch großflächige, vom freigesetzten CH₄ gespeiste Waldbrände beitragen. Sollte sich die Erde weiterhin im momentan gefühlten Tempo erwärmen, so könnte - vom CO₂ abgesehen - das aus Permafrost tretende CH₄ die mittlere globale Oberflächentemperatur im Rahmen der gegenwärtig herrschenden Vorstellungen zusätzlich um 0,3 °C steigen lassen.⁷⁷ Besorgniserregende Details damit verbundener Folgen werden in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben.^{78, 79}

8. Im Meeresboden lagern riesige Mengen von Gas-Hydraten, speziell von CH₄-Hydraten, die für die künftige Energieversorgung der Menschheit wie auch für das Klimageschehen bedeutsam werden könnten.^{80, 81} Ihre Kohlenstoffmasse beträgt ca. 1 000 bis 5 000 Gt, was ca. 100 bis 500 Mal mehr Kohlenstoff ist, als jährlich durch Verbrennung von fossilen Energieträgern in die Atmosphäre gelangt. Die nachgewiesene Festland-Kohlereserve umfasst etwa 900 Gt Kohlenstoff. CH₄-Hydrate

⁷¹ T.R. Christensen, T.R. Johansson, H.J. Akerman, M. Mastepanov, N. Malmer, T. Friborg, P. Crill and B.H. Svensson, Thawing sub-arctic permafrost: effects on vegetation and methane emissions, *Geophys. Res. Lett.*, **31** (4) (2004); DOI: 10.1029/2003GL018680

⁷² https://www.youtube.com/watch?time_continue=142&v=T_xhINCW6JA

⁷³ R.A. Kerr, Arctic Amageddon Needs More Science, Less Hype, *Science* **329**, 620-621 (2010).

⁷⁴ M. Bülow, Gesagtes und nichtgesagtes zum Klimawandel, September 17, 2018, DOI:10.13140/RG.2.2.12702.59208

⁷⁵ IPCC Report 2007, Climate Change 2007, Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 4.4.6

⁷⁶ K.W. Anthony, Th. Schneider von Deimling, I. Nitze, St. Frolking, A. Emond, R. Daanen, P. Anthony, P. Lindgren, B. Jones, and G. Grosse, 21st-century modeled permafrost carbon emissions accelerated by abrupt thaw beneath lakes, *Nature Communications*, **9**, 1-9, (2018); Article number: 3262 (2018); <https://www.nature.com/articles/s41467-018-05738-9>; DOI: 10.1038/s41467-018-05738-9

⁷⁷ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/tauender-permafrost-eine-unterschaetzte-gefahr-fuer-das-weltklima-1614664>; 28. Mai 2019

⁷⁸ J. Hjort, O. Karjalainen, J. Aalto, S. Westermann, V.E. Romanovsky, F.E. Nelson, B. Etzelmüller and M. Luoto, Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century, *Nature Communications*, **9**, 11 December 2018; Article number: 5147 (2018); DOI:10.1038/s41467-018-07557-4 <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07557-4.pdf>

⁷⁹ G. Grosse, J. Lenz, und J. Strauss, Permafrostverbreitung und -degradation in den Polarregionen, *Geographische Rundschau*, **11**, 10-15 (2018) https://c.wgr.de/f/onlineanhaenge/files/html5_preview/e57ef3822f3e43f78d9b2f44305d98dad3a1a3cf794435e560117af4f13fba8b/index.html?sp=true

⁸⁰ <https://www.fona.de/de/service/mediathek/podcasts/2017/08/gashydrat-koennte-zu-einer-weltweiten-energierevolution-fuehren.php>

⁸¹ <http://homepages.uni-paderborn.de/wgs/Dlehre/Methanhydrat.pdf>

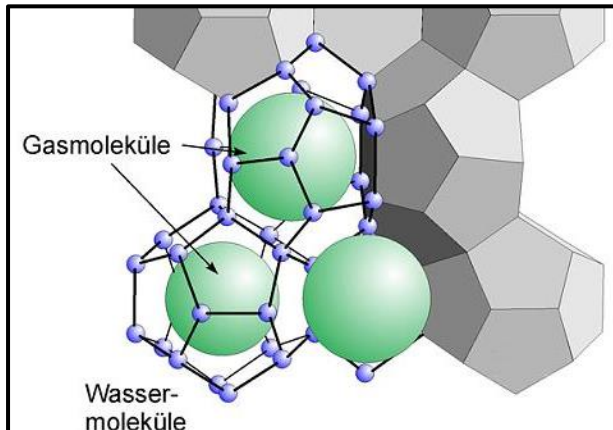


Bild 23. Schema einer kristallinen Gas-Einschluss-Verbindung, hier des CH₄-Hydrats.⁸²

sind instabile, eisähnliche kristalline Feststoffe, die in ihren aus Wasser-Molekülen bestehenden „Käfigen“ CH₄-Moleküle einschließen, s. Bild 23. Diese Spezies werden auch Clathrat- oder Einschluss-Verbindungen genannt. Sie entstehen durch anaerobe Umsetzung organischen Materials, z.B. von Glucose, C₆H₁₂O₆, das sich über sehr lange Zeit aus Plankton-Ablagerungen der Meere bildet.⁸³ Sie sind nur unter hohen Drücken (> 25 bis 35 bar) und un-

terhalb moderater Temperaturen (< 0-5 °C) stabil. Ihre Bildungskomponenten, d.h. der gasförmige Kohlenwasserstoff und das das Gitter bildende Wasser, werden bei hinreichend starker Erwärmung freigesetzt. Dabei kollabiert das Gitter.⁸⁴ Entsprechende Existenzbedingungen herrschen in Meeres-tiefen ab ca. 300 bis 500 m, in der Arktis etwas weniger tief. Bild 24 vermittelt einen Eindruck von der Verbreitung der CH₄-Hydrat-Vorkommen. Sie finden sich meist an den maritimen Kontinentalhängen und unterhalb von kontinuierlichem Permafrost. Geophysikalische Faktoren können im Untergrund Kanalbildungen bewirken. Durch solche Systeme vermag CH₄ zu entweichen. Bei Erwärmung der Ozeane können die CH₄-Hydrate im Meeresboden destabilisiert werden, was zur Freisetzung großer CH₄-Mengen führen würde. Allerdings erwärmen sich Ozeane langsamer als festes Land. Wegen der daraus folgenden, nur allmählichen Vermischung des Ozeanwassers dringt jede Erwärmung nur verzögert zum Meeresboden vor. Daher würde es in diesem Jahrhundert unwahrscheinlich sein, dass eine rasche und merkliche Freisetzung von CH₄ auftritt. Bedeutsamer ist wohl die Gefahr einer langsamen, nicht kontrollierbaren und über Jahrhunderte anhaltenden CH₄-Emission aufgrund des nur allmählichen Vordringens der Erwärmung in tiefere Meeresschichten. Auch wird CH₄ vom Meerwasser absorbiert.⁸⁵ Diesem Prozess sind aber Grenzen gesetzt. Es wird zudem beobachtet, dass sich der Zustand der *Offshore*-Permafrost-Böden in manchen Regionen saisonabhängig verschlechtert. Im Einzelnen kann die Stabilität der CH₄-Hydrat-Vorkommen in den Ozeanen infolge von Temperatur- und Druckveränderungen beeinflusst werden. Bei Erwärmung des Bodenwassers geht die Dicke der Stabilitätszone der CH₄-Hydrate zurück. Bis *dato* stabile Hydratvorkommen werden sodann instabil – das Gas-Hydrat zerfällt, und das Gas wird freigesetzt. Ab einer Temperaturerhöhung auf ca. 3 °C des Umgebungswassers der CH₄-Hydrate verringert sich die Dicke der Stabilitätszone signifikant. Bei einer Temperaturerhöhung auf ca. 8 °C verschwindet diese Zone vollständig. Doch schon bei geringen Temperaturänderungen kann das Gas in freies Wasser entweichen. Im Zuge einer fortschreitenden

⁸² https://www.focus.de/wissen/weltraum/odenwalds_universum/tid-14909/odenwalds-universum-triple-win-situation_aid_417387.html; http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=gh_struktur

⁸³ Beispiel einer Bildungsreaktion mit der anaeroben Umsetzung von Glucose: C₆H₁₂O₆ → 3 CH₄ + 3 CO₂

⁸⁴ Auf ein Mol CH₄ kommen 5,75 Mole H₂O, die Formelschreibweise lautet daher CH₄ · 5,75 H₂O. Die Dichte des CH₄-Hydrats beträgt 0,9 g/cm³. Im Hydrat liegt CH₄ in einer hoch verdichteten Form vor. Unter Normalbedingungen entspricht 1 m³ CH₄-Hydrat 164 m³ CH₄ und 0,8 m³ H₂O. Bei Raumtemperatur ist CH₄-Hydrat instabil, und es entweicht CH₄. Gas-Hydrate kristallisieren im kubischen Raumgitter-System, wobei die Käfigform vom eingelagerten Gas-Molekül bestimmt wird. Die häufigste Form des CH₄-Hydrats ist der Dodekaeder.

⁸⁵ Eine wesentliche, mit dem Gesagten verbundene Rückkopplung im Klimageschehen beruht auf der temperaturabhängigen Löslichkeit von Gasen in den Ozeanen. Da deren Löslichkeit in Wasser mit steigender Temperatur abnimmt, könnte eine wie auch immer verursachte Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur (also auch der Ozeane) zu einer positiven Rückkopplung führen.

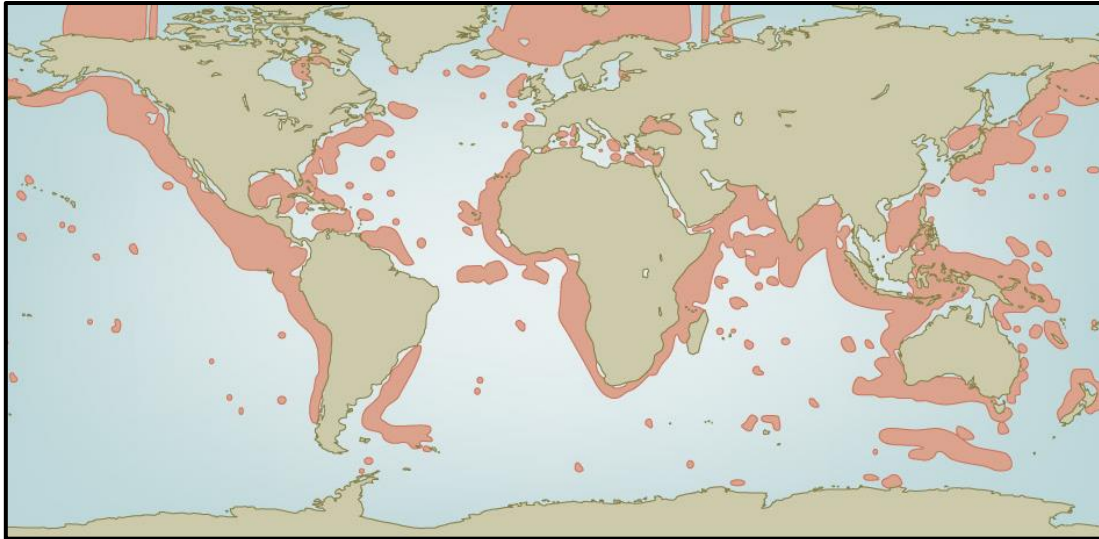


Bild 24. Unermessliche Vorkommen von CH₄-Hydraten (rosa gefärbte Gebiete).⁸⁶

Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur könnte es – in Analogie zum Permafrost-Geschehen – langfristig durch anhaltende CH₄-Freisetzung zu einer hohen CH₄-Konzentration kommen, d.h. zu einer sich verstärkenden positiven Rückkopplung mit Folgen für den Treibhauseffekt.⁸⁷
⁸⁸ So hat sich im Zeitraum 1750-2018 die Konzentration von CH₄ in der Atmosphäre von ca. 0,8 auf ca. 1,858 ppb⁸⁹ erhöht. CH₄ hätte – wie oben bereits beschrieben – einen viel stärkeren Einfluss als CO₂ auf den Treibhauseffekt, was jedoch wegen seiner sehr viel geringeren Konzentration in der Atmosphäre und der Überlappung ihrer unten beschriebenen IR-Spektren nicht effektiv zum Tragen kommt. Zum Vergleich sei bemerkt, dass gegenwärtig ca. 40 % der CH₄-Emissionen aus der Massentierhaltung des Menschen stammen.

Beträchtlich ist auch die bereits erwähnte oxidative Umsetzung des CH₄ zu CO₂ durch Mikroorganismen der Meere, wodurch sich auch ihr Sauerstoffgehalt verringern kann. Das gelöste CO₂ bildet teilweise Kohlensäure, H₂CO₃, die partiell dissoziiert, wobei Protonen, H⁺, frei werden (letztere assoziieren mit H₂O zu Hydronium-Ionen, H₃O⁺). Folglich sinkt der p_H-Wert⁹⁰ des Meerwassers (typisch sind leicht basische p_H-Werte von ~ 8,1 im Mittel). Der p_H-Wert könnte bei gleichzeitiger Einwirkung der landgestützten CO₂-Emissionen bis zum Ende dieses Jahrhunderts weiter abnehmen, etwa um 0,2 bis 0,3 Einheiten, vgl. Bild 25. Das käme einer Zunahme der H⁺-Konzentration um ≥ 100 % gleich.

⁸⁶ [https://worldoceanreview.com/wor-1/energie/hoffnungstraeger-methandhydrat/;](https://worldoceanreview.com/wor-1/energie/hoffnungstraeger-methandhydrat/)
<http://www.bosy-online.de/Methanhydrat.htm>

⁸⁷ G. Lamarche-Gagnon, J.L. Wadham, B. Sherwood Lollar, et al., Greenland melt drives continuous export of methane from the ice-sheet bed, *Nature*, **565**, 73–77 (2019); DOI: 10.1038/s41586-018-0800-0

⁸⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Methanhydrat>

⁸⁹ https://www.klimareporter.de/erdsystem/der-unheimliche-anstieg-der-methan-konzentration?utm_source=pocket-newtab

⁹⁰ Der p_H-Wert ist als negativer dekadischer Logarithmus der Konzentration der H⁺-Ionen (oder Hydronium-Ionen, H₃O⁺) einer wässrigen Lösung definiert: p_H = - lg (c_{H⁺}). In Anlehnung an die Dissoziationskonstante des Wassers, 10⁻¹⁴ Mol² / l² teilt man die Wertebereiche wie folgt ein (bei 25 °C): p_H < 7 saure Lösung; p_H = 7 neutrale Lösung; p_H > 7 alkalische oder basische Lösung.

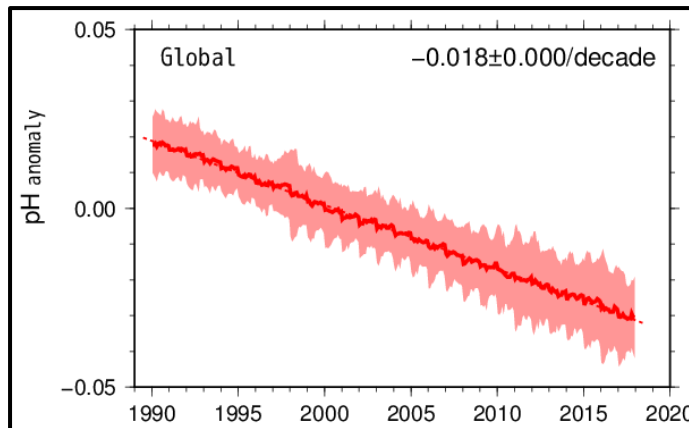


Bild 25. Mittlerer globaler Langzeitverlauf der pH -Wert-Anomalie von oberflächlichem Meerwasser nach Messungen für den Atlantischen, Indischen und Pazifischen Ozean im Zeitraum 1990-2010.⁹¹

Eine solche Verringerung der Basizität des globalen Meerwassers beeinflusst in hohem Maße die in ihm lebende Flora und Fauna (Korallenbleiche, Beeinflussung des Stoffwechsels der Meeresorganismen), was eine signifikante Störung eines umfassenderen ökologischen

Gleichgewichts verursachen könnte. Klimarelevante Rückkopplungen bestehen zu den Funktionen der Weltmeere als CO_2 -Senke und Kohlenstoff-Pumpe.^{92, 93, 94} (Weitere Ausführungen zur Rolle der Weltmeere im Klimageschehen erfolgen unten.) --

9. Von hervorragender Bedeutung für das Wetter und seine komplexe Statistik, das Klima, sind die Wälder, vgl.^{95, 96, 97} Sie verkörpern die wichtigste terrestrische Kohlenstoff-Senke.⁹⁸ Ihre Bäume realisieren vielfältige Prozesse. Über die Photosynthese⁹⁹ binden sie CO_2 aus der Luft, bilden Glucose für ihr Wachstum und generieren zugleich Sauerstoff, den sie an die Atmosphäre abgeben, wodurch das Klima positiv beeinflusst wird. Hierfür existiert aber eine Grenze. Nach einem gewissen Grad des Wachstums und der Ausbreitung der Vegetation könnte eventuell so viel CO_2 aus der Atmosphäre gebunden werden, dass der *natürliche Treibhauseffekt* gestört werden würde, und es zu negativen Szenarien käme, die einem anthropogenen Treibhauseffekt zugeschrieben werden könnten, was einer negativen Rückkopplung entspräche. Zum anderen ist es möglich, dass Wälder infolge eines Klimawandels zur Quelle von CO_2 werden, wodurch sich – nach aktuell verbreiteter Lesart – die mittlere globale Oberflächentemperatur erhöhen könnte. Dies käme einer positiven Rückkopplung gleich. Solche Vorgänge, die Ergebnisse verschiedener Rückkopplungen wären, liefen im Verlauf der Erdgeschichte nicht nur einmal ab.¹⁰⁰ Vom prinzipiell möglichen Wirken von Prozessen einer Umkehrung der Richtung des Klimawandels durch Aufnahme von CO_2 aus der Atmosphäre, welche die anthropogene Emission von Treibhausgasen prävalierte, scheint jedoch die Menschheit gegenwärtig weit entfernt zu sein, und sie entfernt sich von solchem Geschehen stetig weiter. Unter diesem Aspekt mutet das Konzept der „negativen Emissionen“, das kürzlich von der *Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina* zum Schutz des gegenwärtigen Klimas empfohlen wurde¹⁰¹, geradezu hilflos an.

In diesem Kontext ist die während der letzten 150 Jahre ununterbrochen wachsende Ausdehnung landwirtschaftlicher Nutzflächen sehr beredt. Hierfür werden vor allem Wälder gerodet und Savan-

⁹¹ https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/english/oa_global/oceanacidification_global_en.html

⁹² https://de.wikipedia.org/wiki/Versauerung_der_Meere

⁹³ <https://worldoceanreview.com/wor-1/meer-und-chemie/ozeanversauerung/>

⁹⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erwärmung

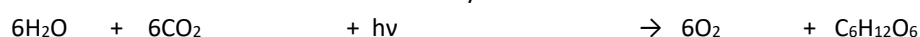
⁹⁵ https://www.researchgate.net/publication/332190082_Vom_Wirken_der_Walder

⁹⁶ <http://klimatetochskogen.nu/de/>

⁹⁷ https://www.naturefund.de/wissen/natur_und_klima/waelder/

⁹⁸ <https://www.yumpu.com/de/document/read/38575060/co-senken-und-quellen-in-der-waldwirtschaft>

⁹⁹ Die chemische Summenformel der Photosynthese lautet:



Wasser + Kohlenstoffdioxid + Sonnenenergie als Licht $\rightarrow$ Sauerstoff + Glucose (Traubenzucker)

Die Photosynthese läuft in den Chloroplasten der Blätter ab.

¹⁰⁰ <https://www.mz-web.de/panorama/umwelt-waelder-machen-klima-8034084>

¹⁰¹ *acatech/Leopoldina/Akademienunion*, Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik, 2019

nen kultiviert. Dieser Entwicklung sollte global Einhalt geboten sowie mit Wiederaufforstung entgegengewirkt werden¹⁰² – eine durch Simulationsrechnungen¹⁰³ gestützte Binsenweisheit. Doch derartige hilfreiche Maßnahmen werden in hohem Maße durch anthropogene Gegenprozesse überlagert. So werden über zwei Jahrzehnte *ca.* 55 % der heute noch existierenden tropischen Regenwälder und ihre originäre Pflanzen- und Tierwelt vernichtet sein. Bis zum Jahr 2030 sollen durch ihre Zerstörung voraussichtlich 56 bis 97 Milliarden Tonnen CO₂ zusätzlich freigesetzt werden. Ein derartiges Geschehen läuft gegenwärtig in den südamerikanischen Regenwäldern verstärkt ab. Damit sind nicht nur Zustand und Zukunft dieser tropischen Wälder alarmierend gefährdet.^{104, 105} Die weltweit stattfindende Abholzung wie auch die mancherorts erfolgende Aufforstung beeinflussen Wetter und Klima selbst in Gebieten, die tausende Kilometer vom Tatort entfernt sind.¹⁰⁶ Stets und überall ist Zerstörung schneller als jedwede Regeneration. Die tropischen Regenwälder speicherten Ende 2015 noch *ca.* 40 % des global vorhandenen terrestrischen Kohlenstoffs, doch ihre Rodung verursachte *ca.* 7 bis 17 % des insgesamt emittierten.¹⁰⁷ Etwa 60 % der gesamten tropischen Landmasse profitieren von Regenfällen, die in den Regenwäldern generiert werden. Diese sind somit Teil einer gigantischen biologischen Umwälzpumpe, die an der globalen Zirkulation mitwirkt.¹⁰⁸ Bisher jedoch vernachlässigte die Meteorologie den Einfluss der Pflanzenwelt auf die Bildung von Niederschlägen, d.h. auf Wetter und Klima – trotz jahrzehntealter Hinweise in der Fachliteratur.¹⁰⁹ Die riesigen, von hunderten Milliarden Bäumen gebildeten Wälder der Welt, bewegen Wasser in schier unvorstellbar großen Dimensionen. Der tropische Regenwald Amazoniens gibt täglich *ca.* 20 Billionen Liter Wasser an die Atmosphäre ab¹¹⁰ – *ca.* 17 % mehr als selbst der gewaltige Amazonas-Strom führt. Die Flora der Erde stellt einen beträchtlichen Teil allen Wassers bereit, das in Form von Niederschlägen auf sie niedergeht. --

¹⁰² J.-F. Bastin, Y. Finegold, C. Garcia, et al., The global tree restoration potential, *Science*, **365**, Nr. 6448, 76-79 (2019); DOI: 10.1126/science.aax0848

¹⁰³ https://www.mpg.de/10888127/mpi_f_meteorologie_jb_20162

¹⁰⁴ D.C. Nepstad, P.A. Lefebvre, U.L. Silva Jr, et al., Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis, *Global Change Biology*, **10**, 704-717 (2004)

¹⁰⁵ Daniel C. Nepstad, Der Teufelskreis am Amazonas.- Dürre und Feuer im Treibhaus, *WWF International*, 2007, Gland/Schweiz, 20 pages.

¹⁰⁶ <https://www.spektrum.de/news/wie-waelder-das-wetter-beeinflussen/1603100>

¹⁰⁷ C. Bello, M. Galetti, M.A. Pizo, L.F.S. Magnago, M.F. Rocha, R.A.F. Lima, C.A. Peres, O. Ovaskainen, and P. Jordano, Defaunation affects carbon storage in tropical forests, *Science Advances*, **1**, No. 11, 1-10 (2015)

¹⁰⁸ <https://www.spektrum.de/news/die-bio-regenmacher/1163922>

¹⁰⁹ Abigail Swann, https://en.wikipedia.org/wiki/Abigail_Swann

¹¹⁰ K. Mallick, I. Trebs, E. Boegh, A.D. Nobre, et al., Canopy-scale biophysical controls of transpiration and evaporation in the Amazon Basin, *Hydrology and Earth System Sciences*, **20**, 4237–4264 (2016) (zugänglich auf https://www.researchgate.net/publication/291974948_Canopy-scale_biophysical_controls_of_transpiration_and_evaporation_in_the_Amazon_Basin)

10. Von unschätzbbarer Bedeutung für Wetter und Klima sind die Ozeane. Der überwiegende Teil der Oberfläche der Erde, nämlich etwa zwei Drittel, ist von Wasser bedeckt. Als größte Kohlenstoff-Senke seit Beginn der industriellen Revolution haben die Ozeane etwa 40 % allen von Menschen freigesetzten CO₂ aufgenommen. Die Bilder 26a und 26b zeigen Daten zur Aufnahme von CO₂ durch die Welt-

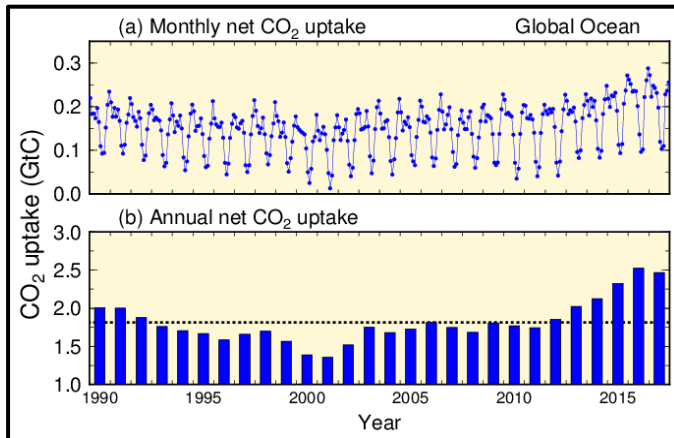


Bild 26. Globale CO₂-Aufnahme der Ozeane von 1990 bis 2017.¹¹¹

meere, wobei ein merklicher Anstieg ab etwa dem Jahr 2012 auffällt, s. Bild 26b. Dieser markante Befund korreliert nicht mit entsprechenden Daten für die in den Bildern 2-9 und in Tab. 1 gezeigte Entwicklung der mittleren globalen Oberflächentemperatur, da die Löslichkeit von CO₂ in H₂O mit steigender Temperatur abnimmt und sein Dampfdruck darüber

zunimmt. Der Zusammenhang ist komplex und sollte mit Unterschieden zwischen den Temperaturen der Weltmeere in Abhängigkeit von der geographischen Breite verbunden sein.¹¹² So zeigt Bild 27 für das Jahr 2017 klare Unterschiede in Größe und Richtung des CO₂-Flusses zwischen dem tropisch-subtropischen Gürtel und den gemäßigten und kalten Breiten.

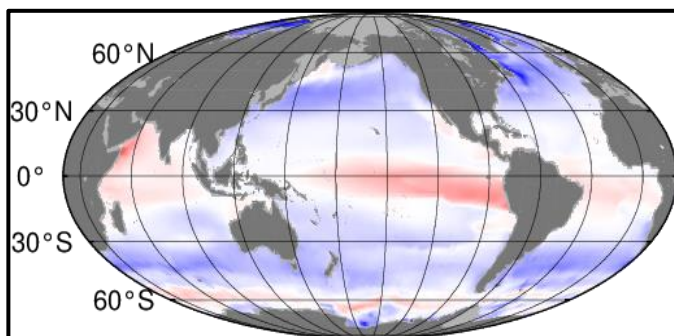
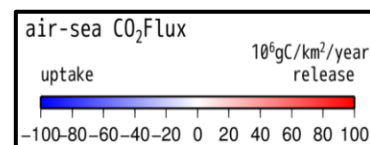


Bild 27. Die blauen und roten Felder zeigen Auf- bzw. Abnahme von CO₂ durch das oberflächige Meerwasser an die Atmosphäre für das Gesamtjahr 2017 (Einheit: 10⁶ g Kohlenstoff pro km² und Jahr).¹¹³



Die globale Erwärmung seit den 1950^{er} Jahren sollte zu ca. 93 % auf die Erwärmung der Ozeane zurückzuführen sein.¹¹⁴ Etwa drei Viertel des in der Atmosphäre befindlichen H₂O stammen aus den Weltmeeren. Temperatur, Geschwindigkeit und Muster der zirkulierenden Strömungen der Ozeane beeinflussen ihre Fähigkeit, CO₂ aufzunehmen. Jede Verringerung dieser Fähigkeiten dürfte die Gesamtkonzentration von CO₂ in der Atmosphäre erhöhen und somit rückkoppelnd den mutmaßlichen Klimawandel begünstigen.¹¹⁵ Es scheint, dass die atlantische Zirkulationsströmung durch Abschwächung und Verlangsamung jüngst so gelitten habe wie seit mindestens 1 600 Jahren nicht. Diese Strömung gleicht einem Förderband, das warmes Wasser aus dem Golf von Mexiko und von der Küste Floridas in den Nordatlantik, somit nach Europa, transportiert. Im Norden kühlt der warme Wasserstrom ab, er verdichtet sich und sinkt in die Tiefe. Damit fließt relativ kühles Wasser nach Süden

¹¹¹ https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/english/co2_flux/co2_flux_en.html

¹¹² Dies wirft Fragen in Richtung der Relevanz von in aller Munde befindlichen Begriffen wie Weltklima, globaler Klimawandel, globale mittlere Oberflächentemperatur, Konzentration von Treibhausgasen, etc., auf.

¹¹³ https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/english/co2_flux/co2_flux_animation_en.html

¹¹⁴ <https://www.eea.europa.eu/de/signale/signale-2018/artikel/klimawandel-und-wasser-waermere-ozeane>

¹¹⁵ T. DeVries, M. Holzer and F. Primeau, Recent increase in oceanic carbon uptake driven by weaker upper-ocean overturning, *Nature*, **542**, 215–218 (2017)

zurück. Der Strom – bekannt als Golfstrom – wirkt für Westeuropa wie ein gigantischer Temperaturregler. --

11. Der Einfluss von Wasserdampf auf das Klima und seinen Wandel ist von größter Bedeutung. Entgegen der anderen und inzwischen vom größeren Teil einer befragten deutschen Öffentlichkeit akzeptierten Meinung stellt er seine wichtigste Wirkkraft dar. Zwei gegenläufige Effekte bestimmen ihn. Zum einen kommt es wegen der Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur, mit hin auch der Erwärmung der Ozeane, zu einem Anstieg der Wasserdampf-Konzentration in der Atmosphäre. ¹¹⁶ Wasserdampf reflektiert die von der Erde ausgesandte langwellige Infrarot-Strahlung,

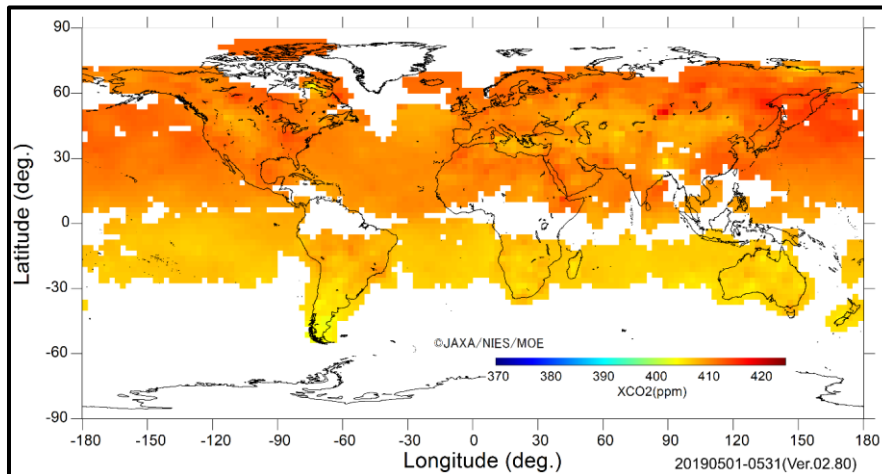


Bild 28. Fourier Transform Spectroscopy Daten des Typs SWIR L3 von CO₂ für den Monat Mai 2019, aufgenommen vom japanischen Satelliten Ibuki-2 (überdurchschnittliche Belastung der nördlichen Hemisphäre bei durchweg mindestens 0,041 % CO₂; die verringende Wirkung des sommerlichen Blattgrüns hat noch nicht eingesetzt). ¹¹⁷

was zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts führt. Zum anderen verursacht die Erwärmung der Meere eine verstärkte Wolkenbildung, die der globalen Erwärmung entgegenwirkt – reflektieren doch Wolken kurzwellige Anteile des einfallenden Sonnenlichts. Welcher dieser Effekte überwiege, sei bislang nicht abschließend geklärt. Der größere Teil der eingeschlossenen Sonnenenergie wird in den Ozeanen gespeichert, was wiederum Temperatur und Kreislauf des Wassers entscheidend beeinflusst.

Die Atmosphäre enthält Wasserdampf mit einem fluktuierenden, doch allmählich steigenden Volumenanteil von ~ 0,01 bis ~ 5,0 % (an jedem beliebigen Tag mindestens 1-2 % oder einen mittleren absoluten Wassermasse-Volumen von ca. 13 000 km³). Damit ist Wasserdampf das wichtigste der bedeutenden atmosphärischen Treibhausgase - im Vergleich zu CO₂ (ca. 0,04083 % für 2018; s. auch Bild 28 für Mai 2019; steigend)) und CH₄ (ca. 0,000186 % für das Jahr 2018 (s. auch Bild 29 für März 2019; steigend)). ^{118, 119}

Die Erde zeigt gegenwärtig – vorwiegend wegen der teilweisen Reflektion der IR-Strahlung durch Wolken und eines daraus resultierenden „Aufstauens von Rückstrahlung“ – eine Durchschnittstem-

¹¹⁶ Diese Feststellung lässt sich mittels der *Magnus-Formel* quantifizieren. Sie ist benannt nach *H. Magnus*, 1802-1870, der diese Näherungsgleichung zur Berechnung des Sättigungsdampfdrucks, P_s , in Pa, in Abhängigkeit von der Lufttemperatur, T , in K, aufgestellt hat. Für Wasser-Oberflächen lautet sie wie folgt: $\lg p_s = \lg 610,8 + \frac{7,5T-2049}{T-38,25}$. Diese Formel ist sehr genau: $\Delta p_s < 0,22$ % im Bereich zwischen 0 und 100 °C und $\Delta p_s < 4,3$ % zwischen -20 und 374 °C. Thermodynamisch exakt ist die umfassende *Clausius-Clapeyron-Gleichung* (<https://de.wikipedia.org/wiki/Clausius-Clapeyron-Gleichung>).

¹¹⁷ https://data2.gosat.nies.go.jp/gallery/fts_l3_swir_co2_gallery_en_image.html?image=121.

Auf dem GOSAT-Server sind bisher noch keine für die Öffentlichkeit zugänglichen Daten für Wasserdampf gespeichert, obwohl der japanische Satellit *Ibuki-2* (GOSAT-2) solche seit Beginn des Jahres 2019 misst.

¹¹⁸ *R. Tuckermann*, Wasser in der Atmosphäre, Technische Universität Braunschweig, 2005

¹¹⁹ Das zweitwichtigste Treibhausgas ist CO₂, das bei einem „pro-Molekül“-Vergleich mit H₂O den sechsfachen Betrag von Wärmestrahlung absorbiert. Da der Anteil von CO₂ in der Atmosphäre mit ca. 0.041 % wesentlich geringer als der von Wasserdampf ist, ist CO₂ als Treibhausgas von weit geringerer Bedeutung als Wasserdampf.

peratur von + 15 °C (*natürlicher Treibhauseffekt*)¹²⁰. Wasserdampf trägt dafür *ca.* 63 % bei. Ohne diesen Beitrag (bei gleichzeitigem Wirken des *Albedo*-Effekts) würde auf der Erde eine mittlere globale Oberflächentemperatur von - 15 °C herrschen. Über die Faktenlage, dass Wasserdampf – nicht CO₂ – das für das Klima „gefährlichste“ Treibhausgas ist¹²¹, besteht in der Fachliteratur kein Zweifel,

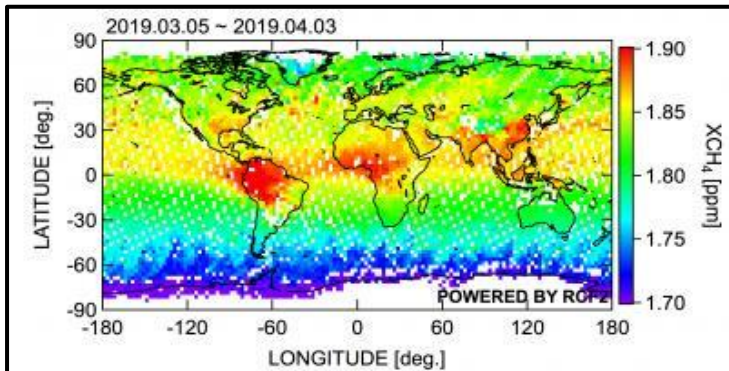


Bild 29. Konzentration und Verteilung von CH₄ in der Erdatmosphäre für März 2019 (Messungen des japanischen Satelliten Ibuki-2).^{122, 123}

s. z.B.^{124, 125}. Tatsächlich bleibt dies aber in der Öffentlichkeit unerwähnt. Der vor allen von den Ozeanen und der Vegetation an die Atmosphäre abgegebene Wasserdampf hat zwar würde man einzelne Moleküle mar-

kieren und verfolgen – nur eine relativ kurze Verweilzeit in der Troposphäre, erfährt aber über seine ununterbrochene Nachlieferung in gewaltigen Mengen eine permanente Erneuerung. Dabei spielt der in seiner Dichte in den oberen Bereichen der Troposphäre kaum noch vorstellbare Flugverkehr eine wachsende Rolle. Allein über den alten deutschen Bundesländern betrugen die Flugverkehr-Emissionen von Wasserdampf bereits 1983 *ca.* 3,4 Millionen Tonnen.¹²⁶ Insgesamt ist der Wasserdampfgehalt der oberen Troposphäre in den letzten 45 Jahren um *ca.* 75 % gestiegen. Diese Dampfmasse mag zwar im Vergleich zur Gesamtmasse des troposphärischen Wassers gering erscheinen, liefert jedoch ein sehr wichtiges Argument zugunsten eines mutmaßlich anthropogenen Treibhauseffekts.^{127, 128} Aufgrund der für den Zeitraum 1979-2005 beobachteten Zunahme der Wasserdampf-Konzentration in der Oberschicht der Troposphäre wurde die Schlussfolgerung gezogen, dass es sich hierbei um den stärksten Rückkopplungs-Mechanismus für eine Vervielfachung anthropogener Einflüsse auf den Klimawandel handele.¹²⁹ Auch in der unteren Troposphäre steigt der Wasserdampf-Gehalt kontinuierlich an. Auch wird verkannt oder verschwiegen, dass der überwiegende Teil der

¹²⁰ S. Bakan und A. Raschke, Der natürliche Treibhauseffekt, *Promet* 28, Nr. 3/4, 85-94 (2002) (Deutscher Wetterdienst): <http://www.mpimet.mpg.de/fileadmin/grafik/presse/FAQs/BRPromet2802.pdf>

¹²¹ T. Sheahan, in A. Watts, Methane: The Irrelevant Greenhouse Gas, April 11, 2014; <https://wattsupwiththat.com/2014/04/11/methane-the-irrelevant-greenhouse-gas/>

¹²² https://www.eurekalert.org/pub_releases/2019-07/nife-aro071819.php

¹²³ Die vergleichsweise hohen CH₄-Konzentrationen für den tropischen Gürtel der Atmosphäre rühren wahrscheinlich von Verwesungsprozessen in den Regenwäldern, bestimmten landwirtschaftlichen Aktivitäten der ansässigen Bevölkerung und hier stattfindenden weitflächigen Brandrodungen für die Erweiterung von Nutzflächen her. (z.B. in Amazonien – gefördert durch die brasilianische Regierung).

¹²⁴ J.T. Kiehl, and K.E. Trenberth, Earth's Annual Global Mean Energy Budget, *Bull. Amer. Meteor. Soc.* **78**, No. 2, 197-2080 (1997)

¹²⁵ H. Hug, Die Klimamodelle versagen, <Pro und Contra>, *Nachr. aus der Chemie*, **61**, 132 (2013)

¹²⁶ Laut US Department of Energy verbraucht der internationale Flugverkehr täglich mehr als 1 Milliarde Liter Kerosin, was *ca.* 11 500 l/sec entspricht. Von 600 Millionen l/Tag Kerosin im Jahre 1990 wird der Verbrauch auf prognostizierte 1 600 Millionen l/Tag im Jahre 2020 gestiegen sein, s.

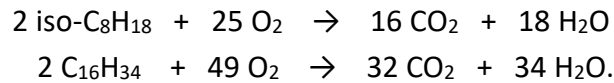
s. <https://de.globometer.com/flugzeug-kraftstoff.php>

¹²⁷ <https://www.sueddeutsche.de/wissen/klima-wasserdampf-ist-treibhausgas-nummer-1-1.634180>

¹²⁸ Wie Wasserdampf in der oberen Troposphäre auf Erwärmung reagiert, ist bisher nur über viel kürzere Zeiträume untersucht worden, zwar immer dann, wenn der tropische Pazifik von einer Kälte- in eine Warmphase wechselte, d.h. von *El Niño* zu *La Niña*, s.o. Die Temperaturen in der Troposphäre steigen dann spürbar an.

¹²⁹ E.S. Chung, B. Soden, B.J. Sohn and L. Shi, Upper-Tropospheric Moistening in Response to Anthropogenic Warming, *PNAS*, **111**, No 32, 11636-41 (2014); DOI: 10.1073/pnas.1409659111

CO₂-Emissionen von Wasserdampf-Emissionen begleitet wird. Dies folgt z.B. aus den chemischen Grundformeln für die Verbrennungsvorgänge von Isooktan, iso-C₈H₁₈, in *Otto*-Motoren bzw. eines Gemisches von n-Hexadekan (Cetan) und Heptamethylnonan (iso-Cetan), C₁₆H₃₄, in *Diesel*-Motoren:



Mithin werden von beiden Motortypen jeweils mehr Moleküle H₂O als Moleküle CO₂ freigesetzt.

So folgt für den Anteil des Verkehrs an den Emissionen 2018 ein CO₂-Anteil von 20,8 %, d.h. ca. 180,1 Millionen t, am gesamtdeutschen CO₂-Ausstoß von ca. 866 Millionen t.¹³⁰ Bezieht man dies beispielsweise für *Otto*-Motoren in Näherung auf den Treibstoff Isooktan, so werden im Verkehr von den Verbrennungsmotoren insgesamt zugleich mit den 180,1 Millionen t CO₂ noch 83 Millionen t Wasserdampf an die Atmosphäre abgegeben. Formt man das auf die für das Treibhaus-Verhalten ausschlaggebende *Anzahl von Molekülen* um, so ergibt sich infolgedessen das 1,125-fache für Wasserdampf gegenüber CO₂. Es ist zudem wenig bekannt, dass Wärmekraftwerke zu den größten Wasserverbrauchern der Wirtschaft gehören. In den Industriestaaten entfallen ca. 40 % der gesamten Wasserentnahme aus Frischwasserquellen auf Wärmekraftwerke, was letztlich emittiert wird.¹³¹ Häufig stattfindende lokale und großflächige überregionale Unwetter mit massiven Niederschlägen könnten Folgeerscheinungen des massiven Wasserdampf-Ausstoßes von Verkehr und Kraftwerkswirtschaft sein.

In Bereichen der Troposphäre und unteren Stratosphäre bilden sich aus Wasserdampf sofort winzige Eiskristalle und Eiswolken. Sie lassen die Sonnenstrahlung nahezu ungehindert zur Erde passieren. Doch sie absorbieren die von der Erde ausgesandte Wärmestrahlung sehr effektiv. Erhöht sich die Temperatur um 1 °C, so bewirkt dies eine Zunahme des atmosphärischen Partialdrucks von Wasserdampf um ca. 7 %¹³² (positive Rückkopplung). So ergibt sich bereits bei einer Erhöhung des Bedeckungsgrades der Erde durch *Cirrus*-Wolken um ca. 2 % eine Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur um etwa + 1 °C. Wird es wärmer, so nimmt außerdem die Luftfeuchtigkeit am Rand der Troposphären doppelt so schnell zu wie jene in Bodennähe. Der Wasserdampf-Effekt in der oberen Troposphäre verkörpert die stärkste bekannte positive Rückkopplung. Außerdem forciert sie die Erwärmung über die anderen von Menschen freigesetzten Treibhausgase. Diese Prozesse spielen sich vor allem in den Tropen und des Weiteren dort ab, wo die Wolkenbedeckung schwach ist, d.h. in beiden Subtropengürteln etwa zwischen dem 10. und dem 30. Breitengraden.¹³³

Damit wäre eine weitere Betrachtung der Rolle des CO₂ – speziell der mit ihm verbundenen endlichen Rückkopplungs-Verstärkungen¹³⁴ – von Interesse. Diese Überlegungen beruhen auf offiziellen Ergebnissen der Klimaforschung aus dem Jahre 2010. Es gelte Folgendes. Der natürliche Treibhauseffekt beträgt 33 °C (Differenz zwischen +15 und -18 °C). Davon entfallen aber maximal nur ca. 29 % auf das Wirken von CO₂. Der überwiegende Beitrag zum Treibhauseffekt, maximal ca. 70 %, wird vom Wasserdampf geleistet. Die Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde seit Beginn der industriellen CO₂-Emissionen, d.h. seit etwa 1850, bis zum Jahre 2010 beträgt ca. 0,7 °C (maximale Anomalie nach NOAA bei etwas niedrigeren Werten der NASA und des *MetOffice/Hadley Centre*¹³⁵, vgl. Tab. 1). Die Zunahme der CO₂-Konzentration in diesem Zeitraum beläuft sich auf ca. 35 %. Doch 29 % von 33 °C sind 9,6 °C. Das hieße, dass sich mit Erhöhung der CO₂-Konzentration um 35 % die genannte Temperatur nicht um 3,3 °C (35 % von 9,6 °C) erhöht habe, sondern nur um 0,7 °C. Führt man diese 0,7 °C allein auf den Einfluss von CO₂ zurück, wie es vom IPCC und seinen Nachge-

¹³⁰ <https://www.tagesschau.de/faktenfinder/co2-emissionen-103.html> (Stand: 12. Juli 2019)

¹³¹ E.A. Byers, J.W. Hall and J.M. Amezcaga, Electricity generation and cooling water use: UK pathways to 2050, *Global Environmental Change* **25**, 16–30, 2014; doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.01.005

¹³² http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase_im_Klimasystem

¹³³ B. Soden, Lehrstuhl für Atmosphärenwissenschaften, University of Miami

¹³⁴ <https://www.eike-klima-energie.eu/2010/08/10/rueckkopplung-im-klimasystem-der-erde/>

¹³⁵ Das *Met Office Hadley Centre for Climate Science and Services* ist die zentrale Institution für Klimaforschung des Vereinigten Königreiches.

ordneten vertreten wird, dann wäre damit eine Nichtlinearität des Einflusses von CO₂ gezeigt. Die Reaktion wäre $(0,7/3,3 \approx 0,21)$, also fast fünfmal kleiner als offiziell bei der CO₂-Konzentration zu Beginn der industriellen Epoche. Daraus folgt, dass bei einer weiteren Erhöhung der CO₂-Konzentration um 35 % die Reaktion abermals auf 1/5 verringert wäre, usw. Schließlich würde die mittlere globale Oberflächentemperatur für sehr hohe CO₂-Konzentrationen dem Grenzwert von $(T_{\text{Beginn}} + 0,9)^\circ\text{C}$ zustreben. Von diesem Zuwachs wären also in jenem Jahr 2010 bereits $0,7^\circ\text{C}$ erreicht worden. Im Jahr 2018 hatte sich die auf der Basis der Daten der drei o.g. Messzentren gemittelte globale Oberflächentemperatur mit $0,71^\circ\text{C}$ der Grenzdifferenz von $0,9^\circ\text{C}$ nur geringfügig genähert. --

12. Eine in Mitteleuropa aufgrund der wochenlangen Trockenheit weitaus höhere Temperatur-Anomalie, vgl. Bilder 5-7 und 10-11, mag teilweise ein regionales Messergebnis sein.¹³⁶ Sie entspricht nicht unmittelbar dem tatsächlichen globalen Sachverhalt. Dessen ungeachtet hat sie – angefacht von klimatologisch interessierten Aktivisten, Journalisten, politischen Parteien oder Kreisen und auch Wissenschaftlern – zu einer breiten Klimadebatte mit einem ausgeprägt hysterischen Anstrich geführt. Im Zeitraum Januar–Mai 2019 betrug die Temperatur-Anomalie $+0,5^\circ\text{C}$ gegenüber der Vergleichsperiode 1981-2010.^{137, 138} Damit war es seit 13 Monaten, d.h. seit März 2018, erstmals wieder „zu kühl“. Glaubte man den Basis-Angaben der offiziellen Klimaforschung, so wäre – wie auch oben ausgeführt – künftig eine Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde von nur noch $0,2^\circ\text{C}$ zu erwarten.¹³⁹ Vielleicht trifft dies sogar für den Einfluss des CO₂ auf die mittlere globale Oberflächentemperatur zu. Tatsächlich aber überschreitet die Temperatur seit Beginn der Industrialisierung auch nach Simulationen, die unter Aufsicht des IPCC durchgeführt wurden und werden, einen solchen Grenzwert. Diese Tendenz könnte sich bis zum Jahr 2100 verstärken, sollten die zu Beginn dieses Aufsatzes genannten Rückkopplungen nicht wie gewünscht einsetzen, vgl. Bild 1. Auch führt dies zu geäußerten Zweifeln an der verkündeten Rolle des CO₂ als wichtigstem Klimaschädiger und an allen damit eingeleiteten und in Planung befindlichen staatlichen Maßnahmen zur CO₂-Problematik,¹⁴⁰ speziell für die Reduktion der anthropogenen CO₂-Emissionen und ihrer in Deutschland in Angriff genommenen Besteuerung. Mithin wäre CO₂ – wenn überhaupt – nur einer von mehreren möglichen Auslösern (oder Verstärkern) des Treibhauseffekts – und zwar in einer im Gegensatz zu der alles beherrschenden Auffassung des klimatologischen *Mainstream* weniger wichtigen, vielleicht vorwiegend indikatorischen Nebenrolle – abgesehen von seiner Bedeutung im System der Rückkopplungen. --

13. Ein Vergleich der Absorptionsspektren der Treibhausgase CO₂ und Wasserdampf im Infrarot-Bereich des elektromagnetischen Strahlungsspektrums (vgl. ^{116, 141, 142, 143}) soll dies verdeutlichen. Es handelt sich dabei um die Absorption von Wärmestrahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Strahlung. Zunächst sei erklärt, was „Absorption“ bedeutet. Tritt elektromagnetische Strahlung, z.B.

¹³⁶ <https://www.augsburger-allgemeine.de/bayern/Meteorologe-findet-Diskussion-um-Klimaschutz-laecherlich-id32569342.html>

¹³⁷ https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Thema_des_Tages/3681/deutschlandwetter-im-fruehling-2019

¹³⁸ <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201904>

¹³⁹ Erstmals soll der Strahlungsantrieb von CO₂ seitens der Erdoberfläche an 2 Standorten in Alaska und Oklahoma während elf Jahren, 2000-2010, direkt gemessen worden sein. Er betrage $0,18 \pm 0,06 \text{ Wm}^{-2}$ per Dekade. (D.R. Feldman, W.D. Collins, P.J. Gero, et al., Observational determination of surface radiative forcing by CO₂ from 2000 to 2010, *Nature* **519**, 339–343 (2015))

¹⁴⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/CO2-Steuer>
<https://causa.tagesspiegel.de/politik/wie-umgehen-mit-dem-kohlendioxid/eine-co2-steuer-erfordert-eine-verfassungsänderung.html>

¹⁴¹ <https://www.dsi.uni-stuttgart.de/bildungsprogramm/ir-experimente/Eigenschaften-Infrarot/IR-Absorption-H2O.pdf>

¹⁴² https://teaching.astro.uni-koeln.de/sites/default/files/praktikum_b/Anleitung_1.1.pdf

¹⁴³ <http://www.dick.chemie.uni-regensburg.de/studium/files/ir2.pdf>

Sonnenlicht, durch ein Gas, so absorbieren zumindest einige seiner Moleküle Photonen dieses Lichts und gehen infolge dessen in einen angeregten Zustand über. Dieser äußert sich z.B. in verschiedenen Schwingungszuständen der molekularen Struktur. Für die Treibhausgase Wasserdampf und CO₂ sind sie im Bild 30 gezeigt. Jedes Molekül ist in der Lage, Licht oder Strahlung einer spezifischen Wellen-

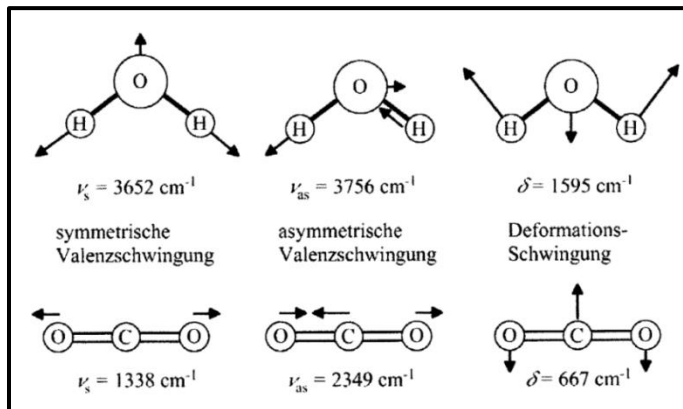


Bild 30. Normalmoden von H₂O und CO₂ (ν , δ : Frequenzen der einfallenden elektromagnetischen Wellen).¹⁴⁴

länge zu absorbieren, doch kein Molekül ist fähig, all die Strahlung, der es begegnet, zu absorbieren. Dies gilt entlang des gesamten elektromagnetischen Spektrums - ungeachtet seiner Bereiche, seien diese typisch für Mikrowellen, Infrarot, sichtbares Licht oder Ultraviolett, u.a.m.

Das dampfförmige Wassermolekül ermöglicht aufgrund seines Aufbaus eine Reihe verschiedener Schwingungszustände (auch Moden genannt, s. Bild 30). Jede mögliche Schwingung entzieht der einfallenden Strahlung Energie bei der entsprechenden Anregungsfrequenz ν oder δ . So bewirken Dehnungsschwingungen zwischen den H-Atomen und dem O-Atom im Wassermolekül eine Absorption von Energie im Bereich des Nahen Infrarots (NIR). Biegeschwingungen sind für Frequenzen empfindlich, die im Mittleren Infrarot (MIR) liegen. Schließlich absorbieren Übergänge zwischen Rotationszuständen des gesamten Moleküls im Fernen Infrarot (FIR) und im sub-mm-Bereich die entsprechende Energie. Doch es existiert ein Bereich von Wellenlängen der Wärmestrahlung, in dem Wasserdampf die letztere nur schwach oder gar nicht absorbiert (*Water Vapor Window*). Am Ende des Bereiches zu höheren Wellenlängen hin tritt Absorption durch CO₂ in Erscheinung (in überlappender Wirkung mit steigender Absorption durch Wasserdampf). Ähnlich ist das Verhalten auch im Bereich zwischen 4 und 5 μm . Dem gegenüber wird die Wärmestrahlung im Wellenlängenbereich zwischen ca. 4,5 und 9 μm nahezu vollständig von Wasserdampf absorbiert. Der im Bild 31 als *Water Vapor Window* bezeichnete Bereich könnte zugleich auch *Carbon Dioxide Window* genannt werden. Das heißt, dass in ihm von der Erde emittierte Wärmestrahlung jener Wellenlängen ungehindert durch

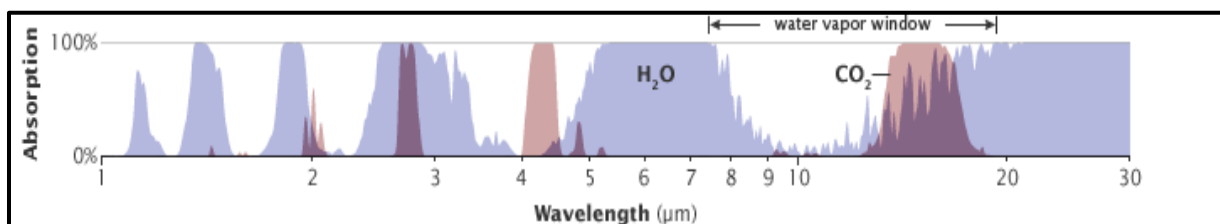


Bild 31. Absorption von Wärmestrahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge durch Wasserdampf (blau) und CO₂ (rot). 100 %: vollständige Absorption der Wärmestrahlung; 0 %: keine Absorption der Wärmestrahlung.¹⁴⁵

¹⁴⁴ C. Czeslik, H. Seemann und R. Winter, Basiswissen Physikalische Chemie, Vieweg und Teubner, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2010; vgl. auch

<https://philosophenstuebchen.wordpress.com/2019/04/24/warum-ist-co2-so-gefaehrlich-im-klima-treibhaus/>

¹⁴⁵ <https://earthobservatory.nasa.gov/features/EnergyBalance/page7.php>

die Atmosphäre in das All tritt. Das heißt zugleich, dass nur in einem relativ schmalen Bereich eines Strahlungsfensters (*Window*) – und zwar zwischen 8 und 13 μm – eine nahezu ungehinderte Passage der irdischen Wärmestrahlung möglich ist. Wie aus den Spektren folgt, ist es vor allem der in der Atmosphäre befindliche Wasserdampf, der für diese Eingrenzung verantwortlich ist. Wasserdampf absorbiert den Großteil der Strahlungsenergie und engt die Passage durch ein Fenster zwischen 8 und 17 μm ein. CO_2 kommt als absorbierendes Medium, d.h. Treibhausgas, erst an zweiter Stelle. Es grenzt das Strahlungsfenster vor allem im Bereich zwischen 13 und 17 μm überlagernd mit H_2O ein (die maximale Absorption durch CO_2 erfolgt bei 16 μm). Für die von der Erde emittierte Energie ist eine längere Wellenlänge als jene für die eingesandte Energie charakteristisch (Verschiebung ins Infrarot). Von den Molekülen der Treibhausgase in bestimmten Spektralbereichen nach bestimmten Regeln absorbierte Energie wird in diesen nicht bewahrt, sondern wieder abgegeben. Die mit Energie angereicherte (erwärmte) Luft gelangt in höhere Bereiche der Stratosphäre, wo sie abkühlt. Die Emission seitens der angeregten Moleküle erfolgt in alle Raumrichtungen, also auch zurück zur Erdoberfläche (atmosphärische Gegenstrahlung, die mit der intensiveren in umgekehrter Richtung verbunden ist). Etwa die Hälfte dieser Emissionen dürfte in das All gerichtet sein. Das sollte bewirken, dass sich die Oberflächentemperatur so lange erhöht, bis die Wärmemenge, die vom oberen Rand der absorbierenden Schicht in das All abgestrahlt wird, jener eingestrahlten solaren Energie entspricht, die auf den Außenrand der Atmosphäre trifft. Dieser Außenrand der absorbierenden atmosphärischen Schicht ist es, wo die effektive Temperatur erreicht wird – während es an der Erdoberfläche wärmer als an jener ist.

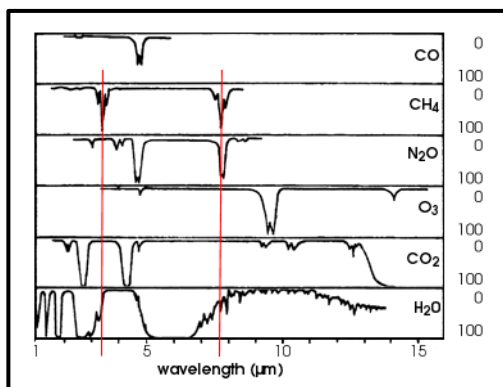


Bild 32. Prozentualer Anteil der Absorption von IR-Wärmestrahlung verschiedener Treibhausgase in der Erdatmosphäre im IR-Strahlungsbereich von 1 bis 16 μm .¹⁴⁶

Das in seiner Wirkkraft nach Wasserdampf¹⁴⁷ an zweiter Stelle stehende Treibhausgas ist CO_2 . Auf einer Einzelmolekül-Basis ist zwar seine Effektivität als absorbierendes Medium für IR-Strahlung etwa sechsfach höher als jene des Wasserdampfes, vgl.¹⁴⁸, doch aufgrund einer

ständig währenden Feuchtigkeit der Atmosphäre von etwa 1 bis 2 Vol.-% - gegenüber etwa 0,04 % CO_2 -Gehalt - ist es für den Treibhauseffekt bei Weitem weniger wichtig als Wasserdampf. Bild 32 zeigt Absorptionsspektren weiterer Treibhausgase, von denen im Lichte obiger Ausführungen vor allem CH_4 von Interesse ist. Die aus den Banden der rot gekennzeichneten Grenzbereiche folgende Absorption von IR-Strahlung übertrifft jene von CO_2 in diesen Bereichen um etwa das (25 bis 33)-fache. Allerdings ist gegenwärtig der CH_4 -Gehalt der Atmosphäre mit ca. 0,000186 % vergleichsweise sehr gering. Das heißt jedoch nicht, dass CH_4 bei mutmaßlich fortschreitender Erderwärmung nicht wichtig werden könnte. Wegen der sich überlagernden Absorption in nahezu gleichen Wellenlängenbereichen sind die Wirkungen von CH_4 und CO_2 praktisch additiv. Die Wirkung von CH_4 dürfte erst prävalieren, wenn seine Konzentration bei konstanter CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre das etwa (8 bis 10)-fache ihres derzeitigen Wertes überschreite.

Es folgt, dass im aktuellen Klimawandel, sollten ihn nicht andere Phänomene dominieren, nicht CO_2 , sondern Wasserdampf die entscheidende Rolle spielt - ein hinlänglich bekanntes, aber im öffentlichen Diskurs, z.B.¹⁴⁹, weitgehend verschwiegenes Faktum. Basierend auf den Absorptionsspektren im IR-Bereich und den in der Atmosphäre an beliebigen Tagen vorhandenen Konzentrationen

¹⁴⁶ <https://wattsupwiththat.com/2014/04/11/methane-the-irrelevant-greenhouse-gas/>

¹⁴⁷ <https://physicsworld.com/a/the-climatic-effects-of-water-vapour/>

¹⁴⁸ <http://www.schultreff.de/referate/chemie/r0012t00.htm>; Sascha Mertens, Infrarot-Spektroskopie

¹⁴⁹ <https://scilogs.spektrum.de/klimalounge/der-globale-co2-anstieg-die-fakten-und-die-bauernfaengertricks/>

von Wasserdampf, CO₂ und CH₄ ergibt sich eine Sequenz ihrer Wirksamkeit bei der Absorption von Energie in Form von Wärme:

Wasserdampf > CO₂ > CH₄; es gilt in grober quantitativer Näherung: 1 : 0,1 : 0,01.

Wasserdampf ist gegenüber CO₂ um einen Faktor zwischen 7 und 10 wirksamer. Ähnliches ergibt sich für CO₂ gegenüber CH₄.¹⁵⁰ Andererseits verstärkt CO₂ eine Erderwärmung, selbst wenn diese durch extraterrestrische Zyklen¹⁵¹ dominiert sein sollte, und fördert die Umverteilung von Wärmeenergie über den Planeten. Analoges dürfte für Wasserdampf gelten. Schließlich trägt die Wechselwirkung beider Gase zum Klimageschehen bei. Für die Dominanz des Wasserdampfes spricht sein weiteres unten und oben beschriebenes Verhalten. --

14. Die Bedeutung des Wasserdampfes im Klimageschehen wird auch von seinen Rückkopplungen belegt. Bekanntlich führt eine steigende mittlere globale Oberflächentemperatur zu einem steigenden mittleren Wasserdampf-Gehalt ihrer Atmosphäre. Dies ist eine der bedeutendsten, sich selbst verstärkenden positiven Rückkopplungen im Rahmen des Treibhauseffekts. Leider liegen örtlich horizontal und vertikal sowie zeitlich nur höchst diskontinuierliche Messreihen vor, führt doch eine höhere Verdunstung von H₂O schwerlich zu einem höheren Wasserdampf-Gehalt in Höhenbereichen von ca. ≥ 3 km. Aber dort ist die kritische Grenze, wo Wasserdampf zwischen 3 km und der Tropopause den Treibhauseffekt dominiert. Im Zeitraum 1954-2000 war die Konzentration des Wasserdampfes in den oberen Luftschichten um ca. 45 % angestiegen.^{152, 153, 154} Bereits 1999 wurde publiziert, dass seit 1980 in der unteren Stratosphäre der aus dem sogenannten Strahlungsantrieb¹⁵⁵ (*Radiative Forcing*) resultierende Zuwachs des Anteils von Wasserdampf am Treibhauseffekt um ca. 40 % über dem von CO₂ gelegen habe.¹⁵⁶ Da ein jährliches Plus des Konzentrationszuwachses von Wasserdampf ca. 1 % bestehe⁵⁹, könnte jener von 1954 bis 2019 weit mehr als 60 % erreicht haben.¹⁵⁷ So wird von dem deutlichen Anstieg um mehr als 75 % während 45 Jahren bis 2001 gesprochen.^{158, 159} Darin wird Wasserdampf auch als erstrangiges Treibhausgas bezeichnet (s. *World Climate Research Programme*). Anderenorts aber werden Konstanz und Abnahme seiner Konzentration in der Stratosphäre zwischen 1999 und 2012¹⁶⁰ bzw. in der unteren Atmosphäre zwischen 1948 und 2012¹⁶¹ beschrie-

¹⁵⁰ Damit wird auch eine häufig diskutierte Klimabeeinflussung der Viehzucht infolge CH₄-Ausstosses der Tiere marginalisiert.

¹⁵¹ https://www.americanthinker.com/articles/2007/07/global_warming_and_solar_radia_1.html

¹⁵² https://www.deutschlandfunk.de/klimaforschung-wasserdampf-zunahme-in-der-atmosphaere.676.de.html?dram:article_id=293039

¹⁵³ A. Raval and V. Ramanathan, Observational determination of the greenhouse effect, *Nature*, **342**, 758–761 (1989)

¹⁵⁴ <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2000GL012502>

K. H. Rosenlof, S.J. Oltmans, D. Kley, J.V. Russell, E-W. Chiou s, W.P. Chu 6, D.G. Johnson, K.K. Kelly, H.A. Michelsen, G.E. Nedoluha, E.E. Remsberg, G.C. Toon and V.P. McCormi, Stratospheric water vapor increases over the past half-century, *Geophys. Res. Lett.*, **28**, No 7, 1195-1198 (2001)

¹⁵⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsantrieb>

¹⁵⁶ P.M. de F. Forster and K.P. Shine, Stratospheric water vapour changes as a possible contributor to observed stratospheric cooling., *Geophys. Res. Lett.*, **26**, 3309-3312 (1999)

¹⁵⁷ Man spricht auch von 75 % Zunahme der Wasserdampf-Konzentration:

<https://www.sueddeutsche.de/wissen/klima-wasserdampf-ist-treibhausgas-nummer-1-1.634180>

¹⁵⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserdampf#Klimaeffekte>

¹⁵⁹ <https://web.archive.org/web/20080405080004/http://www.fz-juelich.de/portal/index.php?index=163&jahr=2001&cmd=show&mid=89>

¹⁶⁰ <https://kaltesonne.de/der-ominose-wasserdampfverstarker-fur-das-co2-spielt-weiter-versteck-wasserdampfkonzentration-in-der-atmosphere-in-den-letzten-14-jahren-offenbar-nicht-angestiegen/>

¹⁶¹ <https://kaltesonne.de/alles-nur-schall-und-rauch-der-wasserdampf-verstarker-als-achillesferse-in-der-klimamodellierung/>

ben. Eine Klärung ist von den seit Ende 2018 laufenden, doch bisher nur sehr beschränkt zugänglichen Wasserdampfmessungen durch *Ibuki-2* zu erwarten.¹⁶²

Vielerorts nimmt man an, dass sich ein Zuwachs der stratosphärischen Wasserdampfkonzentration nur durch menschliche Aktivitäten erklären ließe.^{163, 164} Doch neben o.g. Gründen sorgt auch CH_4 für seine Zunahme. Dieses Spurengas, freigesetzt von auftauenden Permafrost-Böden, Reisfeldern und bei Fäulnisprozessen sowie in der Viehzucht, reagiert in der Stratosphäre zu Wasserdampf und CO_2 . So ließe sich etwa die Hälfte des beobachteten Anstiegs der Wasserdampfkonzentration erklären.¹⁶⁴ Bedacht sei, dass ohne Wasserdampf – wie auch ohne CO_2 – die im atmosphärischen Mantel



Bild 33. Auftauender Permafrost-Boden (Eiskeilpolygone) in der sibirischen Tundra setzt große Mengen von CH_4 und CO_2 frei.¹⁶⁵

die Erde umgeben, ihre mittlere Oberflächentemperatur bei -19°C läge. Auch ist die chemische Affinität zwischen CO_2 und H_2O , die zur Kohlensäure, H_2CO_3 , führt, hierfür bedeutsam. Der Anstieg des stratosphärischen Wasserdampfes in den letzten ca. 50 Jahren könnte auch damit in Verbindung stehen.

Der Einfluss von Wasserdampf auf das Klima findet im offiziellen Simulationsmodell des IPCC – nach allem, was hierzu zugänglich ist – kaum eine adäquate Beachtung. Man billigt ihm allein eine – wenn gleich herausragende – Verstärkerrolle zu. Dass aber als Reaktion darauf, wie man ironischerweise

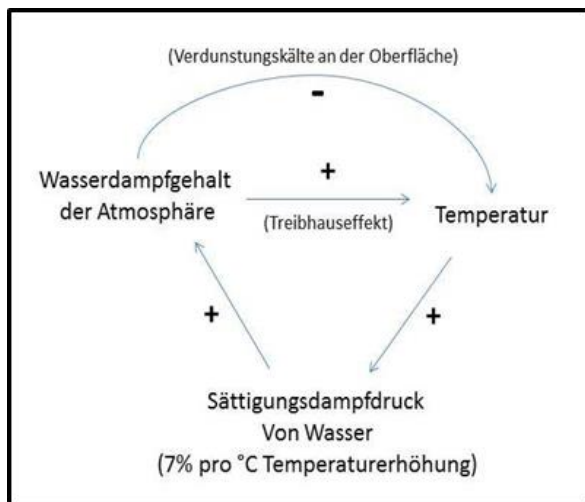


Bild 34. Positive und negative Wasserdampf-Rückkopplungsprozesse.^{159, 166, 167}

¹⁶² https://data2.gosat.nies.go.jp/gallery/fts_l3_swir_co2_gallery_en.html

¹⁶³ https://www.deutschlandfunk.de/klimaforschung-wasserdampf-zunahme-in-der-atmosphaere.676.de.html?dram:article_id=293039

¹⁶⁴ Eui-Seok Chung, B. Soden, B. J. Sohn and Lei Shi, Upper-Tropospheric Moistening in Response to Anthropogenic Warming, July 2014, *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**, No 32, 11636-11641 (2014)

¹⁶⁵ <https://www.raonline.ch/pages/edu/cli/perma01e001.html>

¹⁶⁶

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wasserdampf-rückkopplung_und_Temperaturgradienten-rückkopplung

anmerken könnte, von politischen Lenkern und mit diesen liierten Wissenschaftlern Schritte geplant wären, den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre zu kontrollieren, geschweige denn zu reduzieren, was äußerst schwierig wenn überhaupt möglich wäre, oder gar „Wasserdampf-Zertifikate“ auszugeben, ist bisher unbekannt.¹⁶⁸ Das Wort *Wasserdampf* bleibt in der allgemein-offiziellen Klimadiskussion unerwähnt.^{169, 170} Es kennzeichnet allenfalls eine verstärkende Rückkopplung, doch keinen Antrieb. Die administrativen Bemühungen zur Reduzierung des anthropogenen CO₂ als den allein verantwortlichen Klimakiller mögen nationale und internationale Transformations-Bestrebungen, Profit-, Versicherungs-, Wissenschaftsfinanzierungs- oder auch Opportunitätsgründe haben, dürften jedoch auf das von der Natur gestaltete, höchst komplexe Klimageschehen nur einen geringen Einfluss haben. Die ursprünglich vom IPCC wesentlich höher vorausgesagten Anstiege der mittleren globalen Oberflächentemperatur basieren auf Annahmen zu einer Vielzahl von Rückkopplungen mit vorwiegend *verstärkendem* Charakter, u.a. auch des Wasserdampfes, vgl. ^{171, 172} und Bild 34. Dabei scheint ihre häufige Widersprüchlichkeit nicht vollständig berücksichtigt zu werden; mehr noch, sie wird verschwiegen. Somit wird ihre Wirkung nur unvollständig kommuniziert, vgl. Bild 34, in dem u.a. auch eine negative Rückkopplung angezeigt wird.^{173, 174, 175}

Es bestehen gute Gründe anzunehmen, dass die Erde mit dem Wasserdampf über ein thermostatartiges System verfügt, das ihre Temperatur gegenüber Störungen über Rückkopplungen weitgehend konstant hält. Dafür sprechen ein physikalisches Grundprinzip und experimentelle Beweise. Auch lässt sich so die erstaunliche Konstanz des Klimas der Erde über Jahrtausende verstehen. Nur damit lassen sich Widersprüche in den Aussagen der offiziellen Klimaforschung lösen. Schließlich könnte man einwenden, dass die Stabilisierung des Klimas durch Rückkopplungen Grenzen habe, jenseits derer dennoch Katastrophen existieren dürften. Tatsächlich sollte Wasserdampf den Einfluss beliebig großer Mengen CO₂ – sollte dieses den Klimawandel verursachen – nicht vollständig puffern können. Der geophysikalische Thermostat der Erde funktioniert nur, solange der Einfluss von Wasserdampf dominiert, und der Einfluss von CO₂ gegenüber dem von Wasserdampf klein bleibt. Wasserdampf liegt in der Atmosphäre im Prozentbereich vor – zwar regional und zeitlich äußerst schwan-

¹⁶⁷ Über die Gefahren positiver Rückkopplungen, die sogenannte „Domino-Effekte“ auslösen könnten, z.B. Permafrost, die atlantische Umwälzpumpe und Methan-Hydrate, wird in folgender Quelle berichtet:

<https://www.scinexx.de/news/geowissen/klimawandel-droht-ein-domino-effekt/>; s. auch

<https://www.pnas.org/content/115/33/8252>: W. Steffen, J. Rockström, K. Richardson, et al., Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, *PNAS*, **115**, No 33, 8252-8259 (2018); first published August 6, 2018; <https://doi.org/10.1073/PNAS.1810141115>

¹⁶⁸ <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/07/08/die-bekanntnisse-des-klimaforschers-hans-von-storch-hvs/>; Hans von Storch: „Indem sich die Politik einer eigenen Gestaltungsverantwortung verweigert und gegenüber der Öffentlichkeit auf wissenschaftliche Vorgaben verweist, begibt sie sich auf das Terrain vermeintlicher Alternativlosigkeit. Das ist zutiefst undemokratisch.“

¹⁶⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen>. In diesem offiziellen Bericht vom 22. Juli 2019 taucht das Wort *Wasserdampf* nur wie folgt auf: „In Folge dieser Klimaerwärmung nimmt dann der sehr mobile und wechselnd wirkende *Wasserdampf* in der Atmosphäre zu, der hinsichtlich der Erwärmung im Vergleich zu CO₂ deutlich potenter ist. Atmosphärisches CO₂ aber bleibt der vom Menschen verursachte Hauptantrieb.“ Eine Begründung für die Aussage des letzten Satzes wird dem Leser leider vorenthalten.

¹⁷⁰ <http://www.science-skeptical.de/klimawandel/stefan-rahmstorf-und-rezo-im-faktencheck/0018081/>

¹⁷¹ http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase_im_Klimasystem

¹⁷² IPCC 2014: Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen. Fragen und Antworten – Teil des Beitrags der Arbeitsgruppe I zum 5. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen

¹⁷³ F. Vahrenholt und S. Lüning, Die kalte Sonne.- Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet, Hoffmann und Campe, Hamburg, 2012

¹⁷⁴ <http://joannenova.com.au/tag/water-vapor/>, „Earth is a water planet (yet the models don’t do clouds, rain, snow or humidity well“; <http://joannenova.com.au/tag/hot-spot/> November 21, 2015

¹⁷⁵ <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/treibhaus-teufelskreis-klima-rueckkopplung-kleiner-als-befuerchtet-a-674457.html>

kend. Berücksichtigt man die IR-spektralen Eigenschaften von Wasserdampf und CO₂, so lässt sich herleiten, dass der Regelmechanismus ab einer vergleichsweise sehr hohen CO₂-Konzentration, z.B. im Bereich von ca. 10 % nicht mehr greifen dürfte. Das wäre dann tatsächlich einer der oft genannten Kipp-Punkte^{176, 177}, ab derer es zu Katastrophen in vielfältigen Erscheinungsformen¹⁷⁸ käme. Sie wären wirklich denkbar, doch hierfür müsste die atmosphärische CO₂-Konzentration einige hundert Mal höher als die jetzige sein, wofür es an irdischen Kohlenstoff-Reserven mangelt. --

15. Die Energie für alle Bewegungsabläufe in der Atmosphäre, für die sich unablässig vollziehenden Kreisläufe, z.B. von Wasser und Kohlenstoff und damit vor allem auch für das Werden und Vergehen des irdischen Lebens stammt nahezu ausschließlich von der Sonne. vgl.¹⁷⁹ Vier wesentliche zyklische Bewegungen des Planeten Erde, die die Einstrahlung von Sonnenenergie und somit ihre mittlere globale Oberflächentemperatur beeinflussen, sind im Bild 35 dargestellt (*Milanković-Zyklen*). Es handelt sich um die nachstehenden orbitalen Veränderungen. Die Form der Erdbahnbahn um die Sonne (Exzentrizität) variiert zwischen elliptisch und kreisähnlich. Die Neigung der Erdachse (Obliquität) zur

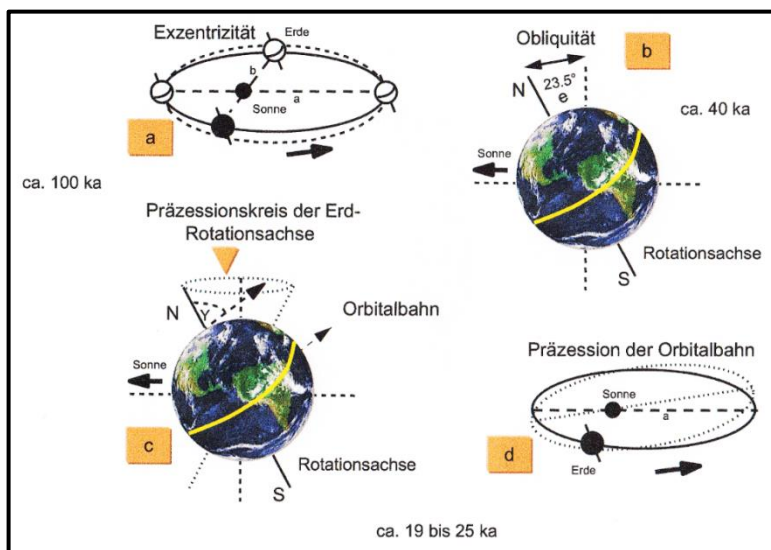


Bild 35. Bewegungen der Erde, die maßgeblich die auf sie treffende Sonnenenergie beeinflussen.¹⁸⁰

Erdbahnebene schwankt zwischen 22,5 Grad und 24,5 Grad. Drittens pendelt die Erdrotationsachse zwischen einer Ausrichtung auf den Polarstern und auf den Stern Wega (Präzession). Und schließlich existiert eine Präzession der Orbitalbahn der Erde um die Sonne (Ekliptik). Diese Effekte überlagern sich in komplizierter Weise und führen zu langfristigen Änderungen der Strahlungsintensität

der Sonne bei jahreszeitlicher Variation – insbesondere in den nördlichen Breiten. Diese sogenannten *Milanković-Zyklen* führen zu natürlichen Erderwärmungen, deren Perioden allerdings Jahrtausende, ka, und länger währen, s. Bild 35. Eine Analyse der Forschungsergebnisse zu den vergangenen Deglaziationsphasen hat ergeben, dass frühere Erwärmungs- und Enteisungsphasen der Erde nicht durch

¹⁷⁶ M. Gladwell and M. Friedrich, Tipping Point: Wie kleine Dinge Großes bewirken können, Goldmann, München, 2016

¹⁷⁷ https://de.m.wikipedia.org/wiki/Kippelemente_im_Erdsystem

¹⁷⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Folgen_der_globalen_Erwärmung#cite_note-138

¹⁷⁹ U. Berner und H.-J. Streif, Klimafakten - Der Rückblick, ein Schlüssel für die Zukunft, Verlag E. Schweizerbart, Stuttgart, 2001, 287 S.; ISBN 3-510-95872-1.

Wenn bei starken Vulkanausbrüchen die in die Atmosphäre geschleuderte Materie und die Gase bis in die Stratosphäre gelangen, verstärken sie dort die natürliche „Aerosolschicht“: Diese Aerosole beeinflussen den Strahlungshaushalt insofern, als ihre starke Zunahme eine Abkühlung in der Troposphäre und eine Erwärmung in der Stratosphäre bedingt. Derartige mehrjährigen Erwärmungen der Stratosphäre um maximal 5 °C wurden beispielsweise für ihren unteren Bereich nach den Ausbrüchen der Vulkane *Mt. Agung* (Bali, 1963) und *El Chichon* (Mexiko, 1982) nachgewiesen. Eine besondere Rolle für die Verteilung von Spurengasen innerhalb der Atmosphäre spielt die bemerkenswerte Diffusionsbarriere in der oberen Tropopause wegen der Temperatur-Umkehr in dieser Höhe. So existiert der Treibhauseffekt wie alle Wettererscheinungen nur in der unteren Hälfte der Troposphäre. In die Stratosphäre können nur sehr stabile Moleküle nach einer sehr langen Verweildauer in der Troposphäre gelangen, z.B. FCKW.

¹⁸⁰ U. Berner, Klimawandel gestern und heute, Wochenendseminar II/2008, Wildbad Kreuth, 2. Februar 2008

CO₂, sondern durch jene Orbitalzyklen angestoßen wurden. Dies mag jedoch für den gegenwärtigen Klimawandel, z.B. das schnelle Abschmelzen der Pole, als eine kaum wahrscheinliche Option erscheinen. Mit den *Milanković*-Zyklen sollten auch Hauptursachen für die beträchtlichen Klimaschwankungen der jüngeren *geologischen* Vergangenheit in jahreszeitlichen und räumlichen Variationen der eingestrahlten Energie – ausgesandt von dem sich im Hintergrund befindlichen gigantischen solaren Kernfusionsreaktor, der Sonne – vorliegen. Physikalisch gesehen ist die Sonne eine autonome Energiequelle. Die Energie wird infolge der bei Temperaturen um ca. 15,6 Millionen K im Sonneninneren ablaufenden Kernfusionsreaktionen frei. An der Sonnenoberfläche beträgt die Temperatur noch ca. 5 760 K. Der Einfluss solarer Prozesse auf das Erdklima dürfte schwerlich von einer augenscheinlichen Entkopplung zeitlicher Verläufe von Sonnenaktivität und mittlerer globaler Oberflächentemperatur während der letzten drei Jahrzehnte aufgehoben worden sein. Diese Zeitspanne ist im Vergleich zur *geologischen* Vergangenheit infinitesimal kurz, denn die Perioden der *Milanković*-Zyklen betragen etwa 20 000 bis 100 000 Jahre, s. auch Bild 36, vgl. ^{181, 182}. Nach diesem sehr groben Raster herrscht gegenwärtig eine „Warmzeit“. Von Interesse ist die Analyse von Sonnenaktivitäts- und -magnetfeld-Zyklen mit kürzeren Perioden in gewissen Schwankungsbreiten. Solche sind der *Schwabe*-Zyklus, 9-14 Jahre, der *Hale*-Zyklus, 18-26 Jahre (zwei etwa gleich lange 11-Jahresspannen der Umpolung des solaren Magnetfeldes), der *Gleißberg*-Zyklus, 60-120 Jahre, und der *Suess-de Vries*-Zyklus, 180-250 Jahre. Hinzu kommen längere Zyklen, z.B. nach *Eddy*, 900-1100 Jahre, und *Hallstatt*, 2200-2400 Jahre. Der *Yoshimura*-Zyklus mit einer Periode von 50-60 Jahren scheint fast völlig aus der Sicht vieler Klimaforscher geraten zu sein. Jene Zyklen sind Grundbausteine solarer Aktivitätsschwankungen. Sie überlagern einander wie auch die einfallende kosmische Strahlung, ihre Gesamtwirkung auf das Erdklima verstärkend oder abschwächend. Ihr Zusammenwirken mit intrinsisch-terrestrischen Ursachen des Klimawandels ist zu beachten, speziell wenn die folgenschwere Mutmaßung besteht, ihn als anthropogen zu definieren. Eine Korrelation zwischen der Situation von Sonnenflecken-Zyklen mit vergleichsweise kurzer Periode und Änderungen der mittleren globalen Oberflächentemperatur der

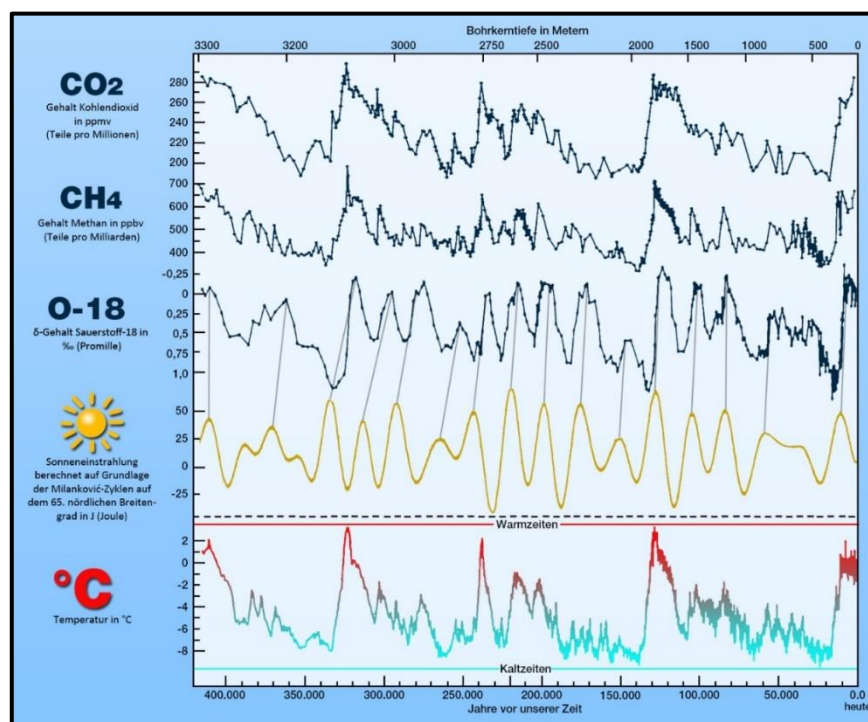


Bild 36. Klima-Parameter der letzten 420 000 Jahre, bestimmt aus Analysen des Gehalts von CO₂, CH₄, und ¹⁸O₂ in Eiskernen auf der sowjetischen Antarktis-Station Vostok. ¹⁸³

¹⁸¹ <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/milankovic-zyklen/9776>

¹⁸² https://www.americanthinker.com/articles/2007/07/global_warming_and_solar_radia_1.html

¹⁸³ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Milankovic-Zyklen_2017_%28cropped%29.jpg

Erde im Zeitraum 1860-1990 zeigt Bild 37. Die synchronen Verläufe der Länge der Sonnenflecken-Zyklen und der Anomalie der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde (sofern bestimm-

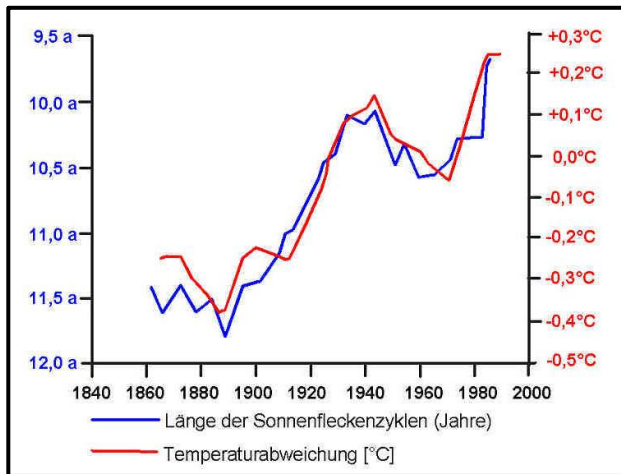


Bild 37. Korrelation zwischen der Dauer von Sonnenflecken-Zyklen und der Anomalie von mittlerer globaler Oberflächentemperatur der Erde im Zeitraum 1860-1990. ¹⁸⁴

bar) – bei einem Gesamtwert der Anomalie von ca. 0,6-0,7 °C – legen deutlich einen Zusammenhang dieser Phänomene nahe und widersprechen damit der Annahme eines ausschließlich als *anthropogen* anzusehenden Treibhauseffektes. ¹⁸⁵ Nicht minder klar folgt dieser Zusammenhang aus Bild 38, das die Entwicklung des Wasserdampfgehalts für verschiedene Höhenintervalle der Stratosphäre

über der Stadt Boulder, Colorado, zeigt. ¹⁸⁶ Nach längerer Anstiegsphase stagniert die Wasserdampf-kurve plötzlich um das Jahr 2000 und stabilisiert sich dann auf einem Plateau. Dies zeigt sich auch im Gang der mittleren globalen Oberflächentemperatur, der Sonnenaktivität und in der Pazifischen Dekaden-Oszillation, (*Pacific Decadal Oscillation*, Periode: 50-70 Jr.), PDO, die in ähnlicher Weise etwa gleichzeitig Wechsel ihrer Richtungsverläufe aufweisen. ¹⁸⁷ Es scheint zudem einen Zusammenhang zwischen der PDO und einer Nordatlantischen Oszillation (*North Atlantic Oscillation*), NAO, zu geben. ¹⁸⁸ (NAO: einander überlagernde Schwingungen verschiedener Perioden: 2-5 bzw. 12-15 Jr.) Eine Telekommunikation zwischen beiden Oszillationen über den Nordpol und die amerikanischen Landmassen im Zuge der Westwinddrift, die beide Oszillationen entscheidend beeinflusst, mag möglich sein. Des Weiteren kennt man die Atlantische Multidekaden-Oszillation (*Atlantic Multidecadal Oscillation*), AMO, die eine zyklisch auftretende Zirkulationsschwankung der Ozeanströmungen im Nordatlantik mit einer Periode von ca. 50-70 Jr. darstellt. ¹⁸⁹ Sie bringt eine Veränderung der Temperatur der Meeresoberflächen des gesamten nordatlantischen Beckens mit sich, wodurch ein Einfluss auf die Atmosphäre und damit auf das Klima ausgeübt wird. Diese ozeanischen Oszillationen korrelieren einerseits mit den dekadischen Änderungen der mittleren globalen Oberflächentemperatur ¹⁹⁰, andererseits mit der regelmäßig aller elf Jahre auftretenden Übereinstimmung bei der Überlagerung der magnetischen Kraftfelder von Sonne und Erde. Damit verbunden ist eine Neuausrichtung des Magnetfeldes

¹⁸⁴ A. Baier, Von Wolkenschichten, Wärmespeichern und Vulkanen (einige Aspekte zur Klimakatastrophe)
<http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/klima1.htm>

¹⁸⁵ <https://eesc.columbia.edu/courses/eesc/climate/lectures/radiation/index.html>

¹⁸⁶ <https://kaltesonne.de/der-ominose-wasserdampfverstärker-für-das-co2-spielt-weiter-versteckt-wasserdampfkonzentration-in-der-atmosphäre-in-den-letzten-14-jahren-offenbar-nicht-angestiegen/>
 D.F. Hurst, S.J. Oilmans, H. Vömel, et al., Stratospheric water vapor trends over Boulder Colorado: Analysis of the 30 year Boulder report, *J. Geophys. Res.* **116**, 1-12 (2011)

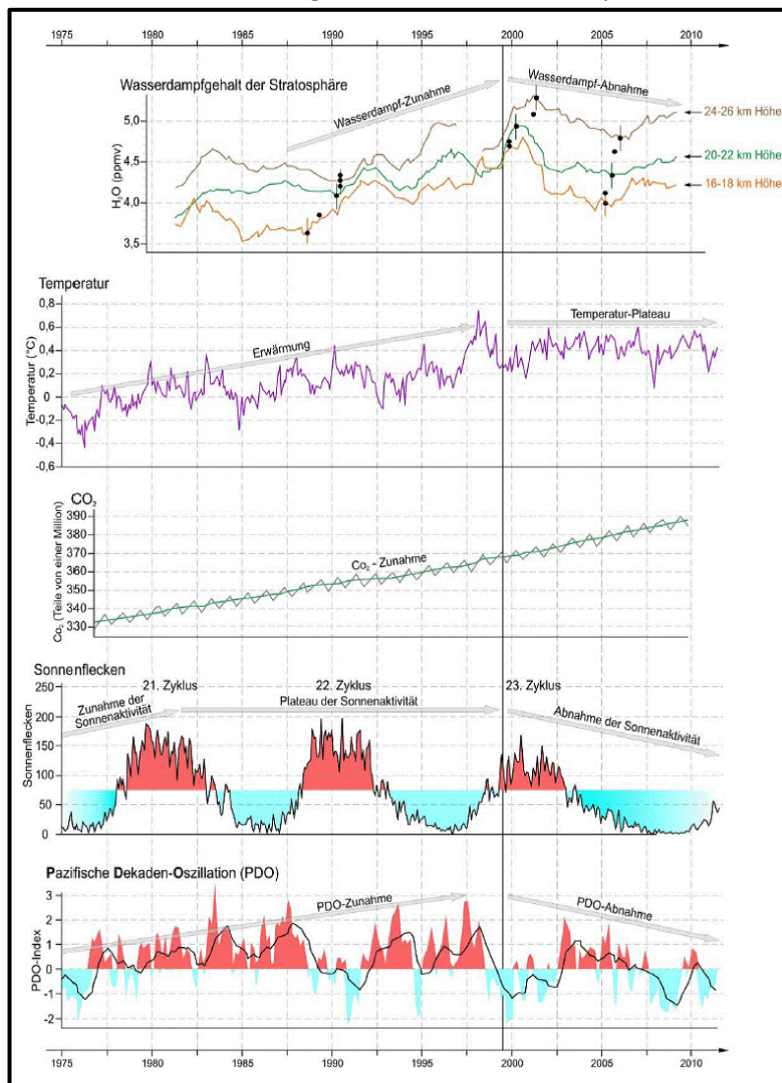
¹⁸⁷ Die Pazifische Dekaden-Oszillation bezeichnet eine abrupte Änderung der Oberflächentemperatur im nördlichen Pazifischen Ozean. Dieses Phänomen wurde 1996 von Steven Hare erkannt und benannt. Die durch die PDO bestimmte Anordnung von Warm- und Kaltwassergebieten im nördlichen Pazifik prägt die Hauptströmungsrichtung des *Jet Stream* und hat damit langfristige und signifikante Auswirkungen auf Wetter und Klima. Die PDO ist nicht mit der *El Niño-Southern Oscillation*, ENSO, gleichzusetzen.

¹⁸⁸ Unter NAO versteht man die Schwankung des Druckverhältnisses zwischen dem Islandtief im Norden und dem Azorenhoch im Süden über dem Nordatlantik.

¹⁸⁹ H.A. Dijkstra, L. te Raa, M. Schmeit and J. Gerrits, On the physics of the Atlantic Multidecadal Oscillation, *Ocean Dynamics*, Springer Verlag 2006, DOI 10.1007/s10236-005-0043-0

¹⁹⁰ <http://joannenova.com.au/2016/06/new-science-25-seven-possible-ways-the-sun-could-change-our-cloud-cover/>

der Sonne ¹⁹¹ mit einem gewaltigen explosiven Ausstoß von Plasma, was zweifellos das Erdklima beeinflusst ¹⁹² (elfjähriger Sonnenflecken-Zyklus). Dessen ungeachtet setzt sich jedoch der CO₂-Anstieg in der Erdatmosphäre unvermindert fort, s. Bild 38. Damit scheinen Sonnenaktivität, ozeanische Oszillationen und mittlere globale Oberflächentemperatur von der CO₂-Konzentration entkoppelt zu sein. Dies widerspricht auch einer positiven Rückkopplung zwischen den Konzentrationen von CO₂ und Wasserdampf in der Atmosphäre. Es legt nahe, über einen komplizierteren als bisher üblich angenommenen Zusammenhang nachzudenken.



16. In diesem Kontext mag die folgende Erscheinung interessant sein. Bereits im September 2014 hatte es im Pazifischen Ozean von Alaska bis Kalifornien eine außergewöhnliche PDO, genannt *The Blob*, d.h. eine Warmwassermasse von einem nur schwer vorstellbaren gewaltigen Ausmaß gegeben. Sie wurde von einem anhaltend immobilen Tiefdruckgebiet direkt über dem warmen Ozeanwasser verursacht. ¹⁹³ Es handelte sich um die *Northeast Pacific Marine Heatwave* ¹⁹⁴, die eine Frontbreite von ca. 500 US-Meilen ¹⁹⁵, eine Tiefe von ca. 100 m und Temperatur-Anomalien bis zu + 3 °C erreichte. Sie hatte katastrophale Folgen für die maritime Tierwelt. Seit September 2019 tritt

Bild 38. Oszillationen von Sonnenaktivität und klimatischen Parametern zwischen 1975 und 2012. ^{186, 194}

nun eine vergleichbare PDO auf. ^{196, 197} Ihre Warmwassermasse bedeckt eine Fläche von ca. 4,8 Millionen Quadratmeilen des Pazifischen Ozeans. Sie hat die ungefähre Form eines Dreiecks mit den Ver-

¹⁹¹ https://www.spektrum.de/news/der-neue-aktivitaetszyklus-der-sonne-beginnt/1690116?utm_medium=newsletter&utm_source=sdw-nl&utm_campaign=sdw-nl-daily&utm_content=heute

¹⁹² <http://joannenova.com.au/2016/05/magnetic-reconnection-major-space-weather-effect-measured-for-the-first-time/>

¹⁹³ <https://www.latimes.com/science/la-me-wetter-days-20150419-story.html>

¹⁹⁴ The surface temperature of the water is higher than 90 % of past measurements for at least five days in a row.

¹⁹⁵ Eine US-Meile entspricht ~ 1 609 km.

¹⁹⁶ <https://www.latimes.com/environment/story/2019-09-05/second-blob-may-be-coming>

¹⁹⁷ <https://eu.usatoday.com/story/news/nation/2019/09/10/extraordinary-ocean-heatwave-called-the-blob-back/2277096001/>

tices Alaska (bis zur Bering-Straße), Hawaii und Südkalifornien. Die Tiefe des gegenwärtigen *Blob* erreicht ca. 500 m. Mit einer über bisher vier Monate währenden Temperatur-Anomalie von ca. + 3 °C – teils bis zu + 5 bis 7 °C – übertrifft sie beträchtlich die maximal mögliche anthropogen generierte Anomalie der mittleren globalen Oberflächentemperatur von ca. + 0,7 bis 1 °C. Bild 39 zeigt vergleichend die Umrisse der *Blobs* von 2014 und 2019. Ozeanographen der NOAA analysieren die Hitze-Wellen der Meere im Projekt *The California Current Marine Heatwave Tracker*. Bild 40 zeigt ein erstes Ergebnis. Das Auftreten von PDO der gezeigten Art, deren Ausmaß jenes aller bekannten der letzten 40 Jahre übertrifft, kann bisher im Rahmen eines *anthropogenen* Klimawandels nicht erklärt werden, selbst wenn es einen ursächlichen Zusammenhang gäbe. Doch eine positive Rückkopplung zur Klima-entwicklung sollte bestehen. Hierfür sprechen die aufgrund der extrem erhöhten Wassertemperaturen über einen vergleichsweise gigantischen Meeresbereich während eines längeren Zeitraums ange- stiegenen Raten von Verdunstung des Wassers und Freisetzung des in ihm gelösten CO₂. Vorausset- zung für einen länger anhaltenden starken Einfluss des freigesetzten Wasserdampfes auf das Klima wäre, dass er Höhen von mindestens einigen Kilometern erreichte. Entsprechende Informationen sollte der japanische Forschungssatellit *Ibuki-2*¹⁹⁸ liefern. Das NOAA *Integrated Ecosystem Assess- ment*, IEA, notiert die Wechselwirkung von Klima und Ökosystemen speziell für die Pazifikregion, die der Westküste Nordamerikas nahe ist. Einen Vergleich des Auftretens der Phänomene *El Niño / La Niña Southern Oscillation*, ENSO, (Periode: 3-7 Jr.) und *Pacific Decadal Oscillation*, PDO, im Bereich der Hawaii-Inselgruppe zeigt Bild 41, s. auch¹⁹⁹. Für weitere Analysen s.^{200, 201}.

Der im Bild 41 grau gekennzeichnete Bereich zeigt die Überlappung der gleichzeitig auftretenden Warmphasen von ENSO und PDO im Zeitraum 2015/16, was mit dem Anomalie-Maximum der mittlere- ren globalen Oberflächentemperatur des Jahres 2016 korrespondiert, s. Bilder 4-6. Im Gegensatz dazu war ein Gleichlauf der atmosphärischen CO₂-Konzentration nicht beobachtet worden. --

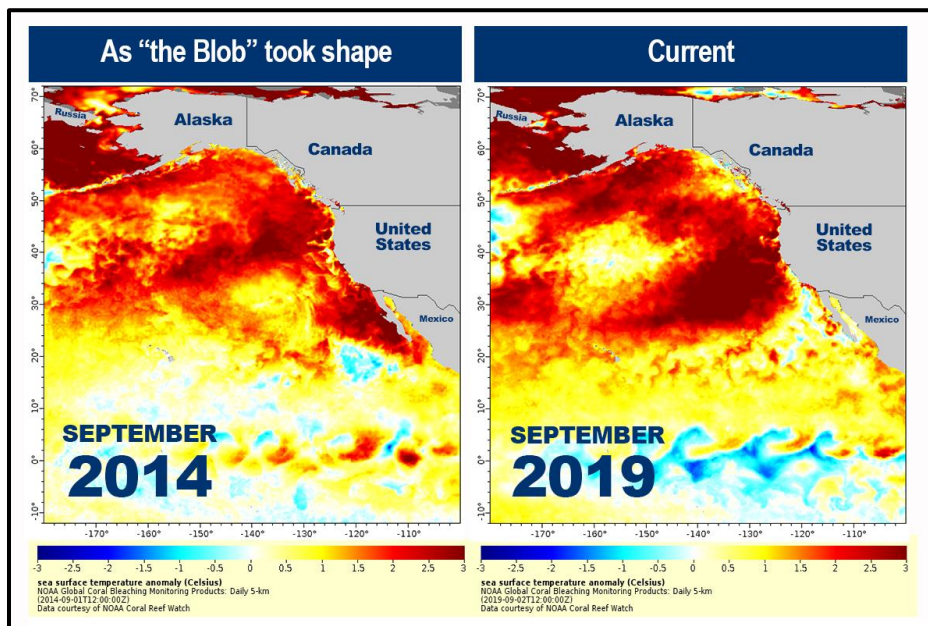


Bild 39. Anomalien der Oberflächentemperatur im Pazifischen Ozean (rot und gelb) während der großen North-east Pacific Marine Heatwaves von 2014 und 2019. ^{202, 203, 204}

¹⁹⁸ <https://global.jaxa.jp/projects/sat/gosat2/>

¹⁹⁹ <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>

²⁰⁰ R. Seager, M. Cane, N. Henderson, et al., Strengthening tropical Pacific zonal sea surface temperature gradi- ent consistent with rising greenhouse gases, *Nature Climate Change*, **9**, 517–522 (2019)

²⁰¹ Yue Dong, C. Proistosescu, K.C. Armour and D.S. Battisti, Attributing Historical and Future Evolution of Radi- ative Feedbacks to Regional Warming Patterns using a Green's Function Approach: The Preeminence of the Western Pacific, *J. Climate*, **32**, 5471-5491 (2019)

²⁰² <https://news.mongabay.com/2019/09/the-blob-is-back-pacific-heat-wave-already-second-largest-in-recent-history/>

17. Die erwähnte Bedeutung zyklischer Bewegungen des Planeten Erde, seiner Umlaufbahn um die Sonne sowie des Sonnensystems selbst im galaktischen Raum bzw. von ihren Zusammenhängen mit der zyklisch pulsierenden Sonnenaktivität und vor allem mit dem Einfluss letzterer auf das Erdklima in menschlich fassbaren Zeiträumen ist trotz einer langen Reihe von Beiträgen mit Beweisführungen in den Diskussionen über das Klima und seine Veränderungen weitestgehend unbeachtet geblieben. Der *Mainstream* der öffentlichen politischen, wissenschaftspolitischen und populärwissenschaftlichen Darlegungen ignoriert sie. Vermutlich werden die Auswirkungen jener zyklischen Bewegungen auf das Klima auch von einem Einfluss bestimmter planetarischer Konstellationen in Richtung auf Erde und Sonne überlagert. Diese Konstellationen können in Analogie zur Wirkung der Schwerkraft des Erdmondes auf die Gezeiten der irdischen Ozeane verstärkend auf zyklische Veränderungen der

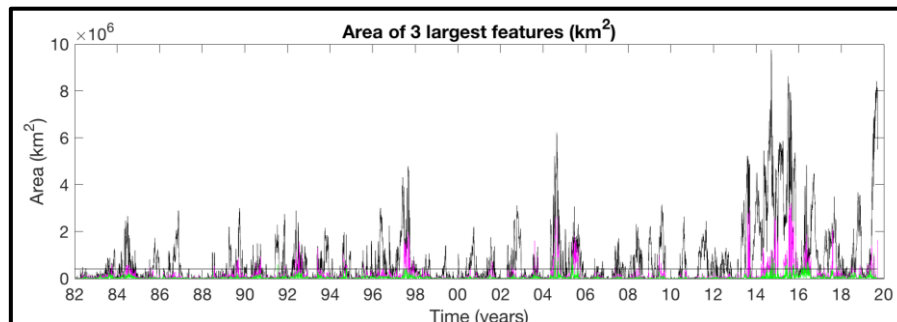


Bild 40. Retrospektive Analyse bei PDO der drei bisher größten Ausmaße mit außergewöhnlichen Temperatur-Anomalien für die Oberfläche des Pazifischen Ozeans. ²⁰⁵ Telekommunikationen zu den Oszillationen AMO und NAO im Atlantischen Ozean der nördlichen Hemisphäre dürften existieren.

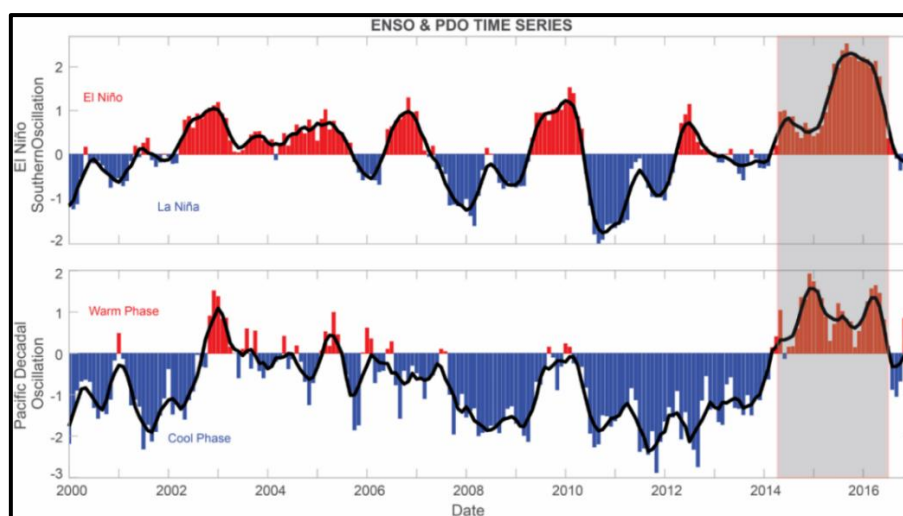


Bild 41. Entkoppelte Gegenüberstellung der Warm- und Kaltphasen der Ereignisse ENSO und PDO als Zeitabhängigkeit ihres Auftretens im Bereich der Hawaii-Inselgruppe. ²⁰⁶

Sonnenaktivität und Bewegungen der Ozeane führen. Zusammenfassungen derartiger Erscheinungen finden sich in einer Reihe von Publikationen und Konferenzbeiträgen, s. z.B. ^{171, 207, 208, 209, 210, 211, 212,}

²⁰³ E. Di Lorenzo and N. Mantua, Multi-year persistence of the 2014/15 North Pacific marine heatwave, *Nature Climate Change* **6**, 1042–1047 (2016)

²⁰⁴ <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/new-marine-heatwave-emerges-west-coast-resembles-blob>

²⁰⁵ https://oceanview.pfeg.noaa.gov/images/mhw/Area_vs_time_current.png

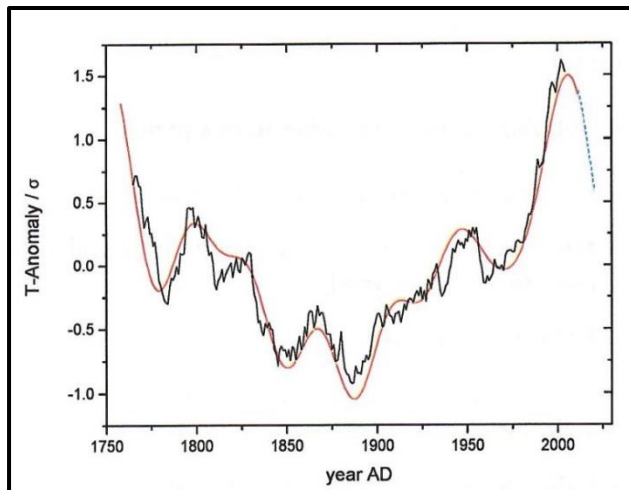
²⁰⁶ <https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/hawaii/indicators/2015-hot>

²⁰⁷ <https://www.eike-klima-energie.eu/>

²¹³. Demnach könnte die Überlagerung mehrerer simultan auftretender Zyklen mit unterschiedlichen Perioden vorrangig Konstanz und Veränderung des Erdklimas bedingen. Änderungen des CO₂-Gehalts in der Erdatmosphäre sollten dabei nur modulierend wirken.

Eine entsprechende, seit längerem bekannte beweisführende Arbeit ²¹⁴ möge als Beispiel dienen. Als Grundlagen der Analyse dienen die Mittelwerte von monatlichen und jährlichen Temperaturmesswerten für sechs zentraleuropäische Orte, nämlich Prag, Hohenpeißenberg, Kremsmünster, Wien, Paris und München während des Zeitraums 1757–2012, weiterhin ein Stalagmit aus der alpinen Spannagel-Tropfsteinhöhle bei Innsbruck als Temperatur-Proxy für den Zeitraum 90 v.Chr.–1935 n.Chr. sowie eine jährliche $\delta^{18}\text{O}$ -Aufzeichnung eines antarktischen Eis-Bohrkerns über die Zeit 1801–1997 ²¹⁵. Die Gesamtheit dieser experimentellen Datensätze lässt ein hohes Konfidenzniveau, > 96 %, zu, auf dessen Grundlage für den Zeitraum 1750–2012 eine mittlere globale Oberflächentemperatur (für beide Hemisphären) mit sechs Temperaturmaxima (jeweilige Perioden von > 30 Jahren) hergeleitet werden kann. Davon ausgehend, dass die Summe mehrerer simultan wirkender Prozesse mit unterschiedlichen Oszillationsperioden das Klima bestimme, wurde mittels sechs gleichzeitig ablaufender Zyklen, die zunächst über eine *Fourier-Analyse* hierfür qualifiziert worden waren, versucht, den

Bild 42. Exzellente Übereinstimmung zwischen den gemessenen (schwarz) und mit Hilfe zweier Zyklen mit den Perioden 60 bzw. 254 Jr. modellierten (braun) Verläufen der T-Anomalie des Erdklimas (Bild 6 aus ²¹⁴). (Der gepunktete blaue Verlauf ab etwa dem Jahr 2020 wurde extrapoliert.) (Die Rasterung der gemessenen Kurve beträgt 30 Jr).



(Der gepunktete blaue Verlauf ab etwa dem Jahr 2020 wurde extrapoliert.) (Die Rasterung der gemessenen Kurve beträgt 30 Jr).

Verlauf der Temperatur-Anomalie als Ausdruck für einen Klimawandel zu modellieren. Es erwies sich, dass dieser Verlauf bereits von nur zwei sich überlagernden Zyklen mit Perioden von ca. 64 bzw. ca. 250 Jr. bestimmt wird, vgl. ²¹⁴, ²¹⁵. Der 250-Jahre-Peak ist seit etwa dem Jahr 1100 nachweisbar dominant. Vermutlich ist er die Folge einer intrinsischen Systemdynamik des Planeten Erde, die bei Energiezufuhr (seitens der Sonne) auftritt. Die

Ursache des 64-Jahre-Zyklus, dessen Existenz ebenfalls über ca. 1 000 Jahre nachgewiesen worden ist, dürfte in der Atlantischen (pazifischen) Multidekaden-Oszillation zu suchen sein. Diese Zyklen, speziell jener mit der 250-Jahre-Periode, sollten als reale und dominante Oszillationen angesehen

²⁰⁸ https://friendsofscience.org/assets/documents/ClimateChange_Ziegler-2013.pdf

P.A. Ziegler, Mechanisms of Climate Change, Natural Causes and IPCC Postulate, The Geological and Recent Record, February 2013

²⁰⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=VPeeb3Ab4Q4>

²¹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=ZH4m-Cs-u3Y>

²¹¹ O. Geden, Offizielle Klimapolitik: CO₂ vermeiden, um ‚Unsere‘ Erderwärmung zu verringern, 24. 11. 2018: <https://www.youtube.com/watch?v=-3g-tW6PpuM&feature=youtu.be&t=1605>

²¹² H.J. Lüdecke, 1. Modell des CO₂ Zyklus, 2. Temperaturen, Niederschlagsmuster, EIKE-Tagung, 7. 8. 2018 <https://www.youtube.com/watch?v=crxl37tMNKw>

²¹³ <https://www.youtube.com/watch?v=c2E8CvYoXJg>

H.J. Lüdecke, A. Hempelmann und C.O. Weiss, Spektralanalyse von Klimadaten, 8. Internat. Klima- und Energiekonferenz, Frankfurt/M., 17. Oktober 2014

²¹⁴ H.J. Lüdecke, A. Hempelmann und C.O. Weiss, Multi-periodic climate dynamics: spectral analysis of long-term instrumental and proxy temperature records, *Climate of the Past*, 9, 447–452 (2013)

²¹⁵ Es war gezeigt worden, dass die wesentlichen Merkmale der für den antarktischen Eis-Bohrkern bestimmten Zeitabhängigkeit der T-Anomalie mit jenen der sechs europäischen T-Messstationen übereinstimmen.

werden.²¹⁶ Auch externe Gründe, die z.B. durch Sonnenaktivität und Planetenbewegungen verursacht werden, können nicht ausgeschlossen werden. Somit wäre zumindest die nordhemisphärische Temperaturentwicklung der letzten 250 Jahre über eine denkbar geringe Anzahl solarer und intrinsisch-terrestrischer zyklisch wiederkehrender Erscheinungen höchst genau beschrieben.²¹⁷ Demnach könnte das Erdklima mit hoher Wahrscheinlichkeit wohl ausschließlich von periodisch in mehreren Dutzenden und mehreren Hunderten Jahren auftretenden Phänomenen bestimmt sein, s. Bild 42. Für ein dominantes Wirken von CO₂ finden sich in dieser Erklärung weder Hinweis noch Raum. Es konnte weder ein anthropogenes noch ein natürliches CO₂-Signal weder in früherer noch in jüngerer Zeit identifiziert werden. Ein CO₂-Signal – so es dennoch existieren sollte – wäre offenbar zu schwach, um in dem natürlichen Klimarauschen erkannt zu werden. Auch zeigen mathematische Tests, dass sich ein kausaler Zusammenhang zwischen Veränderungen von Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre und *anthropogen* verursachter globaler Erwärmung nicht herstellen lässt.²¹⁸ Dem steht die hohe Wahrscheinlichkeit gegenüber, dass sich kürzere Zyklen, z.B. aller etwa sechzig Jahre auftretende, die über lange Zeiten zurückverfolgt werden können, längeren Zyklen, z.B. mit einer etwa 250 Jahre währenden Periode, überlagern und somit Schwankungen der mittleren globalen Oberflächentemperatur des Planeten Erde bedingen. Diese Schlussfolgerungen kennzeichnen eine eigentlich schwer zu übersehende, seit einigen Jahren in der wissenschaftlichen Literatur nachlesbare, doch offenbar durch Verschweigen vor der Öffentlichkeit gut getarnte Fallgrube für die allseitig proklamierte CO₂-Hypothese als Ausdruck der ausschließlich anthropogenen Ursache von Veränderungen des gegenwärtigen Klimas.

Der apodiktisch kommunizierte Einfluss von Kohlendioxid auf das Klima des Planeten Erde ist offensichtlich weitaus geringer als derzeit allgemein angenommen und mit dogmatischer Bestimmtheit verbreitet wird. Dieser Standpunkt wird in der wissenschaftlichen Diskussion des Klimageschehens auch mancherorts vermittelt, z.B.²¹⁹ Die vermeintliche Erhöhung der mittleren globalen Oberflächentemperatur der Erde in Verbindung mit der seit dem Beginn der Industrialisierungsepoche, etwa seit 1850, gestiegenen CO₂-Konzentration in ihrer Atmosphäre dürfte allenfalls nur Bruchteile von einem Grad betragen. Der Zusammenhang zwischen diesen Größen ist trotz der festgestellten, innerhalb eines groben Rasters symbaten Verläufe ihrer Zeitabhängigkeiten eher postuliert als nachgewiesen. Synchronität bedeutet nicht notwendigerweise auch Kausalität. Nach den bisher bekannten Messreihen stiegen seit dem Ende des 19. Jahrhunderts die global gemittelten Lufttemperaturen nur um + (0,6-0,8) K, vgl. Bild 43 für die letzten dreißig Jahre. Auch wird in der laufenden Klimadiskussion für den langfristigen Zuwachs des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre nur die weltweit zunehmende Nutzung fossiler Brennstoffe verantwortlich gemacht, obwohl immer noch nur wenig Quantitatives zu mehreren in der Natur stattfindenden intrinsisch-terrestrischen Prozessen und bedeutsamen Kohlenstoff-Kreisläufen bekannt ist. Als Folge der alles bestimmenden CO₂-Hypothese wird daher die

²¹⁶ Vielfältige mit dem Erdklima verbundenen Oszillationen unterliegen Zyklen mit Perioden von etwa 60 Jahren. Als Beispiele seien die Stärke des indischen Monsuns, die arktische Temperatur-Entwicklung, die Stärke der kosmischen Strahlung und die planetarische Wechselwirkung zwischen Saturn, Jupiter, Sonne und Erde genannt.

²¹⁷ Auch ist nicht auszuschließen dass die über Zyklen von Jahrzehnten bis zu hunderttausenden von Jahren auftretenden vulkanischen Aktivitäten an den genannten ozeanischen Oszillationen beteiligt seien.
<https://www.eike-klima-energie.eu/2017/04/15/wieviel-co2-stossen-vulkane-aus/>

²¹⁸ M. Beenstock, Y. Reingewertz and N. Paldor, Polynomial cointegration tests of anthropogenic impact on global warming, *Earth Syst. Dynam.*, **3**, 173–188, 2012; <https://doi.org/10.5194/esd-3-173-2012>

²¹⁹ <http://www.ageu-die-realisten.com/archives/3316>

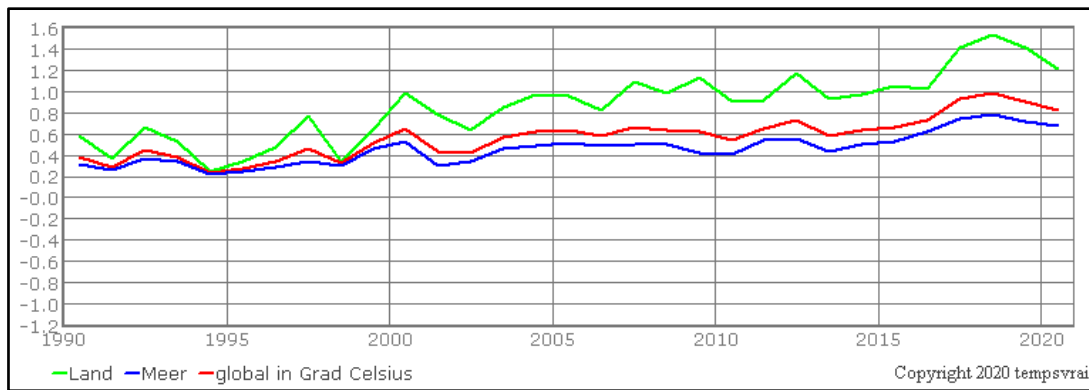


Bild 43. Jährliche mittlere Temperatur-Anomalien für die Oberflächen des Festlandes, der Meere sowie global für den Zeitraum 1990-2020 (Copyright 2020 tempswrai.com). ²²⁰

Forderung nach einer Dekarbonisierung ²²¹ von Wirtschaft und Gesellschaft in den Vordergrund geschoben, was von der Politik auch international im Rahmen der Klimakonferenzen des IPCC ²²² als wichtigstes Zukunftsziel gesetzt worden ist. ²²³ Die Kosten dieses bis zum Jahre 2050 zu vollziehenden Umgestaltungsprozesses sind gewaltig. Für Deutschland wurden sie vom *Bundesverband der Deutschen Industrie*, BDI, mit ca. $2,3 \times 10^{12}$ Euro beziffert. ²²⁴ Dennoch ist sein Gelingen schwer vorstellbar, sollte die Kernkraft als alternativ zu nutzende, emissionsfrei bereitstellbare Energie wider besseres technologisches Wissen und Können sowie trotz verstärkt fortschreitender Implementation in die Energiewirtschaft vieler Länder weiterhin geächtet bleiben.

Die CO₂-Konzentration könnte aber eine wichtige indikatorische Funktion für die gesamte anthropogene Umweltbelastung spielen, ist doch jedwede menschliche Aktivität, angefangen beim Atmen, Heizen, Produzieren jeglicher Art, bis zum Verbrauch der Landflächen für Bau, Verkehr, Landwirtschaft mit der Freisetzung von CO₂ – wie auch mit dem Wirken von H₂O – verbunden. So wird die Dringlichkeit menschlichen Handelns zur Einschränkung der CO₂-Emissionen und damit – vorgeblich – für die Stabilisierung des Klimas des Planeten Erde von vielen Wissenschaftlern, insbesondere von Mitarbeitern des *Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung*, Deutschland, betont. Dabei wird auf Grund der bestehenden Rückkopplungen die sich nach einem dem Dominanzprinzip folgenden kaskadenförmigen Zusammenbruch der Ökosysteme schnell nähernde Gefahr eines *globalen Kipp-Punktes*

²²⁰ <https://meteo.plus/klima-global.php>
<https://chaac.meteo.plus/de/klima/globale-temperatur-30.png>
<https://www.ncdc.noaa.gov/>

²²¹ Eine Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen um 95 %, wie sie manche deutsche Politiker bereits im Koalitionsvertrag für die Bundesregierung vom 12. März 2018 festschreiben wollten, dürfte in Deutschland kaum gelingen. Im Namen der Nachhaltigkeit werden den Menschen noble Ideen zum Schutze von Mensch und Natur vermittelt. Es scheint jedoch, dass in den meisten Fällen eine Ideologie existiere, die zunächst zur Zerstörung der wirtschaftlichen Grundlagen der Gesellschaft führen könnte.

<https://www.epochtimes.de/politik/welt/nachhaltigkeits-bewegung-was-hinter-den-kulissen-nobler-absichten-steht-a2238961.html>

Die CO₂-Abgaben, die erhoben werden sollen, kommen einer Versündigung am Volksvermögen zugunsten international vernetzter Profiteure nahe. Es gilt nicht, einen *nichtanthropogenen* Klimawandel verhindern zu wollen – was unmöglich wäre –, sondern seine möglichen Ursachen und Auswirkungen klar zu analysieren und die Gesellschaft mit entsprechenden Gegenmaßnahmen darauf vorzubereiten.

²²² https://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/un-klimakonferenzen/2019-madrid/?gclid=CjwKCAiAob3vBRAUEiwaIbs5TgDxaZ2u5zc8-QIZxfPTbk_rIUMbVuleGA1KK1p7AuszEG_soUEO9BoC950QAvD_BwE

²²³ <http://www.ageu-die-realisten.com/archives/3266>

²²⁴ <https://www.welt.de/wirtschaft/energie/article172622880/BDI-Studie-Klimaschutz-kostet-uns-2-300-000-000-Euro.html>

beschworen. Je nach Intensität menschlicher Gegenwehr dürfte gemäß ²²⁵ die Katastrophe nur etwa 1 000 bis 10 000 Jahre entfernt sein.

Der seit Längerem bestehende Zweifel an der Hypothese, dass der weltweit wachsende Ausstoß von CO₂ die einzige wesentliche Ursache der gegenwärtig beobachteten Klimaänderung sei, wird vor allem durch den Verweis auf die Eigenschaften von Wasserdampf sowie seine atmosphärische Konzentration gestützt. Ist doch Wasserdampf das am stärksten wirkende Klimagas ²²⁶, das die Rolle des CO₂ als solches größenordnungsmäßig übertrifft. Wasserdampf liegt in der Atmosphäre in drei Zuständen vor: mikrokristallin (fest), mikro-tropfartig (flüssig; z.B. in Wolken) und dampfförmig (Gas). Seine Konzentration ändert sich in Raum und Zeit ständig und rapide. Er wird ununterbrochen mit sich stetig ändernder Massivität von der Natur, z.B. den Weltmeeren, den Wäldern und der weiteren Flora, speziell im Klima- und Wettergeschehen, sowie von menschlichen Aktivitäten umgewälzt. Mithin wird der Thermostat Erde über die Hydrosphäre und den Wasserkreislauf gesteuert. Der Einfluss des Menschen auf diesen Regelkreis wird bei den umgewälzten Wassermassen in allen drei Aggregatzuständen gering sein. Damit entzieht sich Wasserdampf jeglicher Kontrolle durch den Menschen, zumal einer quantitativen. Weil er aber die Wirksamkeit aller weiteren Treibhausgase sehr deutlich übertrifft und diese auch beeinflusst, wird das Klimageschehen – wenn es denn von Treibhausgasen bestimmt sein sollte – unkontrollierbar. Wegen der solcherart schwierigen Fassbarkeit des Wirkens von Wasserdampf aber auch der von Aerosolen ²²⁷ werden diese beiden Faktoren durch die heute verfügbaren Modelle zur Simulation des Klimas ²²⁸ unzureichend, mit viel zu geringer Genauigkeit oder falsch berücksichtigt. ^{229, 230} Des Weiteren finden in den offiziellen Klimamodellen des IPCC keine vorwiegend extraterrestrisch bedingten großräumigen, zyklischen Oszillationen ihren Niederschlag. Somit wären nahezu alle heutigen, in die Zukunft gerichteten Klimaprojektionen anzuzweifeln. Sie dürften in ihrer jetzigen Form als Grundlage für klimarelevante Entscheidungen jedweder Art nicht verwendet werden ²³¹, es sei denn zunächst nur als ein sehr grobes Projektionsmittel zu Lern- und Entwicklungszwecken.

Die große Anzahl von natürlichen Phänomenen und ihren vielfältigen Rückkopplungen, von denen einige wesentliche – wenngleich nicht alle – oben beschrieben sind, ist eher verwirrend als von weitestgehend reduzierten Abbildungen der Wirklichkeit, d.h. von Simulationsmodellen, hinreichend

²²⁵ T.M. Lenton, J. Rockström, O. Gaffrey, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen and H.J. Schellnhuber, Climate tipping points – Too risky to bet against, *Nature*, **575**, 592-595 (29 November 2019)

Mit dieser Arbeit reihen sich ihre Autoren in die Abfolge prominenter Weissager einer bevorstehenden Apokalypse ein, vom alttestamentarischen *Jesaja* über den Propheten des Jüngsten Gerichts *Johannes*, den mittelalterlichen Arzt *Michel de Nostradamus* bis hin zu den begnadeten Naturforschern *Isaac Newton* und *Stephen Hawkins*, wobei sich die Prophezeiungen der zwei zuletzt genannten bereits in den Jahren 2060 bzw. 2117 erfüllen sollten.

²²⁶ <https://ruhrkultour.de/alle-heutigen-klimaprognosen-sind-falsch/>, *Ruhrkultour*, September 23, 2016

²²⁷ Dabei kann es sich um unterschiedliche Gemische von Schwebeteilchen in der Atmosphäre handeln, vor allem von festen unmittelbar irdischen Ursprungs z.B. aus Vulkanausbrüchen, bzw. von Mikro-Kondensaten, die z.B. über von kosmischen Strahlen induzierte chemische Reaktionen zwischen Schwefeldi- und Schwefeltrioxid mit Wasser gebildet werden. Als Resultat dieser Reaktionen entstehen schweflige bzw. Schwefelsäure, deren Assoziat mit Wasser im weitesten Sinne zu Kondensationskernen von Wolken mutieren. Ihre Bildung, d.h. damit auch das Klima, könnte mit der Sonnenaktivität und der Stärke der kosmischen Strahlung verknüpft sein; s. auch

<https://home.cern/news/news/experiments/cloud-experiment-sharpens-climate-predictions>.

²²⁸ <https://wg1.ipcc.ch/publications/wg1-ar4/ar4-wg1-chapter8.pdf>; Lead Authors: D.A. Randall and R.A. Wood, Climate Models and Their Evaluation

²²⁹ IPCC: D.A. Randall, and R.A. Wood, Climate Models and Their Evaluation, Box 8.1: Upper-Tropospheric Humidity and Water Vapour Feedback, p. 632

²³⁰ <https://physicsworld.com/a/the-climatic-effects-of-water-vapour/>

²³¹ Chr. W. Monckton of Brenchley, INFELIX CULPA The models' fatal error, The Karl Popper Memorial Lecture, 11. Internationale Klima- und Energie-Konferenz, Düsseldorf, 10. November 2017; http://www.pi-news.net/wp-content/uploads/speech_monckton.pdf

realistisch erfassbar.^{232, 233} Auch sind die Wechselwirkungen zwischen Rückkopplungen und ihren Folgen sowie deren Wechselwirkungen oft unzureichend bekannt und mathematisch kaum adäquat formulierbar. Des Weiteren können die weltumspannenden Kreisläufe von Wasser- und Luftströmungen mit den vielfältigen Wolkenphänomenen und ihren häufig auch gegenläufig wirkenden Einflüssen auf das zentrale Klimageschehen, bislang kaum realistisch modelliert werden.^{226, 234, 235} Der Mangel an vertieftem physikalischen (im allgemeinsten Sinne) Wissen über einige wichtige das Klima beeinflussende Phänomene und Prozesse, speziell auch extraterrestrischer Art, scheint momentan wesentlicher zu sein als die ohnehin bereits extrem hohe Leistungsfähigkeit der verwendeten Rechentechnik. Daher zeichnen die höchst komplexen und mathematisch ausgefeilten Modelle zunächst Klimaänderungen *a posteriori* nach – und das mit Mühe –; der Wert ihrer auf diesen Modellen basierenden *a priori* Aussagekraft – obgleich im Zentrum der IPCC-Projektionen stehend – ist umstritten, logischerweise unbewiesen und damit inhaltlich fragil. Es mögen allenfalls grobe Projektionen doch keine zuverlässigen Prognosen möglich sein. Im 3. Bericht des IPCC vom Jahr 2001, heißt es: „In der Klimaforschung haben wir es mit einem gekoppeltem, nichtlinearen, chaotischen System zu tun. Deshalb ist eine langfristige Vorhersage zukünftiger Klimazustände nicht möglich.“^{236, 237} Daran dürfte sich nach fast zwei Dekaden weiterer Forschungszeit zwar einiges – doch keineswegs alles – in der notwendigen Weise verändert haben. Das Klima aber bleibt wegen der chaotischen Komplexität seiner nur unzureichend erklärten natürlichen Prozesse, für die das Erkennen von Schwankungen und nicht von zukünftigen Trends noch über lange Zeiten bestimmend sein dürfte, ein weitestgehend unbeherrschbares Phänomen.

Klima-Zeit-Projektionen der gegenwärtig möglichen Qualität können wegen der mit ihnen verbundenen weitreichenden Unsicherheiten in Bezug auf Schlussfolgerungen und wegen der existierenden globalen Vernetzungen zu gefährlichen Folgen wirtschaftlicher, sozialer und politischer Art führen. Dies nicht beachtend, könnte die menschliche Zivilisation wegen sich in ferner Zukunft eventuell abzeichnender Gefährdungen bereits in naher Zukunft schwere Brüche erleben und somit gefährliche Bedrohungen der gesellschaftlichen Existenzbedingungen vorwegnehmen, zumal sich der wissenschaftliche Beweis für die Richtigkeit einer Prognose des künftigen Erdklimas erst am Ende des Prognosezeitraumes offenbaren wird. Doch der Zeitpunkt für das Eintreten dieses Endes bleibt unbestimmt.

Im Gegensatz zu den anthropogenen Prozessen spielen für das Klima sehr wahrscheinlich solche natürlicher Herkunft eine größere, wenn nicht sogar die entscheidende Rolle. Ist doch das irdische Klimasystem von ständigen Schwingungen mit unterschiedlichen Zeitperioden geprägt. Dieses Oszil-

²³² R.A. Pielke Sr, The Overselling of Climate Modeling Predictability on Multi-Decadal time Scales in the 2013 IPCC WG1 Report – Annex 1 Is Not Scientifically Robust, February 07, 2014;
<https://wattsupwiththat.com/2014/02/07/the-overselling-of-climate-modeling-predictability-on-multi-decadal-time-scales-in-the-2013-ipcc-wg1-report-annex-1-is-not-scientifically-robust/>

²³³ https://www.achgut.com/artikel/wie_klimamodelle_die_erderwaermung_aufblasen

²³⁴ Spiegel Online, 7.4. 2016, A. Bojanowski, Fehler in Klimamodellen: „Dürreprognosen sind wenig vertrauenswürdig“

F.Ch. Ljungqvist, P.J. Krusic, H.S. Sundqvist, E. Zorita, G. Brattström and D. Frank, Northern Hemisphere hydroclimate variability over the past twelve centuries, *Nature* **532**, 94–98 (2016)

E. Zorita: „Aber für die vergangenen 1200 Jahre konnten wir einen Zusammenhang zwischen einer globalen Erwärmung und der Veränderung der Niederschläge nicht feststellen. Das gibt zu denken. ... Wir müssen vor allem das Verhalten der Wolken und von Luftpartikeln, den Aerosolen, besser erforschen. Auch unser Verständnis, wie Feuchtigkeit zwischen Boden und Luft getauscht wird, ist ungenügend.“

²³⁵ <https://sciencev1.orf.at/news/14324.html> (Um 75 % hat die Konzentration des Wasserdampfs weltweit in der Stratosphäre während der letzten 45 Jahre zugenommen.)

²³⁶ IPCC: *Climate Change 2001: The scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, 2001, Kapitel 14, Abschnitt 2.2.2*

²³⁷ <https://www.msn.com/de-de/nachrichten/wissenundtechnik/wie-entstehen-eigentlich-klimamodelle/ar-AAEQWt9?ocid=se>

lieren ist typisch für natürliche Systeme, wobei sowohl äußere, d.h. extraterrestrische, als auch intrinsisch-terrestrische Schwankungen wirken. Diese sollten mit hoher Wahrscheinlichkeit als Initial-Antriebe auftreten, die durch ein System von Rückkopplungen einer Reihe von terrestrischen Erscheinungen – wie oben allenfalls oberflächlich beschrieben – verstärkt oder abgeschwächt werden können. Mit Hilfe dieser Konzeption und des Verständnisses der Rolle des Wasserdampfes gegenüber der des CO₂ wie auch in Verbindung mit der CO₂-Hypothese selbst wird das Verstehen des Klimawandels auf der Basis wirklichkeitsnaher Klimasensitivitäten der unterschiedlichen Faktoren und Prozesse aus dem Bereich des subjektiv Anthropogenen auf das Niveau eines höheren objektiv Natürlichen gehoben.

Extreme Wetterereignisse, Dürren, Wirbelstürme und andere Unbilden, Tsunamis, Überschwemmungen, Hitzewellen, Vulkanausbrüche und flächendeckende Brände sowie auch das Abschmelzen des Eises an Polen und Gletschern treten zwar auf – und manche verstärkt, wie die folgenschweren Waldbrände in Russland 2010 oder die verheerenden Buschbrände in Australien 2019/2020 zeigen –, doch sie sind in der heutigen Zeit nicht unbedingt häufiger als sie in früheren vergleichbaren Zeiten der Erdgeschichte waren. Allerdings werden sie – zwar nicht ausnahmslos – alarmistisch in den Vordergrund der allgemeinen Aufmerksamkeit geschoben und treffen auf eine natürlicherweise verkürzte menschliche Fähigkeit für zeitliche, selbst für naturhistorische Wahrnehmungen. Damit nehmen sie den Anschein und die Botschaft einer bevorstehenden Katastrophe an. Doch es existieren Gründe anzunehmen, dass o.g. Erscheinungen nicht immer oder unbedingt mit atmosphärischen CO₂-Konzentrationen bzw. Temperaturänderungen verbunden sind.

Die gegenwärtig praktizierte Klimapolitik und ihr maßlos-ungeduldiges Drängen auf große Transformationen gesamter Lebensbereiche, speziell auch mit der umfassenden Bereitstellung „erneuerbarer Energie“ - bei gleichzeitigem Beharren auf den Ausschluss moderner, weitestgehend sicherer und auch die hochradioaktiven Rückstände verarbeitender Verfahren für die Nutzung von Kernenergie - werden zunehmend von einer überbordenden Propaganda vor allem „grüner“ Klimaschützer bestimmt. Diese manipulieren nach Kräften das Denken und Wissen eines sehr großen Teils der Menschen in Deutschland²³⁸ und zunehmend auch in der größeren übrigen Welt. Doch hier sind es vorwiegend Angehörige einer in relativem Wohlstand angenehm lebenden und als aufgeklärt geltenden städtischen Mittelschicht jüngeren und mittleren Alters, deren Gelderwerb und Lebensweise eine vergleichsweise nur geringe *naturwissenschaftliche* Bildung erfordern mögen, welche das Sagen erlangt haben. Ihnen steht eine entweder unterstützende²³⁹, halbherzig widerstrebende oder schweigende Mehrheit der Naturwissenschaftler und Technologen gegenüber.²⁴⁰ Viele von ihnen reiten

²³⁸ Man erinnere sich des römischen Senators *Cato*, 2. Jh. v. Chr., eines entschiedenen Befürworters der Zerstörung des phönizischen Reiches *Karthago*, der laut Überlieferung eine jede seiner Reden mit den Worten beendete: „*Ceterum censeo Carthaginem esse delendam.*“

²³⁹ W.J. Ripple, C. Wolf, T.M. Newsome, et al., World Scientists' Warning of a Climate Emergency, *BioScience*, biz088, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>, ublished: 05 November 2019

²⁴⁰ Zu einem überwiegend positiv ausgerichteten „Konsens“ der Wissenschaft zur Hypothese eines anthropogen verursachten Klimawandels vgl. die Quellen:

J. Cook, D. Nuccitelli, S.A. Green et al., Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, *Environ. Res. Lett.* **8** (2013) 024024 (7pp)

<https://www.eike-klima-energie.eu/2017/06/22/was-stimmt-nicht-mit-der-behauptung-97-aller-klimawissenschaftler-stimmen-hinsichtlich-agw-ueberein/>

<https://www.scientists4future.org/infomaterial/konsens-unter-klimawissenschaftlern/>

A.B. Robinson, N.E. Robinson and W. Soon, Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide, *J. American. Physicians and Surgeons* **12**, 79-90 (2007)

Epoch Times: Global Warming Petition Project. - Über 31 000 Wissenschaftler unterzeichnen Petition: Hypothese der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung ist falsch, 17. Januar 2018: „Die Petition warnt ... vor der Unterzeichnung internationaler Verträge, die nur eine finanzielle Belastung für die Bürger des Landes darstellen, „die nationale Souveränität stehlen und die Energieproduktion einschränken“. Der Alarmismus der globalen Erwärmung sei ein „Pseudokrieg“, der darauf abziele, ein Land zu Fall zu bringen.“

aber auch die gefährliche Welle fragwürdiger Neuerungen und Einschränkungen, die schließlich mehr oder weniger schnell, doch mit Sicherheit zur Aufgabe moderner Industrien und Innovationen, des Wohlstandes und der Demokratie in der deutschen Gesellschaft führen könnten.²⁴¹ Eine von „grünen“ Ideologen und ihren Fürsprechern in Gang gesetzte *Große Transformation* dieser Gesellschaft^{242, 243} im Sinne eines adaptierten *Rousseau*-schen Prinzips „Zurück zur Natur“ (das direkt zum französischen Jakobinismus der Revolutionsjahre 1793-1794 führte) greift – verbunden mit Hysterie und Panik – um sich.²⁴⁴ Sie bedient sich des Themas Klimawandel, dem apokalyptische Merkmale zugeschrieben werden. Diese Sicht wird von den meisten Medien in Sprache, Schrift und Bild weitgehend unbesehen und aggressiv forciert, was wiederum zu einer verzerrten Wahrnehmung sowie Verneinung objektiver Fakten und Unterdrückung gegenteiliger Meinungen und Argumente führt.²⁴⁵ Ein gemäß *Hegel* zu pflegender wechselseitiger dialektischer Diskurs über die Stufen „These-Antithese-Synthese“ scheint im modernen Land der Dichter und Denker vergessen zu sein. Der lebendige Austausch von Argumenten für den Gewinn neuen Wissens läuft Gefahr, zu einem unduldsamen, liturgisch-dogmatischen Verkünden von Grund- und Glaubenssätzen zu mutieren. Damit wird diese Modalität für die Gesellschaft im besten Fall nutzlos, doch im schlechtesten Fall gefährlich. Es erscheint als dringend notwendig, die Diskussion des Klimageschehens in seiner gesamten Breite auf das Fundament des gesamten publizierten und nichtpublizierten Wissens auf diesem Gebiet zurückzuführen. Dieses ist, wie aus bibliographischen Zusammenfassungen folgt^{246, 247, 248}, gewaltig. So waren allein

Es sollte jedoch stets zu beachten sein:

In der Wissenschaft wird der Wert eines wissenschaftlichen Resultats nicht über die Bildung eines Konsens, d.h. in demokratischer Abstimmung mit Mehrheitsbildung, bestimmt, sondern allein durch seine Überprüfung mit Hilfe unabhängiger experimenteller und/oder theoretischer Methoden. Konsens ist in der Wissenschaft irrelevant. Beruft man sich in der Wissenschaft auf Konsens, so steht das betroffene Resultat oder die betroffene Lehre auf tönernen Füßen.

<https://www.spiegel.de/forum/wissenschaft/co2-reduzierung-unzureichend-11000-wissenschaftler-warren-vor-weltweitem-klimanotst-thread-978895-1.html>

²⁴¹ <https://www.stern.de/politik/deutschland/klimawandel---warum-wir-ohne-verbote-nicht-mehr-auskommen-werden-8814376.html>

²⁴² <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-gesellschaftsvertrag-fuer-eine-grosse-transformation>

²⁴³ <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/06/26/grosse-transformation-der-gang-in-die-knechtschaft/?print=pdf>

²⁴⁴ In einem manchmal allerdings auch neuen, sympathischen äußeren Gewand von Modernität und Umweltschutz dringt als überwunden geglaubtes Rückständiges in alle möglichen Bereiche des persönlichen und gemeinschaftlichen Lebens vor, z.B. alle nur möglichen Räder vom gewaltigen Windrad bis zum gefährvollen Elektroroller bzw. eine bevorzugt von Muskelkraft angetriebene Zweirädigkeit, die Aufgabe von Straßen und Eisenbahnlinien in ländlichen Regionen, eine (noch) verdeckte Ablehnung der Großchemie, Homöopathie und andere Heilslehren, Impfpfobie, Astrologie, vegane Ernährung ergänzt durch Selbstversorgung mit gegrillten Insekten, Vernachlässigung von Rechtschreibung und Geschichtsunterricht in bestimmten Klassenstufen allgemeinbildender Schulen, wie auch die Diskriminierung von Frauen bei gleichzeitiger Forderung von „Quoten für Chefetagen“, lokale Energiebereitstellung u.v.m. Es scheint, dass manche Anhänger dieser Lebensart mehr den gleichsam sympathischen *Amisch* des *Pennsylvania Dutch Country* zugeneigt seien, vielleicht auch unter deren Umständen besser würden denn in einer modernen europäischen Zivilisation. Man könnte ihnen raten, in mittlerweile weitgehend entvölkerten Landstrichen der Neuen Bundesländer zu siedeln, um ihre neoarchaischen Träume realisieren zu können. *Oder ist alles nur grüne Symbolpolitik?*

²⁴⁵ <https://scilogs.spektrum.de/gedankenwerkstatt/die-verzerzte-wahrnehmung-in-der-klimadiskussion/>

²⁴⁶ R. Haunschild L. Bornmann, and W. Marx, Climate Change Research in View of Bibliometrics, PLOS/ ONE, Published: July 29, 2016; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160393>

²⁴⁷ https://www.nyulawglobal.org/globalex/Climate_Change_Bibliography1.html

²⁴⁸ A.M. Petersen, E.M. Vincent, and A.L. Westerling, Discrepancy in scientific authority and media visibility of climate change scientists and contrarians, *Nature Communications*, **10**, 3502 (2019); Article number: 3502 (2019); doi:10.1038/s41467-019-09959-4

im Zeitraum 1980-2016 mehr als 220 000 wissenschaftliche Originalarbeiten erschienen.^{244, 249} Es dürfte angezweifelt werden, dass aus ihnen und vor allem aus den ihnen zugrunde liegenden experimentellen Primärdaten allein ein symbater zeitlicher Verlauf von mittlerer globaler Oberflächentemperatur der Erde und anthropogen verursachter CO₂-Konzentration der Erdatmosphäre als der entscheidende Grund für den Klimawandel abgeleitet werden kann.

Nichtsdestotrotz scheint es, dass sich die politische Führung dieses Landes von den Verkündern eines ausschließlich *anthropogenen* Klimawandels treiben lässt. Dabei gibt sie beispielsweise eine halbe Milliarde Euro für Beraterhonorare und Studien aus. Auch verabschiedet sie Gesetze, vgl.²⁵⁰, die – wie es scheint – keinem außer wenigen Profiteuren etwas einbringen, aber vielen Menschen neue Steuern und merkliche Einschränkungen auferlegen werden. Diese Führung sollte ihre zweifellos vorhandenen Fähigkeiten und Möglichkeiten aktivieren, aus eigenem Wissen und mit eigener Kraft die tatsächliche Lage zu beurteilen bzw. politische Maßnahmen zu ergreifen für einen mit Sicherheit notwendig werdenden Schutz einer immer stärker belasteten und schließlich gefährdeten Bevölkerung. Große Teile der deutschen Bevölkerung sind inzwischen so weit verunsichert, dass dem rechten politischen Rand Tore geöffnet werden könnten.

Es sollte Aufgabe der Wissenschaft sein, vor allem die *natürlichen* Ursachen der Klima-Oszillationen genau zu erkennen und zu charakterisieren, ob und gegebenenfalls inwieweit sich ein gegenwärtig stattfindender Klimawandel von solchen der Vergangenheit unterscheidet – falls dies überhaupt möglich sein sollte. Hierzu gehören eine strenge Trennung von Wissenschaft und Politik sowie ihre auf dieser Basis neu zu formulierende Zusammenarbeit, vgl.²⁵¹, sowie eine Rückkehr der Wissenschaft auf die Faktenlage, d.h. auf die Ebene des gesamten von ihr geschaffenen Wissens um die Dinge von Klima und Natur. Dabei müssen viele naturwissenschaftliche Einzeldisziplinen zusammenarbeiten, um Ansätze zur Aufklärung der häufig chaotisch auftretenden komplexen Zusammenhänge zu liefern.

*Man muss das Wahre immer wiederholen,
weil auch der Irrtum um uns herum immer wieder gepredigt wird,
und zwar nicht von Einzelnen, sondern von der Masse, in Zeitungen und Enzyklopädien,
auf Schulen und Universitäten. Überall ist der Irrtum obenauf,
und es ist ihm wohl und behaglich im Gefühl der Majorität, die stets auf seiner Seite ist.*

Goethe zu Eckermann, 1828

E-Mail-Adresse des Verfassers: mrtbnblw@gmail.co

²⁴⁹ Leider ist die weit überwiegende Mehrheit der wissenschaftlichen Veröffentlichungen für einen Außenstehenden nur unter zusätzlichem finanziellen Aufwand zugänglich, wodurch die Wissenschaft weitgehend in ein staatlich und privat gefördertes Betätigungsfeld einer elitären Schicht geworden ist, vgl.

https://www.researchgate.net/publication/289538203_Wissenschaftliche_Publikations-Praxis_-_Absurdes_und_Open_Access;

M. Bülow, Wissenschaftliche Publikations-Praxis - Absurdes und Open Access, *Leibniz Online*, Nr. 26 (2016), ISSN 1863-3285.

²⁵⁰

https://www.researchgate.net/publication/331064737_Ausstieg_aus_der_Kohleforderung_in_Deutschland_-_Was_geschieht_mit_den_Menschen_in_den_Revieren?

²⁵¹ J. Zöllner, Debatte über Wissenschaft und Politik: Hört auf, euch zu verstecken! *Tagesspiegel*, 3. Jan. 2020

<https://www.msn.com/de-de/nachrichten/wissenundtechnik/debatte-über-wissenschaft-und-politik-hört-auf-euch-zu-verstecken/ar-BBYyuph?ocid=spartandhp>.

Nachlese:

Nach Abschluss der Arbeit am vorstehenden Aufsatz habe ich aus einer Ankündigung der Leibniz-Sozietät vom 17. Januar 2020 erfahren, dass diese am 13. Februar 2020 ein Kolloquium zum Thema „Klimawandel – Anzeichen, Ursachen, Folgen“ durchführen wird. Ich bedaure sehr, an dieser Veranstaltung nicht teilnehmen zu können, und ich wünsche ihr hiermit einen vollen Erfolg. --

Herrn Professor *WD Hartung*, MLS, sei herzlich für seine Unterstützung bei der Vorbereitung dieser Publikation gedankt.

Martin Bülow
Dierhagen, den 27. Januar 2020



Herbert Hörz (MLS)

Globalisierung als Herausforderung der Menschheit

Iwan Frolow conference on November 26th, 2019 — „Der Mensch in einer globalisierten Welt: Risiken und Perspektiven“

Veröffentlicht: 17. Februar 2020

Problemstellung

Globalisierung ist die Bezeichnung für den objektiven Prozess wachsender internationaler Verflechtungen in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens. In der Wirtschaft geht es um Kooperation und vertraglich festgelegte Beziehungen bei der Nutzung von Ressourcen und Arbeitskräften. Das Wirken multinationaler Konzerne sehen Gewerkschaften kritisch, da man oft gewerkschaftlichen Kampfmaßnahmen durch Verlagerung der Produktion in andere Länder ausweicht. Ausbeutung von Rohstoffen und Arbeitskräften dienen außerdem kaum dem Nutzen betroffener Länder. Politische Beziehungen, einschließlich von erzwungenen Machtwechseln in Staaten, deren Ressourcen von den global players gebraucht werden, liegen im Interesse bestimmter wirtschaftlicher Verbände. Die Konfrontationspolitik von USA-Präsident Donald Trump mit der Losung „America first“ und den Konsequenzen führte zur Auseinandersetzung mit dem Unilateralismus der USA, der mit Restriktionen, Zöllen usw. zum Schaden anderer Länder und Wirtschaftseinheiten verbunden ist. Dagegen steht weiter praktizierter Multilateralismus, d.h. Einhaltung abgeschlossener internationaler Verträge und Bemühungen um internationale Kooperation. So meldete die Süddeutsche Zeitung am 14. Februar 2019 auf Seite 1: „Europäer pochen auf Politik der Regeln. Paris und Berlin wollen das ‚Recht des Stärkeren‘ nicht als internationale Umgangsform akzeptieren. Sie werben für ein globales Netzwerk Gleichgesinnter.“

Es sind also die Herausforderungen der Menschheit durch Globalisierung mit Gewinnen und Verlusten für die mögliche humane Gestaltung der Zukunft zu analysieren. Debatten um globale Probleme und ihre Lösungen sind nicht neu. Deshalb ist auf historische Aspekte mit aktueller Relevanz in (1.) zu verweisen. Es folgt (2.) eine Charakteristik der gegenwärtigen Situation mit der Antwort auf die Frage, welche globalen Probleme zu lösen sind. Sind sie für die Menschheit existenzgefährdend? Die Antwort lautet eindeutig: Ja! Das wird (3.) mit dem Fallbeispiel des Zusammenhangs von Naturerkenntnis und Gesellschaftsgestaltung erläutert. Die mit der Ökologie verbundenen sozialen Probleme werden nicht immer in ihrer Tragweite erkannt. In (4.) geht es um Visionen für die humane Gestaltung der Zukunft.

1. Debatten um globale Probleme

In Diskussionen auf Tagungen und in persönlichen Gesprächen mit Iwan T. Frolow seit den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ging es ihm stets um die humane Gestaltung unserer Zukunft unter neuen Bedingungen der Globalisierung. Er beteiligte sich intensiv an internationalen Debatten um die Lösung globaler Probleme mit konstruktiven Beiträgen und entwickelte Visionen für die Zukunft. Gefahren für die Menschheit durch Globalisierung waren zu erkennen und zu überlegen, wie sie durch entsprechende Maßnahmen zu beseitigen sind. Im Vordergrund seiner Überlegungen stand die internationale Kooperation zur Problemlösung im Sinne des von ihm geforderten und geförderten Humanismus, mit dem er sich in seiner Tätigkeit in Wissenschaft und Politik als Philosoph tiefgründig befasste.

Um knapper werdende Rohstoffe, Bevölkerungsexplosion, Umweltverschmutzung und versiegende Energiequellen geht es seit dem Bericht an den Club of Rome von 1972 „Die Grenzen des Wachstums“. Er betonte, es sei möglich, die materiellen Lebensgrundlagen jedes Menschen auf der Erde sicherzustellen, wenn sorgsamer mit Ressourcen umgegangen und das gefährliche Gefälle zwischen entwickelten und zurückgebliebenen Regionen aufgehoben würde. 1974 differenzierte der zweite Bericht „Menschheit am Wendepunkt“ manche Aussage und verbesserte die Modellierung der Szenarien. Das geforderte „Nullwachstum“ wurde durch die Forderung nach einem planvollen und kontrollierten Wachstum ersetzt. Dafür sei ein Umdenken von der Verschwendung zur sinnvollen Nutzung der Ressourcen erforderlich. Ist man von der Unerschöpflichkeit der Ressourcen überzeugt, dann gibt es keine Grenzen für verschwenderisches Verhalten. Die Berichte benannten Probleme, doch es galt zugleich, dass „keine wissenschaftliche Analyse der sozialökonomischen Beziehungen erfolgt. Das Verhältnis von Produktivkräften und Produktionsverhältnissen bleibt außerhalb der Betrachtung. Damit werden in beiden Berichten Symptome geschildert, Erscheinungen beschrieben, aber keine Erklärungen der Zusammenhänge gegeben.“ (Hörz H. 1976, S. 194) Im Zusammenhang mit Arbeiten von Iwan T. Frolov u.a. (Sagladin, Frolov 1981), nannte ich Prinzipien zur philosophischen Analyse globaler Probleme, die weiter gelten: Historismus, Globalismus, Futurismus, Operativität, Evolutionismus und Optimismus. (Hörz, H. 1982) Der *Historismus* verlangt die Einordnung globaler Probleme in konkret-historische Situationen. Der *Globalismus* hat lokale und regionale Entwicklungstendenzen als Ausdruck globaler Prozesse zu erkennen und für die Problemlösung zu beachten. Der *Futurismus* braucht begründete wissenschaftliche und politische Prognostik, um Trends der weiteren Entwicklung zu erkennen, Bedingungen zur Realisierung humaner Möglichkeiten auszumachen und die gesellschaftlichen Kräfte zu organisieren, um die Zukunft human zu gestalten. *Operativität* wendet sich gegen abstrakte Erörterungen illusionärer Lösungen in einem sozialen Vakuum. Interessen sozialer Kräfte sind zu berücksichtigen. *Evolutionismus* hat die objektiven und subjektiven Bedingungen mit der Zielstellung, die existenzbedrohenden Gefahren zu beseitigen und eine höhere Qualität der Lebensbedingungen aller Menschen zu erreichen, zu analysieren. Es sind Stagnationen und Regressionen zu erkennen, um Gegenmaßnahmen einleiten zu können. *Optimismus* ist selbst bei kurzfristigem Pessimismus wichtig, um gesellschaftliche Kräfte zu mobilisieren, die sich aktiv für humane Lösungen einsetzen, um den Rückfall in die Barbarei oder den Untergang der Menschheit zu verhindern. Zielstellung ist der Freiheitsgewinn aller Menschen durch gesellschaftlichen Fortschritt im Frieden.

Zu unterscheiden ist das geforderte und regional durchgesetzte Programm der Globalisierung seit der Mitte des 19. Jahrhunderts im Zusammenhang mit dem Weltmarkt und dem Wirken internationaler Monopole, auch im regionalen Kampf gegen Protektionismus, von der mit dem Ende des 20. Jahrhunderts und dem 21. Jahrhundert nun real einsetzenden umfassenden Globalisierung des Kapitals. Sie ist mit der Globalisierung gravierender Existenzprobleme für die Menschheit verbunden. Globalisierung hat zwei wesentliche Aspekte, die oft miteinander vermengt werden, was problematisch ist. Im Vordergrund der Debatten steht auf der einen Seite meist die Globalisierung des Kapitals mit ungehindertem Kapitalfluss, der Durchsetzung von Marktprinzipien wegen der Rendite der agierenden Wirtschaftsverbände und der Forderung nach freiem Handel, um in neokolonialistischer Manier ungehindert auf die Ressourcen an Rohstoffen und Arbeitskräften in Ländern zugreifen zu können, die wegen ungenügender Entwicklung auf technische und wirtschaftliche Hilfe angewiesen sind. Drapiert wird das in der internationalen Öffentlichkeit mit Worten, die die Ausbeutung kaschieren sollen und so wie ein Banner vor den Maßnahmen hergetragen werden. Solche Bannerworte sind u.a. „liberale Demokratie“, „westliche Werte“, „Menschenrechte“ und „Kampf gegen Terror“.

Auf der anderen Seite geht es um die für die Menschheit bedrohenden Existenzprobleme. Seit der Entwicklung und dem Abwurf der Atombombe ist die Vernichtungskapazität des auf der Erde angehäuften Arsenal von Waffen gewachsen. Sie reicht aus, um die Menschheit zu vernichten und die Umwelt unbewohnbar zu machen. Neue Waffensysteme werden entwickelt und getestet. Waren schon die Atomwaffen eine Massenbedrohung, so kommen jetzt zusätzlich Laserwaffen und Drohnen zur Tötung von Personen und Gruppen zum gezielten Einsatz. Die Anonymisierung der eingesetzten Waffen nimmt zu, was sie umso bedrohlicher macht. Die USA setzen nun mit ihrer Space Force auf die Militarisierung des Weltraums. Wir brauchen friedliche Konfliktlösungen, um die Zukunft human

gestalten zu können. Ein weiteres entscheidendes globales Problem sind die durch normales menschliches Handeln und durch Profitinteressen hervorgerufenen ökologischen Katastrophen, die etwa mit dem Klimawandel die natürlichen Grundlagen menschlichen Lebens bedrohen. Es geht also sowohl um die Kritik antihumaner Auswirkungen der kapitalistischen Globalisierung und den Kampf gegen sie, als auch um die Mobilisierung aller gesellschaftlichen Kräfte, um die menschliche Existenz zu erhalten. Wenn die Menschheit überleben und auch nicht in Siechtum oder Barbarei verfallen will, dann sind entstandene globale Probleme human zu lösen, um die Globalisierung für die Erhöhung der Lebensqualität aller Menschen zu nutzen.

Es ging also schon in den Debatten um globale Probleme, an denen sich I.T. Frolow mit anderen aktiv beteiligte, um die Zukunft der Menschheit überhaupt. Dabei waren und sind globale Probleme und die Ursachen ihrer Verschärfung, die abhängig von konkret-historischen Bedingungen sind, aufzudecken. In den 1970er Jahren spielte Angst vor einem globalen Krieg mit Massenvernichtungswaffen eine Rolle, der die Menschheit vernichten oder zum Siechtum verurteilen würde. Die ökologischen Probleme wurden als Raubbau an der Natur und als Umweltverschmutzung thematisiert. Vier Systemgruppen waren damals schon auszumachen: (1) die Erhaltung und Festigung des Friedens, (2) die Gewährleistung der Bedingungen für den gesellschaftlichen Fortschritt, (3) die Sicherung des Freiheitsgewinns der Persönlichkeit, (4) die Erhaltung der natürlichen Bedingungen der menschlichen Existenz. (Hörz H. 1982, S. 1315) Sie gelten weiter, doch die Diskussion darum ist unter neuen Bedingungen zu führen, da sich die Situation verändert hat.

2. Situation: Welche globalen Probleme sind gegenwärtig zu lösen?

Nach dem Ende des Kalten Krieges zu Beginn der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts gab es viele hoffnungsvolle Ansätze für eine kooperativ handelnde und friedliche Welt. Es wurde über ein gemeinsames Haus Europa diskutiert. Die Europäische Union entstand. Die UNO und ihr Sicherheitsrat wollten die Entwicklung neuer Konfliktherde eindämmen. Viele Überlegungen zur Durchsetzung der Menschenrechte im eigenen Land und im internationalen Maßstab wurden angestellt. Abrüstungsinitiativen erfuhren Unterstützung in breiten Kreisen der Bevölkerung. Die Friedensbewegung war stark. Es wurden auch schon berechnete ökologische Forderungen erhoben. Frieden, soziale Gerechtigkeit und Ökologie waren weltweite Forderungen. Heute erweist sich manche damalige Hoffnung als Illusion. In der gegenwärtigen Etappe der Menschheitsentwicklung geht es statt um Kooperation immer mehr um Konfrontation. Wir leben in einer Welt militärischer Auseinandersetzungen mit wenigen Friedensoasen. Oft agieren internationale Politiker/Innen, die die schrecklichen Erfahrungen des Weltkriegs nicht selbst erlebt haben. Die Aufrüstung boomt. Kampfeinsätze in vielen Ländern finden statt, teilweise mit Billigung der UNO, teilweise ohne ihre Zustimmung. Ein Handelskrieg wird unter Trump von den USA entfacht. Die USA und wechselnde Verbündete innerhalb und außerhalb der NATO diktieren so die Regeln für eine globale kapitalistische Weltordnung mit ungehindertem Kapitalfluss, neoliberaler Marktwirtschaft, Ausbeutung von Ressourcen in Entwicklungsländern, Welthandel und Kampf mit allen Mitteln gegen die, die aufbegehren. Das ist verbunden mit zunehmender Russophobie und der Zurückdrängung von fortschrittlichen antikapitalistischen Tendenzen und staatlichen Programmen in den Ländern, die einen antikapitalistischen Kurs verfolgen.

Es geht nicht mehr nur um lokale und regionale Konflikte. Wissenschaft und Technik haben viele Probleme globalisiert. In der digitalen Welt sind Informationen über Zustände in entfernten Regionen schnell zu erhalten. Über das Internet werden Massenbewegungen mit gesellschaftsveränderndem Charakter organisiert. Die virtuelle Finanzwirtschaft steuert die Realwirtschaft auf der ganzen Welt. Innerhalb kurzer Zeit sind Milliarden von einem Konto zum anderen verschoben. Das dient eventuell kurzfristiger finanzieller Hilfe, ermöglicht jedoch Finanzspekulationen im internationalen Maßstab mit gravierenden Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft. Steuernde Computerprogramme können, wegen des fehlenden korrigierenden menschlichen Eingreifens, einen Finanzcrash verursachen oder Havarien auslösen. Natürliche und kulturelle Lebensbedingungen der Menschheit geraten in Gefahr durch die entwickelten Destruktivkräfte deformiert, dezimiert oder gar vernichtet zu werden. Neue Waffensysteme entmenslichen das Führen militärischer Auseinandersetzungen. Naturkatastrophen haben oft anthropogene Ursachen. Moderne Technologien verursachen ökologische

Schäden. Störfälle in Kernkraftwerken treten auf. Politisch und wirtschaftlich geförderte Forschungen und Technologien führen auf Grund ideologischer Haltungen nicht nur zu den erwarteten positiven, sondern auch zu befürchteten oder vorher ignorierten negativen Folgen. Wie sieht es also mit dem oft gepriesenen Siegeszug der Zivilisation in der Gegenwart aus?

Die Menschheit entwickelt in high-tech-Ländern neue Effektivitätsmittel. Sie dienen jedoch nicht allein der Humanitätserweiterung. Oft wirken sie als Destruktivkräfte. Ungenügende Risikoabschätzung bei der Technikfolgenabschätzung und Ignoranz von Gefahrenrisiken spielen ebenso eine Rolle, wie Profitstreben, kriminelle Energie bei Betrugereien und illegalen Geschäften, auch mit Waffen und technischem know-how. Der Cyberkriminalität ist wirksam entgegenzutreten. Es wird Hochrüstung vorangetrieben. Herrschaftsbereiche werden durch feindliche Übernahmen und Okkupation mit friedlichen oder militärischen Mitteln erweitert. Der Zugriff auf die Ressourcen eines anderen Landes ist geopolitisch von hoher Priorität. Es sind drei Gruppen von globalen Problemen, die die Menschheit als Ganzes betreffen:

(1) Wir leben in einer Welt mit vielen Kriegsschauplätzen, in der hoch entwickelte Waffensysteme zur Massenvernichtung ebenso eingesetzt werden, wie zur gezielten Tötung von Individuen und Gruppen. Herrschaftsbereiche werden erweitert und die Verfügungsgewalt über Ressourcen erobert. Doch Kriege sind nicht gesetzmäßig. Sie können verhindert werden. (Hörz, H. 2010)

(2) Profitstreben unter Einsatz wissenschaftlich-technischer Mittel führt zur rücksichtslosen Ausbeutung der Natur. Technische Katastrophen schaden den Lebensbedingungen der Menschen. Was wird getan, um Katastrophen möglichst zu vermeiden? Warnsysteme, Risikoanalysen, Klimaschutz, ökologische Forschung und Bedürfnisgestaltung sind dazu erforderlich. Sinnvolle Nutzung von Ressourcen und Einsparung von Energie dort, wo es möglich ist, wären als Verhaltensnormen aus einem Wertekanon abzuleiten, der die humane Gestaltung der Mensch-Natur-Beziehungen in den Mittelpunkt stellt.

(3) Die durch die wissenschaftlich-technische Entwicklung für alle Menschen mögliche höhere Lebensqualität bei der Befriedigung ihrer materiellen und kulturellen Bedürfnisse stößt an soziale Schranken. Durch die wachsende Schere zwischen Armen und Reichen in den Ländern sowie armen und reichen Ländern entstehen soziale Konflikte. Die Versorgung mit Mitteln für das Leben ist für Regionen und soziale Schichten ungleich gewährleistet. Deshalb sind Hilfsprogramme effektiv zu gestalten. Statt Rohstoffausbeutung durch internationale Konzerne ist Hilfe zur Selbsthilfe bei der Nutzung der Ressourcen im eigenen Land wichtig. Die soziale Bombe ist für Europa geplatzt, als die nach Europa und damit in den gemeinten oder wirklichen Wohlstand strebenden Migranten nicht mehr überprüft und eventuell auch zurückgewiesen wurden. Die BRD bemüht sich immer noch um die Aufklärung von Ursachen und die Beseitigung von Folgen des unkontrollierten Einstromens von Flüchtlingen 2015. Hilfe für Bedürftige ist erforderlich, Flüchtlingen aus Kriegsgebieten muss geholfen werden. Zugleich geht es jedoch darum, Ursachen für wachsende Flüchtlingsströme aufzudecken und zu beseitigen.

Bei der humanen Lösung der globalen Probleme geht es um die Durchsetzung universeller menschlicher Werte. Allgemein-menschliche, universelle Werte betont man zwar auch, wenn politisches, ökonomisches und militärisches Handeln von herrschenden Interessengruppen gerechtfertigt werden soll. Doch zugleich sind sie Herausforderung an die Menschheit, ihren Untergang zu verhindern und die Zukunft human zu gestalten. Es geht darum, in der zu tolerierenden Vielfalt der bestimmte Gruppen zusammenhaltenden Wertvorstellungen, soweit sie nicht gegen elementare Menschenrechte gerichtet sind, eine Hierarchie von Werten zu berücksichtigen, die durch folgende Anforderungen an der Spitze bestimmt ist: Erhaltung der Menschheit als Gattung und ihrer natürlichen Existenzbedingungen, friedliche Lösung von Konflikten, Toleranz gegenüber anderen Wertegemeinschaften und Erhöhung der Lebensqualität aller Glieder der menschlichen Gesellschaft. Weltkultur als erforderliche Ergänzung zur Weltzivilisation, die vor allem durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt geprägt ist, wäre nur die Rahmenbedingung für soziokulturelle Identitäten. In ihr sind universelle Werte bestimmt, die humane Bedingungen für die Existenz aller Menschen sichern. Ihre Ausprägung wäre in den spezifischen Kulturen oder Wertegemeinschaften vorhanden.

3. Fallbeispiel: Naturerkenntnis und Gesellschaftsgestaltung

Mit der Globalisierung findet ein Prozess kapitalistischer Modernisierung auf allen Gebieten statt, in dem die Natur im Interesse des Profits ausgebeutet wird. Dadurch sind die natürlichen Lebensbedingungen der Menschheit bedroht. Es geht um die Erweiterung der politischen Macht, den Kampf um Bodenschätze und die Sicherung von Energieressourcen. Es sind absehbare Folgen von Verwüstungen, Verschmutzungen, Vergiftungen, Artensterben bis zu Klimakriegen zu analysieren, um Programme zur Vermeidung von Gefahrenrisiken, die durchsetzbar sind, zu entwickeln. Das erfordert, den Zusammenhang von Naturdialektik, Ökonomie und Ökologie zu berücksichtigen. Das drückt der Titel meines Buches aus: „Ökologie, Klimawandel und Nachhaltigkeit. Herausforderungen im Überlebenskampf der Menschheit“. (Hörz 2018) Es greift vor allem aktuelle Probleme auf und richtet sich zugleich gegen diffamierende Auffassungen über Debatten zur Ökologie in der DDR, die oft auf Unkenntnis beruhen. Ich war an solchen Diskussionen aktiv beteiligt und kann deshalb als Zeitzeuge manche einseitige Interpretation zurückweisen.

Der Politikwissenschaftler Elmar Altvater (1938 – 2018), Mitglied der Leibniz-Sozietät, befasste sich 2015 mit dem Verhältnis von Ökonomie, Ökologie und Naturdialektik von Friederich Engels. Er schrieb: „Man muss also die Natur mit all ihren Restriktionen und Entwicklungsgesetzen ... in dem Gesamtzusammenhang von Arbeit und Leben begreifen, um einen nicht zerstörerischen, sondern behutsamen, nachhaltigen Umgang mit der Natur und ein gutes Leben für alle zu ermöglichen.“ (Altvater 2015, S. 122) Oft werde jedoch der Gesamtzusammenhang nicht beachtet. Diese berechnete Kritik hat m. E. vier Aspekte: Erstens ist sie eine Aufforderung an Sozial- und Geisteswissenschaftler, Erkenntnisse der Naturwissenschaften nicht zu ignorieren, weil man sonst in eine „Rationalitätsfalle“ tappe. Das wird von Altvater am Markt erläutert, der nach vorherrschender ökonomischer Theorie „effizient und rational“ sei. Altvater fragt: Stimmt das jedoch wirklich? Die Begrenztheit des Planeten in Raum und Zeit, die Naturreserven, die sich nicht in Naturressourcen verwandeln lassen, wachsende Abfälle, Atommüll usw. seien nicht einfach kalkulierbar. So würden externe Faktoren, die in einer Gesamtbilanz auftauchen müssten, nicht berücksichtigt.

Zweitens wird dialektisches Denken dann ignoriert, wenn in der Politik betont wird, es gäbe keine Alternative zu den vorgeschlagenen Maßnahmen. Politische Entscheidungen sind selten an einer wissenschaftlich begründeten humanen Zukunftsstrategie ausgerichtet. Interessen mit dem Streben nach Profit und wachsender Rendite verhindern, dass nach sozialen Alternativen gesucht wird. Das führt für Altvater zur Systemfrage, zur Frage nach der Überlebensfähigkeit des modernen Kapitalismus, die er stellt.

Drittens: Im Buch wird auf die Einseitigkeiten neoliberalen Denkens eingegangen. „Liberale oder neoliberale Ökonomen wollen von natürlichen Schranken und von daraus hergeleiteten selbstbegrenzenden ethischen Prinzipien nichts wissen und kommentieren, dass der Kantschen Maxime am besten gedient würde, wenn frei gebildete Marktpreise das Handeln der Individuen steuern.“ (Altvater 2015, S. 147) Dagegen führt der Autor Argumente kritischer Ökonomen ins Feld, Die Preisbildung versagt, wenn die Nachfrage zwar steigt, doch das Angebot aus ökologischen Gründen nicht zur Verfügung steht. Steigende Preise bei abnehmendem Angebot erfordere Regulierungen der Güterverteilung, die je nach sozialer Zielstellung des Staates Profitmaximierung mit Sozialabbau fördert oder solidarisch erfolgt.

Viertens: Damit stehen wir vor der vom Autor angesprochenen Frage nach ethischen Prinzipien. In unserem Buch „Ist Egoismus unmoralisch? Grundzüge einer neomodernen Ethik“ (Hörz, H.E., Hörz, H. 2013) haben wir die entsprechenden Humankriterien und Humangebote begründet, die eine moderne Solidargemeinschaft auszeichnen. Eine Assoziation freier Individuen mit sozialer Gerechtigkeit und ökologisch verträglichem Verhalten, die sich im gegenseitigen Interesse des Überlebens und der Erhöhung der Lebensqualität aller Glieder der Gemeinschaft kooperativ zueinander verhalten und nie ausbleibende Konflikte friedlich mit Kompromissen lösen, ist denkbar und real möglich, da der Freiheitsdrang der Menschen ungebrochen ist, solange die Menschheit existiert. Ob und wann sie verwirklicht wird, ist nicht vorherzusagen. Zwar kann man in dieser Hinsicht kurz- und mittelfristig nur pessimistisch sein, doch langfristig ist ein realistischer Optimismus theoretisch begründbar, wenn wir die Erhaltung der menschlichen Gattung und ihrer natürlichen Lebensbedingungen voraussetzen.

Manche Argumente in den Auseinandersetzungen um die Ausbeutung der Natur durch die Menschen unter bestimmten gesellschaftlichen Verhältnissen sind sicher zeitbedingt, doch oft nicht ausreichend argumentativ untermauert. Interessanterweise fand ich im Buch „Friedrich Pollock, Marxistische Schriften“ Argumente, die nach unseren Erfahrungen mit ökologischen Krisen, Klimawandel, und kapitalistischer Naturausbeutung überholt sind. Der deutsche marxistische Soziologe und Ökonom Friedrich Pollock (1894 – 1970) war mit seinem Freund Max Horkheimer (1895 – 1973) Mitbegründer des Instituts für Sozialforschung in Frankfurt am Main. Er beteiligte sich in seiner Zeit aktiv an den Auseinandersetzungen um Marxismus und Sozialismus. Zum genannten Problem stellte er fest: So „beweisen die Erfahrungen beim Übergang von der handwerklichen zur fabrikmäßigen Agrarproduktion, dass schon heute, am Anfang dieses Prozesses, mit den vorhandenen Hilfsmitteln praktisch unbegrenzte Nahrungs- und Rohstoffmengen mit sinkenden Kosten hergestellt werden können, ohne dass das Gesetz vom absinkenden Bodenertrag auf absehbare Zeit dieser Entwicklung ein Ende zu machen droht.“ (vgl. Pollock 2018, S. 261) Dieses Argument galt in bestimmten Kreisen sehr lange und wurde mir bei Vorträgen und Debatten zu Umwelt und Ökologie, in denen ich auf die problematische Chemisierung der Landwirtschaft und auf die Berichte des „Club of Rome“ über die Grenzen des Wachstums hinwies, im In- und Ausland nicht selten entgegengehalten.

Manche argumentierten gegen meine Warnungen vor der Ausbeutung der Natur und den ökologischen Schäden, die ich mit dem Hinweis auf begrenzte Ressourcen verband, mit der Unerschöpflichkeit der Natur und der Möglichkeit, diese zu nutzen. Doch es gilt weiter: „Die Unerschöpflichkeit der Natur ist nicht mit der Unerschöpflichkeit der natürlichen Ressourcen, der Rohstoffe, der Energie unter konkreten Bedingungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts gleichzusetzen.“ Ich verwies auf die damit verbundenen Herausforderungen von Wissenschaft und Technik, „neue Ressourcen in einem bestimmten Land zu einer bestimmten Zeit“ zu erschließen, denn die „Entwicklung kostengünstiger umweltfreundlicher Verfahren macht Materialökonomie nicht nur zu einem ökonomischen, sondern auch zu einem ökologischen Gebot.“ (Hörz 1984, S. 35)

Kommen wir zu einem aktuellen Beispiel: Die „Energiewende“ in der BRD wird vom „Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen“ in die Transformationsprozesse eingeordnet, wie sie global ablaufen. Zur Klimaverträglichkeit wird ein neuer Gesellschaftsvertrag für eine anstehende große Transformation gefordert. Die Kräfte der Transformation seien oft lange unter der Oberfläche verborgen. „Das zeigt sich heute nicht zuletzt beim messbaren globalen Wertewandel in Richtung Nachhaltigkeit. ... Bereits seit geraumer Zeit befindet sich das fossile ökonomische System international im Umbruch. Dieser Strukturwandel wird vom WGBU als Beginn einer ‚Großen Transformation‘ zur nachhaltigen Gesellschaft verstanden, die innerhalb der planetarischen Leitplanken der Nachhaltigkeit verlaufen muss.“ Sie sei jedoch kein Automatismus. „Es geht um einen neuen Weltgesellschaftsvertrag für eine klimaverträgliche und nachhaltige Weltwirtschaftsordnung. ... Der Gesellschaftsvertrag umfasst auch neue Formen globaler Willensbildung und Kooperation.“ (WGBU 2011, S. 1f.) Eine globale Energiewende wird gefordert, da die Versorgung weltweit noch zu 80% auf umwelt- und klimaschädlichen fossilen Energieträgern beruhe und rund 3 Milliarden Menschen von einer existenziellen Grundversorgung mit modernen Energiedienstleistungen ausgeschlossen sind.

Wie soll diese „Große Transformation“ gelingen, wenn die Forderungen zwar berechtigt sind, doch von soziokulturellen Einheiten und politischen Entscheidern nicht akzeptiert werden? Was wäre, wenn die große gesellschaftliche Transformation mit dem Aufbegehren der Armen gegen die Reichen, der armen Länder gegen die hochentwickelten Industriestaaten mit ihrem auf Kosten ihrer Länder erreichten Wohlstand einhergeht? Wie lange sind Länder bereit, ihre Rohstoffe und Energiequellen ausländischen Ausbeutern zur Verfügung zu stellen? Wird Verstaatlichung ausländischer Konzerne dann mit Präventivkriegen zur Sicherung der eigenen Interessen beantwortet? So wichtig das Energieproblem ist, seine globale Lösung ist mit der erforderlichen Lösung sozialer Probleme verbunden. Wir brauchen nicht nur eine neue Weltwirtschaftsordnung, sondern auch eine neue Sozialordnung, die Ausbeutung und Unterdrückung verhindert, Energieversorgung und Wohlstand im eigenen Land garantiert. Dazu ist Entwicklungshilfe als Hilfe zur Selbsthilfe zu leisten. Es sind gesellschaftliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die fördernd oder hemmend für die geforderte

Transformation sind. Ohne soziale Komponenten im Gesellschaftsvertrag zu verankern, wird die große Transformation scheitern.

Im WBGU-Bericht wird festgestellt: „Die bisherigen großen Transformationen der Menschheit waren weitgehend ungesteuerte Ergebnisse evolutionären Wandels. Die historisch einmalige Herausforderung bei der nun anstehenden Transformation zur klimaverträglichen Gesellschaft besteht darin, einen umfassenden Umbau von Einsicht, Umsicht und Voraussicht voranzutreiben. Die Transformation muss auf Grundlage wissenschaftlicher Risikoanalysen zu fortgesetzten fossilen Entwicklungspfaden nach dem Vorsorgeprinzip antizipiert werden, um den historischen Normalfall, also eine Richtungsänderung als Reaktion auf Krisen und Katastrophen zu vermeiden.“ (WBGU 2011, S. 5)

Der Übergang der Menschheit von einer Katastrophengemeinschaft bei Naturkatastrophen und Havarien in großtechnischen Systemen zur Schadensbegrenzung, wie sie sich bisher in ihren Entscheidungsgremien verhält, zu einer wirklichen Verantwortungsgemeinschaft, die sich vor allem der Vorbeugung widmet, ist erforderlich. (Hörz, H. 1989, 1999) Die Debatte um zentrale Planung von oben oder demokratische Initiativen von unten, geht an den eigentlichen Problemen vorbei. Es werden Gegensätze aufgebaut, wo es auf das Zusammenwirken ankommt. Internationale und nationale Entscheidungen müssen Spielraum für konkrete Umsetzungen lassen. Lokale und regionale Innovationen sind auf ihre Übertragbarkeit für andere Bereiche zu prüfen. Eine qualitativ neue Demokratie ist erforderlich. (Hörz, H.E., Hörz, H. 2013, S. 189 – 218) Sie basiert auf Freiheitsgewinn und politischer Gleichheit aller Menschen bei Beachtung ihrer natürlichen Unterschiede und differenzierten Bedürfnisse, verbunden mit der Pflicht zur Beförderung der Humanität und des persönlichen Einsatzes für das Gemeinwohl mit persönlichem Gewinn an Selbstvertrauen. Unterdrückung und Ausbeutung von Menschen durch andere widersprechen der Demokratie. Jeder hat das Recht zur Selbstverwirklichung, solange er nicht das Gemeinwohl gefährdet, die Freiheit anderer einschränkt und den Gleichheitsgrundsatz verletzt. Die Partizipation aller Glieder der Gesellschaft ist mit Volksentscheiden und Basisdemokratie, mit Kontrollinstanzen und Abwahlmöglichkeiten bei nicht eingehaltenen Wahlversprechungen zu erweitern. Der Kapitalismus hat sich mit der Globalisierung neue Einflussphären erschlossen, mit denen er die Entwicklung der Produktivkräfte weiter vorantreiben kann, da kapitalistische Produktions- und Machtverhältnisse auf unterentwickelte Länder ausgedehnt werden, die dort manchen Schichten einen gewissen Wohlstand versprechen und anderen so erscheinen, als ob sie diese aus der Misere führen könnten. Das führt zu der Frage, welche Widersprüche für humane Zukunftsvisionen zu lösen sind.

4. Zukunftsvisionen: Welche Widersprüche sind zu lösen?

Utopien oder Zukunftsvisionen sind Wunschträume der Menschen von einer glücklichen Zukunft ohne Krieg und Naturkatastrophen, in der Kooperation statt Konfrontation vorherrscht, Wissenschaft und Technik dem Wohl der Menschen dienen und gleiche Rechte für alle Menschen gelten. Den Utopien stehen Dystopien als Anti-Utopien mit pessimistischen Zukunftsvisionen entgegen. Für Utopien in ihrer humanen sozialen Zielstellung hat die Wissenschaft Situationsanalysen für die Politik vorzulegen und Wege aus aktuellen Krisen zu zeigen, um Real-Utopien zu begründen. Das erfordert zugleich, aus der Utopie anschauliche, realisierbare und von der Mehrheit akzeptierbare Ideale für politisches Handeln abzuleiten, die mit langfristigen Strategien verbunden werden. Diese wären mit realisierbaren Stufenprogrammen, die einen ungefähren Zeitplan enthalten, zu verbinden, um gegenwärtige politische Taktiken daran auszurichten.

Philosophie als Welterklärung, Heuristik und weltanschauliche Lebenshilfe ist auf der einen Seite zeitübergreifend durch Antworten, die auf die weltanschaulichen Grundfragen gegeben werden. Dabei sind allgemeine Menschheitsinteressen spezifischen antihumanen Interessen entgegenzustellen und Real-Utopien als Zukunftsvisionen zur Überwindung des vorhandenen Utopie-Defizits zu entwickeln. Auf der anderen Seite hat Philosophie die spezifischen Bedingungen zu beachten, unter denen sie Welterklärung, Heuristik und weltanschauliche Lebenshilfe ist. Insofern ist sie zeitgebunden.

Eine humane Zukunftsvision ist die mögliche Verwirklichung der Real-Utopie einer Assoziation freier Individuen mit sozialer Gerechtigkeit und ökologisch verträglichem Verhalten durch die huma-

ne Gestaltung unserer Zukunft. Dazu sind Gefahren für die Existenzfähigkeit der Menschen zu erkennen, unterschiedliche Interessen von Herrschenden und Beherrschten, reichen und armen Ländern, Ausbeutern und Ausgebeuteten zu analysieren, die globalen Probleme aufzudecken, Lösungsmöglichkeiten zu bestimmen und soziale Kräfte auszumachen, die in der Lage sind, eine friedliche Zukunft als Basis für die Verwirklichung der Real-Utopie durchzusetzen. Sonst bleibt sie, wie diejenigen betonen, die unter den gegenwärtigen Zuständen gut leben können, eine nicht zu verwirklichende Ideal-Utopie.

Welche objektiven dialektischen Widersprüche sind für die Verwirklichung der Real-Utopie zu lösen:

Erstens: Der soziale Gegensatz zwischen Arm und Reich verschärft sich immer mehr. Er betrifft keineswegs nur die soziale Schichtung in bestimmten sozialen Systemen, sondern wird zu einem Weltproblem. Noch können hochentwickelte Industriestaaten durch die Verlagerung der Produktion in Niedriglohnländer, in Regionen mit entsprechenden Materialien, durch Ausbeutung der dortigen Ressourcen und Menschen, den relativen Wohlstand in ihren Ländern halten. Doch die mögliche Vision eines Aufstands der Armen ist nicht von der Hand zu weisen. Afrikaner und Araber kommen auf der Suche nach Wohlstand in kleinen Gruppen nach Europa. Noch schützen sich die USA mehr oder weniger gut vor illegalen Einwanderern. Noch haben die Ansätze zur Verstaatlichung internationaler Konzerne in Mittel- und Südamerika nicht unbedingt Aussicht auf langfristigen Erfolg. Noch ist das sozialistische Experiment in China, eine Marktwirtschaft mit staatlicher Kontrolle aufzubauen, nicht in seinen Folgen abzuschätzen. Doch ewig lassen sich Menschen nicht ausbeuten und unterdrücken. Wenn die Armen organisiert ihre Forderungen durchsetzen, dann würde das Auswirkungen auf die Strukturierung sozialer Systeme haben. Der Reichtum wäre gerechter zwischen sozialen Schichten, Ländern und Regionen zu verteilen.

Zweitens: Die Warnungen vor ökologischen Katastrophen, die durch den Raubbau an der Natur, durch antiökologische Profitmaximierung, durch ständig wachsende Bedürfnisse hervorgerufen werden, werden lauter. Im 21. Jahrhundert gilt weiter, dass der ökologische Grundwiderspruch, nach dem die Ausnutzung der Naturressourcen zur Veränderung natürlicher Entwicklungszyklen führt, ständig neu zu lösen ist. Deshalb muss die Selbstorganisation der Natur in ökologischen Kreisläufen bei der Naturgestaltung berücksichtigt werden, um in vorhandenen Zyklen Schaden zu begrenzen, in möglichen Zeithorizonten Zyklen zu reparieren und Natur- einschließlich Artenschutz zu entwickeln, damit die natürlichen Lebensbedingungen der Menschen erhalten bleiben. Sonst werden sie im 21. Jahrhundert zerstört. Neue Bündnisse entstehen mit wachsendem Umweltbewusstsein, die, möglichst unter dem Dach der UNO, ökologischen Katastrophen entgegenwirken, sie prognostizieren und ihre Folgen durch Solidarität mildern.

Drittens: Schon jetzt zeigt sich, dass sich der Widerspruch zwischen Anhängern und Gegnern kapitalistischer Globalisierung weiter verschärfen wird. Auf der einen Seite wird die kapitalistische Globalisierung voranschreiten, indem mit allen Mitteln durch die USA und ihre Verbündeten Hemmnisse für den freien Kapitalfluss und die Durchsetzung der Marktprinzipien beseitigt werden. Es ist eine werteübergreifende Interessengemeinschaft, die sich dieser Aufgabe widmet und dabei nicht vor militärischer Gewalt zurückschreckt. Auf der anderen Seite stehen Gegner der Globalisierung, die sich ebenfalls in einer Gemeinschaft finden könnten, die nicht durch Regionen, Traditionen und Werte begrenzt ist. Dazu gehören soziale Systeme, in denen Restriktionen gegenüber Kapitalfluss und Markt aufgebaut werden. Rohstoffreiche Länder könnten sich auf die Nutzung im eigenen Interesse orientieren. Internationale Organisationen staatlichen und nicht-staatlichen Charakters werden sich entwickeln oder neu bilden, um die Gegner antihumaner kapitalistischer Globalisierung zu vereinen.

Viertens: Es wird die Identitätssuche soziokultureller Einheiten im 21. Jahrhundert weitergehen. Die traditionellen Werte als Bindeglied ethnischer Gruppierungen dienen dazu, um diesen Wertekanon alle die zu versammeln, die für die Unabhängigkeit dieser Gruppierung von anderen kämpfen. Generell existieren zwei Tendenzen: Auf der einen Seite werden sich die multikulturellen Beziehungen in sozialen Systemen weiter ausbilden und auf der anderen ethnische Säuberungen in Regionen auf wirtschaftliche, politische, ideologische Weise stattfinden, hoffentlich ohne Einsatz militärischer Mittel. In diesem Zusammenhang können neue Machtzentren entstehen.

Wenn wir diese vier Tendenzen berücksichtigen, dann ist es wahrscheinlich, dass wir mit einer Vielfalt von sozialen Organisationsformen rechnen müssen, die sich vor allem auf Wertegemeinschaften auf der einen Seite und werteübergreifenden Interessengruppen auf der anderen Seite orientieren. Es bleibt die Frage nach einer zukünftigen humanen Gesellschaft. Wird das Ideal einer sozialistischen Solidargemeinschaft wieder an Attraktivität gewinnen? Es geht dabei darum, die Gegensätze zwischen Arm und Reich entsprechend den humanen Leistungen für die Gesellschaft auszugleichen, ökologisch verantwortungsbewusst zu handeln und die ethnischen Besonderheiten zu berücksichtigen.

Wir leben gegenwärtig mit einem Utopie-Defizit, ausgelöst durch die gesellschaftlichen Umwälzungen der letzten Jahrzehnte, das zu überwinden ist. (Hörz, H. 2013) Einerseits gibt es keine durch die Politik verwertbare wissenschaftliche Theorie zur Bewältigung der existierenden Krisen. Es wird an alten neoliberalen Mustern mit kosmetischen Korrekturen festgehalten. Aus wissenschaftlicher Sicht wächst deshalb die Kritik an den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Auf der anderen Seite spielen wirtschaftliche Interessen mit dem Streben nach Profit und wachsender Rendite eine entscheidende Rolle. Entsprechende politische Entscheidungen sind kaum an einer wissenschaftlich begründeten humanen Zukunftsstrategie ausgerichtet. Menschen werden als „Humankapital“ in unterschiedlichem Maß verwertet. Als mehr oder minder gut bezahlte Arbeitskräfte werden sie ausgepowert. Leiharbeit und niedrige Löhne sollen alles billiger machen. Das fachliche Niveau wird aus Kostengründen herabgedrückt. Wer nicht funktioniert, fällt (hoffentlich) in das soziale Netz, um eventuell als Sozialschmarotzer gebrandmarkt zu werden. „Burn out“, Depressionen, Suizide sind weitere ernst zu nehmende Symptome für das gesellschaftliche und persönliche Utopie-Defizit. Es gibt sicher gute Beispiele entsprechender Vergütung, einer guten Arbeitsatmosphäre und qualitativ hochwertiger Arbeit. Das sind jedoch Schwalben, die noch keinen Frühling machen.

Gegenwärtig haben wir es mit einem situationsbedingten politischen und einem theoretischen Utopie-Defizit zu tun. Beide sind zu differenzieren. Situationsbedingte Defizite sind leichter zu überwinden, wenn eine leitende Theorie politische Orientierungslosigkeit abschwächt. Doch das ist aktuell nicht der Fall. Generell gilt für parlamentarische Demokratien: Die Politik reagiert auf Herausforderungen kurzfristig wegen der Wahlen und vernachlässigt Alternativen. Mit der Finanzkrise kommt es situationsbedingt zu Flickschusterei mit solchen Lösungen, die immer wieder zu korrigieren sind. Deutschland forciert politisch eine wenig durchdachte „Energiewende“, die bisher ohne absehbare langfristige Strategie verläuft. Die derzeitige Krisensituation zwingt so dazu, sich vor allem mit dem theoretischen Utopie-Defizit zu befassen. Dafür gibt es mehrere Gründe. Dazu gehören: Das Scheitern des „Realsozialismus“ in Mitteleuropa mit der Konsequenz fehlender Korrektive gegen die Erweiterung des Machtbereichs eines globalisierten Kapitalismus. Militärische Interventionen für den Zugriff auf Ressourcen finden statt und werden von einer Mehrheit toleriert. Ungezügelter Märkte verschärfen die sozialen Konflikte. Sozialabbau ruft ebenso Protestbewegungen hervor, wie rigide Sparpolitik. Hunger in ganzen Regionen beschäftigt die UNO. Selbst in hochentwickelten Ländern steigt die Armut weiter an.

Die Programmatik politischer Bewegungen, einschließlich der etablierten Parteien, umfasst strategische Zielstellungen und Wege, um diese zu erreichen, indem sie inhaltliche Stufenprogramme fixiert und die Methoden zur Problemlösung als Taktik charakterisiert. Manche Strategien muten utopisch in dem Sinne an, dass sie mehr Wunschdenken oder aber Ausdruck von vorherrschender Stimmung der angesprochenen Klientel ausdrücken, als die feste Überzeugung von der Richtigkeit des Angestrebten.

Zur Überwindung des Utopie-Defizits ist eine differenzierte politische Programmatik erforderlich:

Erstens: Jedes politische *Prinzipienprogramm* orientiert sich an Utopien (Visionen). Handelt es sich um prinzipiell humanistische Programme, unabhängig von ihrem Stellenwert als konservative, reformerische oder revolutionäre, also systemverändernde, politische Kraft, dann werden Freiheit, Gleichheit, Solidarität und Frieden gefordert. Solche visionären Gesichtspunkte bleiben meist bei Änderungen der Programme erhalten. Sie reichen also kaum aus, um die erreichte Stufe konkrethistorischer Überwindung des „Utopie-Defizits“ zu bestimmen. Das gilt auch für gegenwärtige Programme.

Zweitens: Es ist stets zu prüfen, welche Möglichkeiten für die Realisierung von Visionen existieren. Dafür gibt es objektive und subjektive Faktoren, die bei der Entwicklung von *Aktionsprogrammen* zu berücksichtigen sind. So gehören zu den objektiven Faktoren die existierenden sozialen Strukturen und die Spielräume, die das soziale System, egal ob vorwiegend despotisch, diktatorisch oder demokratisch geprägt, bietet. Der subjektive Faktor ist durch Stärke und Schwäche der konservativen, also strukturhaltenden, reformerischen, also strukturverändernden, und revolutionären, also systemverändernden, politischen Bewegungen bestimmt. Letztere unterscheiden sich durch die Taktik, mit der sie die Veränderungen anstreben und mit welchen sozialen Gruppen diese erreicht werden sollen.

Drittens: Zwischen den strategischen Prinzipien- und taktischen Aktionsprogrammen stehen die *Stufenprogramme*, die Aktionen mit visionären Zielsetzungen verbinden. Sie sind der eigentliche Ansatzpunkt, um etwas über das existierende Utopie-Defizit in der Politik auszusagen. Enthalten sie anschauliche, realisierbare und akzeptierbare Ideale als Leitlinien für aktuelles Handeln, um die visionären Zielsetzungen zu erreichen? Diese Frage ist konkret zu beantworten.

Politische Programme erleben in Umbruchzeiten Phasen der Radikalisierung, die nach der Stabilisierung der Lage wieder abgeschwächt werden. Stets kämpfen konservative und reformerische Kräfte um die Vorherrschaft bei der Systemerhaltung. Zerbricht ihre gegenseitige Toleranz, dann wird das System instabil und systemverändernde Kräfte wirken. Jede Utopie oder Vision bleibt Halluzination, wenn kein Programm zu ihrer Realisierung existiert. Das Utopie-Defizit zeigt sich in politischer Stückwerktechnologie, im taktischen politischen Alltagsgeschäft, bei dem die begründete strategische Zielsetzung nicht sichtbar ist. Aktivitäten zur Überwindung des Utopie-Defizits gibt es viele. Ob sie ausreichen oder erst die normative Kraft des Faktischen zur Einsicht in Wissenschaft und Politik zwingt, ist nicht vorherzusagen. Man darf bei Prognosen nie den Faktor der Spontaneität vernachlässigen, der sowohl für politische als auch für theoretische Bewegungen eine wesentliche Rolle spielt. Die Umsetzung in politische Prinzipien-, Stufen- und Aktionsprogramme führt uns auf drei prinzipiell unterschiedliche Lösungsansätze, die von sozialen Gruppen und politischen Bewegungen mit verschiedenen Interessen und Bündnispartnern vertreten werden:

(1) die *reaktionäre* Lösung der Probleme im gegenwärtigen Raubtierkapitalismus mit weiterer Ausbeutung und Unterdrückung, sozialer Schieflage, Präventivkriegen und wirtschaftlichem Neokolonialismus;

(2) die *stagnative* Lösung unter Berücksichtigung sozialer Komponenten im gezügelten Kapitalismus als weniger miese Alternative, worauf offensichtlich Kräfte in allen Parteien zielen;

(3) die *progressive* Lösung als humane Gestaltung der Zukunft nach Humankriterien. Bei dieser Lösungsvariante kann man kurz- und mittelfristig zwar pessimistisch sein, doch die Menschheit hat sich immer aus Zwängen befreit und Freiheitsgewinn in historischen Dimensionen erreicht, was zu einem theoretischen Optimismus berechtigt, der allerdings voraussetzt, dass sich die Menschheit nicht selbst vernichtet oder durch Naturkatastrophen ausgerottet wird.

Halten wir also fest:

1. Die Überwindung des *politischen Utopie-Defizits* verlangt fundierte Prinzipienprogramme mit humaner strategischer Zielstellung und Stufenprogrammen. Die Grundprinzipien sind: Freiheit, Frieden, Solidarität, Leistung und Partizipation aller Glieder einer soziokulturellen Identität an politischen Entscheidungsprozessen. Dazu bedarf es einer Situationsanalyse, um mit Aktionsprogrammen die Kräfte zu mobilisieren, die für eine humane Lösung globaler, regionaler und lokaler Probleme eintreten. Eine qualitativ neue Demokratie ist erforderlich, wie schon betont.

2. Das *theoretische Utopie-Defizit* ist nur durch einen der Wissenschaft angemessenen Meinungsstreit über Tatsachen, Tendenzen und Interessen zu überwinden. Humankriterien, in der Philosophie begründet, sollten dafür heuristischer Hinweis sein. Nicht „Bannerworte“ und Sprechblasen, sondern harte Fakten dienen der Wahrheitssuche. Wissenschaft hat mit verschiedenen Szenarien auf der Grundlage ihrer Erkenntnisse Politikberatung und Politikkritik zu betreiben.

3. Eine anzustrebende *Assoziation freier Individuen* mit sozialer Gerechtigkeit und ökologisch verträglichem Verhalten kann sich nur durchsetzen, wenn die Kapitaldiktatur von einer echten Demokratie als Volksherrschaft ersetzt wird, in der nicht der Maximalprofit, sondern Humankriterien den gesellschaftlichen Fortschritt bestimmen. Dazu sind die genannten Widersprüche human zu lösen.

Literatur:

- Altwater, Elmar (2015), Engels neu entdecken. Das hellblaue Bändchen zur Einführung in die ‚Dialektik der Natur‘ und die Kritik von Akkumulation und Wachstum. Hamburg: VSA Verlag Hamburg (<http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/philosophie.html#hoerzAltwater>)
- Hörz, Helga E., Hörz, Herbert (2013), Ist Egoismus unmoralisch? Grundzüge einer neomodernen Ethik. Berlin: trafo Verlag.
- Hörz, Herbert (1976, 2015), Mensch contra Materie? Berlin: Verlag der Wissenschaften. Digitalisiert mit aktuellem Vorwort von 2015 (http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Hoerz_Mensch_contra_Materie.pdf)
- Hörz, Herbert (1982), Globale Probleme der Menschheitsentwicklung. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 30 (1982) 11, S. 1301–1322.
- Hörz, Herbert (1984), Weltanschaulich-philosophische Aspekte des Mensch-Natur-Verhältnisses, in: Das Verhältnis von Mensch und Natur - Anforderungen an das populärwissenschaftliche Wirken der URANIA, Schriftenreihe für den Referenten, Heft 6/1985, Berlin, Präsidium der Urania, S. 26 – 40.
- Hörz, Herbert (1989), Diskussionsbeiträge. In: bergedorfer gesprächskreis: Globale Umweltproblematik als gemeinsame Überlebensfrage – neue Kooperationsformen zwischen Ost und West. Hamburg: Körber-Stiftung, 1989, S. 32, 37, 48, 69, 76, 83, 107, 109.
- Hörz, Herbert (1999), Der moderne Faust im Spannungsfeld von Natur und Kultur. In: Gesellschaftliches Naturverhältnis und die Frage von Krieg und Frieden. 3. Dresdner Symposium „Für eine globale Friedensordnung“ am 21. November 1998. Dresden: Studiengemeinschaft Sicherheitspolitik, 1999, H. 45, S. 5–26.
- Hörz, Herbert (2010), Sind Kriege gesetzmäßig? Standpunkte, Hoffnungen, Handlungsorientierungen. Berlin: Forschungsinstitut der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung Weltwirtschaft und Weltpolitik e.V.
- Hörz, Herbert (2013), Wie ist das Utopie-Defizit in Wissenschaft und Politik zu überwinden – Erfahrungen und Konsequenzen –. Berichte der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung für Weltwirtschaft und Weltpolitik (IWVWW), 23. Jg., Nr. 198, Januar 2013, S. 19–38.
- Hörz, Herbert (2018): Ökologie, Klimawandel und Nachhaltigkeit. Herausforderungen im Überlebenskampf der Menschheit. Berlin: trafo Verlag.
- Pollock, Friedrich (2018): Marxistische Schriften, Gesammelte Schriften 1. Herausgegeben von Phillip Lenhard. Freiburg, Wien: ca ira Verlag.
- Sagladin, Wadim W, Frolov, Iwan T. (1981), Globalnye problemy sowremennosti. Moskwa.
- WGBU (2011), Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Zusammenfassung für Entscheidungsträger. Berlin: WGBU.

E-Mail-Adresse des Verfassers: herbert.hoerz@t-online.de



William Martin

Institut für Molekulare Evolution der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Stoffwechsel der Lebewesen – Wie er auf der Erde entstanden sein könnte*

Vortrag im Plenum der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin am 12. Dezember 2019

Veröffentlicht: 17. Februar 2020

1. Energiegewinnung als essentielle Bedingung des Lebens

Das Leben ist eine chemische Reaktion. In Bezug auf die Thermodynamik besteht die Hauptaufgabe des Lebens darin, exergonische Reaktionen zu katalysieren und einen Teil der dabei freigesetzten Energie für die Synthese von Molekülen zu nutzen, die als energetische Währungen dienen. Dieser Vorgang heißt Energiestoffwechsel. Der Energiestoffwechsel ist wichtig, um auch dann das Leben zu gewährleisten, wenn die Zelle nicht wächst, sich nicht teilt oder auf andere Weise proliferiert. Das wird als Erhaltungsenergie bezeichnet. Der Energiestoffwechsel ist auch für das Nettowachstum erforderlich, da die Aufnahme von Nährstoffen und deren Umwandlung in die Bestandteile des Lebens eine Energiezufuhr erfordern. Dies bedeutet normalerweise die Hydrolyse einer Phosphoanhydridbindung in ATP zu ADP und Phosphat (P_i) oder wie in manchen Reaktionen zu AMP und PP_i . Der ATP-Aufwand bei der Phosphoanhydridhydrolyse bedeutet, dass die Anhydridbindung in ATP resynthetisiert werden muss, was die Aufgabe des Energiestoffwechsels ist. Ganz allgemein ist die Energiegewinnung die wichtigste Reaktion in Zellen, da ohne Energieerhaltung alles andere unerheblich ist. Neben ATP gibt es noch andere Energiewährungen, aber ATP ist bei weitem die wichtigste.

In einem astrobiologischen Kontext ist es leicht vorstellbar, dass es andere Lebensformen gibt, die an Orten jenseits der Erde entstanden sind und diese bewohnen. Sie haben möglicherweise eine andere Energiewährung als das irdische Leben, etwas anderes als ATP. Es ist jedoch nicht vorstellbar, dass wir etwas als Lebensform erkennen oder bezeichnen würden, das nicht die in der Umwelt verfügbare Energie nutzt. Es ist die Energiegewinnung, die die Zellen lebendig macht. Ohne Energiefluss ist die Zelle nur eine Ansammlung von Molekülen, die zum endgültigen Zerfall verurteilt ist. Alle Zellaktivitäten – metabolische, sensorische oder andere – erfordern eine Energieumwandlung und die Zufuhr von Energie in einer Form, die von anderen Prozessen in der Zelle genutzt werden kann. Alles Leben, das wir kennen, verwendet Phosphat, hauptsächlich als ATP, aber auch als GTP, Phosphoenolpyruvat und Acylphosphat.

2. Zur Bedeutung von Kohlenstoff und Phosphor für den Stoffwechsel

Doch im Leben geht es nicht nur um Energie, sondern auch um Kohlenstoff. In Bezug auf das Trockengewicht besteht die wichtigste Aufgabe der Zellen beim Wachstum darin, Kohlenstoff zu assimilieren. Man könnte argumentieren, dass das Leben nicht auf Kohlenstoff basieren muss, sondern dass Silikate auch funktionieren würden. Aber Silikate funktionieren nicht, ihre Strukturen sind zu starr und ihre Stabilität ist zu hoch (Wald, 1962): Silikate bilden hervorragende Gesteine, Kohlenstoff bildet hervorragende Zellen. Prokaryotische Zellen bestehen zu etwa 50% aus Kohlenstoff und zu 10% aus Stickstoff, bezogen auf das Trockengewicht. Die empirische Formel für die Elementzusammensetzung von *Escherichia coli* als repräsentatives Bakterium lautet $C_{10}H_{16.7}O_{10.4}N_{2.4}$ (Grosz und Ste-

* Der vorliegende Text liegt auch einem Beitrag des Autors zum 24. Winterseminar des Physikzentrums Bad Honnef über den „Ursprung des Lebens“ vom 16. bis 18. Januar 2020 zugrunde. Eine englische Fassung wird im Bulletin *Astrobiologia* der *Società Italiana di Astrobiologia* erscheinen.

phandopolous, 1983). Eine typische prokaryotische Zelle besteht bezogen auf das Gewicht zu 55% aus Protein, zu 15–20% aus RNA, zu 3% aus DNA und zu 10% aus Lipiden (Schönheit et al., 2016).

Energieerhaltung (ATP-Synthese) und Energienutzung (ATP-Hydrolyse) bedeuten, dass viel Phosphat durch die Zelle recycelt wird. Ein Prokaryot wie *E. coli* benötigt während des exponentiellen Wachstums unter aeroben Bedingungen etwa 20 Milliarden ATP pro Zellteilung (Stouthamer, 1978), was 14×10^{-12} g oder dem 14-fachen der Zellmasse entspricht, da *E. coli* eine Masse von etwa 1 pg hat. Der ATP-Bedarf ist unter anaeroben Bedingungen wahrscheinlich geringer, da unter anoxischen Bedingungen etwa 13-mal weniger Energie benötigt wird, Zellmasse zu synthetisieren, als bei der Synthese von Zellmasse in Gegenwart von 21% Sauerstoff (McCollom & Amend, 2005; Lever et al., 2015). Der Grund dafür ist, dass in Gegenwart von Sauerstoff das Gleichgewicht der Reaktion von O_2 mit organischem Kohlenstoff weit auf der Seite von Wasser und CO_2 liegt, woher die Energiefreisetzung bei der Atmungskette in unseren Mitochondrien stammt. Der Phosphoranteil in Zellen bezogen auf das Gewicht liegt zu 10% in Nukleinsäuren und zu ca. 5 % in Phospholipiden, was je nach Nährstoffeinschränkung einem Massenanteil von 0,8–3% entspricht (Vrede et al., 2002) oder durchschnittlich insgesamt ca. 2% der Zelle nach Gewicht, entsprechend $C_{1,77}H_{0,49}N_{0,24}P_{0,016}$ für eine grobe Formel oder einem molarem Verhältnis von ungefähr 60:1 C:P, das ungefähr 100:1 im heutigen marinen Plankton erreicht wird, wo Phytoplankton auf der Oberfläche Polysaccharide produziert, die einen sehr geringen Phosphor-Gehalt haben.

Trotz seines geringen Anteils am Trockengewicht ist P im Stoffwechsel weit verbreitet. P_i umfasst ungefähr $\frac{1}{5}$ der ATP-Masse, sodass wir sagen können, dass *E. coli* pro Generation das Dreifache seines Zellgewichts an P_i aus ATP freisetzt. *E. coli* beherbergt ungefähr 1.714 Metabolite, von denen 650 Phosphat enthalten. Das heißt, P macht etwa 2% der Zellmasse von *E. coli* aus, und fast der gesamte Beitrag von 2% ist in Phospholipiden und Nukleinsäuren gebunden, aber Phosphat kommt in fast 40% aller Metabolite vor, die als Zwischenprodukte auf dem Weg zur Synthese einer *E. coli*-Zelle existieren. Das bedeutet, dass Phosphat nur für einen sehr kurzen Zeitraum auf jedem Stoffwechselintermediat verbleibt. Darüber hinaus kommt Phosphat in 2.165 von etwa 17.812 Molekülen vor, die am globalen Stoffwechsel aller Zellen beteiligt sind, gemessen anhand der KEGG-Stoffwechseldatenbank (*Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes*). Phosphat aktiviert nicht nur Verbindungen für weitere Reaktionen, sondern markiert Verbindungen als Zwischenprodukte des Stoffwechsels, bis es abgelagert in Nukleinsäuren oder Lipiden endet. Phosphat ist ein Kofaktor, das Vitamin der Energie.

3. Zur Entstehung des Kohlenstoff- und Energiestoffwechsels

Die Reaktionen, die eine Zelle nutzt, um ihren Energiebedarf zu decken, nennt man Energiestoffwechsel. Die Art und Weise, wie eine Zelle ihren Kohlenstoffbedarf deckt, wird Kohlenstoffmetabolismus genannt. Die Frage nach dem Leben anderswo und seiner Entstehung führt direkt zu der Frage, wie das Leben auf der Erde mit seinen beiden Hauptpfeilern Kohlenstoff- und Energiestoffwechsel begonnen hat: Was ist der Ursprung des Kohlenstoff- und des End-Energiestoffwechsels? Das ist keine astrobiologische Frage (Leben im Weltraum), es ist eine evolutionäre Frage (Leben auf der Erde). Aber da das Leben auf der Erde das einzige Modell für das ist, was anderswo zu erwarten ist, gibt es klare astrobiologische Schlussfolgerungen.

Für die Entstehung des Kohlenstoff- und Energiestoffwechsels gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Entweder entstanden sie irgendwie unabhängig voneinander und verschmolzen später oder sie entstanden zusammen. Die einfachste Annahme für die Entstehung des Kohlenstoff- und Energiestoffwechsels ist meines Erachtens, dass sich der Kohlenstoff- und der Energiestoffwechsel nicht unabhängig voneinander entwickelt haben und später verschmolzen sind, sodass die Reaktionen des Lebens möglich werden konnten, sondern dass sie ein und derselbe Ur-Stoffwechselweg waren: eine exergonische, H_2 -abhängige CO_2 -Reduktion, die Thioester und Acylphosphate über den Acetyl-CoA-Weg erzeugt (Martin und Russell, 2007). Es gibt sechs Wege zur CO_2 -Fixierung (Fuchs, 2011; Berg et al., 2010; Hügler und Sievert, 2011), von denen fünf eine Energiezufuhr in Form von ATP erfordern. Nur einer von ihnen, der Acetyl-CoA-Weg, setzt Energie frei, wenn H_2 der Elektronendonator ist, sodass Zellen, die ihn zur Kohlenstoffassimilation nutzen, während der CO_2 -Reduktion ATP synthetisieren können (Fuchs 1986; Ragsdale, 1991).

Es gibt viele Gründe, warum der Acetyl-CoA-Weg der älteste bekannte Weg der CO₂-Fixierung ist (Fuchs, 2011): Er ist linear und exergonisch (Martin und Russell, 2007), er kommt in Archaeen und Bakterien vor (Berg, 2011), er ist ein strikt anaerober Stoffwechselweg (Fuchs, 2011), er ist voll mit Fe- und Ni-Atomen, die als Übergangsmetallkatalysatoren fungieren (Sousa und Martin, 2014), seine Enzyme gehen auf den letzten gemeinsamen Vorfahren LUCA (*Last Universal Common Ancestor*) zurück (Weiss et al., 2016) und er erweist sich als zentral für die Rekonstruktion des Ur-Stoffwechsels (Goldford et al., 2017; Xavier et al., 2019).

Darüber hinaus bedingt das Rückgrat des Acetyl-CoA-Wegs eine H₂-abhängige Reduktion von CO₂ zu Formiat, Acetat und Pyruvat. Genau diese Reaktionssequenz entfaltet sich im Labor über Nacht ohne Enzyme, wobei nur Fe- und Ni-Mineralien als Katalysatoren verwendet werden: In Gegenwart von Fe und Ni als Übergangsmetallkatalysatoren besteht eine ausgeprägte natürliche Tendenz, dass sich CO₂ und H₂ genau zum Grundgerüst des Acetyl-CoA-Weges selbst organisieren, dem ältesten Weg des Kohlenstoff- und Energiestoffwechsels (Preiner et al., 2019).

In Acetogenen, die strikt anaerobe Autotrophe und möglicherweise die älteste Bakterienlinie sind (Sousa und Martin, 2016), wird Phosphat über die Phosphorolyse eines Acetylthioesters (Acetyl-CoA) eingebaut, wodurch Acetylphosphat entsteht, das fast alles in der Zelle phosphorylieren kann, was aktiviert werden muss, einschließlich ADP. Dies führte zu der Annahme, dass Acylphosphate die Vorläufer von ATP in der Evolution sind und ATP nur aufgrund der Substratspezifität der ursprünglichen ATP-Synthase als universelle Energiewährung eine herausragende Rolle spielt (Martin und Russell, 2007). Der Vorschlag, dass die ursprüngliche ATP-Synthase Energie aus geochemischen Gradienten nutzen könnte, ist nicht ohne Kritikpunkte, aber er ist in energetischer Hinsicht ein gangbarer Vorschlag (Lane und Martin, 2012) und erklärt, warum die Proteinmaschinerie der chemiosmotischen Energiegewinnung über alle Lebensformen hinweg konserviert ist, aber die Maschinerie zur Erzeugung von Ionengradienten nicht (Martin und Russell, 2007; Lane, Allen und Martin, 2010).

Acetyl-P ist eine interessante Energiewährung. Die Konzentrationen an Acetyl-P können in *E. coli*-Zellen 3 mM erreichen (Klein et al., 2007). Das ist etwa 1000-fach höher als die Phosphatkonzentration in den heutigen Ozeanen oder dem heutigen hydrothermalen Ausstrom (Wheat et al. 1996). Die geringe Verfügbarkeit von Phosphat beruht zum Teil auf der Inanspruchnahme durch das Leben und zum Teil auf der geringen Löslichkeit von Apatit, einem Calciumphosphat-Mineral. Letzteres wurde in der frühen Evolutionsliteratur als "Phosphatproblem" bezeichnet (Schwartz, 2006; Pasek et al., 2017; Dass et al., 2018). Wie hat das Leben das Phosphatproblem gelöst? Womöglich lagen beim Ursprung des Lebens die PO₄³⁻-Niveaus immer in der Nähe ihres aktuellen Werts von 3 µM und vielleicht reichte dies für den Einbau als Acylphosphat aus. Möglicherweise wurde Phosphat durch seinen Zustand in der ursprünglichen Erdkruste, als Gestein-Wasser-Interaktionen einsetzten, nicht vollständig als Apatit abgesondert und konnte leicht in den ursprünglichen Gestein-Wasser-Interaktionen mobilisiert werden, was zu viel höheren Phosphatkonzentrationen führte. Heutzutage inkorporiert das Leben Phosphat, indem es Phosphoanhydrid-Bindungen mit Resten in kleinen organischen Molekülen spaltet und Phosphoester erzeugt. Vielleicht war es schon immer so. Was auch immer das Phosphatproblem war, wenn es eines gab, löste es das beginnende Leben.

4. LUCA – Der letzte gemeinsame Vorfahre aller Lebewesen

Wenn wir jemals anderswo Hinweise auf Leben sehen sollten, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es dem bekannten Leben chemisch sehr ähnlich ist, da die Umwandlung chemischer Energie über metastabile Bindungen Einschränkungen unterliegt. Wenn wir beobachten würden, dass irgendwo neues Leben entsteht, könnte es aussehen wie der letzte universelle gemeinsame Vorfahr allen Lebens auf der Erde, LUCA, dessen Physiologie und Lebensraum aus Genomdaten rekonstruiert wurde, wie in Abbildung 1 dargestellt (Weiss et al., 2016; 2018). Kurz gesagt, LUCA scheint eine hydrothermale Umgebung mit einem Kohlenstoff- und Energiestoffwechsel auf der Basis des Acetyl-CoA-Weges besiedelt zu haben. Sein Kohlenstoffmetabolismus basierte auf einer exergonischen, H₂-abhängigen CO₂-Reduktion. Sein Energiestoffwechsel umfasste wahrscheinlich Acylphosphate und, da er eindeutig Gene und Proteine enthielt, scheint die ATP-Bildung über die ATPase eine Rolle in seinem Energiestoffwechsel gespielt zu haben.

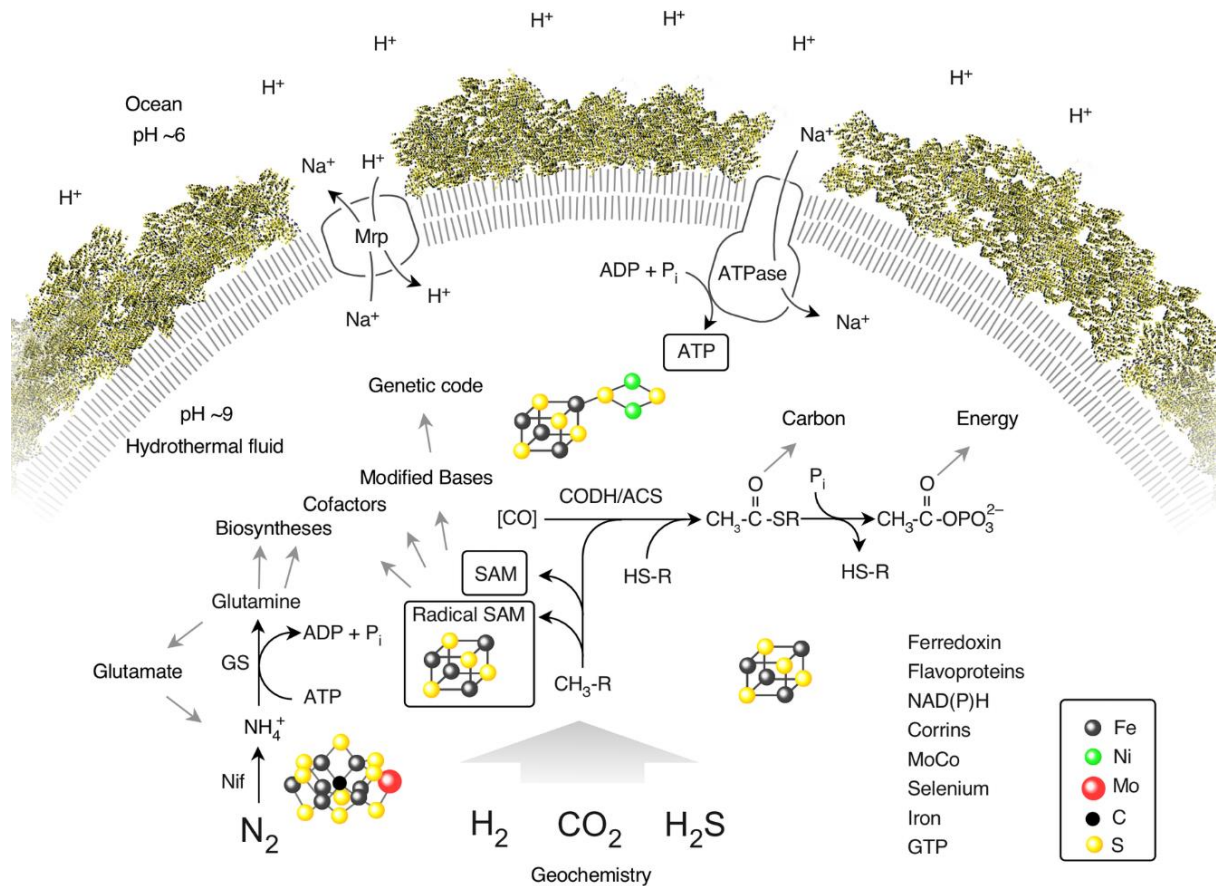


Abbildung 1. Rekonstruktion des letzten gemeinsamen Vorfahren aus Genomsequenzen. Neuauflage von Weiss et al. (2018) unter der *Creative Commons Attribution Licence*. Einzelheiten zur Physiologie von LUCA siehe Weiss et al. (2016) und Weiss et al. (2018). Übergangsmetallcluster sind symbolisiert. Methylgruppen, CH_3-R ; CODH/ACS, Kohlenmonoxid-Dehydrogenase/Acetyl-CoA-Synthase; GS, Glutaminsynthetase; HS-R, organische Thiole; LUCA, letzter universeller gemeinsamer Vorfahre; Mrp, Na^+/H^+ -Antiporter vom MrP-Typ; Nif, Nitrogenase; SAM, S-Adenosylmethionin.

Weil LUCA Gene und Proteine hatte, besaß er den genetischen Code, was bedeutet, dass LUCA Ribosomen hatte, was wiederum bedeutet, dass er genug Phosphat hatte. Unter den Elementen gibt es keine wirklich guten Alternativen zu Kohlenstoff oder Phosphor für Biomasse und Energie (Wald, 1962). Der einzige andere Ort jenseits der Erde, an dem wir die Kohlenstoffchemie in Aktion gesehen haben, ist Enceladus. Auf Enceladus gibt es Serpentinisierung (Waite et al., 2017) und Hinweise auf das Vorhandensein kleiner organischer Verbindungen (Khawaja et al., 2019). Das ist vielleicht ein Hinweis darauf, dass die gleichen Reaktionen und ähnliche Zustände, die das Leben auf der Erde hervorgebracht haben, das Leben an einem anderen Ort hervorrufen könnten. Die Chancen, dass sich auf Enceladus jetzt oder in Kürze etwas Ähnliches ergibt, sind meines Erachtens sehr gering, da der Kohlenstoff auf Enceladus anscheinend überwiegend in polyaromatischen Kohlenwasserstoffen vorliegt (Postberg, 2018). Enceladus ist viel kleiner als die Erde und war nie geschmolzen, was bedeutet, dass seine polyaromatischen Kohlenwasserstoffe nicht wie auf der frühen Erde durch Magma in CO_2 umgewandelt wurden (Preiner et al., 2019). Das bedeutet, dass er ein viel schwächeres H_2 - CO_2 -Redoxpaar hat und daher wahrscheinlich nicht genügend kontinuierlich nutzbare chemische Energie für das Leben zur Verfügung steht.

Danksagung. Joana Xavier danke ich für die Ermittlung der Zahlen zu phosphorylierten Verbindungen aus der Datenbank. Verena Zimorski danke ich für Hilfe bei der Vorbereitung des Aufsatzes. Ich danke dem *European Research Council* (666053), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MA 1426 / 21-1) und der Volkswagen-Stiftung (93 046 und 96 742) für die Förderung. Eine englischsprachige Version dieses Aufsatzes erscheint in *Astrobiologia, Bollettino Ufficiale della Società Italiana di Astrobiologia* (2019).

Literatur

- Berg IA. Ecological aspects of the distribution of different autotrophic CO₂ fixation pathways. *Appl Environ Microbiol* (2011) 77: 1925–1936.
- Berg IA, Kockelkorn D, Ramos-Vera WH, Say RF, et al. Autotrophic carbon fixation in archaea. *Nat Rev Microbiol* (2010) 8: 447–460.
- Dass AV, Jaber M, Brack A, Foucher F, Kee TP, Georgelin T, Westall F. Potential role of inorganic confined environments in prebiotic phosphorylation. *Life* (2018) 8: 7.
- Eickenbusch P, Takai K, Sissman O, Suzuki S, Menzies C, Sakai S, Sansjofre P, Tasumi E, Bernasconi SM, Glombitza C, Jørgensen BB, Morono Y, Lever MA. Origin of short-chain organic acids in serpentinite mud volcanoes of the mariana convergent margin. *Front Microbiol* (2019) 10: 1729.
- Fuchs G. CO₂ fixation in acetogenic bacteria: Variations on a theme. *FEMS Microbiol Rev* (1986) 39: 181–213.
- Fuchs G. Alternative pathways of carbon dioxide fixation: Insights into the early evolution of life? *Annu Rev Microbiol* (2011) 65:631–658.
- Goldford JE, Hartman H, Smith TF, Segrè D. Remnants of an ancient metabolism without phosphate. *Cell* (2017) 168: 1126–1134.
- Grosz R, Stephanopoulos G. Statistical mechanical estimation of the free energy of formation of *E. coli* biomass for use with macroscopic bioreactor balances. *Biotechnol Bioeng* (1983) 25: 2149–2163.
- Hügler M, Sievert SM. Beyond the Calvin cycle: Autotrophic carbon fixation in the ocean. *Annu Rev Mar Sci* (2011) 3: 261–289.
- Khawaja N, Postberg F, Hillier J, Klenner F, Kempf S, Nölle L, Reviol R, Zou L, Srama R. Low-mass nitrogen-, oxygen-bearing, and aromatic compounds in Enceladean ice grains. *Mon Not R Astron Soc* (2019) 489: 5231–5243.
- Klein AH, Shulla A, Reimann SA, Keating DH, Wolfe AJ. The intracellular concentration of acetyl phosphate in *Escherichia coli* is sufficient for direct phosphorylation of two-component response regulators. *J Bacteriol* (2007) 189: 5574–5581.
- Lane N, Allen JF, Martin W. How did LUCA make a living? Chemiosmosis in the origin of life. *BioEssays* (2010) 32:271–280.
- Lane N, Martin WF. The origin of membrane bioenergetics. *Cell* (2012) 151:1406–1416.
- Lang SQ, Früh-Green GL, Bernasconi SM, Brazelton WJ, Schrenk MO, McGonigle JM. Deeply-sourced formate fuels sulfate reducers but not methanogens at Lost City hydrothermal field. *Sci Rep* (2018) 8: 755.
- Lever MA, Rogers KL, Lloyd KG, Overmann J, Schink B, Thauer RK, Hoehler TM, Jørgensen BB. Life under extreme energy limitation: A synthesis of laboratory-and field-based investigations. *FEMS Microbiol Rev* (2015) 39: 688–728.

- Martin W, Russell MJ. On the origin of biochemistry at an alkaline hydrothermal vent. *Philos Trans R Soc Lond B* (2007) 362: 1887–1925.
- Martin WF, Sousa FL. Early microbial evolution: The age of anaerobes. *Cold Spring Harb Perspect Biol* (2016) 8: a018127.
- McCollom TM, Amend JP. A thermodynamic assessment of energy requirements for biomass synthesis by chemolithoautotrophic microorganisms in oxic and anoxic environments. *Geology* (2005) 3: 135–144.
- Pasek MA, Gull M, Herschy B. Phosphorylation on the early earth. *Chem Geol* (2017) 475: 149–170.
- Postberg F, Khawaja N, Abel B, Choblet G, Glein CR, Gudipati MS, Henderson BL, Hsu HW, Kempf S, Klenner F, Moragas-Klostermeyer G, Magee B, Nölle L, Perry M, Reviol R, Schmidt J, Srama R, Stolz F, Tobie G, Trierloff M, Waite JH. Macromolecular organic compounds from the depths of Enceladus. *Nature* (2018) 558: 564–568.
- Preiner M, Xavier JC, Sousa FL, Zimorski V, Neubeck A, Lang SQ, Greenwell HC, Kleinermanns K, Tüysüz H, McCollom TM, Holm NG, Martin WF. Serpentinization: Connecting geochemistry, ancient metabolism and industrial hydrogenation. *Life* (2018) 8: 41.
- Preiner M, Igarashi K, Muchowska KB, Yu M, Varma SJ, Kleinermanns K, Nobu MK, Kamagata Y, Tüysüz H, Moran J, Martin WF. A hydrogen dependent geochemical analogue of primordial carbon and energy metabolism. *Nature Ecol Evol* (2020) in press.
- Ragsdale SW. Enzymology of the Acetyl-CoA pathway of CO₂ fixation. *Crit Rev Biochem Mol Biol* (1991) 26: 261–300.
- Schönheit P, Buckel W, Martin WF. On the origin of heterotrophy. *Trends Microbiol* (2019) 24: 12–25.
- Schrenk MO, Brazelton WJ, Lang SQ. Serpentinization, carbon and deep life. *Rev Mineral Geochem* (2013) 75: 575–606.
- Schuchmann K, Müller V. Autotrophy at the thermodynamic limit of life: A model for energy conservation in acetogenic bacteria. *Nat Rev Microbiol* (2014) 12: 809–821.
- Schwartz AW. Phosphorus in prebiotic chemistry. *Phil Trans R Soc B* (2006) 361: 1743–1749.
- Sousa FL, Martin WF. Biochemical fossils of the ancient transition from geoenergetics to bioenergetics in prokaryotic one carbon compound metabolism. *Biochim Biophys Acta* (2014) 1837: 964–981.
- Stouthamer AH. Energy-yielding pathways. In: *The Bacteria Vol VI: Bacterial Diversity*. Gunsalus, IC (ed), Academic Press, New York, (1978): 389–462.
- Thauer RK, Kaster AK, Seedorf H, Buckel W, Hedderich R. Methanogenic archaea: Ecologically relevant differences in energy conservation. *Nat Rev Microbiol* (2008) 6: 579–591.
- Vrede K, Heldal M, Norland S, Bratbak G. Elemental composition (C, N, P) and cell volume of exponentially growing and nutrient-limited bacterioplankton. *Appl Environ Microb* (2002) 68: 2965–2971.
- Waite JH, Glein CR, Perryman RS, Teolis BD, Magee BA, Miller G, Grimes J, Perry ME, Miller KE, Bouquet A, Lunine JI, Brockwell T, Bolton SJ. Cassini finds molecular hydrogen in the Enceladus plume: Evidence for hydrothermal processes. *Science* (2017) 256: 155–159.
- Wald G. Life in the second and third periods; or why phosphorus and sulfur for high-energy bonds? In: *Horizons in Biochemistry*. Kasha M and Pullman B (eds), Academic Press, New York, (1962): 127–142.
- Weiss MC, Sousa FL, Mrnjavac N, Neukirchen S, Roettger M, Nelson-Sathi S, Martin WF. The physiology and habitat of the last universal common ancestor. *Nat Microbiol* (2016) 1: 16116.

Weiss M, Preiner M, Xavier JC, Zimorski V, Martin WF. The last universal common ancestor between ancient Earth chemistry and the onset of genetics. *PLoS Genetics* (2018) 14: e1007518.

Wheat CG, Feely RA, Mottl MJ. Phosphate removal by oceanic hydrothermal processes: An update of the phosphorus budget in the oceans. *Geochim Cosmochim Acta* (1996) 60: 3593–3608.

Xavier JC, Hordijk W, Kauffman S, Steel M, Martin WF. Autocatalytic chemical networks preceded proteins and RNA in evolution. *Proc Roy Soc Lond B* (2020) in press.

E-Mail des Verfassers: bill@hhu.de



Werner Naumann (MLS)

Das Landerziehungsheim von Hermann Lietz in Ilsenburg - historische Wurzeln und weltweite Wirkungen seiner Konzeption

Überarbeitete und ergänzte Vorlesung, gehalten an der Generationen-Hochschule der Hochschule Harz in Wernigerode am 5. November 2013

Veröffentlicht: 17. Februar 2020

1. Biografische und historische Voraussetzungen für die Entwicklung der Landerziehungsheimkonzeption von Hermann Lietz

Am 28. April 1868 wurde Hermann Lietz als achtes von neun Kindern in einer Bauernfamilie in Dumgenevitz auf Rügen geboren. Das Bauerngut, das der Vater von Lietz gekauft hatte, verfügte 1919 über 210 ha, davon 150 ha Acker- und Gartenland, 45 ha Holzungen und dazu Wiesen, Weiden, Unland (Moor). Der Viehbestand umfasste 20 Pferde, 60 Rinder 200 Schafe und 20 Schweine (vgl. Nieckammer's Güter-Adressbücher Band I, Pommern, Leipzig 1919, S. 284). Hermann Lietz verlebte auf dem elterlichen Bauernhof eine glückliche Kindheit und lernte, die damals üblichen Arbeiten eines Bauernjungen zu verrichten. Außerdem erwarb er handwerkliche Kenntnisse und Fähigkeiten bei benachbarten Handwerkern, was ihm bei seinen späteren Bauvorhaben in den Landerziehungsheimen von großem Nutzen war. Unterricht erhielten er und seine Geschwister von einer Hauslehrerin, die auch in der Hauswirtschaft mithalf. Auf der Grundlage seiner relativ bescheidenen Vorbildung besuchte Hermann Lietz von 1878 bis 1880 das Gymnasium in Greifswald und von 1880 bis 1888 das Gymnasium in Stralsund, wo er seine Erfahrungen mit vielfach schlechtem Unterricht machte und mit einiger Mühe – speziell im Fach Mathematik – die Hochschulreife erwarb.

In seinen Lebenserinnerungen schreibt er über seine Lehrer an den o. g. Gymnasien:

„Kein Lehrer kümmerte sich um unsere häuslichen Verhältnisse. Einige mussten durch Privatstunden ihr geringes Gehalt aufbessern. Andere waren überhaupt unfähig, irgendwelche Zucht zu halten. Dritte waren unbarmherzig streng, und ihr einziges Zuchtmittel war der Stock. So erinnere ich mich, wie mein Bruder (mit dem er zusammen im Hause eines alten Ehepaares in Greifswald wohnte, W. N.) eines Morgens beim Waschen erstaunt fragte: »Woher kommen das Blut und die Narben, womit dein ganzer Körper bedeckt ist?«“ (Lietz 1935, S. 18).

Nach bestandenen Abitur studierte Lietz von 1888 bis 1890 in Halle/Saale (Studienschwerpunkt: Theologie) und von 1890 bis 1892 in Jena, u.a. Pädagogik bei Wilhelm Rein (1847–1929) und Philosophie bei Rudolph Eucken (1846–1926), bei dem er auch über den Gesellschaftsbegriff von A. Comte promovierte. Während der Semesterferien arbeitete er ausnahmslos auf dem väterlichen Gut als Gegenleistung für die Finanzierung seines Studiums durch die Familie. Sein Vater hatte mit hohen Krediten das „heruntergekommene“ Gut gekauft und mit viel Mühe bewirtschaftet, daher waren großer Fleiß und äußerste Sparsamkeit gefordert. Im Frühjahr 1892 bestand Hermann Lietz die Staatsprüfung für das höhere Lehramt in Philosophie, Deutsch, Religion und Hebräisch und 1893 die Lizentiatenprüfung in der Theologie.

Von 1893 bis 1894 absolvierte er sein Probejahr am Pädagogium in Putbus, wohin er täglich von Dumgenevitz ausritt, nachdem er zunächst zwischen 5.00 und 6.30 Uhr die Arbeiten auf dem väterlichen Gut organisiert hatte. Um 8.00 Uhr begann pünktlich sein Unterricht. Unterrichtsvorbereitungen erfolgten spät abends und Klassenarbeiten korrigierte er manchmal auf dem Rücken des Pferdes während des ca. 6 km langen Ritts zur Schule. Am Putbuser Pädagogium gab es auch ein Internat, wodurch Lietz, der als Schüler in Stralsund und Greifswald ja immer in Privatpensionen gewohnt hatte, auch Einsichten in das Internatsleben von Schülern gewann.

Von 1894 bis 1895 wirkte er als Oberlehrer an der Universitätsübungsschule in Jena, wo er alle Unterrichtsfächer in einer 8. Klasse der Volksschule unterrichtete, auch die ihm „ehemals verleidete Mathematik“ (Lietz 1935, S. 52). Dabei machte er die Erfahrung, „daß für die Volksschule bereits eine bedeutende theoretische und praktische Vorarbeit in Didaktik und Methodik geleistet war, und daß die höhere Schule vieles davon lernen könne und müsse“ (Lietz 1935, S. 52).

Von 1895–1896 arbeitete Lietz als Lehrer an einer Privatschule in Kötzschenbroda bis ihn eine Einladung nach England erreichte, die ihm sein ehemaliger Hochschullehrer Prof. Rein (1847–1929) aus Jena vermittelte hatte. Der Leiter einer neugegründeten Internatsschule in Abbotsholme (Derbyshire, Südengland), Dr. Cecil Reddie (1858–1932), wollte *modernere Lehrpläne* entwickeln als an den *traditionellen* englischen Internatsschulen galten und hatte Rein um die Entsendung eines geeigneten Gehilfen gebeten. Lietz nahm die Einladung an, obwohl seine „Unkenntnis des Englischen dagegen sprechen mochte“ (a.a.O., S. 60). Lietz kannte Reddie aus seiner Jenaer Zeit und teilte dessen pädagogische Auffassungen weitgehend. In seinen Lebenserinnerungen schreibt er über seinen Aufenthalt 1896/97 in Abbotsholme:

„Bald fühlte ich mich dort heimisch, fand ich doch hier das meiste von dem verwirklicht, was ich mir längst selbst gewünscht und auch im kleinen, soweit ich es vermochte, bereits versucht hatte: Ein freundschaftliches Verhältnis zwischen Erziehern und Schülern, gesundes, frisches, frohes Leben, Verbindung von geistiger und körperlicher Arbeit und Übung, Erhebung und Verinnerlichung durch Werke der Schönheit und Weisheit. Und dazu noch herrliche ländliche Gegend und anheimelnde Räume“ (a.a.O., S. 61).

Wichtige Impulse für eine *Erziehungsschule in ländlicher Umgebung* hatten sowohl Lietz als auch Reddie aus dem Konzept des Philanthropins in Schnepfenthal bei Gotha erhalten, das 1784 von Christian G. Salzmann (1744–1811) gegründet worden war. Daher ist es auch nicht korrekt, wenn gelegentlich behauptet wird, Lietz hätte seine Anregungen zur Gründung des Landerziehungsheimes von den englischen Internatsschulen bekommen. Reddie ging es ja gerade darum, die traditionelle englische Internatsschule zu reformieren, indem er deren hohen Anteil an Sport zu *Gunsten körperlicher bzw. handwerklicher Arbeiten* reduzierte und einen moderneren Lehrplan mit Hilfe von Lietz entwickelte. Außerdem fällt auf, dass mehrere Besonderheiten des Schnepfenthaler Philanthropins auch in den Landerziehungsheimen von Lietz anzutreffen sind, z. B.

- das morgentliche kalte Waschen im Freien,
- die vielfältigen körperlich anstrengenden und produktiven Arbeiten im Garten, auf Wiesen und im Wald sowie in verschiedenen Werkstätten,
- besondere Wertschätzung körperlicher Ertüchtigung durch sportliche Übungen – in Schnepfenthal wirkte Johann Christoph Friedrich GutsMuths (1759–1839),
- Unterrichtsstunden in der freien Natur und eine damit verbundene Betonung der sog. Realien, insbesondere der Naturwissenschaften.

Dass Salzmann in mancher Hinsicht als Vorbild fungiert hat, kann mit Sicherheit gesagt werden, denn Lietz *erwähnt* ihn in seinen Lebenserinnerungen *in würdiger Weise* zweimal (S. 62 und S. 141). Außerdem hat sich Lietz nicht nur direkt mit dem Philanthropismus beschäftigt, sondern auch Goethes literarisch aufgearbeitete Ideen aus der Schnepfenthaler Anstalt – dargestellt in der „Pädagogische(n) Provinz“ – mit aufgegriffen, die sich letztendlich in der Ästhetik der LEH widerspiegeln.

Goethes „Pädagogische Provinz“ in „Wilhelm Meisters Wanderjahre“ ist durch Erziehungsideen und Erziehungspraktiken sowohl von Salzmanns Philanthropin in Schnepfenthal als auch von Fellenbergs Bildungseinrichtungen in Hofwil (Schweiz) beeinflusst worden. Goethe selbst war im Juni 1786 und im Juni 1801 bei Salzmann zu Besuch in Schnepfenthal und hat sich von einem Lehramtskandidaten und von einem Sohn des Weimarer Kanzlers Friedrich v. Müller, der das Philanthropin in Schnepfenthal besuchte, vieles berichten lassen (vgl. Müller 1932, S. 5 ff.). Über Fellenbergs Bildungseinrichtungen ließ sich Goethe von Wilhelm v. Fellenberg (Sohn des Schulgründers) 1819 informieren (vgl. Goethe 1976, S. 601 u. S. 632). Der Hinweis auf Goethes „Pädagogische Provinz“ ist bedeutsam, da Lietz beim Kauf des Gutes Haubinda bemerkte: „die Goethesche »Pädagogische Provinz« schien in dieser kleinen, in sich geschlossenen Welt durchführbar zu sein“ (Lietz 1935, S. 104).

Die geistigen Wurzeln des Lietzschen Konzepts reichen also zurück bis zu den Philanthropisten und Pestalozzi, denn Philipp E. v. Fellenberg (1771–1844) hatte sich mit den Schriften der Philanthropisten

auseinandergesetzt und kurzzeitig auch mit Pestalozzi zusammengearbeitet. Fellenberg gründete 1804 – als eine von mehreren Bildungseinrichtungen – eine Armenschule (auch „landwirtschaftliche Schule“ genannt) auf seinem Landgut, dem Wylhof, jetzt Hofwil bei Bern. In der landwirtschaftlichen Schule war Johann Jakob Wehrli (1790–1855) als Lehrer und Erzieher von Waisen, Verwahrlosten und jugendlichen „Sträflingen“ (vgl. Hirzel 1878, S. 419) beschäftigt. Nach einem Konflikt mit einem älteren und besonders schwierigen Zögling bildeten die sechs ältesten und fortgeschrittensten Zöglinge der Armenschule einen sog. „Vereinsrat“ (vgl. Rieke 1887, S. 283), der für Ordnung und Disziplin zu sorgen hatte. Hinzu kam noch ein „Haushaltsrat“, der für wirtschaftliche Aufgaben bzw. für die Arbeitsorganisation der Zöglinge mit zuständig war. Pestalozzis Mitarbeiter Wehrli schrieb, dass die verantwortungsvolle Tätigkeit der Räte eine „gegenseitige Erziehung“ der Knaben bewirkte (vgl. Rieke 1887, S. 284). Dieses Prinzip der *gegenseitigen Erziehung* nutzten auch Reddie und Lietz in ihren Internatsschulen u.a. dadurch, dass sie ältere Schüler als sog. *Präfekten* in der Gemeinschaftserziehung wirken ließen.

Lietz studierte nach seinem Aufenthalt in Abbotsholme mit Beginn des Wintersemesters 1897 noch ein Semester in Berlin, um sich für sein *schulreformerisches Vorhaben* zu qualifizieren. Er beschäftigte sich mit sozialen Problemen bzw. mit Soziologie und setzte sich u. a. mit den Ideen der Sozialdemokratie auseinander, die er schließlich wegen ihrer *revolutionären Grundorientierung*, die damals noch erkennbar war, ablehnte. Außerdem befasste er sich mit Fragen des *Werk- und Sportunterrichts*. Zwar waren in Schnepfenthal dank der Bemühungen von Johann Chr. Fr. GutsMuths wichtige Erfahrungen im neuzeitlichen Sportunterricht und auch im *Werken mit Holz und Metall* gesammelt und aufgeschrieben worden (Beispiel: GutsMuths: „Mechanische Beschäftigungen für Jünglinge und Männer, enthaltend eine praktische, auf Selbstbelehrung berechnete Anweisung zur Kunst des Dreehens, Metallarbeitens und Schleifens optischer Gläser“, erschienen in Altenburg bey Rink und Schnupfphase 1801). Jedoch ein *landesweites* bildungspolitisches Interesse an handwerklichen bzw. praktischen Elementen im Schulunterricht entwickelte sich verstärkt erst Ende des 19. Jahrhunderts infolge der Industrialisierung und den damit verbundenen steigenden Anforderungen in allen Bereichen der Produktion. Lietz erwähnt in seiner Autobiografie einen Mitbegründer des *Vereins für Knaben-Handfertigkeit*, den Freiherrn Emil von Schenckendorff (1837–1915) in würdiger Weise (S. 67). Der 1881 gegründete Verein hatte es sich zur Aufgabe gemacht, den Unterricht in allgemeinbildenden Schulen mit handwerklichen Elementen anzureichern und führte deshalb auch Lehrerfortbildungskurse durch – allerdings ohne durchschlagenden Erfolg, weil die dafür notwendigen Veränderungen in den Stundentafeln bzw. Lehrplänen der allgemeinbildenden Schulen von den Kultusministerien nicht vorgenommen wurden, aber auch bei vielen Lehrern eine Ablehnung gegenüber handwerklichen Elementen in allgemeinbildenden Schulen vorlag. Doch dessen ungeachtet, wollte Lietz seinen Schülern auch handwerkliche und gärtnerische Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln, um damit zugleich Muster und Erfahrungen zur Schulreform zu liefern.

2. Wesentliche Elemente der Landerziehungsheimkonzeption von Lietz

Ausgangspunkt der Überlegungen, die Lietz zu seinen Bemühungen um die Gründung eines Landerziehungsheims und einer entsprechenden Pädagogik veranlassten, waren die bereits erwähnten Gymnasial-Erfahrungen – sowohl die negativen in Greifswald und Stralsund als auch die positiven in Abbotsholme. Aber es ging ihm nicht nur um eine bessere Schule, sondern um eine verbesserte *Erziehung der künftigen Führungskräfte der Gesellschaft*. Eines seiner bevorzugten Aufsatzthemen war: „Reformen, ein Hauptmittel zur Verhinderung der Revolutionen“ (Lietz 1935, S. 53). Seine Bestrebungen waren also nicht nur pädagogisch, sondern auch *politisch und sozial* motiviert, wie folgende Zeilen erkennen lassen:

„Das Elternhaus kann jetzt oft auch beim besten Willen nicht mehr erziehen. Die Schule ist noch nicht gewohnt, es zu thun, oder hat auch oft nicht die Mittel dazu. Was nun? Soll die Jugend unerzogen bleiben? Soll sie verwahrlosen? Die Anzeichen solcher Verwahrlosung sind bereits nicht selten.“ (Lietz 1997, S. 9.)

Die Gefahren der Verwöhnung und Verwahrlosung der Heranwachsenden in den großen Städten, und zwar nicht nur in sog. Unterschichtfamilien, sondern auch in den Familien des „Banquiers, Res-

taurations-, Kaffeehaus-, Brauerei-, Fabrikbesitzers, Ministers, Geheimrates, Oberkonsistorialrates usw.“ (a.a.O., S. 10/11) sind seiner Meinung nach so groß, dass er „da, wo es sich irgend ermöglichen läßt, es unbedingt für das Beste (hält), die ganze Erziehung aufs Land zu verlegen.“ (A.a.O., S. 13.)

Seine Erfahrungen und pädagogischen Einsichten aus seinem Aufenthalt in der englischen Internatsschule Abbotsholme verarbeitete er in dem 1897 erschienenen Buch „*Emlohstobba – Roman oder Wirklichkeit?*“, das bei aufgeschlossenen Schulmännern und Bürgern in Deutschland eine recht positive Resonanz fand. Allerdings äußerte sich der Philologenverband nur selten und dann auch abwertend zu seinen Ideen, was verständlich ist, denn ihn traf die Kritik von Lietz besonders hart. Im Bestreben um die Gründung einer *Erziehungsschule in ländlicher Umgebung* wandte Lietz sich mit einem Unterstützungsgesuch an das preußische Kultusministerium. Dem Kaiser Wilhelm II. hatte er zuvor sein Buch „Emlohstobba“ geschickt, worauf er vom Kultusministerium aber ein Schreiben mit dem Vermerk erhielt: „Zur Überreichung an Se. Majestät nicht geeignet“ (a.a.O., S. 75). Lietz wollte mit seinem Gesuch eine Berechtigung zur *Veränderung der Stundentafel und der Lehrpläne* für die von ihm geplante Internatsschule erwirken, doch davor scheuten die Ministerialbeamten zurück. Sie gaben ihm nur zu verstehen: „Diese Dinge könne man nicht genehmigen; auch könne man keinerlei Berücksichtigung zusagen. Ob man sie denn verbiete? Nein, das wolle man auch nicht. Ich könne es ja versuchen.“ (A.a.O., S. 75.)

Die letzte Bemerkung genügte Lietz, um seinen Plan umzusetzen: er veröffentlichte in Zeitungen Artikel und warb persönlich für sein Vorhaben, ohne dass er zunächst ein Gebäude mit Gelände geschweige denn Geld dafür hatte. Gestützt auf Kredite bezog er am 28. April 1898 – also an seinem 30. Geburtstag – mit acht angemeldeten Schülern die relativ zufällig entdeckten ungenutzten Gebäude der alten Pulvermühle bei Ilsenburg im Harz, die er pachtete, um dort das „Ilsenheim“ und damit das erste Landerziehungsheim in Deutschland zu gründen. Dabei spielte von vornherein die Absicht einer *primären Prävention gegenüber devianten Verhaltensweisen* – wie es jetzt in der Wissenschaft heißt – eine wesentliche Rolle; das heißt: er wollte den Kindern und Jugendlichen nicht nur eine möglichst gediegene wissenschaftliche und praktische Bildung vermitteln, sondern vor allem auch charakterfeste Persönlichkeiten erziehen, die sich nicht auf Abwege bringen lassen.

Im Gründungsauftrag „Die Erziehungsgrundsätze des Deutschen Landerziehungsheimes von Dr. Lietz bei Ilsenburg im Harz“ formulierte er als Ziel:

„Erziehung der anvertrauten Kinder zu harmonischen, selbständigen Charakteren, zu deutschen Jünglingen, die an Leib und Seele gesund und stark, die körperlich, praktisch, wissenschaftlich und künstlerisch tüchtig sind, die klar und scharf denken, warm empfinden, mutig und stark sein wollen“ (zitiert nach: Heim, S. 19).

In seiner Schrift „Deutsche Land-Erziehungs-Heime – Grundsätze und Einrichtungen“ [A. W. Zickfeldt. Osterwieck am Harz; ohne Jahresangabe, aber wohl im Jahr 1913 erschienen, wie aus dem Text (S. 20) zu entnehmen ist] formulierte er seine pädagogischen Grundsätze und Absichten in knapper Form und verdeutlichte sie zugleich durch einige Berichte. Lietz kennzeichnete

1. das Prinzip der *Selbsttätigkeit* mit den Worten: „Die *Haupttat* muss der Mensch selbst stets leisten, wenn sie überhaupt von Wert für ihn sein soll. Nur *mithelfen* kann der Erzieher.“ (Lietz o. J., S. 6.) Davon ausgehend, forderte er dann im Einzelnen: „Eine *gesunde, vernunft- und naturgemäße Lebensweise* [...] täglich notwendige körperliche Bewegung, [...] Spiel und körperliche Arbeit im Freien.“ (A.a.O., S. 7.) Ein wesentliches Moment der gesunden Lebensweise war in den LEH die Abstinenz gegenüber Alkohol und Nikotin. Lietz verlangte diese Abstinenz mit Nachdruck auf Grund seiner Erfahrungen aus der Schul- bzw. Studienzeit und mit einigen Landarbeiterfamilien seiner Heimat.

2. „*Praktische Arbeit jeder Art* [...] (Hervorhebung durch W. N.). Darum muß neben gärtnerischer und landwirtschaftlicher Arbeit jeder wenigstens *ein* Handwerk erlernen: Tischlerei, Schlosserei, Schmiederei oder Buchbinderei. Da mit jedem Heim ein umfangreicher wirtschaftlicher und technischer Betrieb verbunden ist, die Hauptnahrungsmittel an Ort und Stelle gewonnen und die meisten Gebrauchsgegenstände hier hergestellt werden, so bietet sich allen reichliche Gelegenheit, genauen Einblick in Wirtschaft und Technik zu erhalten, darin mitzuarbeiten, praktische, umsichtige Menschen zu werden.“ (A.a.O., S. 8.)

Um einen lebendigen Eindruck von der produktiven Arbeit in den LEH zu erhalten, möchte ich aus den Lebenserinnerungen von Lietz zitieren:

„Die körperliche Ausbildung durfte durch die regere Geistesarbeit in Biberstein auf keinen Fall Schaden leiden. Das war erstes Erfordernis! Je kräftiger die Schüler, um so Härteres und Schwereres konnte und mußte man ihnen zumuten. Nur Sinn und Zweck mußten die Arbeiten haben, dann mochten sie, zumal wenn man als Führer selbst an ihnen teilnahm, die allermechanischsten und schwersten sein, wie Kohlen schaufeln, Steine und Ziegeln tragen und zu-reichen, „Speise“ beim Bauen zurechtmachen (d. h. Mörtel mischen, W.N.) in schwerem Boden graben, Schutt wegschaufeln und -karren! Wie oft hab´ ich dies und ähnliches mit Bibersteiner Jungen getrieben! Wie oft versuchte einer es dem anderen dabei zuvor zu tun! Jeder wollte der Kräftigste sein! Wenn ein ganz bestimmtes Ziel angegeben ist, geht´s zumeist doppelt so gut. Natürlich haben wir auch leichtere, angenehmere Arbeiten ausgeführt, wie Pflanzen, Säen, Bauen, Mauern. Den Neuangekommenen wies ich in der Regel nur ein Bett, Bücherbrett, Waschgeschirr, Tisch und Stuhl an. Alles übrige, was sie brauchten und sich wünschten, konnten sie sich selbst in der Werkstatt anfertigen [...]. Neben den für alle bestimmten Stunden praktischer Arbeit, an vier Wochentagen von zwei bis dreiviertel fünf Uhr, wurde in der Freizeit an der Zimmereinrichtung emsig gearbeitet.“ (Lietz 1935, S. 135.)

3. *Künstlerische Betätigungen* vielfältiger Art *in einer ästhetischen Umgebung*. Bei Lietz heißt es wörtlich: „In der Gesamtanlage der Heime und ihrer Gärten, dem Bau der Häuser, der Ausstattung der Räume soll das Gesetz von Schlichtheit und Schönheit walten. Mit einfachen Mitteln sollen Musik, Malerei, Bildhauer- und Dichtkunst, mimische Darstellung gepflegt werden und das Leben harmonischer gestalten“ (Lietz o. J., S. 15). Unter seinen Lehrern in Haubinda – dem 1901 gegründeten Landerziehungsheim in Thüringen – wirkte Martin Luserke (1880–1968) auch als Dramaturg und Bühnengestalter. Auf ihn geht der Begriff des Laienspiels zurück (vgl. Badry 1979, S. 160).

4. Kleingruppen in Form von „*Schülerfamilien*“ mit 5–12 Schülern und einem Erzieher als „*Familienvater*“; sowie Entwicklung von – für damalige Verhältnisse – *neuartigen, kameradschaftlichen Beziehungen zwischen Erziehern und Internatsschülern*, was sich z. B. darin äußerte, dass die Schüler *ihren* „Familienvater“ mit Vornamen ansprachen und duzten (vgl. Badry 1979, S.157). Lietz schreibt, dass er Einrichtungen wollte, „wo jedes Menschenkind um seiner selbst geachtet, *jedem mit Vertrauen begegnet wird* (Hervorhebung durch W. N.), wo alles in Begeisterung und Opferwilligkeit in den Dienst einer höheren sittlichen Weltordnung und des Vaterlandes gestellt wird“ (Lietz, o. J., S. 14).

5. Ansätze einer Schüler selbstverwaltung – wenn auch mit bescheidenen Rechten. Lietz berichtet wie folgt über die Durchführung eines sog. freien Abends im Ilsenheim, an dem sich die Schulgemeinschaft versammelte:

„Alle drei Wochen tagt diese »Volksversammlung« des Heims bei uns. In der Kapelle (die als Versammlungsort diente, W. N.) sind schon alle Glieder des Heims beisammen, die Kleinsten besonders erwartungsvoll. Ungeduldig wird von ihnen der Leiter abgeholt. Ein Lied wird gesungen [...]. Der Bericht des letzten freien Abends wird verlesen und bei jedem Punkt festgestellt, ob das vor drei Wochen Beschlossene durchgeführt ist. Die beiden »Sprechwarte« berichten ihrem Auftrag gemäß über die Tätigkeit der »Pfadfinder« im Heim. Es sind 12. Sie sind zugleich die unteren Offiziere der freiwilligen Feuerwehr. Jeder von ihnen hat ein besonderes Amt zu erfüllen: als Postmeister, als Gästeführer oder Klassen-, Hof-, Fahrradwarte. Freimütig wird anerkannt oder getadelt. In ähnlicher Weise berichten die Klassenvertreter über das, was zum Nutzen der Allgemeinheit gesagt werden muß. Zunächst sind es Gesuche und Beschwerden irgendwelcher Art, z. B. um Genehmigung zum Markensammeln oder über die Behandlung des Esels und ähnliche. Dann setzt die Besprechung neuer Anträge ein, z. B. über die Feier des Ernte- oder Sedanfestes, die Schulreisen, die Felddienstübungen, kurz über alles, was der Allgemeinheit am Herzen liegt und worüber sie urteilen kann. Jeder, der sich zum Wort gemeldet hat, versucht, so kurz und klar er´s kann, seine Meinung zu sagen, andere stimmen bei, bekämpfen ihn oder stellen Abänderungsanträge. Bei der Abstimmung entscheidet dann die Mehrheit.“ (Lietz o. J., S. 26 f.)

Schüler, die mit besonders verantwortlichen Aufgaben im Rahmen der Selbstverwaltung betraut worden waren, hießen im Ilsenheim – wie schon bei Reddie in Abbotsholme – *Präfekten*. Als Präfekten hatte er z.B. ältere Schüler aus dem Ilsenheim mit nach Haubinda genommen, da es ihm dort zunächst noch an Erziehern mangelte.

Im Interesse einer gesunden Lebensweise, zwecks körperlicher Ertüchtigung und Bildung durch Reisen wurden zahlreiche Wanderungen und Fahrradtouren unternommen. So radelte er u.a. im Jahre 1900 mit seinen Schülern von Ilsenburg über Trier zur Pariser Weltausstellung und zurück durch die Schweiz (Lietz 1935, S. 80).

Es ist in diesem Rahmen nicht möglich, die kreative pädagogische Arbeit von Lietz detaillierter zu behandeln. Ich möchte nur noch über eine Begebenheit sprechen, die deutlich macht, auf welche *Widerstände* er bei der Realisierung seiner Konzeption bei der preußischen Schulverwaltung gestoßen war. Ich erwähnte bereits, dass man seinem Vorhaben keine amtliche Unterstützung zugesagt, aber es auch nicht ausdrücklich verboten hatte. Die fehlende Unterstützung drückte sich z.B. darin aus, dass in den Schulen der Landerziehungsheime zu Lietz' Lebzeiten noch keine Abschlussprüfungen durchgeführt werden durften. Die Schüler konnten aber als Externe die Hochschulreife an einer öffentlichen Oberrealschule bzw. die mittlere Reife an einer Realschule in der preußischen Provinz Hessen-Nassau erwerben.

Infolge des charakterisierten ambivalenten Zustandes kam es zu Konflikten mit der unmittelbar vorgesetzten Schulbehörde in der Grafschaft Wernigerode. Diese verlangte von Lietz, dass er im Unterricht die sog. Vollbibel benutzte. Aber Lietz weigerte sich, weil er eine Schulbibel verwenden wollte und es auch tat. Im dritten Jahr der Existenz des Ilsenheims erschien schließlich der Schulrat aus Wernigerode zur Inspektion, natürlich auch im Religionsunterricht, und zwar bei Lietz selbst. Dort fragte er die Schüler nach dem Vater von Moses – eine recht hinterhältige Frage, weil dieser ja nicht bekannt ist; damit verunsicherte der Schulrat alle Schüler. Er verlangte auch, dass die Schüler die *kleinen und großen Propheten* in der *richtigen Reihenfolge* auswendig aufsagen. Lietz hatte zwar mit den Schülern inhaltlich Wesentliches aus den Schriften dieser Propheten behandelt, aber die Aufzählung in der „richtigen Reihenfolge“ nicht auswendig lernen lassen, was der Schulrat dann hart kritisierte. Er bemängelte ferner in scharfer Form die Leistung eines Schülers in Latein – natürlich auf dem Hintergrund der Tatsache, dass Lietz die Wochenstundenzahl in Latein eigenmächtig gekürzt hatte. Pikant war nur, dass der kritisierte Schüler in der Obertertia – der höchsten Klassenstufe zu dieser Zeit im Ilsenheim – gerade wenige Wochen zuvor in einem ordentlichen preußischen Gymnasium die Obersekunda-Reife (am Ende des 11. Schuljahres) erworben und im Fach Latein die Note „gut“ erhalten hatte. Die Erfüllung der Bitte von Lietz, sich doch einen Einblick in das Lernen der Schüler *am Nachmittag* zu verschaffen, lehnte der Schulrat mit der Bemerkung ab: das interessiere ihn nicht.

So war es denn nicht verwunderlich, dass wenige Wochen später eine *Inspektionsgruppe* aus dem *Ministerium* anrückte, die sich allerdings das gesamte Tagesgeschehen im Ilsenheim gründlich ansah. Nach der Inspektion sagte ihr Leiter, der Geh. Regierungsrat Dr. Post, zu Lietz: „Das ist ja alles recht schön und gut bei Ihnen. Aber sagen Sie mir doch eins. Wie konnten Sie die Dummheit begehen, Ihre Schule in Preußen zu gründen?“ (Lietz 1935, S. 97.)

Lietz ließ sich weder durch die Bedenken der preußischen Schulbürokratie noch durch Schwierigkeiten bei umfangreichen Baumaßnahmen zwecks Einrichtung der Heime beirren, denn „Herr zu sein auf weitem, eigenem Gebiet, auf ihm sich eine eigene kleine Welt, eine Kulturstätte schaffen zu können, reizte mich vor allem.“ (Lietz 1935, S. 104.) Also gründete er weitere Heime:

- 1901 in Haubinda (bei Hildburghausen),
- 1904 in Bieberstein (bei Fulda) und
- 1914 ein Landwaisenheim in Veckenstedt bei Ilsenburg.

Ich möchte abschließend zu dem ersten Schwerpunkt noch darauf verweisen, dass Lietz selbst mit schier unerschöpflicher Energie die praktisch-pädagogischen, betriebswirtschaftlichen und verwaltungstechnischen Aufgaben gelöst hat. Er hat sich auch nicht entmutigen lassen durch Brände in allen drei LEH – in Haubinda (1906)¹, Ilsenburg (1906)² und Bieberstein (1908)³ –, obgleich er dadurch in

¹ Viehstall und gefüllte Scheune.

² Zeichensaal, Werkstätten, ein Familienhaus und ein Teil eines Wirtschaftsgebäudes.

beträchtliche finanzielle Schwierigkeiten geriet. Diese wirtschaftlichen Einbrüche sind insofern bedeutsam, als Lietz deshalb sein Verfahren der Schüleraufnahme nicht ausbauen konnte. Es bestand darin, dass er die Höhe des Elternbeitrags für den Heim- und Schulbesuch eines Kindes aus einer *zahlungskräftigen* Familie so festgesetzt hatte, dass je zwei wohlhabende Elternhäuser das Geld für einen Schüler aus einem armen Elternhaus mit aufbrachten (vgl. a.a.O., S. 173). Über die Erhöhung der „Erziehungskosten“ trotz Schlichtheit der Heime und eigener Produktionsleistungen schreibt er:

- 1898 betrugen die jährlichen „Erziehungskosten“ 900 Mark.
- 1908: 1600 M für die Unterstufe und 2000 M für die Ältesten (a.a.O., S. 157).

Weitere Schwierigkeiten erwuchsen Lietz aus den Meinungsverschiedenheiten mit einigen seiner Lehrer – an der Spitze Gustav Wyneken (1875–1964). Dieser trennte sich 1906 von Lietz mit einigen Kollegen [z.B. dem Musikpädagogen August Halm (1869–1929) und dem Laienspielförderer Martin Luserke (1880–1968)] und gründete die Freie Schulgemeinde in Wickersdorf, in der das pädagogische Konzept von Lietz *progressiv weiterentwickelt* worden ist.

Ethischer Idealismus mit religiösem, konservativem und deutschnationalem Einschlag, verbunden mit außerordentlicher Zielstrebigkeit, persönlicher Opferbereitschaft und hohem Engagement für seine Schüler charakterisieren Lietz als Erzieherpersönlichkeit. Sein Vorbild als Lehrer und Erzieher sowie sein großer Einsatz auch bei allen praktischen Arbeiten im Wirtschaftsbereich der Heime begründeten seine hohe Autorität, die er konsequent zur Realisierung seiner Ziele einsetzte. Das von ihm entwickelte und praktizierte Konzept einer neuzeitlichen Gemeinschaftserziehung enthält „pädagogische Mechanismen“, die auch von anderen Gemeinschaften angewendet werden können und genutzt worden sind, wie sich historisch gezeigt hat und wie die nachfolgende Darstellung erkennen lässt. Wer das pädagogische Poem von A. S. Makarenko „Der Weg ins Leben“ kennt, dem werden sicher schon einige Analogien zwischen den konzeptionellen methodischen Elementen in den Landerziehungsheimen von Lietz und in den Kolonien von A. S. Makarenko aufgefallen sein, so dass sich die Frage ergibt:

3. Sind die Analogien zwischen dem Konzept der Landerziehungsheime und Makarenkos Konzept zur Kollektiverziehung zufälliger Natur?

Bei einem Vergleich zwischen den Landerziehungsheimen von Lietz bzw. Wyneken und Makarenkos Kolonie für jugendliche Rechtsverletzer bei Poltava fallen trotz der sehr unterschiedlichen Herkunft der Zöglinge folgende Ähnlichkeiten auf:

1. Sowohl die LEH als auch die Gorkij-Kolonie befanden sich in *ländlicher Abgeschiedenheit* – Makarenko sprach über die Lage seiner Gorkij-Kolonie als einem „Krähwinkel“ bei Poltava (vgl. Makarenko 1972, Bd. I, S. 592).
2. Beide Arten von Erziehungseinrichtungen verfügten über ein erstaunliches Maß an *Selbständigkeit* und *Souveränität* in der *pädagogischen* Führung.
3. Beide Arten von Erziehungseinrichtungen zeichneten sich aus durch die *Verbindung von Lernen und Arbeiten*, wobei die anstrengenden körperlichen bzw. produktiver Arbeiten sowohl eine *erzieherische* als auch *ökonomische Funktion* zwecks Verbesserung oder gar Sicherung der Existenzgrundlagen der Gemeinschaft hatten. Während allerdings bei Lietz die Gartenarbeit der Schüler und ihre handwerklichen Produkte der *Selbstversorgung* dienten, waren einige der von Makarenkos Zöglingen erzeugten Waren (z.B. Fotoapparate und Bohrmaschinen) für den Verkauf bestimmt, was zur materiellen Sicherung der Kommune beitrug; deren Zöglinge hatten ja keine zahlungsfähigen Eltern!
4. In beiden Arten von Erziehungseinrichtungen ging es um *anspruchsvollen Unterricht* und um die Gestaltung eines niveauvollen *kulturellen Lebens* in der Freizeit durch Laienspiel, Musik, Malerei und Sport.
5. Sowohl in den Landerziehungsheimen von Lietz und Wyneken als auch in Makarenkos Kolonien wurden die Schüler bzw. Zöglinge in die Verwaltung der jeweiligen Institution und *Orga-*

³ Großer Brand im Schloss, wobei Dachgeschoss, Turmzimmer mit allen schriftlichen Unterlagen von Lietz und alle Schülerzimmer zerstört worden waren (vgl. Lietz 1935, S. 145ff.).

nisation des Gemeinschaftslebens mit einbezogen, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau der Selbstverwaltung.

6. Sowohl Lietz als auch Makarenko bemühten sich um ein *kameradschaftliches Verhältnis* zwischen den Lehrern bzw. Erziehern und Zöglingen.
7. Bei beiden finden wir eine *funktionierende Gemeinschaftserziehung*, in der es *klare Forderungen* und *hohe Verantwortlichkeiten, Wettbewerbe und Rechenschaftslegungen, gegenseitige Hilfe und Kritik* gab, wobei im jeweiligen Tätigkeitsspektrum auch *individuelle Neigungen und Begabungen* berücksichtigt und gefördert wurden. Vor allem aber sicherten die Gemeinschaften jedem Mitglied *Schutz und Geborgenheit* und lebten trotz vieler Erschwernisse – speziell in materiellen Aufbauphasen – in einer *positiven Grundstimmung*.

Es sei als 8. Punkt noch ein Problem erörtert, das in den Auseinandersetzungen mit Makarenko besonders nach der Wende 1989/90 eine Rolle gespielt hat, nämlich die *militärischen Organisationsformen* in den Kolonien. Auch hierbei handelt es sich um eine auffällige Analogie zum Lietzschen LEH.

Bei Lietz finden wir nach der oben zitierten Schilderung der „Volksversammlung“, den Hinweis, dass der Leiter damit „vor allem aber ein wichtiges Mittel hat, um zur Selbständigkeit, innerer Anteilnahme am Ganzen, zu Verantwortungsgefühl zu erziehen“ (Deutsche Land-Erziehungsheime, o. J., S. 28). Weiter heißt es dann:

„Ähnlichen Zwecken dienen neben der körperlichen Ertüchtigung auch die Felddienstübungen. Bei ihnen helfen die tüchtigen Jungen, zumeist sind sie zugleich Pfadfinder, als Offiziere mit. Lustig nimmt sich die kleine Armee aus in ihren blauen Spielhosen, den weißen Sweatern, roten Mützen und ihren Waffen, den kleinen Holzgewehren. Das Musikkorps der Trompeter und Flöter übt eifrig und belebt das Ganze beim Marschieren und Stürmen.“ (A.a.O.)

Über dieses konzeptionelle Moment in den LEH von Lietz brauchen wir uns nicht zu wundern, denn Lietz dachte und wirkte als kaisertreuer *deutschnationaler Patriot vor dem I. Weltkrieg*, dem es wie so vielen seiner Zeitgenossen an Erfahrung und Phantasie fehlte, um sich die Grauen eines künftigen Krieges vorzustellen.

Wie wir aus Makarenkos Schriften wissen, existierten auch in seinen Einrichtungen militärische Formen. Die Initiative zu ihrer Einführung war aber nicht von Anton S. Makarenko selbst ausgegangen, sondern von seinem jüngeren Bruder Vitalij. Dieser war nach seiner schweren Verwundung im Ersten Weltkrieg im Frühjahr 1916 als Offizier aus der russischen Armee entlassen worden und hatte als Sport-, Zeichen- und Mathematiklehrer an der Schule seines Bruders in Krjukov eine Anstellung gefunden. Entsprechend seinen Vorstellungen von Disziplin und Ordnung aus seiner Militärzeit führte Vitalij die ihm vertrauten Formen militärischer Organisation und Symbolik ein, obgleich sich Anton als Schulleiter mit der Erklärung: „Ich will hier keine Kaserne [...]“ (Garcia, 1986, S. 189) zunächst dagegen ausgesprochen hatte.

Vitalij Makarenko hat während des Bürgerkrieges auf Seiten der Weißgardisten gekämpft und *emigrierte* nach deren Niederlage über Bulgarien nach Frankreich. Dort fanden ihn die Makarenkoforscher Götz Hillig und Siegfried Weitz 1970, um ihn über seinen Bruder zu befragen. Ein Mitarbeiter der Marburger Makarenko-Forschungsgruppe, der Psychiater Joseph Garcia, schreibt nach seinen Gesprächen mit Vitalij S. Makarenko über dessen Zusammenarbeit mit seinem Bruder an der Schule in Krjukov und dessen zunächst ablehnende Haltung gegenüber militärischen Formen:

„Ein anderer Lehrer, Krylov, überzeugte ihn (also Anton S. Makarenko, W. N.) aber davon, daß eine militärische Organisation an sich nichts Schlechtes sei, daß man sie z.B. in der Pfadfinderbewegung habe. Als Anton Makarenko sah, wie das Konzept funktionierte, gab er seine »pädagogischen« Bedenken auf.“ (Garcia 1986, S. 189.)

Möglicherweise waren es die das *Gemeinschaftsgefühl stimulierenden* militärischen Zeremonien, die Anton S. Makarenko zu ihrer weiteren Nutzung veranlasst haben, wobei auch die Rolle der militärischen Komponente im Leben der damaligen Sowjetunion nach dem Bürgerkriegsgeschehen gesehen werden muss, die sich natürlich im Denken und Fühlen der Jugend widerspiegelte. Vitalij S. Makarenko berichtete weiterhin über seine „militärisch orientierten“ Aktivitäten mit folgenden Worten:

„Warum ich Ihnen (er meint Garcia, W. N.) das erzähle: ich glaube, daß es die Disziplin in der Gor'kij-Kolonie und in der Dzeržinskij-Kommune ohne mich nicht gegeben hätte. Orchester, Wachestehen, Rapport, der Rat der Kommandeure [...] mein Bruder hat die an und für sich un-

bedeutende Idee, die ich rein zufällig eingeführt hatte, einfach weiterentwickelt.“ (Garcia 1986, S. 186.)

Wir können nicht mit Bestimmtheit sagen, ob Vitalij seine Rolle im Punkte „Disziplin in der Gorkij-Kolonie“ zutreffend bewertet oder sich selbst dabei überschätzt; aber sein Anteil an der Einführung der militärischen Formen ist unbestreitbar. Garcia weist in seiner Interpretation zur Erklärung von Vitalij S. Makarenko zurecht darauf hin, dass *Ordnung* und *Organisation* nicht dasselbe sind, d.h., Anton S. Makarenko übernahm die militärische Organisation (also gewisse Formen, W. N.), aber nicht die militärische Ordnung. Die Ordnungen in der Gorkij-Kolonie und in der Dzeržinskij-Kommune stimmten eher mit den Ordnungen der deutschen Landerziehungsheime überein. Denn in beiden Arten von Erziehungseinrichtungen gab es Organe der Schüler- bzw. Zöglingsselbstverwaltung und keine Oberbefehlshaber im militärischen Sinne. Eine originelle Leistung Makarenkos besteht gerade darin, dass er eine funktionierende Verknüpfung zwischen dem Prinzip der demokratischen Selbstverwaltung und dem Prinzip der verantwortlichen Einzelleitung durch Beauftragte des Kollektivs entwickelt hat. Garcia spricht nicht vom Prinzip der Einzelleitung, sondern vom Kaderprinzip (a.a.O., S. 192) – meint aber offensichtlich den gleichen Sachverhalt. Gegen die Verwendung des Wortes „Kaderprinzip“ spricht Makarenkos Prinzip des Wechsels von Unterordnung und Führung, wodurch statische Unterstellungsverhältnisse – etwa eine Unterordnung der Mehrheit unter Kader im Sinne planmäßig entwickelter oder gar privilegierter Führungskräfte – gerade vermieden werden sollten und in Makarenkos Einrichtungen auch tatsächlich vermieden worden sind.

Bereits in den siebziger Jahren tauchte bei mir während meiner Vorbereitungen zu Lehrveranstaltungen in Erziehungstheorie und Geschichte der Pädagogik an der Pädagogischen Hochschule in Güstrow die Frage auf: Sind die Analogien zwischen den LEH und Makarenkos Kolonien zufälliger Natur oder gibt es einen echten Informationszusammenhang zwischen den Konzepten der LEH und denen der Gorkij-Kolonie bzw. Dzeržinskij-Kommune?

Die Antworten auf diese Fragen haben die Wissenschaftler des Makarenko-Referats der Forschungsstelle für Vergleichende Erziehungswissenschaft der Universität Marburg durch ihre höchst verdienstvollen Forschungen gegeben. Götz Hillig fand bei seinen Nachforschungen in Makarenkos Bibliothek, die sich im Makarenko Museum von Kremenčug-Krjukov (Ukraine) befindet, ein Exemplar des 1913 in Moskau erschienenen russischsprachigen Buches mit dem Titel »Die gegenwärtigen pädagogischen Strömungen in Westeuropa und in Amerika« von M. F. Muzyčenko.⁴ – Darin sind folgende Textstellen mit *Anstreichungen* von Makarenkos Hand zu lesen:

„Die Freie Schulgemeinde in Wickersdorf wurde von einer Gruppe von Pädagogen gegründet, die sich von Lietz wegen Meinungsverschiedenheiten getrennt hatten, vor allem bezüglich dreier Punkte: Diese Pädagogen hatten

1. eine freiere Vorstellung vom Religionsunterricht und bestanden auf dessen historischer Vermittlung mit Ergänzungen philosophischer Art; sie forderten
2. die Zulassung eines gemeinsamen Unterrichts von Jungen und Mädchen und erlaubten
3. schließlich größere Mitsprache der Schüler in wirtschaftlichen Fragen der Lehranstalt.

Alle diese Neuerungen wurden in der sich jetzt erfolgreich entwickelnden Wickersdorfer Schule verwirklicht. Die Erfahrungen dieser Privatschulen führten zu derart glänzenden Ergebnissen, daß sich auch die Regierung dafür interessierte. Erst kürzlich hat das Preußische Ministerium für Volksbildung in einem Wald (Hervorhebung durch W. N.) ein klassisches Gymnasium mit Internat nach den Prinzipien der Schule von Lietz gegründet. Das ist eine regelrechte Kolonie mit einem Haupt- und vier Nebengebäuden, wo die Schüler in familienähnliche Gruppen aufgeteilt sind...“ (Muzyčenko 1913, S. 203 f.; Einfügung der Ziffern durch W. N.; zitiert nach Hillig 2006, S. 261.)

Die Worte »in einem Wald« bzw. »в лесу« hat Makarenko unterstrichen! Und eben diese Unterstreichung durch Makarenko lässt seinen Brief vom 24. März 1923 an Antonia Pawlowna Sugak – eine Lehrerin in Krjukov, die er für die Arbeit in der ländlichen Gorkij-Kolonie gewinnen wollte – in einem

⁴ Dabei handelt es sich um eine separat gebundene Ausgabe des folgenden Buches: Kapterev, P. F.; Muzyčenko, M. F.: *Sovremennye pedagogičeskie tečenija*, Moskva 1913.

neuen Licht erscheinen. Dieser Brief ist zwar im VII. Band der Werke Makarenkos, die in der DDR erschienen sind, abgedruckt, aber wer konnte damals folgende Zeilen schon hinreichend deuten:

„Übrigens gehen in Deutschland gerade sogenannte Waldschulen, die ebenfalls abgelegen sind und ebenfalls sämtlicher äußerer Anzeichen der gebildeten Gesellschaft entbehren, allen voran.“ (Hillig 2006, S. 261f. und Makarenko 1976, Band VII, S. 480.)

Außerdem sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass vor dem I. Weltkrieg zahlreiche Lehrer aus dem russischen Zarenreich in Deutschland vor allem die reformpädagogisch orientierten Schulen besucht haben. Dafür hat Irina Mchitarjan in ihrer Dissertation „Der russische Blick auf die deutsche Reformpädagogik. Zur Rezeption deutscher Schulreformideen in Rußland zwischen 1900 und 1917“ – verteidigt 1989 in Hamburg – wichtige Belege zusammengestellt. Götz Hillig schreibt in Auswertung dieser Dissertation:

„Russische Erziehungswissenschaftler lasen die Publikationen ihrer deutschen Kollegen, mit denen sie z. T. im Briefwechsel standen, im Original, und durch Übersetzungen wurde diese Literatur auch interessierten Kreisen zugänglich. Hinzu kam eine große Reisetätigkeit von Lehrerinnen und Lehrern nach Deutschland. Die Zahl der Exkursionen zum Studium der reformpädagogischen Praxis übertraf die Gesamtzahl aller Reisen in andere Länder bei weitem. Hiervon zeugen entsprechende Berichte in einer speziellen Publikationsreihe – »Russkie učitelja za granicej« [Russische Lehrer im Ausland] –, von der 1910–1915 in Moskau sechs Folgen erschienen.“ (Hillig 2006, S. 254.)

In einer Fußnote zu diesem Text vermerkt Hillig einige Zahlen dieser Lehrerbesuche in Deutschland, nämlich: München mit 1778, Dresden mit 1567 und Leipzig mit 575.

Wir können annehmen, dass Makarenko während seiner beiden Ausbildungsphasen zum Lehrer (in der Ausbildung zum Elementarschullehrer in einem einjährigen Kurs 1904/05 in Kremenčug und/oder in dem weiterführenden dreijährigen Lehrerstudium am Lehrerbildungsinstitut in Poltava von 1914 bis 1917) zumindest einen Teil der o. g. Materialien kennen gelernt hat.

Um die reale Menge der Anregungen, die Makarenko aus dem Buch von Muzyčenko empfangen hat, ermessen zu können, müsste man den ganzen Text verfügbar haben. Da dies nicht der Fall ist, können wir nur *grundsätzlich, aber mit Gewissheit feststellen*, dass Makarenko wichtige konzeptionelle Ideen von Lietz und Wyneken für eine *Erziehungsschule in ländlicher Umgebung* kannte.

Es gibt auch noch weitere Beziehungen zwischen den reformpädagogischen Bestrebungen in Deutschland und analogen Bemühungen in Russland, *angeregt durch die Landerziehungsheimbewegung*. So berichtet Götz Hillig u.a. von den Aktivitäten des russischen Pädagogen Stanislav Teofilovič Šacki (1879–1934), der bereits 1905 in der Nähe von Moskau sog. Sommerarbeitskolonien für Kinder aus Moskau eingerichtet hat. Es sei außerdem noch den Leningrader Pädagogen Albert Petrovič Pinkevič (1884–1937) genannt, der 1922 über seine Besuche von Schulen und Pädagogen in Finnland, Schweden und Deutschland geschrieben und Vorlesungen gehalten hat. Er schätzte die FSG Wickersdorf als progressivste deutsche Schule ein und schickte daher seinen Sohn in diese Internatsschule. Außerdem vermutet E. Günther-Schellheimer, dass Makarenko die russischsprachige Ausgabe des Hauptwerkes von Gustav Wyneken „Schule und Jugendkultur“, das 1919 mit einer Einleitung von Šacki erschienen war, kannte (vgl. 2005, S. 69).

Damit ergibt sich die Frage, weshalb Makarenko die deutschen Quellen für seine Konzeption nie angegeben hat? Edgar Günther-Schellheimer bietet dafür eine plausible Antwort an:

„Es wird ihm (gemeint ist Makarenko W. N.) nicht entgangen sein, wie zahlreiche ukrainische und russische Pädagogen von Stalins NKWD verfolgt worden sind, weil man sie beschuldigte, sich auf deutsche Pädagogen zu beziehen, die damals von der Sowjetführung offiziell alle als profaschistisch bewertet wurden.“ (2005, S. 69.)

Wie sehr die Sorgen Makarenkos vor Repressalien im Falle einer Quellenangabe begründet waren, ist durch folgende Fakten belegt:

Den Lesern seines pädagogischen Poems „Der Weg ins Leben“ wird vielleicht noch in Erinnerung sein, dass Makarenko bereits heftige Auseinandersetzungen mit den führenden Vertretern der Sowjetpädagogik seiner Zeit hatte. Nachdem er einen Vortrag vor Vertretern des pädagogischen Olymps – wie er zu sagen pflegte – gehalten hatte, schrieb er:

„Unsere pädagogische Tätigkeit wurde nie auf technischer Logik aufgebaut, sondern immer auf der Logik der Moralpredigt. Das macht sich besonders in der eigentlichen Erziehung bemerkbar; in der Unterrichtspraxis ist es leichter. Eben deshalb fehlen bei uns alle wichtigen Elemente der Produktion: der technologische Prozeß, die Berechnung der Operationen, die Konstruktionen [...] und die Gütekontrolle. Als ich am Fuße des »Olymps« solche Gedanken zaghaft äußerte, warfen die Götter mit Ziegelsteinen nach mir und schrien, das sei eine mechanische Theorie.“ (Makarenko 1972, Band I, S. 593.)

Aber es waren nicht nur die Akademiker, die zunächst Makarenkos Konzeption der Kollektiverziehung abgelehnt hatten. Lenins Witwe, Nadeshda K. Krupskaja, erklärte auf dem 8. Komsomolkongress im Mai 1928 zu Makarenkos Kolonien: „Das ist nicht nur eine bourgeoise Schule, sondern eine Sklavenschule, eine Leibeigenenschule“ (Komsomolskaja Pravda, 1928, Nr. 113, S. 2; zitiert nach Froese 1979, S. 199). In der Zeitung „Kommunist“ wurde Makarenko als „Champion des Rowdytums“ diffamiert, und damit wird verständlich, warum er 1928 *formell* als Leiter der Dzierżinskij-Kommune entlassen worden ist, obgleich er offenbar mangels eines Nachfolgers die Kommune faktisch noch einige Zeit weiter geleitet hat (vgl. Froese, a.a.O.).

Wenn man unter diesen Umständen fragt, wie es dennoch möglich gewesen ist, dass Makarenko so erfolgreich arbeiten konnte, dann sind außer der hilfreichen Beziehung von Makarenko zu Maxim Gorkij vor allem folgende Tatsachen zu berücksichtigen:

Makarenkos Kolonien unterstanden dem Volkskommissariat des Inneren (NKWD) und damit auch der Geheimpolizei. Dort hatte er u.a. aber auch Freunde, die sich mit Sachverstand schützend vor ihn stellten. So zitiert Hillig aus den neuerdings zugänglichen Arbeitstagebüchern von Ivan Afanasevič Sokoljanskij (1889–1960), der die Funktionen eines Oberinspektors und (später) eines Leiters der Einrichtungen für defektive Kinder des Zentrums bzw. Hauptkomitees *Sozialerziehung* in Charkov (der damaligen Hauptstadt der Ukraine) innehatte:

„Das Geheimnis der Disziplin kann von niemanden außer Makarenko und mir enträtselt werden: Makarenko bezüglich der »Rechtsbrecher« und ich bezüglich der Defektiven. Das Geheimnis der Macht des Einflusses von Makarenko liegt in dessen *absoluter Unabhängigkeit* (Hervorhebung von W. N.), die übrigens in erster Linie von mir geschaffen wurde. Das hat nichts mit Angeberei oder Hochmut von meiner Seite zu tun, das ist einfach eine Tatsache. [...] Ich nahm eine ziemlich hohe Position ein, was es mir ermöglichte, Makarenko gegenüber den verschiedensten Schurken, die ihm von allen Seiten zusetzten, zu verteidigen. Ich betone: Makarenko war in seinen Handlungen und Taten gerade in der Zeit, als er experimentierte, völlig frei. [...]

Das Wesen des Geheimnisses besteht darin, dass Makarenko in seinen Handlungen völlig selbständig und unangreifbar war. Makarenko arbeitete hinter einem Rücken, auf den man einschlug und den man dabei zerbrach; doch hinter diesem Rücken wuchs Makarenko zum Genie heran. Es gab nicht nur *einen* „Rücken“, aber mein Rücken befand sich an vorderster Stelle [...]“ (Anm.: Sokoljanskij war 1933 und 1937 u.a. wegen angeblicher Zugehörigkeit zu einer »ukrainischen konterrevolutionären Organisation« bzw. zu einer »antisowjetischen nationalistisch-terroristischen Organisation« inhaftiert worden; W. N.).

„Welche Schlüsse lassen sich aus Makarenkos Erfolgen ziehen? Nur ein einziger – ein Pädagoge muss in seinen Handlungen und Taten völlig selbständig sein“ (Sokoljanskij, zitiert nach Hillig 1993, S. 236/237; zur Bedeutung der Unabhängigkeit eines pädagogischen Leiters vgl. auch Lietz 1935, S. 67 bzw. S. 4 und S. 2 dieses Beitrags).

Es ist vielleicht bekannt, dass Makarenko aufgrund seiner Tätigkeit nicht nur enge Beziehungen zum Volkskommissariat des Inneren (NKWD) in Charkov hatte, sondern von Juli 1936 bis Januar 1937 selbst Stellvertretender Abteilungsleiter für Arbeitskolonien im NKWD der Ukraine gewesen ist. Im Februar 1937 übersiedelte er nach Moskau, wo er als Schriftsteller lebte. Kurz danach erfolgte im Zuge der sog. „Reorganisation“ des sowjetischen Geheimdienstes die Verhaftung und Hinrichtung des Innenministers der Ukraine V. A. Balickij, des ehemaligen Vorgesetzten Makarenkos.

Danach ging eine „Meldung“ bei der Leitung des Allunionsschriftstellerverbandes in Moskau ein, die Makarenko der „Kontakte zu Volksfeinden“ beschuldigte, so dass seine Verhaftung drohte. Es ist der *Intervention und Fürsprache* von M. A. Šolochov („Der stille Don“) bei Stalin, die von A. A. Fadeev

(„Die junge Garde“) unterstützt wurde, zu verdanken, dass diese Verhaftung abgewendet werden konnte. Makarenko hatte wahrscheinlich Kenntnis von dieser Gefahr, denn als Mittler zu ihrer Abwendung fungierte Jurij B. Lukin, der sich als Verlagslektor für den Druck der Bücher von Makarenkos engagiert hatte und der mit Šolochov befreundet war (vgl. Bejlinson 2007, S. 102).

Ein Problem – aber für „Regime-Erfahrene“ sicher verständlich – ist die „Hyperparteilichkeit“, mit der Makarenko in seinen letzten beiden Jahren in Moskau in Vorträgen und Rezensionen die Veröffentlichungen anderer Autoren kritisiert hat. Agierte er aus echter Überzeugung oder um sich gegenüber bedrohlichen Verdächtigungen seitens der terroristischen Staatsmacht abzuschirmen? Der seit 1994 in der Bundesrepublik lebende Valentin Bejlinson berichtet über eine Silvesterfeier (1938/39), auf der der Schriftsteller V. V. Versaev am Ende einer kritischen Analyse von Makarenkos Verhalten feststellt, „dass er (also Makarenko) als Mensch am Ende ist, das ist eine Tatsache“ (a.a.O., S. 98). Bejlinson hat seit seinem 12. Lebensjahr Tagebuch geführt und daher auch die Äußerungen Versaevs festgehalten.

Mit dieser noch nicht abschließend bewerteten und vielleicht auch niemals voll aufzuklärenden Zwiespältigkeit in der Persönlichkeit Makarenkos ist natürlich die Frage verbunden: wie stehen oder stellen wir uns heute zu ihm? Im Sinne einer Entscheidungshilfe möchte ich auf folgende Tatsachen hinweisen:

In der bisherigen Darstellung wurde möglicherweise ein einseitiger und zu positiver Eindruck von Lietz als Persönlichkeit erweckt, weil die für mein Vorhaben weniger wichtigen Gesichtspunkte unberücksichtigt blieben, die natürlich zu einem vollständigen Bild von Lietz als Persönlichkeit gehören. Dieses würde dann auch eine ganze Reihe kritischer Einschätzungen erfordern. Es sei nur auf zwei Tatsachen verwiesen, die wir – speziell aus heutiger Sicht – negativ bewerten:

Erstens möchte ich eine *Aufnahmebedingung* für Schüler aus den von Lietz formulierten „Bestimmungen der L. E. He. für Eltern ...“ zitieren:

„Da die Erfahrung gezeigt hat, daß der einheitliche Charakter der Heime nur bei Zusammensetzung der Schülerschaft derselben Abstammung und zwar der indogermanischen zu wahren ist, so können im *allgemeinen* Angehörige anderer Abstammung bei uns nicht aufgenommen werden.“ (Lietz o. J., S. 47.)

Lietz erklärt diese Aufnahmeklausel mit seinen Erfahrungen in Haubinda, wo er jüdische Schüler aufgenommen hatte, über die er in seinen Memoiren schreibt:

„Die halb oder ganz semitischen Schüler zeigten meist wenig Lust und noch geringere Fähigkeit für praktische Arbeit. An geistiger Gewandtheit, Schlagfertigkeit übertrafen sie die Kameraden, die ihnen gegenüber oft schwerfällig und schüchtern erschienen. Besonders deutlich trat das bei den Erörterungen der ganzen Schule über L. E. H.-Angelegenheiten und allgemeine Fragen in der Kapelle (= Versammlungsort, W. N.) zutage. Schließlich kam es dahin, daß außer den Israeliten sich kaum einer an den Debatten beteiligte.“ (1935, S. 115.)

Als es dann auch noch zu Differenzen mit dem angestellten „jüdischen Privatgelehrten“ kam, der nach Auffassung von Lietz gegen ihn „Werbung machte“, kam er zu der oben formulierten Schlussfolgerung, obwohl er durch seinen Vater prinzipiell im Sinne der Ringparabel von Lessings Nathan erzogen worden war, wie er selbst betonte. Die mit Bezug auf die Ringparabel behauptete Toleranz hinderte Lietz allerdings nicht daran, in seinem Buch „Des Vaterlandes Not und Hoffnung“ zu fordern:

„An Stelle des paulinisch-jüdischen Christentums sollte doch endlich die Botschaft Jesus nach den vier Evangelien und die germanisch-deutsche Auffassung dieser Verkündigung bei unsern besten Propheten vom Heilandsänger bis J. G. Fichte, P. de Lagarde und R. Eucken treten.“ (A.a.O., S. 102.)

Bei dem „jüdischen Privatgelehrten“ handelte es sich um den deutsch-jüdischen Philosophen Theodor Lessing (1872–1933), der wegen seiner kritischen Publikationen am 31. August 1933 noch nach seiner Flucht aus Deutschland in seinem Arbeitszimmer in Marienbad von nationalsozialistischen Attentätern erschossen wurde. Dass sich hinter dem Argument von Lietz („Werbung gegen ihn“) prinzipielle Meinungsverschiedenheiten zu weltanschaulichen und politischen Fragen standen, kann hier nur begründet *vermutet* werden.

Die Vermutung stützt sich auf seine Überzeugungen, die er 1919 in seiner Schrift „Des Vaterlandes Not und Hoffnung“ unter dem Stichwort „jüdische Gefahr“ darstellt und mit der Frage abschließt:

„Wie ist der jüdischen Gefahr zu begegnen?

1. Das israelitische Gesetz von der Reinhaltung der Rasse und des Bodens und der Anspruch des jüdischen Volkes auf Kanaan ist in jeder Weise zu begünstigen.

2. Die zionistische Bewegung, welche die Rückkehr der Juden in ihre alte Heimat bezweckt, ist durchaus zu begrüßen und zu fördern. Sie stimmt in jeder Weise mit den Zielen besonnener deutscher Rassenpolitik überein und erstrebt das Beste fürs Judentum sowohl wie fürs Deutschtum.

3. Eine weitere Zuwanderung fremdrassiger, also auch die von Juden, ist zu verbieten. Der Boden des Vaterlandes wird für die Angehörigen unserer Rasse, unserer Kinder und unsere aus der Fremde flüchtigen Stammesgenossen bitter notwendig sein. Kein Quadratmeter ist überflüssig.

4. Juden, welche den Gesetzen des Staates zuwiderhandeln und damit das ihnen gewährte Gastrecht verletzen, sind möglichst aus dem deutschen Vaterlande auszuweisen.

5. Im übrigen muß unser Hauptbestreben sein, uns von den schlimmen Wirkungen jüdischen Geistes und allen, die ihn vertreten – mögen sie auch sein, wer sie wollen, mögen wir sie in diesem oder jenem Lager finden –, gänzlich fernzuhalten, uns nicht durch ihn beeinflussen lassen. Da sollte es nur ein Entweder-Oder geben. Ein Blatt oder Buch, dessen Geist wir für verderblich, dessen Ton wir für unanständig halten, dulden wir nicht in unserem Haus, mag es heißen, wie es will: Simplicissimus, Berliner Tageblatt oder Rote Fahne.“ (A.a.O., S. 113 f.)

Der Text lässt eine *rassistische Orientierung* erkennen, die der nationalsozialistischen Rassenideologie vorarbeitet, auch wenn Lietz nichts von der künftigen Entwicklung ahnen konnte. Bemerkenswert ist ferner, dass er vom „israelitische(n) Gesetz von der Reinhaltung der Rasse“ spricht und mit Hinweisen auf alttestamentarische Bibelstellen (Esra 9, Nehemia 10, Maleachi 2, 10 ff.) begründet. Besonders bedenklich sind schließlich die von ihm geforderten politischen und juristischen Konsequenzen: Ausweisung von Juden, Verbot von „fremdrassigen Zuwanderungen“ und Einschränkung der Pressefreiheit.

Zweitens lassen sich auch bei Lietz die für seine Generation typischen religiösen, moralischen und politischen Überzeugungen finden, die sich in seinem ausgeprägten Nationalismus und in seinem Verhalten als *Kriegsfreiwilliger* und *Theologe* äußern. So hat er bspw. in einer Osterpredigt an der Ostfront im Jahre 1915 die Kämpfe und Leiden von Jesus Christus mit den Kämpfen und Leiden der deutschen Soldaten in den Schützengräben verglichen, um den Kampfeswillen der Truppe zu stärken (vgl. Lietz 1935, S. 198–200). Seine nationalistisch-patriotische Grundhaltung hindert ihn offensichtlich, die Ursachen und den Charakter des Ersten Weltkriegs zu verstehen, denn noch am „Tag der Schlacht bei Jena 1918“ (so hat er seinen Brief datiert!) schreibt er:

„Überfall und Raub unserer Feinde haben diesmal triumphiert. Aber solange noch echter deutscher Geist in deutschen Herzen lebt, ist nicht aller Tage Abend. Lebensaufgabe, Ehrenpflicht und Bestimmung des neuen Geschlechts ist es, den deutschen Schild wieder rein zu waschen.“ (Lietz 1935, S. 208.)

An diese Sichtweise auf die historische Situation am Ende des Ersten Weltkriegs konnte die revanchistische Propaganda der Nazis anknüpfen. Die historisch bedingten und aus heutiger Sicht höchst kritikwürdigen Überzeugungen und antisemitischen Auslassungen von Lietz werden in der Pädagogik der Bundesrepublik *nicht als Grund für eine Abwertung seiner spezifisch pädagogischen Bemühungen* betrachtet und ich weiß auch nicht, ob sie an den gegenwärtig existierenden Hermann-Lietz-Schulen Erwähnung finden und kritisch reflektiert werden.

Auf diesem historischen Hintergrund ist allerdings auch die Kritik von Freya Klier zu hinterfragen, die in ihrem Buch „Lüg Vaterland“ Makarenko vorwirft, dass er sich *nicht* gegen die „Glättung“ seiner Schriften im Stalinschen Sinne gewehrt habe und den „Versuchungen einer Funktionskarriere ebenso erlegen“ sei „wie viele vor ihm und viele danach“ (Klier 1990, S. 45). Das zeugt von geringer Kenntnis seiner realen Lebenssituation und/oder von einer einseitig *politisch motivierten pauschalen Abwertung Makarenkos und seiner pädagogischen Leistungen*. Sie berücksichtigt nicht,

- dass Makarenko vor der Oktoberrevolution Kandidat der Partei der Sozialrevolutionäre gewesen ist (vgl. Hillig 1989, S. 62),

- dass Antons Bruder Vitalij auf Seiten der Weißgardisten gekämpft hatte und als Emigrant in Frankreich lebte (was für Anton S. Makarenko ein Grund zu besonderem Anpassungsverhalten gewesen sein könnte) und
- dass – wie bereits berichtet – Makarenko in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts ernsthaft um sein Leben bangen musste.

Weiterhin ist zu den Vorwürfen von Klier zu bemerken,

- dass die meisten „Glättungen“ oder „Stutzungen“ der Texte Makarenkos erst nach seinem Tode erfolgt sind – wie hätte er sich dagegen wehren sollen?
- Außerdem kann man Makarenko keinen besonderen Ehrgeiz für Karrieren im sowjetischen Partei- oder Staatsapparat nachsagen, denn er war nur relativ kurze Zeit (Juli 1936–Januar 1937, also ein halbes Jahr) Stellvertretender Abteilungsleiter für Arbeitskolonien im NKWD der Ukraine und einen Antrag auf Aufnahme in die KPdSU hat er erst kurz vor seinem Tode 1939 gestellt; die Bestätigung seiner Aufnahme hat er nicht mehr erlebt.

Wir sollten also *zwischen* Herkunft und zeitbedingten politischen und weltanschaulichen *Irrtümern, Vorurteilen und Einstellungen* von Lietz bzw. Makarenko *und* ihren *wegweisenden pädagogischen Leistungen* deutlich unterscheiden, zumal *beide Konzepte in modernisierten Fassungen bis in die Gegenwart hinein wirken*.

4. Zum Weiterwirken beider Konzeptionen bis in die Gegenwart

Zu den Landerziehungsheimen ist zu bemerken, dass sie in Deutschland auch die Zeit des Faschismus überdauert haben, was wegen der nationalistischen und antisemitischen Momente ihrer Konzeption verständlich ist. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden in der Bundesrepublik und in der Schweiz die Internatsschulen in freier Trägerschaft nach einem *demokratisierten und modernisierten Konzept* auf der Grundlage der Lietzschen Ideen erfolgreich weitergeführt. Gegenwärtig gehören 15 Internatsschulen zur Vereinigung Deutscher Landerziehungsheime, darunter auch die Hermann-Lietz-Schule in Haubinda bei Hildburghausen, die nach der Wende wieder in den alten Gebäuden wirksam ist, und das Landschulheim Grovesmühle in Veckenstedt am Harz, in dem Lietz einstmals ein Waisenheim gegründet hatte.

Noch erstaunlicher aber ist zweifellos die Tatsache, dass wesentliche Elemente der von *Makarenko weiterentwickelten Konzeption der Gemeinschaftserziehung* in verschiedenen Ländern und unter unterschiedlichen gesellschaftlichen Bedingungen erfolgreich angewendet worden sind.

So hat Götz Hillig festgestellt, dass die Publikationen von *Schazki* zur deutschen Landerziehungsheimpädagogik die *Konzeption der Kibbutzerziehung* in Israel mit beeinflusst haben, also nicht nur der Wiener Psychologe und Pädagoge Siegfried *Bernfeld* (1892–1953), der mit Wynekens Ideen-Austausch pflegte, als „geistiger Vater“ der Kibbutzerziehung gelten kann (vgl. Hillig 2005, S. 260). Außerdem ist bereits 1941 eine neuhebräische Ausgabe von Makarenkos pädagogischem Poem „Der Weg ins Leben“ erschienen.

Es ist m. E. sehr wichtig und verdienstvoll, dass Hillig schreibt:

„Von der erziehungshistorischen Forschung wurde bisher allerdings völlig außer acht gelassen, dass nicht nur Bernfeld, sondern auch Makarenko auf Wynekens Erfahrungen in dessen »Freie(r) Schulgemeinde Wickersdorf« und den daraus gezogenen Schlussfolgerungen aufbaute. Übrigens verwandte Makarenko bis etwa 1927 – in deutlicher Absetzung zum sowjetischen Terminus »Kollektiv« – Wynekens Begriff »Gemeinde« (obščina), so dass Wyneken gewissermaßen als der »Stammvater« der damals in der Sowjetukraine (Gorkij-Kolonie) und in Palästina (Kibbutz) entwickelten Konzeption der Gemeinschaftserziehung gelten kann.“ (Hillig 2003, S. 199 f.)

Auf den Umstand, dass Wyneken zeitweilig Mitarbeiter von Lietz gewesen ist, sei in diesem Zusammenhang noch einmal hingewiesen.

Ebenso interessant sind sicher *drei weitere* Einrichtungen, die in ihrer Arbeit bewusst auf theoretische Positionen von Makarenko zurückgegriffen haben, nämlich:

1. der Verein „Synanon e. V.“ in Berlin-Kreuzberg und Fleckenbühl bei Kassel;
2. die kirchliche Jugendgruppe von Pfarrer Dietrich Lauter in Neuhausen bei Ludwigshafen und

3. das Erziehungsheim Bøgholt bei Kopenhagen unter der Leitung von Harald Rasmussen in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts.

Betrachten wir diese drei Einrichtungen im Einzelnen:

Der Verein „Synanon e. V.“ nimmt suchtabhängige hilfeschuchende Personen auf, die in gemeinschaftlicher Arbeit

- ohne Drogen, Alkohol oder sonstige Suchtmittel,
- ohne Gewalt und deren Androhung sowie
- ohne Tabakrauchen

einen Weg in ein abstinentes und selbständiges Leben anstreben. Der Verein schuf in der Bundesrepublik mehrere Wohnanlagen und Zweckbetriebe (Transportunternehmen für Umzüge, Druckerei, landwirtschaftliches Hofgut in Fleckenbühl mit Töpferei usw., eine Reitschule in Berlin-Karow). Für seine Verdienste wurde der Verein mehrfach geehrt; so erhielt z.B. der Vorstandsvorsitzende des Vereins, Uwe Schriever, 2005 das Bundesverdienstkreuz.

Als unmittelbar nach dem Fall der Mauer eine Mitarbeiterin der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR den Verein in Westberlin besuchte und den Leiter der Einrichtung Ingo Warnke nach dem *Konzept der sozialpädagogischen Arbeit* des Vereins fragte, antwortete dieser: „Lest doch Euren Makarenko“ (Günther-Schellheimer 2005, S. 73).

Einen zweiten eindrucksvollen Beleg für die Anwendbarkeit konzeptioneller Prinzipien Makarenkos auch außerhalb der Sowjetunion bzw. von Einrichtungen für jugendliche Rechtsverletzer liefert Jugendpfarrer Dietrich Lauter aus Neuhausen bei Ludwigshafen. Um zu einem richtigen Verständnis seiner Erfahrungen zu gelangen, möchte ich ihn zitieren:

„Seit 1977 war ich Pfarrer in Neuhausen, einer Dorfgemeinde am Stadtrand der Industriestadt Ludwigshafen am Rhein, mit 7000 Einwohnern, von denen etwa 4200 zur protestantischen Kirche gehörten. Von Anfang an hatte ich versucht, Jugend- und Kindergruppen zu gründen und Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen für diese Gruppen zu suchen. Dabei ging es mir nicht in erster Linie um die religiöse Erziehung der Jugend, sondern darum, ihnen in Gruppenarbeit und Freizeitarbeit einen Lebensraum zu schaffen, in dem sie lernen konnten, Freizeit sinnvoll zu gestalten, Verantwortung zu übernehmen und ihren Horizont zu erweitern. Ich hatte vor allem mit den Problemen der Überflussgesellschaft zu kämpfen (Konsumorientierung, mangelndes Durchhaltevermögen, Aggressionen [...]) und suchte nach Wegen, die Trägheit zu überwinden, die Jugendlichen zu motivieren, Schwung und zielstrebige Orientierung in die Arbeit zu bringen. Anerkennung fand diese Arbeit zunächst wenig. Die Erwachsenen-Gemeinde beschwerte sich, dass ich zu viel Zeit für die Jugendarbeit verwendete, die liberalen Laissez-Faire-Pädagogen fanden meine Arbeit zu organisiert, warfen mir autoritäre Strukturen vor, neideten mir den sich einstellende Erfolg, die Frommen fanden meine Arbeit zu liberal, zu wenig religiös missionierend, zu politisch.“ (Lauter 1993, S. 130/131.)

Lauter begründet seine konzeptionelle Entscheidung wie folgt:

„Nahezu alle haupt- und ehrenamtlich in Kindergarten, Heimen, Schule und Jugendarbeit Tätigen beklagen die Verschlechterung der Atmosphäre. Grobe Ausdrucksweise, ein oft unangenehmer Ton, ordinäres Benehmen, mangelnde Rücksichtnahme, Unterdrückung von Schwächeren, Belästigungen, lautstark vorgetragene Ansprüche und die Unfähigkeit, zuzuhören und sachlich zu diskutieren werden genannt. Auch die Kinder und Jugendlichen selber leiden darunter.“ (1993, S. 154.).

Die entscheidenden Impulse für sein neues Konzept der kirchlichen Jugendarbeit erhielt er aus dem Pädagogischen Poem Makarenkos, von dem er 20 Exemplare aus der DDR kaufte, um auch seine Mitarbeiter damit vertraut zu machen (vgl. Lauter 1993, S. 131). Er orientierte sich an Makarenkos Prinzipien und wies ausdrücklich darauf hin, dass man auf die *militärischen Formen in der Gemeinschaftserziehung durchaus verzichten kann* und sie trotzdem funktioniert – immerhin hatte er ja auch Kriegsdienstverweigerer unter seinen Jugendlichen. An dieser Stelle sei angemerkt, dass sich auch Makarenkos Begeisterung für militärische Formen in Grenzen gehalten hat; er schreibt nämlich:

„Ich bin ein Gegner des ständigen Marschierens, für das sich einige junge Pädagogen begeistern: Geht man in den Speisesaal, wird marschiert, geht man zur Arbeit, wird marschiert, immer wird marschiert. Das ist weder schön noch notwendig.“ (Makarenko 1969, Band V, S. 134.)

Aber ein Punkt in Makarenkos Konzept erscheint Lauter besonders wichtig, nämlich die Entwicklung und bewusste Eröffnung von Perspektiven, denn er schreibt:

„Ohne [...] Perspektiven, ohne eine optimistische gesellschaftspolitische Zielvorstellung, die sich an Werten wie Solidarität, Kollektivität, Gerechtigkeit orientiert, ist keine Pädagogik im Sinne Makarenkos denkbar.“ (A.a.O., S. 139). Er fügt hinzu:

„Es fehlt die Vision einer besseren Welt, die Massen von jungen Menschen begeistern könnte, es gibt keine glaubwürdige Organisation, der sie sich anschließen könnten. Es gibt derzeit kaum einen perspektivischen Entwurf für die Welt – ja wir fragen uns: kann es einen solchen überhaupt noch geben?“ (Ebd., S. 41).

Als drittes Beispiel einer erfolgreichen humanistischen Gemeinschaftserziehung sei das Staatliche Erziehungsheim in Bøgholt bei Kopenhagen kurz vorgestellt. Dieses Heim wurde vom ehemaligen Rektor des Sozialpädagogischen Seminars Kopenhagen Harald Rasmussen 1974 übernommen, nachdem es „eine schwere pädagogische Niederlage in seiner Arbeit mit jugendlichen Kriminellen und Drogensüchtigen erlitten hatte“ und daher aufgegeben werden sollte (vgl. Rasmussen 1993, S. 108).

Rasmussen hatte sich bereits seit mehr als zehn Jahren mit Schriften Makarenkos beschäftigt und ein Lehrbuch zur Sozialpädagogik geschrieben, das u.a. auf seinem Studium von Makarenkos Werken basierte (vgl. a.a.O., S. 109). Er hat übrigens an der Humboldt-Universität zu Berlin bei Eberhard Mannschatz promoviert. Bevor die Arbeit im Erziehungsheim Bøgholt begann, hatte Rasmussen sich auch mit anderen Konzeptionen beschäftigt; mit seinen Kollegen war er dabei zu der Erkenntnis gelangt:

„Die amerikanisch beeinflusste Kleingruppenpsychologie z.B. war von laboratorienhaften Experimenten und freudianischem Gedankengut geprägt, was meilenweit von den Realitäten der Entwicklung sozialer Beziehungen zwischen Zöglingen eines Erziehungsheimes wie des unseren lag.“ (A.a.O., S. 109.)

Nach der Rekonstruktion des Heimes wurde es im Spätsommer 1974 wiedereröffnet. Es nahm 30 schwererziehbare Kinder und Jugendliche beiderlei Geschlechts auf, die – ähnlich wie 1920 in Makarenkos Kolonie in Tribby bei Poltava – einen „Haufen“ bildeten, d.h. eine Menge von Personen, die durch gestörte soziale Beziehungen und Existenzprobleme belastet waren, was sich in verschiedenen devianten Verhaltensweisen äußerte:

„Von dem Augenblick an, wo sie durch die Tür traten, waren Unruhe und Zwiespalt sofort spürbar. Sofort fing ein Kampf um den eigenen Status an. Mit einer lauten, drohenden Haltung, mit Prahlereien, Schimpfwörtern und Fluchen wollten sie einander und besonders den Mädchen ihre Härte demonstrieren. Sie sagten den Pädagogen geradeheraus, dass sie hier nicht lange bleiben würden, ja nicht einmal für ein paar Stunden, um ihre ablehnende Haltung der Institution gegenüber unmissverständlich kundzutun.“ (A.a.O., S. 112.)

Um überhaupt über den Tag und die nächste Nacht zu kommen, wandten Rasmussen und seine Mitarbeiter jene Methode an, auf die auch Makarenko in ähnlichen Situationen zurückgegriffen hatte: die *unabdingbare Forderung*:

„Mit wenigen Sätzen hieß ich die Neuankömmlinge in Bøgholt willkommen und begann, ihnen mitzuteilen, wie sich ihr Alltag hier gestalten würde. Wie aus einem Munde unterbrachen sie mich. »Wir wollen keine Schule, das ist tote Hose; und in die Werkstätten wollen wir auch nicht. Nur Schwachköpfe arbeiten; wenn uns etwas fehlt, holen wir's uns einfach« (so die Mädchen).

Ich antwortete nicht darauf, ließ mich auf keine Diskussion ein. Den Zeitpunkt dafür wollte ich mir selbst aussuchen. Ich wandte mich an die zwei anwesenden Sozialpädagogen und bat sie, den Zöglingen ihre Zimmer und die Duschräume zu zeigen. »Alle bleiben heute in den Gebäuden ihrer Abteilung; wenn wir zu Abend gegessen haben, gibt's Sportfilme. Morgen um sieben Uhr stehen wir auf, und dann beginnt der Alltag.«

Am Spätnachmittag versuchten drei davonzulaufen, kamen aber nicht vom Gelände herunter, da sie von Pädagogen in Empfang genommen wurden, die schon auf sie gewartet hatten. Ohne Kommentar wurden sie zurückgeleitet.“ (A.a.O., S. 112.)

In den nächsten Tagen galt es immer wieder durch klare *Forderungen* bezüglich Aufstehen, Waschen, Frühstück, Unterricht besuchen, in den Werkstätten arbeiten usw. das erforderliche *Tages-*

regime durchzusetzen, wobei aber nur bei Gefahr von Gewaltausbrüchen, beim Zotenreißen und Beleidigungen der Mädchen o.ä. Disziplinierungsmittel eingesetzt wurden.

„Nach etwa zwei Wochen begannen unsere neuen Bewohner ruhiger zu werden. Da kam ein neuer »Haufen« von zehn Zöglingen derselben Sorte [...]. Diesmal ging es aber schon leichter, die negativsten Elemente unter ihnen zur Einsicht zu bringen, dass gewisse Regeln unbedingt eingehalten werden müssen. Und noch leichter ging es, als der dritte »Haufen« fünf Wochen nach den ersten Zöglingen ankam. Dieser wurde von den »alten« Zöglingen sogleich informiert, warum sie in Bøgholt blieben, die Schule, die Werkstätten usw. besuchten. Hauptargument war, dass die Freizeitaktivitäten hier etwas taugten [...]. Alle mussten damals an den *schwerpunktmäßig sportlich bestimmten Aktivitäten* teilnehmen (Hervorhebung durch W. N.). Es war Jahre nicht mehr vorgekommen, dass Pädagogen solche Forderungen an sie gestellt hatten. Die zu dieser Zeit herrschende pädagogische Richtung legte den Akzent auf die Motivierung durch Gespräche und ließ den Kindern und Jugendlichen die »freie Wahl«, sich für die eine oder andere Aktivität zu entscheiden oder eben überhaupt nicht teilzunehmen.“ (A.a.O., S. 113.)

Natürlich versuchte gelegentlich ein Zögling, sich vorm Unterricht zu drücken, indem er sich frühmorgens krank meldete. In solchen Fällen, in denen auch nicht immer gleich zu erkennen war, ob der oder die Betreffende simulierte, wurden sie aufmerksam und fürsorglich wie Kranke behandelt; sie mussten im Bett bleiben, Fieber messen, Tee trinken usw.; dabei zeigte sich, dass die *Simulanten* ihre Rolle nicht länger als zwei Tage durchhalten konnten.

Es wurde strickt darauf geachtet, dass in Fällen von Diebstahl in Geschäften die Diebe in Begleitung eines Pädagogen die gestohlenen Sachen zurückbrachten. Die Einhaltung der Norm („wir stehlen nicht“) gehörte in Rasmussens Erziehungsheim mit zu den unabdingbaren Forderungen. Auf diese Weise gelang es, die Diebstähle zu reduzieren und weitgehend einzudämmen. Dass manche Zöglinge ihre Drohung, auszureißen, gelegentlich auch verwirklichten, ist nicht verwunderlich. Im Unterschied zu früheren Heimen machten die Ausreißer allerdings in Bøgholt die Erfahrung, dass sie *nicht beschimpft*, sondern im besorgten Ton nach den Gründen ihres Ausreißens befragt wurden, wenn sie sich wieder eingefunden hatten. Die verständnisvolle Behandlung führte dazu,

„dass es fast zur Norm wurde, im Falle des Ausreißens mindestens einmal am Tage anzurufen, um wenigstens ein Lebenszeichen zu geben. Der Anruf führte nicht selten dazu, dass die oder der Betroffene um Geld bat, um nach Bøgholt zurückfahren zu können. Besonders die fortgelaufenen Mädchen waren überzeugt davon, dass ich als Heimleiter so besorgt um sie war, dass ich nicht schlafen konnte. Deshalb konnten sie um zwei oder drei Uhr nachts anrufen, um mir zu versichern, dass sie in ein paar Tagen wiederkommen würden. Oft kamen sie dann am Tag nach dem Gespräch“ (a.a.O., S. 113).

Rasmussen berichtet darüber, dass es auch eine Studie zur Dauerhaftigkeit der pädagogischen Wirkungen des Erziehungsheimes von Bøgholt gegeben hat, die belegt, dass zum Untersuchungszeitpunkt

- mehr als Dreiviertel der ehemaligen Zöglinge nicht wieder straffällig geworden sind;
- mehr als die Hälfte der Zöglinge drei oder fünf Jahre Weiterbildung hinter sich gebracht haben; und
- eine bedeutende Zahl der ehemaligen Zöglinge in verschiedenen gesellschaftlichen Organisationen Vertrauensämter innehaben.

Mit diesen Ergebnissen lag Bøgholt weit über dem, was in anderen Erziehungseinrichtungen Dänemarks erreicht wurde.

Ich hoffe, dass mit diesen Ausführungen deutlich geworden ist, dass Hermann Lietz pädagogische Ideen und Methoden entwickelt und erprobt hat, die weit über seine ursprünglichen Absichten (nämlich einer Verbesserung von Schulen) hinaus in unterschiedlichen Varianten wirksam geworden sind und damit auch unter diesem Aspekt unsere volle Wertschätzung verdienen, wobei wir natürlich die Grenzen der Lietzschen Konzeption nicht übersehen wollen.

Clara Zetkin wertete die *pädagogische* Komponente in den Landerziehungsheimen recht hoch, wenngleich sie dabei wohl vor allem die Wickersdorfer Schulgemeinde im Blick hatte, in der speziell die *demokratischen Elemente in der Konzeption von Lietz* weiterentwickelt worden waren. Sie schrieb:

„Die pädagogische Wertung der Selbsterziehung und Selbstentscheidung als Mittel der Selbsterziehung findet ihren Ausdruck in der Praxis der Landerziehungsheime. Diese stellen meiner Ansicht nach die reifste, höchste Frucht der bürgerlichen Pädagogik dar, [...]. Die gut geleiteten Landerziehungsheime haben – um diesen Ausdruck zu gebrauchen – eine demokratische Verfassung, und den Zöglingen steht von frühem Alter an und in steigendem Maße das Recht der Mitberatung und Mitbestimmung in allen Angelegenheiten zu, die sie angehen. Das ganze Leben der Landerziehungsheime untersteht mit in weitestem Umfange der Entscheidung der Zöglinge, wie auch der Unterricht vor allem auf Selbstbetätigung gestellt ist.“ (Zetkin 1983, S. 238; vgl. auch Krupskaja 1967, S. 334.)

Nach meiner Auffassung bedeutet die demokratisch entwickelte Landerziehungsheimkonzeption nicht nur einen *Fortschritt* für das Schulwesen, sondern für Erziehung überhaupt, der sich in folgenden Positionen zusammenfassen lässt:

1. Humanistische Erziehung erfordert *grundsätzlich eine Gemeinschaftserziehung*, die jeder heranwachsenden Persönlichkeit vielfältige *Möglichkeiten* zur Betätigung bietet, aber auch *Grenzen* im Interesse eines friedlichen Zusammenlebens und psychisch gesunder Persönlichkeitsentwicklung setzt.
2. Die Bildung von Gemeinschaften entspricht einem basalem Bedürfnis der Menschen; es kommt deshalb darauf an, in den Kinder- und Jugendgruppen, die sich auch vielfach spontan bilden, *humanen Normen des Umgangs miteinander* Geltung zu verschaffen und die Gruppen auf *menschlich wertvolle Tätigkeitsziele* zu orientieren, wobei hinreichende Freiräume für die Entwicklung wertvoller *individueller Interessen und Neigungen* bestehen müssen.
3. Gemeinschaften haben dann eine entwicklungsfördernde Wirkung, wenn die Organe der Selbstverwaltung (z.B. Wehrlis „Vereinsrat“ und „Haushaltungsrat“ oder die „Beratungen in der Kapelle“ bei Lietz oder der „Rat der Kommandeure bzw. Brigadiere“ bei Makarenko) funktionieren, wobei folgende Erkenntnisse zu beachten sind:
 - a) Das Prinzip der wechselseitigen Führung und Unterordnung, um *sowohl* die Fähigkeit zur Wahrnehmung von persönlicher Verantwortung *als auch* zur Einordnung (Gemeinschaftsfähigkeit im umfassenden Sinne) zu entwickeln;
 - b) das Prinzip der Verbindung von Unterricht, produktiver Arbeit, Sport und künstlerischer Betätigung im Rahmen gemeinsamer Lebensgestaltung;
 - c) die Ableitung von Forderungen aus der „eisernen Logik des menschlichen Zusammenlebens“ (Alfred Adler 1870–1937; zitiert nach Ansbacher/Ansbacher 1982, S. 136), insbesondere des gemeinsamen Arbeitens und Lernens, was Willkür verbietet und freiwillige Disziplin fördert;
 - d) Achtung und Förderung jedes Gemeinschaftsmitgliedes unabhängig von seiner Herkunft und Vergangenheit (Schutz vor Mobbing und Schikanen!);
 - e) Entwicklung einer öffentlichen Meinung im Sinne humaner Normen und einer optimistischen Grundstimmung;
 - f) Entwicklung wertvoller kollektiver Traditionen und erstrebenswerter Perspektiven, die das Handeln stimulieren und orientieren.

Ich halte es für wünschenswert, wenn sich Theoretiker und Praktiker der Erziehung in der Bundesrepublik auf die Erkenntnisse zur humanistischen Gemeinschaftserziehung besinnen würden, um sie zum Wohle unserer Kinder und Jugendlichen zu nutzen – speziell im Praxisbereich der Sozialpädagogik (s. Naumann 2011). Vielleicht helfen die vorgetragenen Einsichten in die *historischen Zusammenhänge*, um die nach der Wende 1990 nicht nur im Osten Deutschlands verbreiteten Vorbehalte gegenüber der Gemeinschaftserziehung abzubauen – man kann ja entsprechend vorliegender Erfahrungen die Fehler von Lietz, Makarenko und ihren missverstehenden Kritikern oder missverständlichen Anhängern vermeiden!

Literatur

- Ansbacher, Heinz; Ansbacher, Rowena (Hrsg.): Alfred Adlers Individualpsychologie. Eine systematische Lehre in Auszügen aus seinen Schriften. 3., ergänzte Auflage, Ernst Reinhardt Verlag, München/Basel 1982.
- Badry, Elisabeth: Die Gründer der Landerziehungsheime. In: Klassiker der Pädagogik II. Von Karl Marx bis Jean Piaget. Herausgegeben von Hans Scheuerl, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1979.
- Bejlinson, Valentin: A. S. Makarenko in Moskau. Die beiden letzten Lebensjahre. In: JahrBuch für Forschungen zur Geschichte der Arbeiterbewegung 2007/II, NDZ GmbH, München Mai 2007.
- Froese, Leonhard: Anton Makarenko (1888–1935) In: Klassiker der Pädagogik. Herausgegeben von Hans Scheuerl, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1979.
- Günther-Schellheimer, Edgar. Makarenko in meinem Leben. NORA Verlagsgemeinschaft Dyck & Westerbeide, Berlin 2005.
- Garcia, Joseph: Individuum in der Pädagogik aus der Sicht eines Außenseiters. In: Makarenko-Diskussionen International. Protokoll des 2. Marburger Gesprächs (1.– 4. Mai 1986). Herausgegeben von Götz Hillig und Siegfried Weitz, Minerva-Publikation, München 1989.
- Goethe, Johann Wolfgang v.: Wilhelm Meisters Wanderjahre. In: Poetische Werke, Romane und Erzählungen III. Berliner Ausgabe, Band 11. Aufbau Verlag, Berlin/Weimar 1976.
- Heim, Dieter: Hermann Lietz und sein Landerziehungsheim Haubinda. In: Hermann Lietz-Schulen – Die ersten 100 Jahre, Hrsg.: M. Gumtau u.a., Hildburghausen 1998.
- Hillig, Götz: Eine Jugend in Russland. In: Makarenko Diskussionen International. Protokoll des 2. Marburger Gesprächs (1.– 4. Mai 1986). Herausgegeben von Götz Hillig und Siegfried Weitz, Minerva-Publikation, München 1989
- Hillig, Götz: „Zumindest gibt es in Wickersdorf keinen Kaiser, keinen Gott und keine Kaserne...“ Vier Zeugnisse aus Sowjetrussland und der Sowjet-Ukraine über die Freie Schulgemeinde Wickersdorf (1922–1925), eingeführt, übersetzt und kommentiert von Götz Hillig. Jahrbuch für Historische Bildungsforschung 2006, Verlag Julius Klinghardt, Bad Heilbrunn/Obb. 2006.
- Hillig, Götz: Erziehung im Kibbutz – Ein Überblick für Pädagogen in der postsowjetischen Ukraine. In: Tertium Comparationis, Journal für International und Interkulturell Vergleichende Erziehungswissenschaft. Vol 9, No 2, pp 188–222, 2003; Waxmann Verlag GmbH 2003 (online: http://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=2940; Zugriff: 04.10.13).
- Hirzel, Karl: *Stichwort*: Fellenberg. In: Schmid, Karl A. und andere: Encyklopädie des gesamten Erziehungs- und Unterrichtswesens. Band 2, Fues's Verlag, Leipzig 1878, S. 419.
- Klier, Freya: Lüg Vaterland. Erziehung in der DDR. Kindler Verlag, München 1990.
- Krupskaja, Nadeshda Konstantinowna: Sozialistische Pädagogik. Band 1, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1967.
- Lauter, Dietrich: Makarenko in der kirchlichen Jugendarbeit – Bericht über einen Versuch. In: Makarenko-Diskussionen International. Protokoll des 2. Marburger Gesprächs (1.– 4. Mai 1986). Hrsg.: Götz Hillig und Siegfried Weitz, Minerva-Publikation, München 1989.
- Lauter, Dietrich: Makarenko, ohne Perspektive? In: Makarenko Studien International. Makarenko in Ost und West Teil II, td publications. München 1993.
- Lietz, Hermann: Deutsche Land-Erziehungs-Heime – Grundsätze und Einrichtungen. Zickfeldt. Osterwieck am Harz (ohne Jahresangabe).

- Lietz, Hermann: Emlohstobba – Roman oder Wirklichkeit? Bilder aus dem Schulleben der Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft? Rudolf Lassahn (Hrsg.), Heinsberg 1997.
- Lietz, Hermann: Ein Tag im Schulstaat Emlohstobba. Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung. Berlin 1897.
- Lietz, Hermann: Des Vaterlandes Not und Hoffnung. Gedanken und Vorschläge zur Sozialpolitik und Volkserziehung. Verlag des Landes-Waisenhauses an der Ilse 1919.
- Lietz, Hermann: Lebenserinnerungen. Neu herausgegeben und durch Briefe und Berichte ergänzt von Alfred Andreesen. Hermann Lietz Verlag. Weimar 1935.
- Makarenko, Anton Semjonowitsch: Werke. Band I, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1972 (4. Auflage).
- Makarenko, Anton Semjonowitsch: Werke. Band II, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1977 (5. Auflage).
- Makarenko, Anton Semjonowitsch: Werke. Band V, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1969 (5. Auflage).
- Makarenko, Anton Semjonowitsch: Werke. Band VII, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1976 (3. Auflage).
- Makarenko, Anton Semjonowitsch: Gesammelte Werke, Band VII; Marburger Ausgabe; Otto Maier Verlag Ravensburg 1976.
- Müller, J. L.: Goethes Beziehungen zu Schnepfenthal. In: Schnepfenthäler Nachrichten Nr. 2/1932.
- Naumann, Werner: Sozialpädagogik – Umriss einer erziehungswissenschaftlichen Disziplin und Prinzipien ihrer praktischen Anwendung. Logos Verlag, (4. Auflage) Berlin 2011.
- Niekammer, Paul: Niekammer's Güter-Adressbücher Band I, Pommern, Leipzig 1919.
- Rasmussen, Harald: Zur Rezeption Makarenkos in Dänemark. Der Praxisversuch im staatlichen Erziehungsheim Bøgholt. In: Makarenko Studien International. Makarenko in Ost und West Teil II, td publications. München 1993.
- Rieke: Wehrlianstalten. In: Schmid, Karl A. und andere: Encyklopädie des gesamten Erziehungs- und Unterrichtswesens. Bd. 10, Fues's Verlag, Leipzig 1887.
- Weitz, Siegfried: Makarenko als Pädagoge – Versuch einer Standortbestimmung. In: Makarenko-Diskussionen International. Protokoll des 2. Marburger Gesprächs (1–4. Mai 1986). Hrsg.: Götz Hillig und Siegfried Weitz, Minerva-Publikation, München 1989.
- wikipedia: Theodor Lessing: de.wikipedia.org/wiki/theodor_Lessing (letzter Zugriff am 14.01.2020).
- 200 Jahre Salzmannschule Schnepfenthal (1784–1984). Gothaer Museumsheft, Sonderheft 1, Redaktion: Erwin Deimling und Dr. Jürgen Küster, Gotha 1984.
- Zetkin, Clara: Revolutionäre Bildungspolitik und marxistische Pädagogik. Ausgewählte Reden und Schriften. Eingeleitet und erläutert von Gerd Hohendorf. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1983.



Peter Plath (MLS), Ernst-Christoph Haß (MLS) und Elisabeth Swart

Kooperatives Verhalten von Individuen bei destruktivem Wachstum in einer globalen Welt

Iwan Frolow conference on November 26th, 2019 — „Der Mensch in einer globalisierten Welt: Risiken und Perspektiven“

Veröffentlicht: 17. Februar 2020

Einführung

Fragen wir zuerst einmal, was wir unter einer „globalen Welt“ zu verstehen haben, denn dieser Begriff ist keineswegs streng definiert.

„Aurelius Augustinus (*354; †430) schreibt in seiner *Genesis*-Interpretation von der *globosa moles*, also der ‚kugelförmigen Masse‘ als es darum ging, die Erde nach der Schöpfung Gottes zu beschreiben. ... Der uns so geläufige Begriff des Globus ist eine aus dem Alltag stammende Metapher: Die *globi* sind spätestens seit dem ersten Jahrhundert in der römischen Antike als in Wasser gekochte Mehlkugeln eine wichtige Speise, die Vorläufer der heutigen Pasta.“¹

Über die Spätantike und das gesamte Mittelalter hinweg war die Vorstellung von der Kugelgestalt der Erde ob als *globus terrae*, wie bei Johannes Scotus Eruigen (*810; †877), als „ymbhwyrft pises mid-dangeardes“ (Kugel dieser Mittelerde) des angelsächsischen Königs Alfred (*849; †899) oder als *arenosus globus* bei Hildegard von Bingen (*1098; †1171) auch im europäischen Raum präsent.²

Die „globale Welt“ bedeutet, die Kugelgestalt der Erde vorausgesetzt, in diesem Sinn also den Bereich, der für den Menschen zugänglich ist, der also auf der Basis ihrer Kommunikationsmittel und Strukturen erfasst wird. In diesem Sinn ist der Begriff der „globalen Welt“ allumfassend, da er die Menge aller miteinander kommunizierenden Menschen umfasst. Unter Kommunikation wollen wir hier sehr allgemein jede Art des Austausches von Information, Informationsträgern und Wissen in der Welt verstehen. Heute verstehen wir unter der globalen Welt den ganzen Erdball, und der Warenaustausch ist dabei die vorherrschende, weil bestimmende, die entscheidende Form der Kommunikation.

Aber das war nicht immer so. Zum Beispiel umfasste das Römische Reich mehr oder weniger nur die Völker des Mittelmeerraumes und Vorderen Orients. Der habsburgisch spanische König Karl I. wurde unter starker Beteiligung der international bzw. global agierenden deutschen Kaufleute und Bankiers, der Welser und Fugger, von den davon profitierenden Kurfürsten als zum Kaiser Karl V. des „Heiligen römischen Reiches deutscher Nation“ (962 bis 1806) gewählt. Sein Reich (*Imperio español*), „in dem die Sonne niemals unterging“, erstreckte sich darüber hinaus auf Spanien, weite Gebiete Italiens (Neapel, Sizilien, Sardinien), die Niederlande und Österreich, [Amerika](#), [Afrika](#), [Asien](#) und [Ozeanien](#), mit einem territorialen Schwerpunkt in Amerika. Aber das war dennoch nur ein kleiner Bereich der damals bevölkerten Welt.

Da der Austausch von Informationen und jederart Waren bzw. allgemeiner die Kommunikation die entscheidende Qualität ist, die die Globalität bestimmt, können wir ein globales System gewissermaßen als ein geschlossenes System im physikalischen Sinn begreifen. (Es ist jedoch kein abgeschlossenes System, da es hinsichtlich des Energieaustausches mit der Sonne bzw. dem Weltall offen ist.) W. Ebeling, A. Engel und R. Feistel beschreiben die Konsequenz dieser Nicht-Abgeschlossenheit durch den Entropie-Export der Erde in ihrem Modell der Photonenmühle³:

„Der Planet Erde ist eine Art „Photonenmühle“, die in einem Gefälle zwischen heißen Photonen der Sonnenstrahlung und kühlen Photonen der Abstrahlung arbeitet. Die Zahl $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ charakterisiert die thermodynamische Stärke der Triebkraft dieser Mühle, die die Prozesse der Selbstorganisation und Evolution auf der Erde antreibt.“



Abb. 1 Kaiser [Karl V.](#) herrschte über ein globales Imperium, in dem „die Sonne niemals unterging“; Gemälde von Peter Paul [Rubens](#)^{4,5}.

Der Austauschprozess zwischen den Individuen des globalen Systems der Menschen entspricht einer Struktur, die sich je nach den Input- und Output-Bedingungen verändern wird. Im Besonderen handelt es sich um ein autopoietisches System (N. Luhmann)⁶ (Maturana)⁷.

Beispiel: Der Schleimpilz – ein biologisches System, das wachsen kann

Um die Möglichkeiten eines solchen Systems zu erkennen, betrachten wir einführend das biologische System des Schleimpilzes (*Dictyostelium discoideum*): In einer Petrischale befinden sich auf einer Nahrung enthaltenden Agar-Agar Schicht viele einzelne Schleimpilz-Zellen. Ist in Reichweite einer jeden Zelle genügend Nahrung vorhanden, so agiert jede Zelle als eigenes Individuum, das „erratisch taumelnd“ in seiner unmittelbaren Umgebung grast. Wird die Nahrung an diesem Fleck knapper, dann führt ein jedes Individuum für sich selbst eine koordinierte Bewegung aus; es rudert mit seinen Füßchen (Pseudopodien) und kommt so auf geradem Wege ein ganzes Stück weiter^{8,9}.

Trifft es dabei auf einen größeren Nahrungsvorrat, dann fängt es wieder an, torkelnd, eine unkoordinierte Bewegung ausführend, in dieser Gegend zu „grasen“. Die Richtung, in die es sich dabei – insbesondere bei koordinierter Bewegung – bewegt, wird durch den lokalen Konzentrationsgradienten der Nahrung am jeweiligen Ausgangsort bestimmt.¹⁰

Das resultierende Bewegungsmuster entspricht einem Petri-Netz.¹¹ Es garantiert eine wesentlich effektivere Nahrungsbeschaffung als in dem Fall, dass die einzelne Zelle sich nur diffusiv, also erratisch fortbewegen würde. Diese Struktur der Bewegung ist die effektivste Strategie der Nahrungsbeschaffung der individuell agierenden Zellen. Sie vermeiden eine Begegnung mit anderen Zellen dadurch, dass sie ihre Bewegung nach der lokalen Nahrungsmittelkonzentration bzw. dessen lokalem Gradienten richten.

Erreicht die Nahrungsmittelkonzentration Ort für Ort jedoch den Schwellwert, der Hunger in den einzelnen Individuen erzeugt, dann ändern sie ihre Strategie grundlegend. Statt einander zu vermeiden, finden sie zusammen und bilden ein fraktales Netzwerk von Bächen, Flüssen und Strömen, in dem sie sich eng aneinander geschmiegt zu einem dabei entstehenden Zellhaufen hinbewegen.

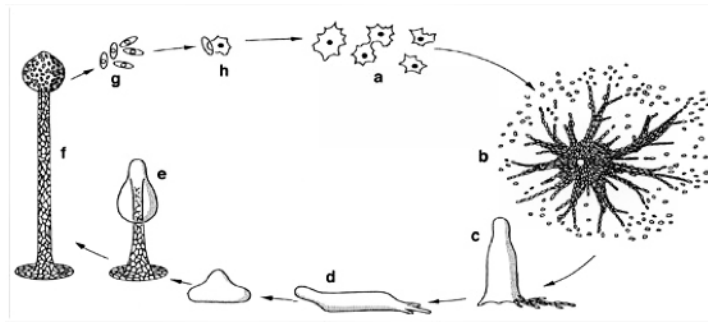


Abb. 2 Sozialer Lebenszyklus des Schleimpilzes (*Dictyostelium discoideum*)¹²

Zitat: „Sobald die Nahrung knapp wird, kriechen die Amöben (a = Vermehrungsphase der frei lebenden Amöben) zusammen (Aggregation, b). Das Aggregat (Pseudoplasmodium) mit bis zu 10^5 Zellen bildet einen etwa 1 mm großen, senkrecht vom Substrat abstehenden Conus (c), der Polarität aufweist und – sobald er umkippt – auf dem Substrat herumkriecht (Migrationsphase, d)... Schließlich bildet der Zellverband einen Sporenträger (Sporangiophor) mit Basalscheibe, Stiel und endständiger Sporenmasse (Kulmination, e–f). ... die Sporenzellen fallen auseinander (g) und können vom Wind verdriftet werden. Aus ihnen keimen, wenn sie geeignetes Substrat erreichen, wieder typische Amöben (h).“

Hat sich an einer Stelle eine genügend große Zahl von Zellen angesammelt, so stößt dieser Zellhaufen Ca^{2+} -Ionen aus, die schließlich in Form einer sich drehenden Spiralwelle durch das ganze System wandern. Die Richtung, in der die Zellflüsse fließen, wird durch den räumlich-zeitlichen Verlauf der Ca^{2+} -Ionenkonzentration in der Spiralwelle bestimmt – sie fließen zum Zentrum der Spiralwelle!

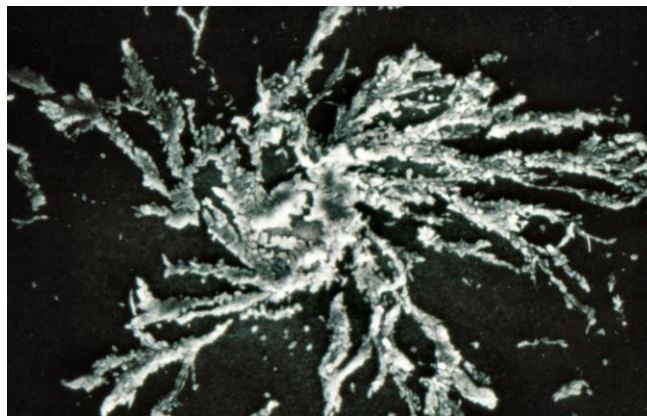


Abb. 3 Bildung eines fraktalen Zellhaufens von *Dictyostelium discoideum* während der Aggregationsphase. Die einzelnen Zellen bewegen sich eng aneinander geschmiegt zum Zentrum des Haufens hin. (Photo: P. Plath, M. Vicker)

In diesem Zellhaufen setzt sich die bereits einsetzende Differenzierung der einzelnen Zellen durch räumliche Separation der einzelnen Zellen bezüglich ihrer Funktion im Zellhaufen fort, der dadurch zu einem Körper wird, gewissermaßen mit unterschiedlichen „Organen“: es bildet sich eine Pilzform aus, mit einem „Fuß“, einem „Stamm“ und einer „Sporenkapsel“. Während dieser „Pilz“ wächst, dreht sich die Ca^{2+} Spirale auch in seinem Körper!

Beim Wachstum einer Population gibt es also qualitative Änderungen im Verhalten des Systems, lange bevor das wachsende System seine Grenzen erkennt bzw. diese für das Verhalten des Systems relevant werden.

Das Individuum, das sich selbst genügt, jede Kooperation vermeidet auch wenn es eine „Gesellschaft“ bildet, hat zur Voraussetzung, dass es als Individuum ausreichenden Zugang zu den Ressourcen hat, die es zu seinem momentanen „Leben“ benötigt.

Auch das Wachstum des Systems bzw. das Wachstum der Population setzt voraus, dass für die Gesamtpopulation keine Grenzen des Zugriffs auf die Ressourcen spürbar sind. Nun muss die Population aber als Ganzes, als neue Entität verstanden werden, völlig unabhängig von den verschiedenen

Strukturen, die sich bei unbeschränktem Zugang der Population zu den Ressourcen herausgebildet haben.



Abb. 4 Syrische Flüchtlinge auf der Flucht vor dem IS. Eng aneinander geschmiegt bewegen sich die Flüchtlinge auf ihr weit entferntes Ziel hin. In der Regel stranden sie in großen Flüchtlingslagern, wo sie meist zu Tausenden festsitzen. Dies gilt für die Flüchtlinge in Syrien, die durch Syrien und teils durch Europa in solchen kilometerlangen Zügen laufen ebenso wie für die Flüchtlinge aus den Staaten Mittelamerikas, die durch Mexiko an die US-amerikanische Grenze ziehen. (Photo: ©Orhan Cicek/Anadolu Agency; www.Stern .de vom 19.Sept. 2014 um 15:44 Uhr)¹³

Dies gilt auch, wenn für die Gesamtheit die Beschränkung der Ressourcen spürbar wird. Meadow beschreibt in seinem Buch „Die Grenzen des Wachstums“¹⁴ sowie in dem Buch „Das globale Gleichgewicht“¹⁵ bzw. in der Neuauflage „Die neuen Grenzen des Wachstums“¹⁶, wie sich die Ressourcen beim Wachstum der Menschheit verändern und sich somit auch die Grenzen des Wachstums verschieben.

Lange Zeit über war es für Teilpopulationen möglich, durch Auswanderung und Kriege die Grenzen „nach oben“ zu verschieben, später geschah dies vor allem durch die Industrialisierung, die es ermöglichte, die Zugänglichkeit zu den Ressourcen zu erweitern und so die Grenzen des Wachstums „nach oben“ zu korrigieren. Beide Möglichkeiten waren und sind auch heute noch mit Kriegen verbunden und bestimmen wesentlich das Geschehen der betreffenden Völker (Teilpopulationen). Dennoch wächst die Menschheit unabhängig davon an. Die Besiedelung Amerikas war auf das engste verbunden mit der fast vollständigen Vernichtung der dort bereits lebenden Menschen, aber insgesamt nimmt auch dort – wie auch in der übrigen Welt – die menschliche Population so gewaltig zu, dass die Vernichtung ganzer Völkerschaften nur noch eine völlig unbedeutende Randerscheinung des Wachstumsprozesses der gesamten Menschheit war. Ähnliches gilt für den dreißigjährigen Krieg (1618 – 1648), bei dem z.B. in Süddeutschland 2/3 der Gesamtbevölkerung vernichtet wurde.¹⁷

Dies gilt auch für das 20. und 21. Jahrhundert. Die gewaltigen Opfer vieler Völker in den beiden Weltkriegen spielen für das Wachstum der Weltbevölkerung nur eine untergeordnete Rolle. Auch die großen Hungersnöte und Kindersterblichkeit sowie die Ausrottung der indigenen Völker sind unmaßgeblich im Hinblick auf die Entwicklung der Weltbevölkerung.¹⁸

Durch die Entwicklung der Industrie und den immer effektiveren Einsatz der Technik sowie die gewaltige Entwicklung der Finanzwirtschaft sowie die sich immer mehr vergrößernde Ausbeutung gewaltiger Massen von Menschen, Tieren und Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft werden die Grenzen des Wachstums der menschlichen Population immer weiter „nach oben“ verschoben, da immer mehr Ressourcen erschlossen werden können, obwohl die Zugänglichkeit zu ihnen immer schwieriger wird. Aber, und das ist ganz wesentlich, dies ist inhärent verbunden mit einer immer größer werdenden Zerstörung der „Umwelt“ und damit letztlich einer Vernichtung der „natürlichen Ressourcen“.

Halten wir fest:

- a) Das Leben der Menschheit, d.h. insbesondere ihr Wachstum, ist auf Engste verbunden mit der Zerstörung der Voraussetzungen eben dieses Wachstums.
- b) Aber mit der Erschließung immer neuer Ressourcen gelingt es der Menschheit über einen gewissen Zeitraum hinweg, die Grenzen ihres Wachstums immer weiter „nach oben“, das heißt zu weiterem Wachstum zu verschieben.

Das von Werner Ebeling sowie Manfred Peschel und Werner Mende¹⁹ entwickelte Modell des *Evolons* beschreibt im Zeitbereich einen *s-förmigen*, stetigen monotonen Übergang zwischen zwei Stufen eines Wachstumsvorganges, dessen obere Grenze durch die Ressourcen bestimmt ist.

„Unter einem Evolon wollen wir jeden Prozess oder Mechanismus verstehen, der sich im Wachstumsindikator als s-förmige monotone Übergangsstufe ausdrückt im Fall der monotonen Zunahme; im Fall einer monotonen Abnahme sprechen wir von einem Antievolon.“

1.6. Stetige Zustandsübergänge und kooperative Effekte, das EVOLON und die Evolutionstreppe

Einfache kontinuierliche Wachstumsvorgänge erscheinen in der Regel als s-förmige stetige und monotone Zustandsübergänge.

Bild 13 zeigt einen solchen Übergangsvorgang $x = F(t)$.

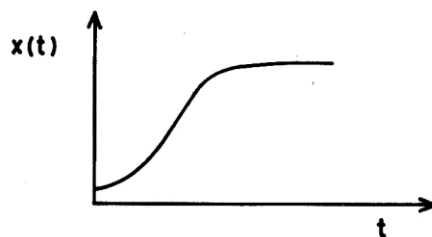


Bild 13. Übergangsvorgang eines Wachstumsindikators

Abb. 5 Kopie der graphischen Darstellung eines Evolons nach M. Peschel und W. Mende aus ihrem Buch „Leben wir in einer Volterra-Welt?“ Akademie-Verlag (1983) S. 42.

Dieser interessante Ansatz berücksichtigt aber nicht, dass alle lebenden Systeme ihre lokalen Ressourcen eben nicht nur brauchen, sondern auch aufbrauchen und damit ihre „Umwelt“ gewissermaßen durch ihr Wachstum zerstören. Wir schlagen deshalb vor, den Begriff des Evolons dahingehend zu erweitern, dass eine von der Populationsgröße abhängige Zerstörung bzw. Erosion der „Umwelt“ mitberücksichtigt wird (vgl. Abb. 6).

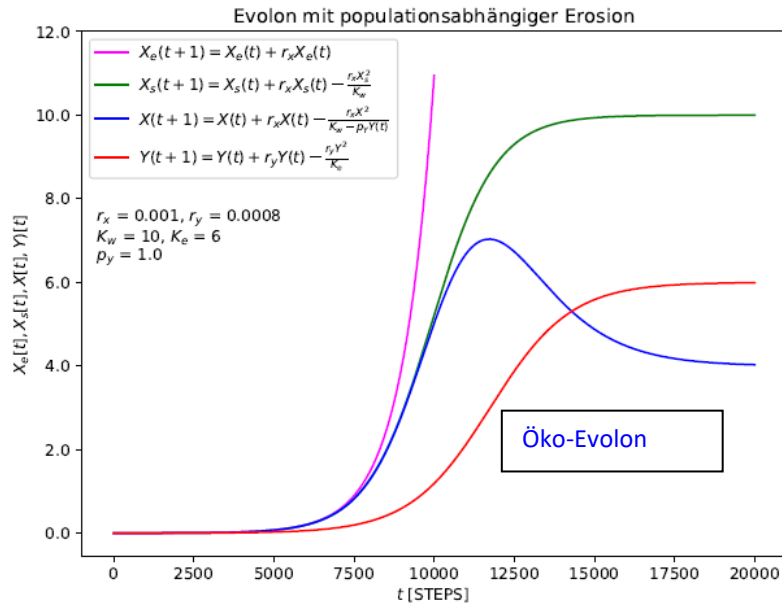


Abb. 6 Das erweiterte Evolon bzw. das Öko-Evolon

- violett:** klassische, exponentielle Wachstumsfunktion,
grün: das Evolon von M. Peschel und W. Ebeling – das ist vergleichbar mit den Ergebnissen des Club of Rome etc. –,
rot: die populationsabhängige Zerstörung/Erosion unserer Umwelt, die uns die Grenzen unseres Wachstums vorgibt – Ansatz von P. Plath und E.-C. Haß –,
blau: das erweiterte Evolon von P. Plath und E.-C. Haß – eine realitätsnahe Beschreibung der Populationsentwicklung der Menschheit.
 Die Abszisse ist die Zeit, die Ordinate ist die Population:

$$X(t+1) = X(t) + r_x X(t) - \frac{r_x X^2(t)}{K_w - p_Y Y(t)}$$

$$Y(t+1) = Y(t) + r_Y Y(t) - \frac{r_Y Y^2(t)}{K_e}$$

Wir nennen diese Funktion, um den Unterschied deutlich zu machen, das *Öko-Evolon*. Sie wird hier durch zwei gekoppelte iterierte Funktionen beschrieben. Das *Öko-Evolon* hat eine frappierende Ähnlichkeit mit der von D. Lurié und J. Wagensberg in einem Mikrodurchflusskalorimeter gemessenen zeitlichen Wärmeproduktion eines befruchteten Amphibien-Eis^{20,21}.

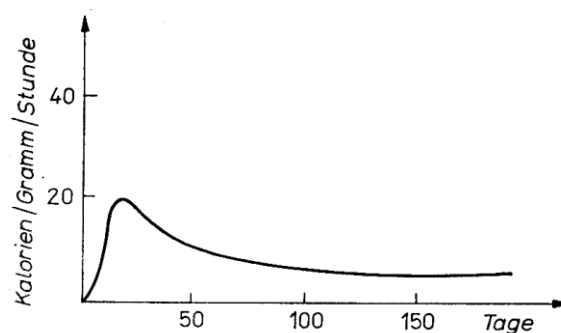


Abb. 7 Typischer Verlauf der Wärmeproduktion eines befruchteten Amphibien-Eis nach den Ergebnissen von Daid Lurié und Jorge Wagensberg (1979). Bild entnommen dem Buch von W. Ebeling, A. Engel und R. Feistel²².

Die Entwicklung der befruchteten Keimzelle in einem Ei beruht auf der Vermehrung und Differenzierung der Eizelle in der Keimscheibe auf Kosten von Weißei (Ei-weiß) und Dotter (Ei-gelb), wobei

das Ei durch den Gasaustausch von Sauerstoffimport und CO₂ Export sowie den Wärmeaustausch durch die Eischale hindurch mit der „Außenwelt“ verbunden ist. In diesem Sinn ist das Ei thermodynamisch ein offenes System.²³ Hinsichtlich der Stoffe, die zum Zellaufbau und dem Differenzierungsprozess benötigt werden, ist aber die Stoffmenge Dotter plus Weißer begrenzt und wird im Verlauf der Entwicklung auch aufgebraucht.

„Die Betrachtung von ... zeigt, dass die Entropieänderung des Embryos aus der Überlagerung eines positiven Terms (Wachstum) und eines negativen Terms (Differenzierung) besteht. Aus diesem Grunde darf man nicht ein monotonen Verhalten der Entropieänderung erwarten (Lurié und Wagensberg, 1979).“²⁴

Ebeling zeigt weiterhin, dass die Entropieänderung im Ei im Wesentlichen auf die Wärmeproduktion in der Keimscheibe, also die Prozesse der Differenzierung und Zellvermehrung zurückgeführt werden kann. Es findet also eine beachtliche Strukturbildung statt und dennoch kann sich die Keimscheibe nur zum Embryo entwickeln, *weil sie wächst*. Dadurch wird es erst möglich, die unvorstellbar komplexen Strukturen zu entwickeln, die der Embryo zu seiner Entwicklung benötigt. Aber noch im Ei setzt der Prozess ein, bei dem nicht mehr das „unbegrenzte Wachstum“ der ausschlaggebende Entwicklungsfaktor ist, sondern bei Abnahme der „internen Ressourcen“ die strukturbildenden Differenzierungsprozesse. Dabei kann es durchaus noch Wachstum geben, aber die Wärmeproduktion und damit die Entropieproduktion wird doch immer weiter verringert werden. Es verbleiben schließlich nur zwei Möglichkeiten für die Beendigung dieses Prozesses: das „Küken“ stirbt in der Eischale oder es schlüpft.

Betrachtet man das Wachstum der Weltbevölkerung, dann sind einige Parallelen hierzu doch sehr auffällig. Auch hier haben wir es mit einem wachsenden System – der Menschheit – zu tun, dessen Entwicklung durch ständige Differenzierungsprozesse, also sich selbstorganisierende Prozesse gekennzeichnet ist. Auch dieses System verbraucht seine „inneren Ressourcen“! Hier überwiegt die Entropieproduktion auf Grund des Wachstums, obwohl die durch die soziale und individuelle Differenzierung (Selbstorganisation) bedingte Entropieverminderung auch hier durchaus stattfindet! Was die Wärmeproduktion der Menschheit betrifft, so ist es vor allem die Industrieproduktion, die dafür heute verantwortlich ist, was über den Ausstoß von Staub und „Treibhausgasen“ zu einer Erwärmung der Erdatmosphäre führt. Wir können aber nicht die notwendige Entropieverminderung weiterhin beliebig durch die Aussonderung von Müll aller Art (Wegwerfgesellschaften) erreichen, wenn wir daran nicht selbst ersticken wollen. Wir haben nur zwei Möglichkeiten: wir sterben als nicht vollständig entwickeltes System in unserer Eierschale, oder wir schlüpfen als Küken. Vor Jahrtausenden, ja selbst vor Jahrhunderten noch haben wir dieses Problem immer durch Auswanderungen gelöst und so die Grenzen des Wachstums – hier durch den Parameter K_w wiedergegeben – nach oben verschoben. Irgendwann aber werden wir einen Zustand erreichen, bei dem die Ressourcen so unzugänglich werden, dass der notwendige Aufwand, diese gemäß der Größe der menschlichen Population zu gewinnen, größer wird als ihr Nutzen. Eine recht illustrative Darstellung dieses Sachverhaltes stellt die Bestimmung des „Welterschöpfungstages“ (Earth Overshoot Day) dar.²⁵

Die oben erwähnte *lokale Offenheit* ökonomischer Teilsysteme, die insbesondere die Funktion nationaler Systeme aber auch Zusammenschlüsse solcher Systeme gewährleistet, hat aber noch eine Kehrseite. Das Bestehen der entsprechenden staatlichen bzw. allgemein, der gesellschaftlichen Strukturen dieser Teilsysteme ist völlig abhängig vom Waren- und Informationsfluss durch dieses System, also von der Kommunikation mit anderen Teilsystemen. Verändert man die Kommunikationsmöglichkeiten eines solchen Teilsystems, so werden sich seine gesellschaftlichen Strukturen, seine industrielle Produktivität, seine internen und auch staatlichen Strukturen ändern. All diese Strukturen, die eben dieses System ausmachen, werden in der Regel instabil werden. So kann z.B. durch eine erzwungene Öffnung der Märkte ökonomisch schwächerer Länder deren Wirtschaftsstruktur zum Kollabieren gebracht werden. Interessanter ist aber noch die teilweise Beschränkung des Warenflusses, was historisch eine lange Tradition hat. Man drosselt mit Androhung schärfster Strafen z.B. die Waren-Ein- und -Ausfuhr. Ob man dies nun als Kontinentalsperre bezeichnet oder es Boykott, Embargo oder Sanktion nennt, all diesen verschiedenen Formen liegt der Gedanke zugrunde, dass man die lokale Offenheit in eine partielle oder gar totale Geschlossenheit des jeweils betroffenen

Teilsystems verwandelt. Das ist der rationale Kerne all dieser, oft sehr skurrilen Entschlüsse, solche Maßnahmen anzuordnen und durchzuführen. Auf jeden Fall verursacht man bewusst eine Instabilität mit all den heute bekannten Folgen, wie Unruhen, Fluchtbewegungen, völliger Zusammenbruch der jeweiligen Staaten oder Staatenverbünden. Diese Teilsysteme müssen nämlich neue Strukturen auf Kosten der ehemaligen Strukturen ausbilden, die sie selbst vernichten müssen. Sie fressen sich gewissermaßen selbst auf. Und derjenige, der den Boykott durchgeführt hat, kann dann scheinheilig verkünden, dass das boykottierte System sich ja selbst umgebracht hätte, es sei eben marode gewesen oder korrupt oder ... – da gibt es viele schöne Begriffe dafür.

Betrachten wir aber nun einen einzelnen Menschen, der ja auch ein lokal offenes System als Teil einer sozialen Gruppe darstellt, dann gilt auch hier, was für ganze Volkswirtschaften gilt, wenn man ihn seiner Kommunikationsmöglichkeiten beraubt bzw. diese beträchtlich einschränkt: man organisiert sein „Leben“ so, dass aus dem lokal offenen letztlich ein geschlossenes System wird, mit allen daraus sich ergebenden Folgen. Man nennt das gewöhnlich eine Umerziehungsmaßnahme, eine Strafe, einen Strafvollzug oder gar eine Isolationshaft. In der Konsequenz solcher Maßnahmen kann der Mensch dabei auch völlig kollabieren und, was nicht selten passiert, Selbstmord begehen. Also er ist es, der sich selbst zerstört. Die Befolgung der Strafgesetzgebung hat, aus ihrer Sicht, damit eigentlich nichts zu tun.

1. Kleine Anmerkung: Es gibt ein sehr anschauliches Beispiel im Bereich der Insektenwelt: Eine Schmetterlingsraupe – ein durchaus lokal offenes System verpuppt sich und verwandelt sich als Larve in ein weitgehend geschlossenes System. Die Umwandlung der Larve in einen Schmetterling geht dann mit einer selbstorganisierten, völligen inneren Zerstörung der Larve und all ihrer Strukturen einher. Nur, bei der erzwungenen Einschränkung der lokalen Offenheit von gesellschaftlichen Systemen handelt es sich i.A. nicht um selbstorganisierte Prozesse, so dass dabei kein wunderbarer Schmetterling herauskommt, auch wenn man es stets laut verkündet.

2. Kleine Anmerkung: Regenwald und Sojabohnen.²⁶ (Die folgenden Zitate und die entsprechende Abbildung 8 ist dem angegebenen, sehr lesenswerten Artikel (26) entnommen.)

„Der Eiweißgehalt der Sojabohne beträgt 36 Prozent, mit ihr könnte die Eiweißversorgung des Menschen sichergestellt werden. 100 Gramm Sojabohnen, etwa ein kleines Glas, enthalten mit 36 Gramm knapp so viel Eiweiß wie ein 150-Gramm-Steak vom Rind (38 Gramm). ... Mit lediglich sechs Prozent dient ein kleiner Teil der weltweiten Sojaernte, hauptsächlich im asiatischen Raum, direkt dem menschlichen Verzehr in Form von Sojasprossen, Sojaöl, Tofu etc. (WWF, 2014). Der weitaus größere Teil wird als eiweißreiches Futtermittel an Rinder, Schweine und Geflügel in Massentierhaltungen verfüttert. Soja wird zunehmend in Aquakulturen für Zuchtlachs verwendet, und auch in Tierfutter für Haustiere ist es enthalten.“

Das klingt doch erst einmal nicht negativ, auch wenn es sicherlich nicht sinnvoll ist, auf diese Weise die Fleischproduktion im gewünschten Umfang zu gewährleisten. Nun ist die ganze Sojabohne aber für den Verzehr durch die Tiere nicht geeignet, so dass man ihr erst noch das in ihr enthaltene Fett bzw. Öl entziehen muss. Auf diese Weise erhält man eiweißreicheres Futter und „Biodiesel“.

„Allein in Deutschland gibt es, Stand Mai 2019, etwa 11,8 Millionen Rinder, 25,9 Millionen Schweine, 1,6 Millionen Schafe und 41,4 Millionen Legehennen (Bundesamt für Statistik, 2019). Zusammen genommen sind sie schwerer als alle 82 Millionen Einwohner Deutschlands. ... Und irgendwie müssen diese Nutztiere ernährt werden. Unsere heimischen Anbauflächen für Futtermittel sind dafür zu klein. Wo also kommen die Futtermittel her? Die Futtermittel müssen importiert werden und zwar hauptsächlich in Form von Soja. Deswegen ist Soja heute als Futtermittel in den Massentierhaltungen Europas, Nordamerikas und Chinas unverzichtbar geworden. ... Die anspruchslosen Sojabohnen werden auf riesigen Flächen in Südamerika angebaut, die ehemals von einzigartigen tropischen Regenwäldern und Savannen (*Cerrados*) bedeckt waren. ... Unsere Nutztiere fressen buchstäblich den Regenwald. Der ehemalige Bundesumweltminister Sigmar Gabriel hat es im Mai 2008 auf den Punkt gebracht: "Die Profiteure der Regenwaldabholzung sind weit mehr die deutschen Bauern als die brasilianischen Landwirte".“

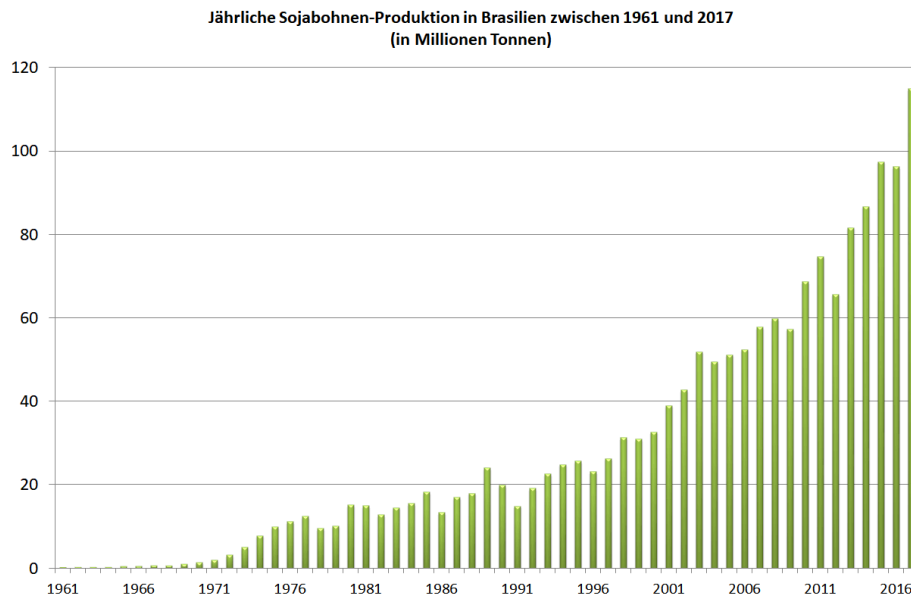


Abb. 8 Jährliche Sojabohnen-Produktion in Brasilien zwischen 1961 und 2017:

Die Grafik zeigt die jährliche Sojabohnen-Produktion (in Millionen Tonnen) in Brasilien von 1961 bis 2017. Die Auswertung erfolgte am 28.11.2019 mit Hilfe von FAOSTAT. (vgl. Lit. (26))

Um es abzukürzen: Die Entwicklung der Weltbevölkerung und des Lebensstandards (Fleischkonsum) großer Teile der Menschheit führt zu einer Entwicklung der weltweiten Sojabohnenproduktion, die u.a. die Vernichtung des Regenwaldes in Brasilien verursacht. Wir zerstören unsere Umwelt nicht nur dadurch, dass wir mehr Kohlendioxid erzeugen, sondern dass wir auch mit unserer Nahrungsmittelproduktion die Bedingungen unserer eigenen Existenz vernichten.

Globalisierung

Im seinem Buch „Finanz Tsunami“²⁷ beschreibt Ernst Wolf die Situation nach dem Scheitern von Bretton Woods²⁸ und dem Ende des Nachkriegsbooms, der mit einem gewaltigen Wirtschaftseinbruch endete, als die Erfindung der „Globalisierung“:

„In den Jahren 1974–1975 kam es zur schwersten globalen Rezession seit der *Großen Depression* der dreißiger Jahre. Die Gewinne der multinationalen Konzerne schrumpften so stark wie seit dem Ende des 2. Weltkrieges nicht. Um im internationalen Konkurrenzkampf bestehen zu können, mussten sie ihre bis dahin erfolgreiche Strategie ändern, immer neue Märkte mit immer neuen Produkten zu erobern. Aber wie? Angesichts der weitgehenden Sättigung der globalen Märkte und einer zu befürchtenden längeren Stagnation der Weltwirtschaft blieben ihnen nur drei Möglichkeiten:

- Die Produktionskosten zu senken,
- die Produktivität zu steigern
- oder sich auf die Suche nach neuen Profitquellen zu begeben. ...

Das Ergebnis nannte sich „**Globalisierung**“ und zeichnete sich durch zwei herausragende Merkmale aus: Zum einen durch die **Internationalisierung des Produktionsprozesses** ...

Zum anderen bedeutete die Globalisierung die **massenhafte Auslagerung von Arbeitsplätzen** aus den Industrienationen nach Asien, Afrika oder Südamerika. ...

Außer der Erhöhung der Produktivität und der Senkung der Lohnkosten entdeckte das Heer der Großinvestoren aber noch eine andere Profitquelle, die es bis dahin kaum angezapft hatte – den Finanzsektor. Er bestand damals hauptsächlich aus Börsen und außerbörslichem Wertpapierhandel, war erheblich kleiner als die Realwirtschaft und dazu noch international stark reguliert.“

Zu diesem Zweck hob man die seit 1929 (New Yorker Börsencrash) bestehende Regulierungen des Bankensektors (Keynesianismus) weitgehend auf.²⁹

„Dieser Philosophie setzten die an der Finanzspekulation interessierten Kräfte nun ihr eigenes Glaubensbekenntnis entgegen – **den Neoliberalismus**. Er geht auf die „Österreichische Schule“ und den Ökonomen Friedrich von Hayek zurück und wurde in seiner heutigen Form in den sechziger Jahren von Milton Friedman und seinen Anhängern an der Chicago School of Economics entwickelt. 1973 geriet er zum ersten Mal in die Schlagzeilen, als der chilenische Diktator Pinochet nach seinem Militärputsch die »Chicago Boys«, ein Team von Friedmans Ökonomen, in sein Land holte und sie beauftragte, die chilenische Wirtschaft umzubauen. Die Folgen für Chiles arbeitende Bevölkerung waren fatal: Die Löhne fielen, die Arbeitslosigkeit stieg, Sozialleistungen wurden gekürzt und der Lebensstandard sank.“

Gehen wir noch einmal auf die anfänglichen Ausführungen zur Bedeutung der Globalisierung zurück, wonach wir unter Globalisierung vor allem Kommunikation aller Beteiligten verstanden. Kommunikation aber ist ein Austauschprozess, nicht nur von Worten und Ideen, sondern vorrangig Austausch von Gütern, Waren durch Handel und dadurch vermittelt von Wissen und Ideen. Handel erfordert aber ein allgemein anerkanntes Äquivalent, das einen bestimmten Wert repräsentiert wie zum Beispiel Gold, Geld oder neuerdings auch noch abstraktere Strukturen des gegenseitigen Vertrauens wie Bitcoins oder die von Facebook geplante digitale Kryptowährung Libra.

Der Wert einer Tätigkeit bzw. des durch sie erzeugten Produktes entsteht einzig durch den Austauschprozess und haftet nicht einer Tätigkeit oder einem Produkt an. Ohne den Austauschprozess gibt es keinen Wert! Rainer Feistel hat vor ca. 30 Jahren in seinem Beitrag „The Value Concept in Economy“ auf die strukturelle Ähnlichkeit der Wertebegriffe in der Physik und Ökonomie hingewiesen und deren Bedeutung hervorgehoben:³⁰

„Marx' Value law states that «goods are exchanged by their values», i.e. it claims that for any commodity A there exist a real number $v(A)$, called its exchange value, such that the value expressed in units of money is just the (average) market price.

Exchange processes like buying and selling can be observed in the real society everywhere. They are one class of fundamental, elementary processes that coin economy. On the other hand «values» can neither be observed nor measured. Therefore it is necessary to discuss the relation between «exchange» and «value» first.

The situation in thermodynamics is rather similar. As we know from the good old steam engine example, heat and work are exchange quantities, which can be measured. Their existence does not all imply the existence of state quantities «heat» or «work», as well proved. ... Going back to social systems, it is clear that even the question of the existence of a value is not a trivial one.“

Gilt diese Idee vom „Wert“ auch für die reinen Informationsaustausch-Prozesse, bei denen keine Waren im herkömmlichen Sinn beteiligt sind? Wir sind der Überzeugung, dass auch diesen Prozessen ein „Wert“ entspricht. Ein fast schon klassisches Beispiel dafür sind die Lizenzgebühren für erworbene Patente, was einem Wert für den dabei stattfindenden Informationsaustausch entspricht. Ähnlich ist es auch mit dem käuflichen Erwerb von Information in Form von Büchern, insbesondere Fachbüchern oder wissenschaftlich-technischen Journalen. Aber gilt dies auch für die normale zwischenmenschliche Kommunikation? Heute kommunizieren viele Menschen mit Hilfe von Facebook etc. bzw. über das Internet. Die Staaten betreiben riesige Abhörzentren und große Handelsgesellschaften wie z.B. Amazon bzw. sie verkaufen unsere Daten gewinnbringend. Die damit verbundenen gewaltigen Rechnerstrukturen und deren Leistung müssen bezahlt werden, woran man unschwer erkennen kann, dass auch die scheinbar belangloseste Kommunikation zwischen den einzelnen Menschen und die Information, die in ihren Bestellvorgängen über sie selbst enthalten ist, einem Wert entspricht.

Das Individuum

Das Thema der Tagung „Der Mensch in einer globalen Welt: Risiken und Perspektiven“ impliziert, dass der einzelne Mensch für seine eigene Entwicklung durch die „Globalisierung“ mit möglicherweise besseren oder schlechteren Bedingungen konfrontiert werden könnte.

Das Individuum „der Mensch“ ist aber vor allem durch den Austausch, die Kommunikation mit anderen Individuen – insbesondere anderen Menschen – bestimmt. Diese zwischenmenschliche Kommunikation ist in erster Linie die direkte Kommunikation „benachbarter“ Menschen. Ändern sich die Bedingungen für diese Nachbarschaftsverhältnisse, dann kann die Art der bislang geübten und bewährten Kommunikation instabil werden. Durch einen Selbstorganisationsprozess kann sich ein neuer Zustand entwickeln. Darauf setzt Ernst Wolff in seinem Buch *Finanz Tsunami*, wenn er auf seine Frage „Sind wir machtlos?“ in seinem Schlusssatz sich die Antwort gibt³¹:

„Die unerbittliche Verschärfung der Krise und die daraus folgende kontinuierliche Verschlechterung der Lebensverhältnisse machen die Menschen für Neues empfänglich wie nie und die rasante Entwicklung der Informationstechnologie verschafft uns die Möglichkeit, Wahrheiten und Erkenntnisse so schnell wie nie zu verbreiten – eine historisch einmalige Chance.“

Historische Beispiele hierfür sind die verschiedenen Formen der Ehe, wie sie L.H. Morgan in „Ancient Society“³² und F. Engels in „Der Ursprünge der Familie, des Privateigentums und des Staates“³³ beschreiben, oder aber die verschiedenen Formen der Differenzierung in sozialen Systemen der unterschiedlichsten Art, wie sie von W. Ebeling, J. Freund und F. Schweitzer diskutiert werden.³⁴

„In der Biologie differenzieren sich bei der Ontogenese von Organismen genotypisch einheitliche Zellen in phänotypisch unterschiedliche Gewebe. (Hierauf wurde eingangs dieses Artikels am Beispiel des Schleimpilzes ausführlich eingegangen; d. Autoren). Im gesellschaftlichen Bereich teilen sich Menschen mit biologisch ziemlich gleichwertigen Fähigkeiten sozial in Berufe ein. Bei all diesen Vorgängen wird die ursprünglich einheitliche Menge der Teilsysteme in unterschiedliche Äquivalenzklassen zerlegt, ihre Symmetrie wird gebrochen, es entsteht Ordnung.“

Nun ist die heutige Form der Globalisierung u.a. mit der Entwicklung ganz neuer Kommunikationsmittel verbunden (vgl. Internet, Handy, etc.), die es den einzelnen Menschen ermöglicht, auch unmittelbar und mit nur geringer Zeitverzögerung miteinander zu kommunizieren, obwohl sie an fast beliebigen Orten der Welt weilen. In der Realität jedoch beschränkt sich auch diese Kommunikation auf den mehr oder weniger direkten Nachbarschaftsbereich und überspringt in der Regel weder Sprach- noch Kulturgrenzen, es sei denn, vermittelt durch staatlich organisierte Aktionen.

Doch trotz der neuen Kommunikationsmittel ist der entscheidende Mechanismus die zwischenmenschliche Kommunikation. Die ist aber nicht unerheblich von den Fähigkeiten der einzelnen Individuen abhängig, in dem Sinn, dass sie sich danach richten, was der „Nachbar“ macht und was allgemein anerkannt ist, solange sich daran nichts ändert.

Ein trauriges negatives Beispiel dafür sind die derzeitigen Waldbrände im Amazonasgebiet Brasiliens. Hier hat die durch den brasilianischen Präsidenten Jair Bolsonaro veröffentlichte „Öffentliche Meinung“ dafür gesorgt, dass, was bislang öffentlich nicht akzeptiert war, – ein jeder könne den Regenwald in Brand setzen zwecks Landgewinnung für die Landwirtschaft mittels Brandrodung – von nun an billigend in Kauf genommen wurde. Und wie ein Lauffeuer breitete sich dieser Umschwung in der öffentlichen Meinung unter den interessierten Landbesitzern durch „nachbarschaftliche“ Kommunikation aus. Am Tag des Feuers (23. August 2019) brennt der Urwald Brasiliens an vielen zehntausenden von Stellen gleichzeitig:

„Die Wälder im Amazonasgebiet brennen jedes Jahr in der Trockenzeit. Doch diesmal ist es besonders schlimm. Offenbar glauben die Farmer, dass Brandstiftung unter Präsident Bolsonaro als Kavaliersdelikt gilt. Der reagiert nun.“³⁵

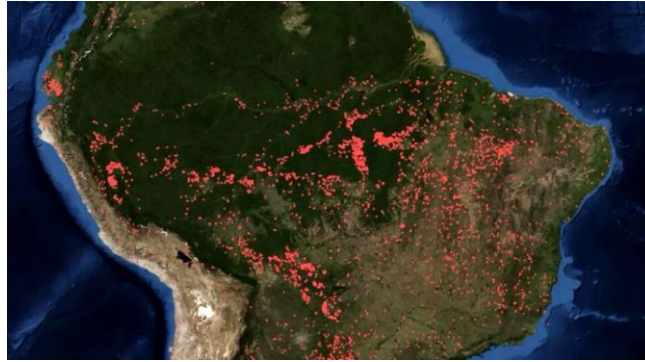


Abb. 9 Am „Tag des Feuers“ (23.8.2019) stehen Brasiliens Wälder in Flammen.³⁶

Nun kann man einwenden, dass es doch wenigstens ein paar Menschen gibt, die sich nicht unbedingt nur an die allgemein anerkannten Regeln halten, dass sie darüber hinaus denken und Neues ausprobieren, und die sich auch nicht unbedingt immer nur an ihren unmittelbaren Nachbarn orientieren. Öffnet nicht gerade die Globalisierung für diese Menschen völlig neue Möglichkeiten? Ist das nicht eine große Chance für sie und auch für die Allgemeinheit?

Kann man diese Hoffnung auch irgendwie wissenschaftlich, mathematisch belegen? Gibt es allgemeingültige mathematische Modelle, die das individuelle Verhalten berücksichtigen? In einem, bereits viele Jahre zurückliegenden ausführlichen Artikel „Simulation of Individual Behaviour“,³⁷ der auch die mathematischen Aspekte berücksichtigt, sind wir auf diese Fragestellung eingegangen. Wir geben hier die wesentlichen Aspekte dieser Arbeit gekürzt wieder.

Es gibt offensichtlich soziale Systeme – insbesondere menschliche soziale Systeme – die durch deterministische Modelle schon recht früh beschrieben wurden^{38,39,40,41}. Es gibt Beispiele für ganz unterschiedliche Typen: technologische und wirtschaftliche Systeme^{42,43,44,45}, Verhalten im Straßenverkehr⁴⁶ sowie das globale Verhalten von Menschen in Staaten⁴⁷. Diese deterministischen Modelle basieren auf Durchschnitts- oder Erwartungswerten einer großen Anzahl elementarer Entitäten. Abweichungen von diesen Werten sind im Rahmen dieser Betrachtung als Schwankungen zu verstehen, die sich in kritischen Situationen natürlich auf das gesamte System auswirken können. Derartige Schwankungen sind jedoch mit einer rein deterministischen Sichtweise unvereinbar. Schwankungen sind zufällige Ereignisse und können daher nur probabilistisch beschrieben werden.

Im Kontext der Theorie sozialer Systeme spielt jedoch die Idee individueller Entscheidungen, die das gesamte System beeinflussen können, eine wichtige Rolle. Die Idee der Freiheit ist im Wesentlichen eine Theorie, die auf Individuen basiert. Das Konzept der Demokratie, nach dem Entscheidungen beispielsweise durch Wahlen getroffen werden, basiert auf der individuellen Entscheidungsfreiheit, wobei Wahlen nur eine bestimmte Form der Standardisierung dieses Verhaltens darstellen. Auf der anderen Seite werden historische Ereignisse nicht durch eine Aufzählung der Wahlergebnisse dargestellt. Sie sind im Gegenteil an bestimmte Personen, das heißt an ausgewählte Personen, gebunden. Es stellt sich also die Frage, wie beide Sichtweisen, die deterministische Beschreibung des globalen Verhaltens und die historische Beschreibung einzelner Handlungen, kombiniert werden können.

Im Folgenden wird versucht, mittels zellulärer Automaten die Rolle elementarer Entitäten zu simulieren, die in einem ansonsten vollständig deterministischen System individuelle Entscheidungen treffen können.

Grundlegende Ideen hinter dem Modell

Wenn ein System im Wesentlichen deterministisch beschrieben wird, sollten einzelne zufällige Entscheidungen in Bezug auf die Struktur des Systems wichtig sein, wenn die Einheiten, die diese Entscheidungen treffen, selten genug sind. Dieses Konzept unterscheidet sich grundlegend von dem thermodynamischen Konzept des allgemeinen Auftretens von Schwankungen, bei dem immer alle Teile des Systems in der Lage sind, individuelle Entscheidungen zu treffen. Wir gehen daher davon aus, dass unser System durch eine irreversible Thermodynamik beschrieben werden kann, die weit

vom Gleichgewicht entfernt ist, und dass das Verhalten der meisten Teile des Systems vollständig deterministisch beschrieben werden kann. Es handelt sich also um ein System, das eine Struktur erzeugen kann und thermodynamisch weit vom Gleichgewicht entfernt ist. Ein solches System kann in eine große Anzahl von Einheiten unterteilt werden, die sich zeitlich irreversibel, aber deterministisch verhalten.

In solch einem System fügen wir ein paar Individualisten ein. Diese Einheiten sind durch die Tatsache gekennzeichnet, dass sie – mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit – jederzeit ein wenig zufällig von dem deterministisch bestimmbaren Verhalten abweichen können, das auch für sie gilt. Wir sind an der Wirkung des individuellen Verhaltens auf die Entwicklung des gesamten Systems interessiert. Die Individualisten können als eine Quelle stetig zufälliger Störungen in Bezug auf die Entwicklung des Systems angesehen werden. Wenn sich eine solche Störung nicht oder nur vorübergehend auf das Gesamtverhalten auswirkt, würden wir ein solches System als stabil bezeichnen. Hat die Störung jedoch einen langfristigen Strukturierungseffekt, so ist das zugrunde liegende deterministische System instabil und es bildet sich eine neue Struktur. Die neue Struktur basiert dann im Wesentlichen auf der Wirkung der Individualisten. Es wird von großem Interesse sein, ob in einem solchen Fall das gesamte System von der neuen Struktur erfasst wird oder ob die neue Struktur nur für einen relativ kleinen Teil des Systems von lokaler Bedeutung ist.

Nach Luhmann ist ein soziales System, wie er in seinem Buch „Soziale Systeme, Grundriss einer allgemeinen Theorie“⁴⁷ ausführt, ein System, das sich im Wesentlichen nur um sich selbst kümmert und kaum Kontakt zu seiner Außenwelt hat. Das System schafft für seine eigenen Teile eine interne Umgebung, die das Verhalten des gesamten Systems in Bezug auf seine äußere Umgebung widerspiegelt. Diese interne Welt kann in zwei Komponenten zerlegt werden: die lokale Umgebung jeder Einheit – normalerweise mit Hilfe eines Zellularautomaten beschrieben – und eine globale interne Umgebung, die das gesamte System darstellt und durch den Durchschnittswert einer beliebigen Komponente des Systems beschrieben werden kann.

In unserem Modell werden wir diesen globalen Einfluss des Systems auf die einzelnen Prozesse der einzelnen Einheiten durch den Durchschnittswert der Produktivität aller Zellen des Automaten abbilden.

Die seltenen Wahrnehmungsantennen der Außenwelt des Systems, von denen Luhmann spricht, werden hier in die innere Repräsentation des Systems im Sinne der systemimmanenten Repräsentation der Außenwelt übersetzt. In diesem Sinne agieren unsere Individualisten und ihre zufälligen Entscheidungen als interne Repräsentanten der Außenwelt.

In unserem Modell betreffen die zufälligen Entscheidungen der Individualisten nur ihre Produktivität. Jede Zelle ist jedoch, wie bereits erwähnt, auch durch eine weitere Komponente gekennzeichnet: eine Phase. Die zeitliche Transformation der Phase jeder Zelle erfolgt stets deterministisch unter Berücksichtigung der lokalen und globalen Eigenschaften des Systems. Während die Produktivität das quantitative Verhalten beschreibt, beschreibt die Phase eine qualitative Eigenschaft der Zelle. In gewisser Weise repräsentiert die Phase ein kurzlebiges strukturelles Gedächtnis der einzelnen Zellen.

Die Interpretation der Begriffe *Produktivität* und *Phase* hängt vom tatsächlich zu modellierenden System ab. Im Hinblick auf die Idee der Produktivität bezeichnen wir die Zustände der Phase als das aktive oder inaktive Verhalten der Zelle. Aus thermodynamischer Sicht ist die Idee der Phase eine strukturelle Eigenschaft der Zelle, die ein Subsystem darstellt, weshalb der Begriff *Phase* hier etwas anders als üblicherweise in der Thermodynamik verwendet wird. Wir gehen davon aus, dass ein Übergang zwischen beiden diskreten Werten der Phase stattfinden kann. Ähnlich wie bei der Produktivität hängt die zeitliche Umwandlung der Phase von der Produktivität und den Phasen der Nachbarzellen und vom globalen System ab.

Während dynamische Systeme in der Regel durch die Stabilität oder Instabilität ihres Zustands gekennzeichnet sind, tritt für soziale Organismen ein weiterer Aspekt auf, der nicht durch das Lyapunov-Stabilitätskriterium beschrieben werden kann. Es ist die Fähigkeit des Systems, sich vor Übererregung und vor dem Absterben aufgrund fehlender Reize zu schützen. Schwellenwerte verlangsamen die Zunahme und Abnahme der Produktivität und das Überschreiten von Ober- und Untergrenzen wird vermieden, falls dies die Existenz des Systems beenden könnte.

Darüber hinaus gehen wir davon aus, dass soziale Organismen in der Lage sind, sich selbst zu stimulieren, wenn ihre Produktivität lange genug oder tief genug gesunken ist. Diese Tatsache wird durch einen Phasenübergang in den aktiven Zustand modelliert, obwohl die Zelle – basierend auf der lokalen Situation – in einem inaktiven Zustand bleiben müsste. Diese Regel ist das Ergebnis der globalen Selbstkontrolle des Systems. Es kann als der Selbstreiz des Systems verstanden werden.

In den folgenden Abschnitten werden wir die formale mathematische Beschreibung des Modells im Detail vorstellen. Wir werden dann einige spezielle Situationen beispielhaft beschreiben.

Zelluläre Automaten

Im Folgenden erklären wir kurz unser Konzept der zellulären Automaten^{48,49}:

- Ein zellulärer Automat ist eine Menge von Zellen mit einer Struktur. Die Struktur auf der Menge ist ein simplizialer Komplex der Dimension Eins, bei dem die Zelle ein Knotenpunkt ist.
- Jede Zelle ist durch einen Zustand gekennzeichnet, der ein Skalar, ein Vektor usw. sein kann.
- Eine lokale Nachbarschaft zwischen den Zellen ist definiert.
- Eine Transformationsregel transformiert den Zustand einer Zelle zum Zeitpunkt (t) in den Zustand der Zelle zum Zeitpunkt ($t + 1$), abhängig vom Zustand der Zelle (n) in der definierten Nachbarschaft.

Der Zustand einer Zelle

Wie bereits erwähnt, wird der Zustand einer Zelle durch einen Vektor mit drei Komponenten beschrieben:

$$\begin{pmatrix} \text{Phase} \\ \text{Produktivität} \\ \text{Individualität} \end{pmatrix}$$

- Die Phase einer Zelle repräsentiert das qualitative Verhalten eines Elements des zu modellierenden Systems. Sie ist binär: Zu einem Zeitpunkt (t) kann eine Zelle c aktiviert sein (Wert: 1) oder nicht (Wert: 0):

$$\text{phase}(c_i(t)) \in \{0,1\}.$$

- Die Produktivität repräsentiert das quantitative Verhalten eines Elements des zu modellierenden Systems. Es wird in Zahlen von Null bis 111 ausgedrückt:

$$\text{prod}(c_i(t)) \in \{0, \dots, 111\}.$$

- Eine Zelle ist entweder ein Individualist (Wert 1) oder nicht (Wert 0). Ob eine Zelle diese Eigenschaft besitzt oder nicht, wird vor dem Start festgelegt und während der Entwicklung des Automaten nicht geändert:

$$\text{indiv}(c_i(t)) \in \{0,1\}.$$

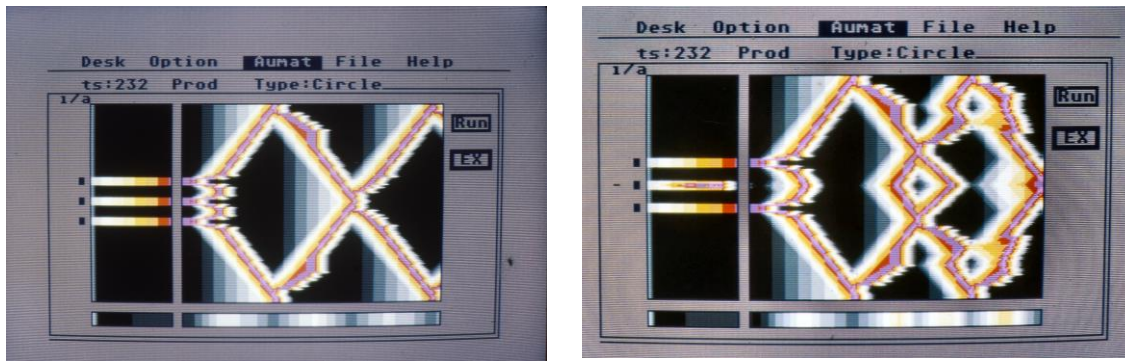


Abb. 10 Rechtes Bild: Selbst ein einzelner Individualist (rot markiert) mit leicht progressivem Verhalten kann die sich ohne Individualisten deterministisch entwickelnde Struktur des Systems (linkes Bild) entscheidend beeinflussen, wenn genügend viele aktive Gruppen sich in seiner Nähe befinden. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist Greta Thunberg (Photo: P. Plath, E. Swart; zuerst publiziert in „Fractal Geometry and Computer Graphics“ Springer, Verlag 1992, siehe Lit. 37).

Einzelentscheidungen der individualistischen Zellen

Bisher ist die Entwicklung des Zustands der Zellen vollständig deterministisch. Wenn eine Zelle ein Individualist ist, kann sie jedoch den Betrag der Erhöhung oder Verringerung der Produktivität durch eine individuelle Entscheidung ändern. Der Individualist kann entscheiden, diesen deterministischen Betrag um eins oder zwei zu verringern. Er kann auch entscheiden, den deterministischen Betrag um eins oder zwei zu erhöhen. Er kann sogar beschließen, den von der Transformationsregel vorgeschriebenen Betrag zu akzeptieren. Die einzelnen Entscheidungen werden zufällig getroffen, basierend auf einer Wahrscheinlichkeitsverteilung unter den fünf verschiedenen Entscheidungen, die für jede Entscheidung in zehn gleichen Schritten begründet werden kann.

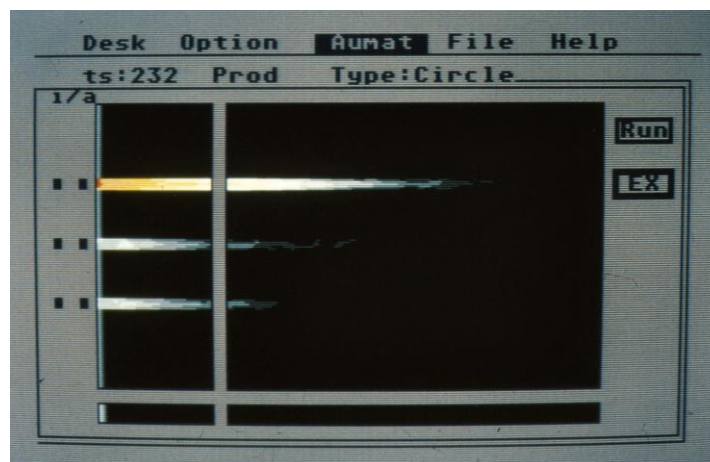


Abb. 11 Regressives Verhalten der Individualisten führt zu einem sehr niedrigen Niveau der Produktivität des ganzen Systems. Obwohl sie zu Beginn mit einer hohen Produktivität und Individualität starten, unterscheiden sie sich schon bald nicht mehr von den anderen Mitgliedern des Systems, in dem sie gewissermaßen untergehen (Photo: P. Plath, E. Swart; zuerst publiziert in „Fractal Geometry and Computer Graphics“ Springer Verlag 1992, siehe Lit. 37).

Schlussbemerkungen

Natürlich ist uns bewusst, dass soziale Systeme, insbesondere solche Systeme, in denen individuelle Entscheidungen relevant sind, nicht vollständig von linearen zellulären Automaten beschrieben werden können. Aber einige wesentliche Elemente im Verhalten eines sozialen Systems können mit Sicherheit durch einen so einfachen Automaten sichtbar gemacht werden. So stellt sich beispielsweise

die Frage, ob es Situationen gibt, in denen solche Individualisten die Struktur eines sozialen Systems auch durch zufälliges Verhalten verändern können. Wir glauben, dass wir diese Frage positiv beantwortet haben.

Das Öko-Evolon, aber auch das Evolon beschreibt Wachstumsprozesse, nicht aber die möglichen Strukturierungen innerhalb wachsender Systeme. Beide Prozesse schließen sich nicht aus! Sie finden statt. Durch die Kooperation der „Individualisten“ lassen sich aber die sich selbstorganisierenden Strukturen beeinflussen, denn wachsende Systeme sind keine stabilen Systeme, sie sind tendenziell instabil.

Wir haben nicht die Frage untersucht, inwieweit sich das Verhalten von Individualisten und ihre Fähigkeit, eine Änderung durchzusetzen, durch einen Informationsaustausch oder durch ein echtes Netzwerk von Individualisten ändern. All diese Fragen sind auch in grundsätzlicher Hinsicht von großem Interesse, und vielleicht lassen sich künftig mit Hilfe einer differenzierteren Version des beschriebenen Modells auch dazu Antworten finden. Da sind wir uns sicher!

E-Mail-Adressen der Verfasser: peter_plath@t-online.de
ernst-christoph.hass@web.de

Literatur

- ¹ Reinhard Krüger; „moles globosa, globus terrae und arenosus globus in Spätantike und Mittelalter – Eine Kritik des Mythos von der Erdscheibe“; Weidler Buchverlag, Berlin (2012) S. 206 ff.
- ² Ibid. S. 208, 209.
- ³ W. Ebeling, A. Engel und R. Feistel; „Physik des Evolutionsprozesses“; Akademie-Verlag, Berlin (1990) S. 44.
- ⁴ Spanisches Kolonialreich, Wikipedia; https://de.wikipedia.org/wiki/Spanisches_Kolonialreich.
- ⁵ Bildnachweis: Ersteller: Rubens, Peter Paul (1577–1640), Urheber: Erich Lessing Culture and Fine A, Urheberrecht: (c) Photograph by Erich Lessing.
- ⁶ N. Luhmann; „Die Gesellschaft der Gesellschaft“; Bd. I und II Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main (1997).
- ⁷ F.J. Varela, H.R. Maturana and R. Uribe; „Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model“; *Biosystems* 5 (1974) 187–196; doi:10.1016/0303-2647(74)90031-8.
- ⁸ Th. Killich, P.J. Plath, Xiang Wei, H. Bultmann, L. Rensing und M. Vicker; „The locomotion, shape and pseudopodial dynamics of unstimulated Dictyostelium cells are not random“; *J. of cell Science* 106 (1993) 1005–1013.
- ⁹ Th. Killich, P.J. Plath, E.-C. Haß, Wei Xiang, H. Bultmann, L. Rensing und M. Vicker; „Cell movement and shape are non-random as determined by intracellular, oscillatory waves in Dictyostelium amoebae“; *BioSystems* 33 (1994) 75–87.
- ¹⁰ Kees Weijer; University of Dundee; private Kommunikation, Dortmund 14. Sept. 2019.
- ¹¹ P. Plath und E.-C. Haß; „Bestimmtheit und Unbestimmtheit in sozialen Systemen – ein synergetischer Ansatz“; Leibniz Online, Nr. 28 (2017) Zeitschrift der Leibniz-Sozietät e.V. ISSN 1863-3285; und in Russisch URSS MOCKBA (2018) 224 ff, ISBN 978-5-9710-5915-8.
- ¹² <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/dictyostelium/18044>.
- ¹³ <https://www.stern.de/politik/ausland/angst-vor-is-terror-tuerkei-oeffnet-grenze-fuer-syrische-fluechtlinge-3612990.html>.
- ¹⁴ D. Meadows, D. Meadows, E. Zahn und P. Milling; „Die Grenzen des Wachstums – Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit“; Rowohlt Verlag, Reinbek bei Hamburg (1973).
- ¹⁵ D.L. Meadows und D.H. Meadows; „Das globale Gleichgewicht – Modellstudien zur Wachstumskrise“; Rowohlt Verlag, Reinbek bei Hamburg (1976).
- ¹⁶ D.H. Meadows, D.L. Meadows und J. Randers; „Die neuen Grenzen des Wachstums“; Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart (1992).
- ¹⁷ Dreißigjähriger Krieg, Wikipedia; https://de.wikipedia.org/wiki/Drei%C3%9Fig%C3%A4hriger_Krieg.

- ¹⁸ M. Peschel und W. Mende; „Leben wir in einer Volterra-Welt?“; Mathematische Forschung Bd. 14, Akademie-Verlag, Berlin (1983) S. 23 ff.
- ¹⁹ M. Peschel, W. Mende und F. Breiteneker; „Das Evolon-Modell für Wachstum und Struktur in Ökologischen, Sozio-Ökonomischen und Verwandten Systemen“; in: F. Breiteneker und W. Kleinbert (eds.), „Simulations-technik. Informatik – Fachberichte“, Vol. 85, Springer, Berlin, Heidelberg (1984).
- ²⁰ D. Lurié und J. Wagensberg; „Entropy balance in biological development and heat dissipation in embryogenesis“; J. Nonequilibrium Thermodynamics 4,2 (1979) 127–130.
- ²¹ D. Lurié und J. Wagensberg; „Termodinámica de la evolución biológica; Investigación y Ciencia“; 1 de marzo de 1979; <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/fisica-vibratoria-del-piano-30/termodinamica-de-la-evolucion-biologica-3089> und http://users.df.uba.ar/giribet/f4/proc_bio.pdf.
- ²² W. Ebeling, A. Engel und R. Feistel; „Physik der Evolutionsprozesse“; Akademie-Verlag, Berlin (1990) S. 86.
- ²³ Ibid. S. 85.
- ²⁴ Ibid. S. 87.
- ²⁵ <https://utopia.de/ratgeber/earth-overshoot-day/>.
- ²⁶ <http://www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/soja.htm>.
- ²⁷ Ernst Wolff; „Finanz Tsunami – Wie das globale Finanzsystem uns alle bedroht“; edition e. wolff (2017) S. 123–124.
- ²⁸ Bretton-Woods-System, Wikipedia; <https://de.wikipedia.org/wiki/Bretton-Woods-System>.
- ²⁹ E. Wolff; „Finanz Tsunami – Wie das globale Finanzsystem uns alle bedroht“; edition e. wolff (2017) S. 125.
- ³⁰ R. Feistel; „The Value Concept in Economy“; in: W. Ebeling, M. Peschel und W. Weidlich (eds.), „Models of Selforganization in complex Systems – MOSES“, Mathematical Research, Vol 64, Akademie Verlag (1991) S. 37–43.
- ³¹ E. Wolff; „Finanz Tsunami – Wie das globale Finanzsystem uns alle bedroht“, edition e. wolff (2017) S. 173.
- ³² L.H. Morgan; „Ancient Society“; Charles H. Kerr & Company, Chicago (1877).
- ³³ F. Engels; „Der Ursprung der Familie, des Privateigentums und des Staates“; Dietz Verlag Berlin (1969).
- ³⁴ W. Ebeling, J. Freund und F. Schweitzer; „Komplexe Strukturen: Entropie und Information“; B.G. Teubner, Stuttgart, Leipzig (1998) S. 43 ff.
- ³⁵ ntv, Montag, 26. August 2019; <https://www.n-tv.de/panorama/Brasiliens-Polizei-ermittelt-gegen-Brandstifter-article21229114.html>.
- ³⁶ Google Bilder, Tag des Feuers Brasilien ; https://www.google.de/search?q=tag+des+feuers+brasilien&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjLiNqhlJ7kAhWNb1AKHUxhA1cQ_AUIESgB&biw=1366&bih=626#imgdii=EE96NmP-4xrrnM:&imgsrc=RKRKGKZgTFm2N8M.
- ³⁷ E.J. Swart und P.J. Plath; „Simulation of individual Behaviour“, in: J.L. Encarnação, H.-O. Peitgen, G. Sakas and G. Englert (eds.), „Fractal Geometry and Computer Graphics“, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hongkong, Barcelona, Budapest (1992) S. 144–161.
- ³⁸ S. Wehowsky; GEO-WISSEN, „Chaos und Kreativität“, Heft 2 (1990) 152.
- ³⁹ K. Bachmann; GEO-WISSEN, „Chaos und Kreativität“, Heft 2 (1990) 88.
- ⁴⁰ P. Bak und K. Chen; Spektrum der Wissenschaft, Heft 3 (1991) 62.
- ⁴¹ V. Calenbuhr und J.L. Deneubourg; Actes coll. Insects Sociaux, 5 (1989) 207.
- ⁴² G. Silverberg, G. Dosi and L. Orsenigo; The Economic Journal 98 (1988) 1032.
- ⁴³ W.J. Bawnol and J. Benhabib; J. Economic Perspectives 3, 1 (1989) 77.
- ⁴⁴ W. Ebeling; Syst. Anal. Model. Simul. 8, 1 (1991) 3.
- ⁴⁵ M.A. Jirenez Montano and W. Ebeling; Collective Phenomena 3 (1980) 107.
- ⁴⁶ R. Kuhne; Physik in unserer Zeit (1984) 84.
- ⁴⁷ N. Luhmann; „Soziale Systeme, Grundriß einer allgemeinen Theorie“, Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft StW 666, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main (1987).
- ⁴⁸ St. Wolfram; Physica 10 D (1984) 1.
- ⁴⁹ T. Toffoli, N. Margolus; „Cellular Automata Machines“; The MIT Press, Cambridge Mass., London Engl.; K. Bachmann; GEO-WISSEN, „Chaos und Kreativität“, Heft 2 (1990) 88.



Rainer E. Zimmermann (MLS)

A Conceptual View onto the Physical Foundations of Astrobiology Provisional Outline of a Research Program

Presented under the auspices of the “AG Theorie (Astrobiologie)”, Planetarium of the Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin e.V. 2020

Published: January 27, 2020

De natura rationis non est res, ut contingentes;
sed, ut necessarias, contemplari.
Spinoza: Ethica 2p44¹

1 Introduction

At the same time, when talking about the *origin of life* one is also talking about the *definition of life* in the first place. And when defining *life on the planet Earth* one is also defining *life in the Universe* altogether. In other words: There is a close relationship between an arbitrary planet in an arbitrary solar system and cosmology (thus local and global aspects of the Universe) on the one hand, and between physics and biology on the other. Hence, astrobiology has not only its methodological as well as systematic foundations in biology, but also in physics proper. And it moreover possesses a metaphysical horizon, because, if there is a choice among classes of Universes in the beginning (defined in cosmological terms), there is a discrepancy between the actual and the possible – and hence, there is not only energy, but information, too.

The problems raised here are rather ancient problems indeed: Their scientific discussion can be traced back as far as to Aristotle who connects topics like the origin of life with cosmology itself. For him, the Universe has a specific purpose. This is mainly because Aristotle cannot actually imagine that the Universe could spontaneously assemble itself generating the high degree of complexity that can be observed. What he did not know at the time was that despite the results of a first inspection, the underlying selection mechanism is well able to create order out of disorder, given enough time.² For him, it is the *soul* (psyche) instead that is the organizing principle of living forms. It is thus steering dynamical processes within organisms by being functionally related to other organs, being responsible then for growth, preservation, aging, motions and so forth. Hence, the soul can be visualized as the propulsion, the driving mechanism, for the organic metabolism that gains the properties of a cybernetic system as can be seen in terms of the heart-lung-cycle given by Aristotle comprising of feedback loops whose deeper meaning nevertheless remained hidden for quite a while.³

Almost 2300 years later, after a long historical development in the achievements of the sciences (and the advent of Darwinian theory), it is Schrödinger who in his well-known book on the nature of life comes back to the point that physics underlies what can be observed in phenomenological terms.⁴ With his concept of what he calls “aperiodic crystals” he lays the ground for the later results by Watson,

¹ „It is in the nature of reason to visualize the things not as accidental (contingent), but as necessary.” Baruch de Spinoza: Ethica Ordine Geometrico Demonstrata (Ethics demonstrated according to the geometrical method), part 2, proposition 44. Quoted here from ed. Konrad Blumenstock, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1980, vol. 2, 232/233.

² See in detail: Armand Marie Leroi: Die Lagune oder Wie Aristoteles die Naturwissenschaften erfand. Theiss (Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt), 2017, 94, 97. (par.)

³ Ibid., 177–195, Appendix B4: 431 sq. (par.)

⁴ Erwin Schrödinger: What is Life? The Physical Aspects of the Living Cell. (Trinity College Dublin, 1943), Cambridge University Press, 1967.

Crick and others on the structure of DNA. He notes that entropy and order are deeply connected to each other, and he defines an organism as one that can be maintained by extracting order from the environment.⁵ So he can discuss the two aspects of producing order from disorder as well as producing order from order, respectively. Within this framework, the generation of order, asking for a decrease of the total entropy of a system (as we know today) does not actually contradict the second law of thermodynamics, because the entropy balance of the complex organization within a living organism is well-compensated by the production of heat which is released into the environment.

The problem of energy and entropy balance was however not really topical in the essentially biological discussion of Darwinian principles ongoing since their introduction by Darwin himself in 1859. But a recent re-conceptualization of Darwinism presented by Stephen Jay Gould in 2002 refers explicitly to the physical foundations of this theory. Practically all modern protagonists dealing with the formation of structure and the models of self-organization, mainly put forward in the seventies and eighties of the last century, are named in this book, obviously inspired by the results of the Santa Fe school.⁶

However, Darwin's theory (in the nowadays perspective) starts from RNA and DNA molecules. And today, we would prefer a picture of the origin of life that is *primordial* in the sense that it does not presume the existence of complex chain molecules of this type. Hence, it is not so much the material that is important for the onset of living forms, but instead, it is the *co-operative dynamics* (co-evolution) among system-like structures that initializes life in the strict sense. Probably, we could couple the beginning of life to the effects of selection for which complex structures such as RNA or DNA would be necessary, while within the stage of onset selection is nothing but a process of taking mutually into account what the essential conservation laws do actually prescribe. If the Universe is filled with entities that extract work by measuring displacements from equilibrium in the environment which are sources of energy (and information), as Stuart Kauffman claims⁷, then life as we know it differs only in terms of the specified interaction between the micro-level and macro-level of organisms, joining the evolution of genotype to that of phenotype. We will come back to this.

But it was not before 1997 that all these first rudiments of insight were put together in the shape of a cosmological theory drawing heavily on the interdisciplinary context. This was when Lee Smolin published his book on the life of the Universe.⁸ From the beginning on he notes that "Physics must underlie and explain biology because living creatures, like all things in the universe, are made out of atoms which obey the same laws as do every other atom in the world. An approach to physics that does not make the existence of life comprehensible must eventually give way to one that does."⁹ On the other hand, what is certainly invariant in the physical description of nature is *thermodynamics*. From this field of physics we learn something else: "Nothing can live in an environment in thermal equilibrium. If life is to exist there must then be regions of the universe that are kept far from thermodynamic equilibrium for the billions of years it takes for life to evolve. We then want to ask, What is required of the universe so that it contains such regions? The answer to / this question is easy. There

⁵ Ibid., 60 sqq., 68–73. (par.)

⁶ Stephen Jay Gould: *The Structure of Evolutionary Theory*. Belknap of HUP, Cambridge (Mass.), London, 2002. Gould mentions not only the line of thinking originally introduced by D'Arcy Wentworth Thompson: *On Growth and Form*. CUP 1917, including Conrad H. Waddington who published together with Erich Jantsch: *Evolution and Consciousness. Human Systems in Transition*. Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1976, assembling a large number of other protagonists following the same line of thinking in self-organization and chaos theory such as René Thom: *Structural Stability and Morphogenesis*, Benjamin, Reading (Mass.), 1975, Ilya Prigogine who published together with Grégoire Nicolis: *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems*, Wiley-Interscience, New York etc., 1977, and Brian Goodwin who published together with Richard Sole: *Signs of Life. How Complexity Pervades Biology*. Basic Books, New York, 2002, but also protagonists of the Santa Fe school such as Stuart Kauffman: *The Origins of Order*, OUP 1993, and Per Bak: *How Nature Works: The Science of Self-organized Criticality*. Copernicus, Göttingen, 1996.

⁷ Stuart Kauffman: *Investigations*. OUP 2000, 82.

⁸ Lee Smolin: *The Life of the Cosmos*. OUP 1997.

⁹ Ibid., 25.

must be things in the universe that are much hotter than the rest of it, and are able to maintain themselves as constant sources of light and heat for enormous periods of time. [...] The existence of stars is thus the key to the problem of why the cosmos is hospitable to life.”¹⁰

This line of argument is purely physical and very economical indeed, because it summarizes sober “general” results and their conclusion without referring to any heuristic or non-physical foundation. Now, if we make existence topical, then there must have been something that caused this existence in the first place. Existence demands emergence and development of what has emerged. We can call this “evolution”. In other words: *The Universe becomes historical*. But note also that “[h]istory arises when the space of possibilities is too large by far for the actual to exhaust the possible.”¹¹ Hence, contrary to what would have been the opinion for a large number of centuries, in our nowadays perspective, the Universe is not ergodic at all, but it is intrinsically *non-ergodic*.¹² From this Smolin concludes: “What then surely is most new about our modern understanding of life is the idea of evolution, for it enables us to see life not as an eternally repeating cycle, but as a process that continually generates and discovers novelty. And, by the same token, what is most new about modern cosmology is the discovery that the universe is also evolving.”¹³

At a fundamental level, the known laws of physics will produce the conceptual framework in order to discuss this cosmological evolution. But there is the possibility that additional laws might be found which are characteristic for more complex forms in the Universe. One hint can be found within the *systemic perspective*. “The basic understanding that life on this planet constitutes an interconnected system must be considered to be one of the great discoveries of science.”¹⁴ And Smolin comes back to thermodynamics with a view to practical applications of the systemic framework: “Thermodynamics provides the simplest way to distinguish clearly between a planet with life, such as Earth, and dead planets such as Mars and Venus. The reason is that the atmosphere of the Earth is permanently in an enormously improbable state, very far from thermodynamic equilibrium. [...] We may conclude from this that there must be some outside agents that are maintaining the earth’s atmosphere permanently in such an unstable state far from equilibrium. There are such agents, they are the living things of the biosphere. For the great cycles that continually replenish the oxygen, carbon, and other elements of the biosphere are driven by the metabolic processes of living things. / If a planet has life, one can see it easily by determining whether its atmosphere is in thermal equilibrium. [...] If we can get a spectrum of the light from a planet, we can see immediately if it has life or not by analyzing it to find the composition of the atmosphere. [...] The basic mechanisms of natural selection thus imply that any planet with only a little life must be in a transient stage: any stable occupation of a planet by life must involve the whole planet. / As in similar cases such as the disks of spiral galaxies, the only possible explanation for the stability of such a non-equilibrium system is the existence of feedback mechanisms that control the rates of the various cycles involved.”¹⁵

It is here where Smolin refers to ongoing work of the Santa Fe school: “What is new [in Per Bak and Stuart Kauffman] is the idea that when one has many species that evolve together in an ecosystem, new collective effects emerge which determine things like the rates at which old species become extinct and new ones appear. / What Bak, Kauffman, and others have accomplished by taking a global view of evolution is the beginnings of a theory in which the Gaia hypothesis is only the rare and extreme case of a completely general phenomenon, which is that the evolution of the different species are coupled to each other. [...] It can happen, for example, that several species can evolve together to reach stable symbiotic relationships. Lynn Margulis has proposed that such events may account for the origins of both eukaryotic cells and multi-celled creatures.”¹⁶

¹⁰ Ibid., 28 sq.

¹¹ Stuart Kauffman: *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization*. OUP 1995, 186.

¹² Stuart Kauffman: *Investigations*, op. cit., 144.

¹³ Smolin, op. cit., 143.

¹⁴ Ibid., 146.

¹⁵ Ibid., 147–149.

¹⁶ Ibid., 150–151.

As to the authors mentioned this looks like an exclusively American perspective. And indeed, it would be necessary to also quote the European contributions of the Paris school (Thom) and Brussels school (Prigogine) as to that, including the relevant colleagues involved at the time. Note the difference: While the Santa Fe approach discusses *self-organized criticality* for phenomena which are observable in the common configuration space (Euclidean space-time), Prigogine (and Thom) putting forward models of *structure formation*, together with the advocates of *chaos theory* (Mandelbrot, Feigenbaum et al.) speak about self-organization in phase spaces. The interaction and possibly joint origin of these approaches are not yet sufficiently clarified (and in fact, rarely discussed). As to the underlying astrophysics however, the idea is obvious: "There are hot stars radiating into cold space. The biosphere can organize itself because it finds itself in the middle, and is able to harness the flow of energy to drive the processes that continually form the complex molecules that are necessary for life. [...] This line of thought suggests that *there should be a general theory of self-organization, which is based on the thermodynamics of systems* that are far from equilibrium because they are infused by a steady flow of energy. Such a theory might tell us that in these situations the level of organization, rather than of entropy, increases steadily in time. [Moreover] [a] system must have a potential for organization. [...] What a flow of energy does is to change the game, so that improbably structured configurations become probable."¹⁷

For the thermodynamic non-equilibrium the systemic perspective will offer the possibility to introduce network-shaped interactions among a multitude of active agents that "play the game of evolution".¹⁸ The necessary ingredient for this is the notion of "cycle" processes (or loops). Smolin refers here to the work of Harold Morowitz to whom we will come back in more detail later. Cyclic interactions turn out to be the most fundamental form of interactions at the roots of evolution: "Such cycles underlie the basic processes of the biosphere, and they involve all of the basic elements of life. Morowitz proposes that these cycles are more fundamental than life; and will arise in any chemical system that has a steady flow of energy through it. According to him, the formation of these cycles may have been the first step in the self-organization of the biosphere, occurring perhaps even before the evolution of the proteins and nucleic acids."¹⁹ And Smolin continues: "Life perhaps might be seen to have evolved a way to ride these flows and / cycles the way a surfer rides the flow of energy in water waves. [...] To get to life, then, we need to add several more elements to the basic picture of how open systems may organize themselves. The first is that living organisms always have clear boundaries between themselves and the outside world. [...] at the level of the biosphere as a whole, the material that makes up the biosphere is kept isolated from the rest of the universe by the action of the Earth's gravitational field, while the atmosphere and ozone layer serve partly to control its exchange of radiation with the outside universe.

A second point is that if a system is to reach a steady state then there must be some stability [...] So we expect feedback to be a ubiquitous element of far-from-equilibrium, open systems, in which a stable configuration has been reached."²⁰

Although in Smolin's approach the systemic perspective is not being discussed in detail, but certainly implicit all the time, the idea showing up is that in the end, *the Universe is the maximal system* which is structured into a large set of sub-systems (in other words: is *a system of systems*).²¹ What is

¹⁷ Ibid., 153. (my emphasis)

¹⁸ Rainer E. Zimmermann: *Metaphysics of Emergence. Part 1: On the Foundations of Systems*. xenomoi, Berlin, 2015.

¹⁹ Smolin, op. cit., 154.

²⁰ Ibid., 154 sq.

²¹ For a proposal concerning an appropriate definition of systems while referring to Stuart Kauffman see Zimmermann, op. cit., 27 sq. – There is one caveat however with respect to Kauffman's definition of agents which is implicit in the definition of systems, cf. *ibid.*, 37. This will be discussed elsewhere at a later occasion. Note also that the concept of "a system of systems" implies possible applications of category theory.

also implicit only in this approach is the concept of information.²² Nevertheless, all important aspects of a global approach to cosmological evolution of which biological evolution turns out to be a specialized complex case, can be obtained from the book: "I would like to call a *self-organized, non-equilibrium system* one which is: a distinguishable collection of matter, with recognizable boundaries, which has a flow of energy and possibly matter, passing through it, while maintaining, for time scales long compared to the dynamical time scales of its internal processes, a stable configuration far from thermodynamic equilibrium. This configuration is maintained by the action of [autocatalytic] cycles involving the transport of matter and energy within the system and between the system and its exterior. Further, the system is stabilized against small perturbations by the existence of feedback loops which regulate the rates of flow of the cycles."²³

As to the specific difference of living and non-living systems (in order to avoid vitalism) Smolin continues: "[A] galaxy is a self-organized structure, but it is not alive. For something to be alive it is certainly necessary that it be part of a self-organized, non-equilibrium system. But no definition of life could suffice that ignored the role that information and control play in the workings of a living cell. [...] The first is that in a living cell the rates at which its chemical processes take place are controlled by enzymes which are proteins. The second is that the synthesis of the enzymes is made and controlled by information that is coded symbolically in the structures of certain nucleic acids. The third is that the cell can reproduce itself, and that, when it does so, the nucleic acids coding it also reproduce themselves. /

We may then make the following definition: A *living system* is

- A a self-organized non-equilibrium system *such that*
- B its processes are governed by a program which is stored symbolically *and*
- C it can reproduce itself, including the program.

What I think most recommends a definition such as this one is that it grounds the existence of life in physics [...] far from equilibrium thermodynamics. At the same time, it makes clear to what extent living things have properties which [...] cannot be understood purely in terms of the general theory of non-equilibrium systems.²⁴

But if the cell satisfies the above definition, why do galaxies not? Or the Universe altogether as to that? The problem is how far the parts A through C of the definition can be carried over to large regions of the Universe that consist of matter (energy-mass) and information (entropy-structure). Smolin argues: "As to the first part of the definition, it may very well be reasonable to regard the whole universe as a self-organized system. But to push the analogy to the point that the universe fits the definition of a living system, we would have to regard the laws of nature themselves as a program. I don't think that this could be sustained. For one thing there is, as far as we know, no sense in which the laws of nature could be represented symbolically, as something analogous to a computer program. [...] It may turn out in the end that the laws of nature are representable by an algorithmic system, but I do not know any reason why this must be so. Furthermore, there are very interesting arguments, such as those raised by Roger Penrose in his recent books, that this should be impossible."²⁵

Referring to Penrose here means that what is being disputed is the existence of a strict formal algorithm which organizes the world similar to a computer program. However, some possible solutions (such as a straightforward generalization of algorithmic programs derived from quantum information, or a symbolic storage in terms of gravitational signatures, perhaps hidden in black holes – what by the way, would also support Smolin's cosmological selection conjecture²⁶) might be able to circumvent

²² This appears to be the rule in general as far as the prevalent literature is being concerned. One exception may be the important book by Marcello Barbieri: *The Organic Codes*. CUP 2003, dealing with the concept of reconstruction from incomplete information. Here he even introduces the concept of meaning, though mostly (but not exclusively) with a focus to fully developed cell structures.

²³ Smolin, op. cit., 155.

²⁴ Ibid., 156.

²⁵ Ibid., 157.

²⁶ Rainer E. Zimmermann: *Cosmological Natural Selection Revisited. Some Remarks on the Conceptual Conundrum and Possible Alleys*. <http://www.arXiv.org/pdf/physics/0304053> (2003) See also id.: *The Modeling of Nature as a Glass Bead Game*. In: Eeva Martikainen (ed.), *Human Approaches to the Universe. An Interdisciplinary Perspective*. Agricola Society, Helsinki, 2005, 43–65.

this. As to the concept of information with a view to physics, José M. Díaz Nafría and myself have collected some results from fields that are rarely combined until now.²⁷

Finally, Smolin concludes: “It is thus fascinating to note that a universe that has the capacity for efficient star formation is already going to have the basic ingredients necessary to turn self-organized non-equilibrium systems into living systems. [...] the universe as a whole must itself be a self-organized, non-equilibrium system. The reason for this is that it is impossible to have a self-organized, non-equilibrium system which exists permanently inside a larger system which is itself in thermal equilibrium. [open systems need an environment that is also not in equilibrium] / It then seems that our life is situated inside a nested hierarchy of self-organized systems that begin with our local ecologies and extend upwards at least to the galaxy. Each of these levels are non-equilibrium systems that owe their existence to processes of self-organization that are in turn driven by cycles of energy and materials in the level above them.”²⁸

2 Emergent Complex Systems

Once, we decide to approach the problem of initial emergence in terms of systems, we have the following two-fold situation: *On the one hand*, we have to look for a plausible mechanism of emergence for those networks that define the nucleus of systems in the first place. *On the other hand*, even for fundamental systems of this kind, thermodynamics must be valid after all. Hence, we have also to look for a plausible mechanism of emergence for thermodynamics itself. The basic idea is the following: If we share the viewpoint that concepts like “system” (and emergence, matter, information, space, time as to that) are simply conceptualizations of observable entities that are ill-determined in ontological terms, but that are practical notions suitable for the building and communicating of theories (always given that theories are sets of consistently defined propositions), then theories of nature are to nature what the picture is to the object of which it is a picture. In other words: We always deal with the mapping of mappings rather than with a concrete type of reality. This nested hierarchy of mappings is what we call “actuality” (which is the world as it is conceptualized according to what we can observe). Alternatively, we can talk of “modality” (a concept introduced originally by Spinoza for visualizing the world in terms of the two attributes of substance that are accessible to human beings: matter and mind, respectively). This is significantly different from what we call “reality” in the strict sense, when meaning the world as it is independent of human observations. Hence, the most we can do is to describe the world’s actuality according to the principles of the sciences (providing the appropriate mapping techniques) – this is included in the field of sceptical philosophy – and then to heuristically extend our research to the foundation of actuality which is reality proper. This is included in the field of speculative philosophy. We can say that we understand the emergence of an entity in nature, if we can derive it from its foundations. The problem is that we can only derive something that is consistently conceptualized before. But as we can clearly realize, the concepts we use in order to formulate our theories are constrained to the domain of actuality. In a sense, the corresponding entities could be included in the domain of reality to a certain extent, but the latter domain will be incredibly larger than the former domain. Hence, our scientific language is not adequate for describing the foundations. This is why we have to find a suitable interface between the two which is at the same time the starting point for theories concerning actuality.

²⁷ Rainer E. Zimmermann, José M. Díaz Nafría: Emergence and Evolution of Meaning: The GDI Revisiting Program. Part 1: The Progressive Perspective: Top-Down. Information, 2012, 3, 472–503. (doi: 10.3390/info3030472) and also José M. Díaz Nafría, Rainer E. Zimmermann: Emergence and Evolution of Meaning: The GDI Revisiting Program. Part 2: The Regressive Perspective: Bottom-Up. Information 2013, 4, 240–261. (doi: 10.3390/info4020240) as well as Rainer E. Zimmermann, José M. Díaz Nafría: The Systemic Perspective as a Paradigm for Unified Approaches in the Sciences. (Panel I of the wcsa2012 conference, Vienna) In: Giulia Mancini, Mariarosalba Angrisani (eds.), Mapping Systemic Knowledge, Lambert Academic, Saarbrücken, 2014, 14–34.

²⁸ Smolin, op. cit., 158 sq.

As we notice now that in the beginning it is necessary to assume the validity of the system paradigm as well as of thermodynamics in the first place, we have to ask for the position of this required interface.²⁹ Because the line of argument is somewhat involved here, we shortly refer to a former passage of my book on systems quoted above³⁰ in order to clarify the general idea without going too much into detail. (Some of the issues utilized are not yet sufficiently clarified in theory.)

Obviously, the important starting point of systems is their underlying network of interacting agents.³¹ Following an idea of Stuart Kauffman's, we think of *agents* in this generalized sense as self-reproducing, auto-catalytic systems which achieve a new kind of closure in a given space of catalytic and work tasks propagating work out of non-equilibrium states and playing natural games according to the constraints of their environment.³² In particular, (physical) space is visualized then, as being comprised of autocatalytic autonomous Planck scale agents co-evolving with each other serving at the same time as some sort of crystallization of seeds of classicity (in the physical sense). This co-evolution is taking place according to what Kauffman calls *4th law of thermodynamics*: The maximum growth of the adjacent possible in the flow of a non-ergodic Universe maximizes the rate of de-coherence and thus the emergence of classicity. There is also a hierarchy of such agents depending on the explicit complexity of those in question ("higher-order agents"). Games of various types of agents are nicely illustrated by Szabó and Fáth.³³ But on the fundamental level of physics, Kauffman mentions the possibility to visualize *spin networks* as knots acting on knots to create other knots in rich coupled cycles not unlike a metabolism. Hence, they (or their constituents) show up as a sort of "fundamental agents".³⁴

If we take up the viewpoint of Kauffman's seriously, then it appears to be straightforward to find the fundamental agents in the loops of *loop quantum gravity* (and the associated *quantum information theory*) in the first place: This is because it is the loops which combine in order to form spin networks. In fact, six of them co-operate in order to produce one hexagon of the network. The conceptual reason for this is that the associated entropy satisfies the criterion for a thermodynamic cycle process such that

$$\frac{1}{4} \int |\mathbf{p}|^2 da \leq 0,$$

²⁹ In earlier discussions I have spoken of the „injection of structure“ into the vicinity of the cosmological Big Bang, at a time, when it was fashionable to apply Prigogine's approach to relativity theory. See e.g. Rainer E. Zimmermann: The Lepton Brusselator. Creation of Structure in the Early Universe. J. Gen. Rel. Grav. 14 (11), 1982, 1051–1060. Also: id.: Homogeneous Cosmologies and their Stability Behaviour. New Physics (Korean Physical Society), 22 (3), 1982, 291–315. And finally id.: Non-Equilibrium Thermodynamics of Cosmological Event Horizons. In: Proc. Annual GAMM Meeting, Hamburg, ZAMM 64 (4/5), 1984, T402–T404.

³⁰ Taken here from Metaphysics of Emergence, op. cit., 37–46.

³¹ We shortly recall the above-mentioned definition from my book: “We call *system* a network of interacting agents producing a space with a well-defined boundary that is open in the sense of thermodynamics.”

³² This is referring to an earlier manuscript version of Kauffman's book „Investigations“, cf. the address www.santafe.edu/sfi/People/kauffman/Investigations.html. In the actual book version, autonomous agents are defined as self-reproducing systems which can at least perform one thermodynamic work cycle.

³³ György Szabó, Gábor Fáth: Evolutionary Games on Graphs. www.arxiv.org/pdf/cond-mat/0607344 (2006)

³⁴ Obviously, this remark has not become part of the book version. (Stuart Kauffman: Investigations. Oxford University Press, 2000) But without doubt, the idea has been to visualize fundamental systems as fundamental agents on the Planck level. Cf. Investigations, op. cit., 253–265. The quotation goes back to the original paper from which the book manuscript eventually derived: Santa Fe institute, working papers, 96–08–072, 162 sq. In his earlier books, Kauffman does not mention this explicitly, probably because their publication preceded Kauffman's co-operation with Lee Smolin. (Stuart Kauffman: The Origin of Order. Oxford University Press, 1993. And also id.: At Home in the Universe. Oxford University Press, 1995.) See also more recently Stuart Kauffman, Lee Smolin: A possible solution to the problem of time in quantum cosmology, www.arxiv.org/pdf/gr-qc/9703026 and id. & id.: Combinatorial dynamics in quantum gravity, www.arxiv.org/pdf/hep-th/9809161. I have summarized some of the aspects in Rainer E. Zimmermann: Classicity from Entangled Ensemble States of Knotted Spin Networks. A Conceptual Approach. www.arxiv.org/pdf/gr-qc/0007024

where the integral is a closed path integral (loop integral) and a is the surface area generated with respect to one hexagonal fragment of the spin network. (It is l_p the Planck length.) By the definition of loops above we clearly recognize that this procedure is not referring to some physically “vacuous” geometrical meaning, but that instead, this geometrical picture is physically loaded due to the parallel propagator with its gravitational or curvature connotation, respectively, and the explicit group action involved: Hence, with a *loop* we mean here a closed curve α such that $T[\alpha] = -\text{tr}[U_\alpha]$, where

$$U_\alpha(s_1, s_2) \sim P \exp \left\{ \int_{s_1}^{s_2} A_\alpha(\alpha(s)) ds \right\}$$

is the parallel propagator of the vector field A_α along α defined by (the s_i being points of α)

$$d/ds U_\alpha(1, s) = da_i(s)/ds A_i(i(s)) U_\alpha(1, s).$$

The $SO(3)$ -field A is here essentially the difference of the $SU(2)$ -spin connection and the extrinsic 3-curvature called *real Ashtekar connection*:

$$A_i^j(x) = \Gamma_i^j(x) - k_i^j(x).$$

The important result (Rovelli) is that *each spin network state can be decomposed into a finite linear combination of products of loop states*.

Obviously, this bears a strong resemblance to the classical Wilson loop representation (hence, we think here of a kind of *loop transport* according to Stuart Kauffman’s idea of agents), and is also essentially a Feynman-type integral which gives the probability for a (physical) system to go from one state to another state:

$$\langle x_2, t_2 \mid x_1, t_1 \rangle = \int_{x_1}^{x_2} D(x(t)) \exp i/\hbar S,$$

where S is the action of the form

$$S := \int_{t_1}^{t_2} dt L(x, x').$$

Here, L is the Lagrangian. (The probability is the above expression squared. This is equivalent to the Schrödinger picture of quantum physics on the one hand and a model for quantum computation on the other.) As Freidel and Krasnov (as early as 1999) as well as Reisenberger and Rovelli (in 2000) have shown, spin networks and spin foams, respectively, can be visualized as Feynman integrals of that sort such that the formal Feynman perturbation series of the partition function

$$Z = \int D\phi \exp(-S[\phi])$$

is given by

$$Z = \sum_J N(J) \sum_e \prod_{f \in J} \dim a_f \prod_v A_v(e),$$

where J is a 2-complex, and the vertices, edges, and faces are labelled accordingly. It is $N(J)$ the number of vertices of J divided by the number of symmetries of J .

There is a number of important cross-relationships which connect the notion of loops with the notion of knots: Louis Kauffman’s bracket algebra (the boundary algebra of containers and extainers) turns out to be the precursor of the Temperley-Lieb algebra important in order to construct representations of the Artin braid group related to the Jones polynomial in the theory of knot invariants.³⁵ As

³⁵ For more details concerning Kauffman see Rainer E. Zimmermann: Matter and Information as Attributes of Substance. Eur. Phys. J. Special Topics 226, 2017, 177–180. Also id.: Topoi of Systems. On the Onto-Epistemic

the elementary bracket algebra is to *biologic* what Boolean logic is to classical logic, this has important epistemological consequences. On the other hand, the Jones polynomial can itself be visualized in terms of quantum computers, because a similar partition function of type $Z_K = \langle \text{cup} \mid M \mid \text{cap} \rangle$ with creation and annihilation operations, respectively,

$$\text{cup} := \mid a : C \rightarrow V \otimes V,$$

$$\text{cap} := \langle b \mid : V \otimes V \rightarrow C,$$

M being the braiding, and $\langle K \rangle := \sum_{\sigma} \langle K \mid \sigma \rangle d^{||\sigma||}$, can be related to the process of quantum computation (as can, by the way, the spin network formalism itself.) As spin networks are nothing but graphs, the *agency* in question here is motion on graphs or *percolation of energy and information in networks* such that phase transitions can be represented in terms of an appropriate cluster formation of connected components. This is what points to a close relationship to *cellular automata* utilized for the simulation of evolutionary processes (cf. Conway's game of life or Wolfram's approach). Stuart Kauffman has associated this with the emergence of collectively autocatalytic sets of polymers, and in fact with the onset of forming classicity with regards to physics.

But there is still another point to that: In the approach of Barrett and Crane (1997³⁶), the idea is to generalize topological state sum models in passing from three to four dimensions by replacing the characteristic $SO(3)$ group with $SO(4)$, or its appropriate spin covering, $SU(2) \times SU(2)$, respectively. The concept of spin networks is also generalized then, by introducing graphs with edges labelled by non-negative real numbers (called „relativistic spin networks“). Applying this kind of „spin foam“ model to Lorentzian state sums demonstrates their finiteness in turn implying a number of choices made from physical and/or geometrical arguments. The really interesting aspect of this is its relation to the group $SL(2, \mathbb{C})$: because this is the double cover of $SO(3, 1)$ and the complexification of $SU(2)$ which in turn is the double cover of $SO(3)$. On the other hand, $SL(2, \mathbb{C})$ is the group of linear transformations of $\mathbb{C}^2$ that preserve the volume form. Thanks to an e-mail crash course on these matters referring to the Barrett-Crane model and made available online by John Baez and Dan Christensen (2000), where they use the terminology of the former's quantum gravity seminar³⁷, it is easy to understand that constructions in the sense of Barrett-Crane turn out to be invariant under $SL(2, \mathbb{C})$. In other words, we essentially deal with states in $\mathbb{C}^2$ which are *spinors*. And it is from quantum theory and special relativity, especially by the important work of Roger Penrose already in the sixties and seventies of the last century, that we know about their relevance. On the other hand, as Baez notes, a state in $\mathbb{C}^2$ can also be called a *qubit*. So „[w]hat we [a]re really doing, from the latter viewpoint, is writing down ‚quantum logic gates‘ which manipulate *qubits* in an $SU(2)$ -invariant [in fact, $SL(2, \mathbb{C})$ -invariant] way. We [a]re seeing how to build little Lorentz-invariant quantum computers. From this viewpoint, what the Barrett-Crane model does is to build a theory of quantum gravity out of these little Planck-scale quantum computers.“ (Baez, Christensen, e-mail discussion, 2000, 42) This is obviously very much on line with the arguments of Zizzi, Lloyd and others. Moreover, it is referring to the explicit level of spin networks: That is, the aforementioned „boundary layer“ between the physical world and its foundation (otherwise called a *subject* or *natura naturans*) shows up as a „shift of quantum computing“ processing the fundamental information necessary for performing the transition from foundation to world (or in other words: for actually *producing a world* out of its foundation).

Foundations of Matter and Information. (= Chapter 6) In: Mark Burgin, Wolfgang Hofkirchner (eds.), Information Studies and the Quest for Transdisciplinarity. Unity through Diversity. World Scientific, Singapore etc., 2017, 191–214.

³⁶ John W. Barrett, Louis Crane: Relativistic Spin Networks and Quantum Gravity. <https://arxiv.org/abs/gr-qc/9709028>

³⁷ Unfortunately I am unable to retrieve this file from the web page of John Baez now, possibly due to his more recent shift of interest, but the reader may find the following instructive: John C. Baez, J. Daniel Christensen, Thomas R. Halford, David C. Tsang: Spin Foam Models of Riemannian Quantum Gravity, www.arxiv.org/pdf/gr-qc/0202017.

Utilizing the “skeleton-of-the-universe view” (Zimmermann, 2004), the idea would be to insert various steps of a hierarchy of complexity in the overall functor diagram from topological quantum field theory (cf. John Baez):

$$\begin{array}{ccc} \text{nCob} & \rightarrow & \text{Hilb} \\ \uparrow em & & \uparrow \downarrow id \\ \text{SpinF} & \rightarrow & \text{Hilb} \end{array}$$

This diagram is commutative, if an adequate emergence (*em*) mapping is being defined. Here, SpinF is the category of spin foams, and nCob is the category of n-dimensional cobordisms. (For the time being, we can safely set $n = 4$.) Hence, there remain three things to do:

- (a) to show that loops are fundamental agents in that their loop motion (their self-assembly and combination into spin networks) corresponds to Stuart Kauffman’s definition of agents.
- (b) to actually describe what the mapping *em* looks like in detail.
- (c) to introduce intermediate stages of hierarchy into that mapping.

In the meantime, as for task (a), we can at least offer an *outline of proof*: From recent work of Donnelly’s (2008³⁸) we know that the appropriate entropy we have to deal with is the von Neumann entropy of the form $S(\rho) = -\text{tr}(\rho \ln \rho)$, where ρ is a suitable density matrix. In Kitaev and Preskill (2006³⁹) as well as Rovelli and Vidotto (2010⁴⁰) we find that for spin networks in loop quantum gravity, it is especially the Braunstein-Ghosh-Severini (BGS) entropy which is relevant here: This refers essentially to a quantum field theory on a space $\Omega \subseteq \Sigma$ with $H_\Sigma = H_\Omega \otimes H_\Omega^c$ as adequate tensor product of the associated Hilbert spaces such that $\rho_\Omega = \text{tr}_{H(\Omega, c)} |\psi\rangle\langle\psi|$. In particular, for the loops of this theory, the appropriate Hilbert spaces are defined by the cyclic functions of an SU(2) connection A. Hence: $\{\psi; \psi(A) = f(U(A, \gamma_1) \dots U(A, \gamma_L))\}$, where $|\psi\rangle$ is a spin network state. The density matrix of the underlying graph Γ turns out to be the Laplacian matrix $L(\Gamma)$ (essentially the difference between degree matrix and adjacency matrix) divided by the degree-sum of such a graph. Then, the loop integral over γ : $\int_\gamma dS(\Omega) \geq 0$ fulfils Stuart Kauffman’s condition for an autonomous agent.

In a sense, the “skeleton-of-the-universe view” can be thus visualized as a generalized kind of an algorithmic approach such that the physical phenomena of the universe (i.e. of the observable physical world) emerge as a result of algorithmic procedures that are coded into a *procedural space* that is logically prior to the action of fundamental quantum computation. Note however that it is left open whether this algorithm is strictly defined or subject to (fuzzy) hermeneutic interpretation instead.

And, while talking about all of that, we notice that this is the outcome of the modeling procedure. In other words, the systematic approach outlined above is itself a model, i. e. a mapping of the world, not the world itself. We utilize the concepts of *space*, *network*, and *system* according to our epistemological principles: As such networks serve as a formal skeleton (or circulation) for a space and for a system, respectively, while they are graphical representations of both of them. The concept of space serves also the graphical representation of what we call a system. The system is the concept we have of what we are able to observe in concrete terms. But what we observe is only part of the world. (Our ontological directive is: The world is not as we observe it.) But we are products of that world ourselves. Hence, there is the necessity of a *cognitive meta-theory* for our other theories which tells us something about the basic limitations of our possible knowledge. *This entails the necessity of a self-loop: Humans model the world by inventing theories according to the cognitive constraints this same world is imposing upon humans.* Theories thus constitute categories of meaning. If humans show up then as communities of communities of fundamental (natural) agents, they are, with respect to the latter, *emergent structures* in nature. And so are all of their reflexive concepts. Hence, the concept of (human) meaning

³⁸ William Donnelly: Entanglement Entropy in Loop Quantum Gravity. www.arxiv.org/pdf/0802.0880

³⁹ Alexei Kitaev, John Preskill: Topological Entanglement Entropy. www.arxiv.org/pdf/hep-th/0510092

⁴⁰ Carlo Rovelli, Francesca Vidotto: Single Particle in Quantum Gravity and Braunstein-Ghosh-Severini Entropy of a Spin Network. www.arxiv.org/pdf/0905.2983

itself is emergent with respect to fundamental *proto-meaning* defined in terms of the directed behaviour of fundamental agents.⁴¹ This may be utilized as a grounding of the concepts of *pre-reflexive* and *reflexive meaning*, respectively. Hence, the Universe is meaningful from the outset, but it is only humans who develop reflexive meaning such that they actually know that there *is* meaning.

Two more remarks are in order here: First of all, most of what we have said so far is compatible with more recent work of Stuart Kauffman's. He lists as conditions for emergent life: auto-catalytic reproduction, work cycles, boundaries, self-propagating work and constraint construction, choice.⁴² Although he discusses life in particular, these conditions can be generalized in a straightforward manner, as he says: "[...] the laws that govern the whole are not to be found in any specific physical realization of such a system, but rather in the mathematics of this broad class of dynamical systems, whatever their material realization."⁴³

The second point is the following: There is actually a conceptual problem with the concept of causality here. This is mainly because causality is made very strong within the framework of quantum gravity. As far as I can see, this goes back to the original idea of Fotini Markopoulou's that emerged when discussing the causal past of events in terms of Heyting algebras.⁴⁴ Central to this is the construction of the functor $Past: C \rightarrow Set$ from the causal set to the events in the past of each $p \in C$. As can be seen from earlier expositions, this functor relies on the equally fundamental construction of past light cones in the sense of relativity theory. But it is not clear yet how far this conception can be applied with respect to the foundations of space and time, because it is essentially a result of classical physics only.⁴⁵

3 Further Consequences of Thermodynamics

Hence, what we recognize is that it is the initial structure of the Universe itself that determines the dynamical unfolding of the original potential. This is mainly achieved by applying thermodynamic principles to networks and thus systems. The starting point for looking at the initial conditions however is the additional field of *phase transitions*, in particular with a view to their universal properties in nature. In fact, these have been introduced in a completely different field of theoretical physics: It is the *Kibble-Zurek mechanism* that describes the non-equilibrium dynamics and formation of topological defects in a system subject to a phase transition. Originally developed for the primordial quantum states of the Universe, it turns out that the first principles of the mechanism exhibit a wide range of universality in physics. In a sense, this idea triggered somehow the efforts taken as to the inflationary model of the Universe. And this work was also involved in the discovery of the Higgs boson in elementary particle physics.⁴⁶

The general idea goes back to the original assumption in cosmology that at high temperature (characteristic for the early state of the Universe) a simple gauge symmetry principle would be relevant such that there would be only one type of "force" available. At lower temperatures however the initial symmetry would be spontaneously broken creating the variety of forces and particles we can actually observe today. The expansion of the Universe would thus produce correlations among physical fields on

⁴¹ Although one could as well argue that the evolutionary continuity of forms of consciousness actually prevents the application of proto-concepts.

⁴² Stuart Kauffman, Philip Clayton: On emergence, agency, and organization. *Biology and Philosophy* 21 (2006), 501–521.

⁴³ *Ibid.*, 518.

⁴⁴ Fotini Markopoulou: The internal description of a causal set: What the universe looks like from the inside. www.arxiv.org/pdf/gr-qc/9811053

⁴⁵ Fotini Markopoulou, Lee Smolin: Causal Evolution of Spin Networks. www.arxiv.org/pdf/gr-qc/9702025

⁴⁶ For a recent review of the essential theory including experimental test devices see Adolfo del Campo, Wojciech H. Zurek: Universality of Phase Transition Dynamics: Topological Defects from Symmetry Breaking. www.arxiv.org/pdf/1310.1600 Also in Jerome Gauntlett (ed.), *Symmetry and Fundamental Physics* (Tom Kibble at 80), World Scientific, Singapore etc., 31–87. For even more recent results see also Logan W. Clark, Lei Feng, Cheng Chin: Universal Space-Time Scaling Symmetry in the Dynamics of Bosons across a Quantum Phase Transition. *Science* 354 (6312), 2016, 606–610.

larger and larger scales by progressive cooling down. By what is referred to as a “rapid quench” a random pattern of disorder becomes gradually ordered. The limit of correlation scales is defined by the velocity of light determining the Universe’s causal horizon.⁴⁷

This can be combined with the inflationary model according to Alan Guth and others, especially with a view to reservations this model has not been able to overcome in the long run. But it appears that if the Big Bang was a bounce (for which there is some theoretical evidence after all due to recent results of the Pittsburgh school), preceded by another large, smooth Universe like the one we actually observe, then many problems can be solved which inflation was invented to solve, but this time without utilizing inflation at all. Mechanisms can be described that could be responsible for growing quantum fluctuations into nearly scale-free, Gaussian density fluctuations to seed cosmic structure formation.⁴⁸ Based on the ekpyrotic Universe he himself helped to be introduced (in 2001), Turok refers to a version of the Friedmann equation of the form

$$H^2 = (\dot{a}/a)^2 = (8\pi/3) G (\Delta V + \rho_m/a^3 + \rho_r/a^4 + \rho_{\text{aniso}}/a^6) - k/a^2 + (8\pi/3) G \rho_{\text{ek}}/a^{3(1+w)}.$$

Here ΔV is the potential energy density in the false vacuum that behaves like a large cosmological constant, k is spatial curvature and the densities are those of matter, radiation, and anisotropy, respectively. It is a the usual cosmological scale factor (the expression on the left-hand side indicating the Hubble parameter squared), and G the gravitational constant. The additional term on the far-right-hand side describes the ekpyrotic energy density, and w is very large as compared to 1. In the classical Friedmann equation of this type, the cosmological constant is usually eliminated by replacing $\rho \rightarrow \rho - \Lambda/8\pi G$.

Despite some reservations left (e.g. that the false vacuum is not only highly speculative so far, but also part of a particle picture that might be inadequate for gravitation as derived from the classical Einstein equations), this approach looks much better than the inflationary case with its drawbacks. And there is another interesting point to this which will become relevant for our research tasks here: Turok stresses the point “that energy is *not* a conserved quantity in an expanding universe. The relevant conserved quantity is the volume of phase space (or its logarithm, the entropy), and it is this quantity, *not the energy*, which should be used to estimate the probability of finding a given initial state.”⁴⁹

Hence, the Kibble-Zurek mechanism as it is presented concisely in the paper of del Campo and Zurek himself⁵⁰ gives an alternative for inflation by capturing the essence of the non-equilibrium dynamics involved in the crossing of the phase transition at a finite rate.⁵¹ However, as it turns out, appropriate observations have been made for a large class of physical phenomena pointing after all towards some kind of universality of the proposed mechanism. But not for the early cosmology of the Universe.

The general intention however is straightforward: To find the dynamics for spontaneous emergence of structure derived from thermodynamic foundations. In other words: This spontaneous formation of structure is visualized as a necessary, not as a contingent process taking place in Nature.

We come back now to the work of Morowitz⁵²: We know from our remarks on entropy that the formation of structure is closely coupled to the stochasticity of the events involved. This is the statistical side of the phase transitions mentioned above. After discussing terrestrial conditions of life and the associated processes in detail for 400 pages, the authors introduce phase transitions in chapter 7 as an instrument to generate a reasonably universal method of research – in other words: in order to follow the line of argument we have explicated already before. The intention of the authors is stated clearly: “One of our main thesis in this monograph is that the origin of life cannot be understood as a

⁴⁷ I am paraphrasing here Neil Turok: Tom Kibble and the Early Universe as the Ultimate High Energy Experiment. In: Jerome Gauntlett (ed.), op. cit., 1–29, here: 2.

⁴⁸ Ibid., 16 sq. (par.)

⁴⁹ Ibid., 11.

⁵⁰ Adolfo del Campo, Wojciech H. Zurek, op. cit., 32–35.

⁵¹ Ibid., 33.

⁵² Eric Smith, Harold J. Morowitz: The Origin and Nature of Life on Earth. CUP 2016.

compounding of rare or arbitrary events, but must be understood as a cascade of *system rearrangements* that were in certain essential ways robust, and at least locally, necessary.”⁵³ This is very much the same tenor we have recognized in the aforementioned approaches in terms of a purely physical perspective.

The authors continue: “Two lines of argument lead to this conclusion, one empirical and the other from the theoretical perspective [...] From the empirical side, we have exhibited a number of specific subsystems in which patterns appear to proceed upward from low-level organic chemistry or geo-en-ergetics and not downward from controlling macromolecules or structures. These suggest that constraint and stability flowed from what was generic and necessary rather than from what was particular and perhaps accidental. From the theoretical side, independent of the particular cases in which we happen to have functional or historical reconstructions of living subsystems, we know that living matter obeys certain mathematical laws governing fluctuation and stability, which include the familiar laws of thermal physics but extend also to higher-level structures. The most important problem these address is that many small-scale degrees of freedom have been entrained in states of order that are robust on the timescales we observe directly, and these ordered states have persisted for billions of years. Whatever chemicals and contexts conducted the biosphere on its path of emergence, a theory of biogenesis can only make sense within the larger framework of physical and mathematical law if almost all intermediate stages were robust, and at least most transitions were likely.”⁵⁴ And the authors identify as the key concept of system rearrangement in the mentioned sense that of phase transition.⁵⁵

It is here where Smith and Morowitz link their argument to what the physicists have done before with the global perspective of cosmology in mind. However, in systematic as well as methodological terms, to demonstrate the smooth transition from a top-down approach starting with cosmological concepts to a bottom-up approach selecting an individual planet as to execute research concerning the emergence of living structures, remains still a not yet completely conceptualized objective.

Nevertheless, with stressing the importance of what they call “Phase Transition Paradigm for Emergence” we have a generic starting point for approaching this goal. The idea is essentially the following: In systems that show large-deviations scaling, probability distributions for fluctuations simplify to the following form:

$$P_{\text{fluct}} \sim e^{-Ns}$$

with N defining scale and s defining structure also called rate function. The limit is such that for $N \rightarrow \infty$, $1/N \ln(P_{\text{fluct}}) + s \rightarrow 0$. The rate function in a large-deviations limit is also called the *entropy*.

As example the authors take a canonical one: the *Central Limit Theorem*. Let us take a random variable X with a probability density of the form

$$P(x \leq X \leq x + dx) = p(x) dx$$

with mean $E(X) = \mu$ and finite variance $E(X - \mu)^2 = \sigma^2$. In the case of aggregation define the sum $X^{(N)} = X_1 + \dots + X_N$. Re-scale in the form of $Y^{(N)} = X^{(N)}/N$. Then the distribution of $Y^{(N)}$ converges for large N to the distribution

$$P(x \leq Y^{(N)} \leq x + dx) \rightarrow (2\pi\sigma^2/N)^{-1/2} \exp(-N(x - \mu)^2/\sigma^2) dx$$

with the appropriate terminology. Hence, N here is simply the number of samples in the aggregate (i.e. the scale factor) while the rate function $s = (x - \mu)^2/\sigma^2$ depends on x which characterizes the structure of fluctuations about an invariant mean. The universality in the statistics can be visualized in terms

⁵³ Ibid., 425.

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Ibid., 426.

of a generalization of the way the central limit theorem collapses an infinite diversity of higher-order moments in the microscopic density $p(x)$ into the two-dimensional family of Gaussian limit densities.⁵⁶

If joint fluctuations are constrained because some quantity $X = X_1 + X_2$ takes a fixed value in the aggregated system, then the jointly most probable configuration is the maximizer $\delta S = 0$ along the surface of constraint $\delta X_1 = -\delta X_2$. As $\delta X_1 \rightarrow 0$, then

$$\partial S_1 / \partial X_1 = \partial S_2 / \partial X_2 = \partial s_1 / \partial (X_1 / N_1) = \partial s_2 / \partial (X_2 / N_2). (*)$$

Intensive and extensive state variables provide dual characterizations of a system as long as the entropy function is convex. Introduce the notation $\lambda = \partial S / \partial X$. The Legendre transform of entropy S with respect to an extensive state variable X , F say, is then constructed by

$$F = X \partial S / \partial X - S = X\lambda - S.$$

Again, the derivative of F with respect to λ recovers X . Hence, given an entropy function from a large-deviations scaling limit, we may describe a system either by the quantity X it contains, or the gradient λ of S at which the quantity X is maintained. The argument for maximum probability that leads to equation (*) may then be expressed as the classical thermodynamic equilibrium condition that coupled systems take on their most likely macroscopic configuration when the intensive state variables dual to any exchangeable quantities are equal.⁵⁷

The concept of an optimally informative quantity in a problem of statistical inference is captured in the notion of a *sufficient statistic*: The state variables in particular, are sufficient statistics for maximum-entropy distributions in which they are arguments of the entropy. Call a system S_x such that its state is a joint state of n random (microscopic state) variables x_i . The number of possible configurations for S_x is given by

$$\prod_{i=1 \dots n} |X_i|,$$

where $|X_i|$ is the cardinality of number of elements in X_i when the latter is the set from which the x_i take their values. Any function $\sigma_x\{x_i\}$ that is many-to-one such that it takes its values from a set of cardinality much smaller than the expression for X_i above is called *summary statistic*. This is also called *sufficient for y*, if $P(y|\{x_i\})$ has the property that

$$P(y|\{x_i\}) = P(y|\sigma_x\{x_i\}).$$

Here, y is a new random variable that shall be estimated and whose distribution of values is generated from the value of the state $\{x_i\}$. Then the above indicates that we can know no more about the values of y given knowledge of the whole state $\{x_i\}$ than we know given the value that $\sigma_x\{x_i\}$ takes. Hence, the number of possible distinct forms for $P(y|\sigma_x\{x_i\})$ is limited to the smaller cardinality rather than the much larger one.⁵⁸

The entropy-maximizing distribution over micro-states is the least constrained distribution consistent with the values of the state variables. For this reason, any reduction in entropy required, as the boundary conditions on a system change, is eligible as a measure of information gained about the system's micro-states as a result of the change of the macro-state. Therefore the entropy of a macro-state has the interpretation of the amount of information *missing* in the corresponding distribution about sampled micro-states.

Smith and Morowitz take the underlying conceptions for their viewpoints onto statistics from the works of Edwin T. Jaynes that start with two seminal papers from 1957. Although they differ from his

⁵⁶ Ibid., 437–439. (par.)

⁵⁷ Ibid., 440–442. (par.)

⁵⁸ Ibid., 446–447. (par.)

views in the interpretation of a number of mathematical details⁵⁹, they nevertheless utilize his approach within the context of Bayesian inference. Jaynes refers heavily on the earlier works of Josiah W. Gibbs and Harold Jeffreys, respectively.⁶⁰ Beside the issue of state function, controversy has possibly arisen at the time due to the unusual discussion of the difference between Boltzmann and Gibbs entropies which can be found in the same volume of collected essays.⁶¹ The state (or partition) function has the following relevance for our topic here:

Traditionally, the sum over all configurations of the exponential function that maximizes entropy is called *partition function* for the ensemble. Its equilibrium form is given by

$$Z = \exp(-\beta F) = \prod_{i=1 \dots N} \sum_{s_i \in \{-1, 1\}} \exp(-\beta H)$$

with $\beta = 1/kT$ (and T in units of k). This function can be visualized as *a count of the number of likely states of the system, each weighted by the exponential term in the probability distribution*. This term reflects a count of states in the environment's heat reservoir after the spin system has accounted for energy βH . Hence, the partition function can also be understood in terms of a count of the number of states available in the system/environment pair constrained by the total energy of which most is held in the environment. If there is no constraint so that the distribution is uniform, the partition function is normalized so that it simply counts the total number of microscopic system states. The temperature is the boundary condition imposed by the environment that will determine how strongly the system's internal energy skews the distribution of states. Here, F is the *Helmholtz free energy*.

The essential idea is based as an example on a version of the Curie-Weiss model describing magnets with spins "up" and "down", respectively. The s_i then give the dynamical variable for spin i . The microscopic energy function is of the form

$$H = -\frac{1}{2} \varepsilon - \varepsilon/N \sum_{(i,j)} s_i s_j - h \sum_{i=1 \dots N} s_i.$$

On the other hand, H is a function of the magnetization μ only, because in that case internal and external interactions are symmetric. Thus

$$H = -\varepsilon \mu^2 / 2N - h \mu$$

with the magnetization $\mu = 2n - N$, if n spins point upwards. The number of otherwise equivalent microscopic configurations that all have this same value of magnetization is given by

$$\binom{N}{n}$$

which is nothing else than $N!/(n!(N-n)!)$. As N becomes large, the concentration of vertices near the equator of a suitably chosen hypercube (for $N = 4$, say) increases. If co-operative effects can restrict possible micro-states to be distributed in certain regions, they can drastically reduce the number of such micro-states available (they can thus reduce entropy) and increase the information about the micro-state in the thermal distribution.⁶²

⁵⁹ Cf. *ibid.*, 448.

⁶⁰ Cf. E. T. Jaynes: *Information Theory and Statistical Mechanics*, I, II (1957), in: R. D. Rosenkrantz (ed.), *E.T. Jaynes: Papers on Probability, Statistics, and Statistical Physics*. Kluwer, Dordrecht, Boston, London, 1989 (1983), 6–16, 19–38. The important issue is the differently introduced concept of entropy and the subsequent discussion essentially based on general state functions that are equally well applicable to classical as well as quantum mechanics.

⁶¹ Cf.: The 1962 Brandeis Lectures, Gibbs vs. Boltzmann entropies, in: R.D. Rosenkrantz (ed.), *op. cit.*, 40–76, 79–86.

⁶² Smith, Morowitz, *op. cit.*, 455–457. (par.)

Jaynes then clarified somewhat the role of the constraining of state variables and the structure of the inference problem implied by them, making clear how the thermodynamic entropy can be understood as an application of information entropy to systems whose internal states are incompletely determined by their boundary conditions.⁶³ This gives the combinatorial basis after all of the Gibbs-Shannon entropy in the following way: Take a system with N distinguishable objects which may take any one of K states. If every assignment of objects to states is equally probable, the frequency of samples that have n_i objects in state i , for $i = 1 \dots K$ and $\sum_{i=1 \dots K} n_i = N$, is

$$P(n_1 \dots n_K) = (1/K^N) N!/(n_1! \dots n_K!).$$

Here, the laws of large numbers cause *scale* to separate from *structure* (as we have seen in the beginning), because the multinomial coefficient (due to Stirling's formula for the logarithm) converges on the approximation

$$\ln N!/(n_1! \dots n_K!) \approx -N \sum_{i=1 \dots K} n_i/N \ln n_i/N = N h(n_1/N \dots n_K/N),$$

where h is now the Gibbs-Shannon entropy function of the frequencies displayed in brackets which sum to unity. When we pass now from equilibrium to non-equilibrium, then we have to note that the biosphere is not just an open system, because it is not created by reversible processes and not an equilibrium ensemble (and thus does not furnish a contradiction between being highly ordered on the one hand and the principle of maximum equilibrium entropy on the other – already a result in Boltzmann and Schrödinger). Smith and Morowitz formulate: “The macroscopic entropy that is thermodynamically meaningful must be an information measure for the distribution from which it is computed. [This is the content of the large-deviations definition of entropy function shown here.] The state variables which are its arguments must also be appropriate sufficient statistics for that ensemble [...] The function of these variables [...] which is a macroscopic entropy function for an equilibrium ensemble will not generally be the actual entropy function for a non-equilibrium ensemble.”⁶⁴ [...] The equilibrium entropy does, however, provide a bound on the degree of stably sustained order [...]”⁶⁵ It is here where the properties of *driven systems* (i.e. systems that are driven away from equilibrium by means of their constraints) becomes important. In driven systems, states are occupied only if they can be reached by energy or materials between the time these enter the system and the time they exit: “In some systems, including many popular reaction-diffusion models, the approximate equilibrium entropy at successive times contains enough information to determine dynamics with the aid of a set of transport coefficients. More generally, factors that can affect transition rates and which are not captured in the equilibrium entropy alone can range from the response of reaction rates to catalysts, to the construction – within a system – of far from equilibrium structures such as compartments, surfaces, scaffolds, or turnstiles which may partition reactants into separate near-equilibrium, but decoupled, subsystems. The rate structure away from equilibrium, and the history dependence it induces in the system's response to its boundary conditions, can be considerably more complex than the probability structure at equilibrium.”⁶⁶ Nevertheless, the theory of stability for driven systems remains one of counting which is a consequence of the state function picture: Those macro-trajectories are stable that have the largest number of stochastic ways to be entered or maintained, and the fewest ways to be exited.⁶⁷

The decisive link between this approach by Smith and Morowitz and the physical preparations of theory starting from cosmology remains to be defined in minute detail. However, the most important aspect of this approach – namely not to centre the discussion around the biological individual, but around the global biosphere altogether (quite in line with the Gaia hypothesis of Margulis and Lovelock,

⁶³ Ibid., 487. – He thus arrives at insight to a reliable error correction, if discussing the case of equilibrium systems.

⁶⁴ The whole sentence in emphasis in the original text.

⁶⁵ Smith, Morowitz, op. cit., 505.

⁶⁶ Ibid., 506.

⁶⁷ Ibid., 507. (par.)

in fact) – sketches the general tendency implied: “Darwinian evolution is not a defining pre-condition for life, but rather a consequence of the nature of individual-based organization within a living state specified at other levels. The biosphere as a whole rather than any particular kind of individuality or ecological community-structure within it is the locus at which life is identified as a distinctive planetary phenomenon.”⁶⁸ All the systems in question are selected on the basis of functions they have executed: “Whether the selection occurs by means of thermal relaxation at or away from equilibrium, or later through a Darwinian dynamic, the mechanics of aggregation has only data from the past to draw upon. This is a statement that the processes of the assembly and maintenance are *causal* in the physical sense of the term. It can be refined to say that they are *Markovian* – that all information from the past relevant to dynamics is represented in features of the current state [...]”⁶⁹

4 The Quantum Picture

The advantage of the phase transition paradigm is its universality with respect to both macro-processes as well as micro-processes, respectively. Hence, it can be applied equally well to both the classical and the quantum domain of physics. Note that some time ago, John Baez and Jacob Biamonte have dealt in detail with the linking of classical stochastic dynamics to quantum physics.⁷⁰ What they find is that stochastic mechanics within the framework of a large variety of process types can be expressed in terms of a master equation of the form

$$d\Psi_{e'}(t)/dt = \sum_e H_{e'e} \Psi_e(t). \quad (\#)$$

The idea about the underlying process types is comparatively simple: If $x_i(t)$ is the number of objects of type i at time t , and a transition between states of the system destroys m_i objects and creates n_i of them, the respective rate equations can be written as

$$dx_i/dt = r (n_i - m_i) x_1^{m_1} \dots x_k^{m_k},$$

where the somewhat complicated product shows up because a transition occurs at a rate which is proportional to the product of numbers of objects it takes as inputs. The reaction rate is r here. With an appropriate vectorial notation, this can be alternatively written in the form

$$dx/dt = r (n - m) x^m.$$

As to a master equation for these rate equations, we have to bear in mind that the probability that a given transition occurs within a time Δt is approximately the rate constant for that transition times Δt times the number of ways the transition can occur. Now, obviously, the number of ways to choose M distinguishable things from a collection of L is the falling power of the kind

$$L^M = L (L - 1) \dots (L - M + 1).$$

Take a stochastic Petri net now with k species (types) and one transition with rate constant r such that the i -th species appears m_i times as input and n_i times as output. We introduce a *labelling* which is a k -tuple of natural numbers $\ell = (\ell_1 \dots \ell_k)$ saying how many things (objects) are in each species. Let $\Psi_\ell(t)$ be the probability that the labelling is ℓ at time t , then we arrive at the above master equation (#). The matrix H gives all possible transitions among what we can practically call *states* (ℓ' , ℓ) of the system in question. Note that we come back to the vectorial terminology (and thus skip indices in the preceding), then we have a master equation of the form

⁶⁸ Ibid., 553.

⁶⁹ Ibid., 562.

⁷⁰ John C. Baez, Jacob D. Biamonte: A Course on Quantum Techniques for Stochastic Mechanics. www.arxiv.org/pdf/1209.3632 (2012). – I reproduce here a number of pages from my book on systems: Metaphysics of Emergence, op. cit., 107 sqq.

$$d\Psi/dt = H \Psi.$$

Obviously, the interesting point is here that the equation looks very much like Schrödinger's equation. The difference is that in the classical case described, Ψ is actually a probability (and a *real number* as to that), while in quantum mechanics it is only a probability amplitude so that the full probability is given by the expression $|\Psi|^2$ (whilst Ψ itself is a *complex number*). Before discussing this result further, let us shortly recall what a Petri net actually is:

Definition (Petri nets): These consist of a set S of species and a set T of transitions, together with a function $i: S \times T \rightarrow \mathbb{N}$, saying how many copies of each species show up as *input* for each transition, and a function $o: S \times T \rightarrow \mathbb{N}$, saying how many copies show up as *output*, respectively.

However, usually, the transitions take place in a *stochastic* fashion. We have thus a generalized definition:

Definition (stochastic Petri nets): These are Petri nets, together with a function $r: T \rightarrow (0, \infty)$, giving the *transition rate* (the rate for each transition which can be taken to be a constant).

In other words, we have a *rate equation*, telling us how the *expected number of objects* (copies) of each species changes with time. More interesting however is the *master equation*, telling us how the *probability that we have a given number of objects* (copies) of each species changes with time. In a sense, the rate equation is deterministic, but approximate – however, if the expected value of the numbers involved is large and the standard deviation is small, then it is quite a good approximation after all.

It is very useful now to choose Petri nets having the category formalism in mind in order to clarify the difference between objects and morphisms. In fact, in the case of Petri nets, species and transitions take the latter. The idea is that they express the relevant interactions between species (earlier called vertices here) with respect to their outcome: In the traditional networks of interactive type, the vertices are visualized as operators or agents, actively acting upon other vertices, while the quality of the interaction is depicted by the labelling of edges among vertices. As to Petri nets we have to bear in mind two important aspects: On the one hand, they are exclusively *active* networks in the sense that they always describe interactions of agents rather than passive layouts of networks (such as unutilized bridges or streets) that *could be* eventually utilized by agents whilst fulfilling their tasks. Hence, on the other hand, the transition box in the various diagrams (of which we display only one here) represent not just the fact of a particular interaction which takes place between two agents, but instead, is rather showing the *result* of the interactions involved such that the initial state of the agents involved is altered. A simple example would be the creation of a chemical compound consisting of two types of reactants: Say, we have atoms of type H and atoms of type O, then a more or less complex series of interactions results in molecules of the type H_2O . This outcome is thus the result of two interacting species (objects) and a number of associated transitions (morphisms).

The advantage of what Baez and Biamonte offer us is that we can utilize the methods from the field of quantum field theory in order to understand the classical stochastic processes better: The first, very useful probability distribution that can be discussed in terms of Petri nets is the *Poisson distribution* well-known from many fields in physics and elsewhere. The idea is the following: The probability for one fish (say!) caught within time Δt is $r \Delta t$. The probability for n fish being caught is $\Psi(n, t)$ accordingly. All such probabilities can be summarized in terms of a power series of the form

$$\Psi(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \Psi(n, t) z^n,$$

where we call z the *generating function*. Now, recall that the master equation can be written in a form which is similar to Schrödinger's equation. Traditionally, we call H the *Hamilton operator* (or: Hamiltonian). In our case here, this equation describes how the probability of having caught any given

number of fish changes with time. However, in quantum physics we discuss the creation and annihilation of particles. Thinking of fish instead, we can express the fact that we can be sure at time t to have n fish by writing

$$\Psi = z^n.$$

Creation of particles is given by the creation operator of the form $a^\dagger \Psi = z \Psi$. Hence, one more fish is consequently expressed by

$$a^\dagger \Psi = z^{n+1}.$$

And the probability of having caught n fish by time t is given by the distribution

$$[(rt)^n/n!] \exp(-rt),$$

which is called *Poisson distribution*. We find that this result is compatible with choosing the Hamiltonian such that $H = r(a^\dagger - 1)$. This also solves the master equation whose general solution is $\Psi(t) = \exp(tH) \Psi(0)$ with $\Psi(0) = 1$. Remember that the Hamiltonian for macroscopic everyday problems is actually a matrix.

Comparing then stochastic (macroscopic) dynamics with quantum dynamics, we realize that in probability theory, the passage of time is described by a map that sends probability distributions to other probability distributions. This can be described by a *stochastic operator* of the form

$$U: L^1(X) \rightarrow L^1(X)$$

which is linear such that $\int U \Psi = \int \Psi$ and $\Psi \geq 0, U \Psi \geq 0$. While in quantum physics the passage of time is described by a map that sends wave-functions to wave-functions, which can be expressed in terms of an *isometry*

$$U: L^2(X) \rightarrow L^2(X)$$

that is also linear in the sense that $\langle U \Psi, U \Phi \rangle = \langle \Psi, \Phi \rangle$. If these isometries have inverses, they are called *unitary operators*. (Time evolution in quantum physics is usually reversible. In probability theory it is usually not.)⁷¹

In quantum physics, the solution of the Schrödinger equation is mainly expressed by the term $\exp(-i t H)$, and a Hamilton operator that makes this term unitary for all t is one which is *self-adjoint*: $\langle \Psi, \Phi \rangle = \langle \Psi, H \Phi \rangle$. So what properties should a Hamilton operator possess in order to make $\exp(tH)$ stochastic? Now what we find is that we must have

$$\int \exp(tH) \Psi = \int \Psi.$$

We can also recognize that the condition $\Psi \geq 0 \Rightarrow \exp(tH) \Psi \geq 0$ is satisfied, if we introduce the concept of an *infinitesimally stochastic matrix* H : This is one whose columns sum to zero and whose off-diagonal elements are non-negative.

Let us come back now to our general (and sufficiently abstract) objects: In a given population of objects, we call Ψ_n the probability of having n of them. We utilize then the power series expansion of the form

$$\Psi = \sum_{n=0}^{\infty} \Psi_n z^n.$$

⁷¹ We use here Dirac's bracket notation and come back to that later. The full bracket is a scalar product.

So what we do here is essentially to sum over all possible probabilities. The advantage is in the fact that we can define creation and annihilation operators on formal power series such that

$$a \Psi = d/dz \Psi,$$

$$a^\dagger \Psi = z \Psi,$$

where the first expression gives the *annihilation operator* and the second the *creation operator*. The annihilation procedure is a little more complicated, because we have to think of the n ways we could pick an object and make it disappear. We have thus:

$$a \Psi = n z^{n-1}.$$

Note that we have also

$$(aa^\dagger - a^\dagger a) \Psi = d/dz (z \Psi) - z d/dz \Psi = \Psi,$$

hence, creation and annihilation operators do not commute: $[a, a^\dagger] = 1$. This essentially means that there is one more way to put an object into the population, and then take one out, than to take one out and then put one in. Clearly, the evolution of the probabilities summarized in Ψ follows the rate of change of Ψ according to $d/dt \Psi = H \Psi$. The details depend on the situation chosen. If we solve now the master equation accordingly such that we have $\Psi(t) = e^{tH} \Psi(0)$, then we can utilize the fact that

$$e^{tH} = 1 + t H + (t H)^2/2! + \dots$$

to multiply this with $\Psi(0)$ to get $\Psi(t)$ altogether. All the possible products involved can be drawn as Feynman-like diagrams, or to be more precise: as a sum of Feynman diagrams. Now, the interesting point is that the type of stochastic mechanics (or dynamics rather) we have discussed so far admits an *analogue of Noether's theorem*. In particular, this is true for *Markov processes* in general, of which stochastic Petri nets turn out to be a special case. If we consider a set of states X , then a Markov process is described by a real matrix $H = (H_{ij})$, $i, j \in X$. If we assume that the system is in state i , then the probability of being in some state j after some time changes with time, and the H_{ij} is defined to be the time derivative of this probability. From here, we can easily motivate again the introduction of "infinitesimal stochasticity": Given a finite set X , a matrix of real numbers H is *infinitesimally stochastic*, if $i \neq j \Rightarrow H_{ij} \geq 0$, and $\sum_i H_{ij} = 0$ for all $j \in X$. A Noether theorem applied to Markov processes tells us now that an observable commutes with the Hamiltonian if and only if (*iff*) the expected values of that observable and its square do not change with time. Or in other words, if O is the observable,

$$[O, H] = 0 \text{ iff } d/dt \int O \Psi = 0 \text{ and } d/dt \int O^2 \Psi = 0,$$

for all Ψ that satisfy the master equation. (In a sense, it looks remarkable that we have to take care of the square of O here, not only of O itself. But this is due to the difference we have already noticed when comparing stochastic mechanics with quantum mechanics. We leave out the proof here and instead refer back to our primary source.)

In order to directly compare the Noether theorem versions in question here, we state the quantum version and the stochastic version one after the other:

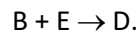
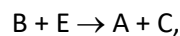
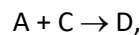
Theorem A: Let X be a finite set. Suppose H is a self-adjoint operator on $L^2(X)$, and let O be an observable. Then $[O, H] = 0$ iff for all states Ψ satisfying Schrödinger's equation such that $d/dt \Psi = -i H \Psi$, the expected value of O in state Ψ does not change with time t .

Theorem B: Let X be a finite set. Suppose H is an infinitesimally stochastic operator on $L^1(X)$, and let O be an observable. Then $[O, H] = 0$ if for all states Ψ satisfying the master equation such that $d/dt \Psi = H \Psi$, the expected values of O and O^2 in the state Ψ do not change with time t .

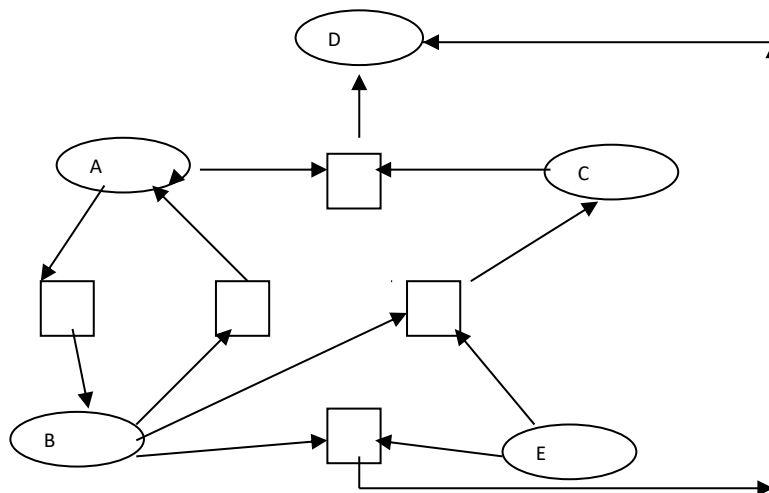
Hence, in principle, what we do here is to compare approaches that rely on self-adjoint operators (in the case of quantum mechanics) and on infinitesimally stochastic operators (in the case of stochastic mechanics), respectively. This turns out to be very important for network theory, because there is a class of operators that combines both properties: Such operators are called *Dirichlet operators*. Hence, the operator H is said to be *self-adjoint*, if it equals the conjugate of its transpose: $H_{ij} = H_{ji}$. And the operator H is said to be *infinitesimally stochastic*, if its columns sum to zero and its off-diagonal elements are non-negative. So H is a Dirichlet operator, if it is both self-adjoint and infinitesimally stochastic. We can formulate the following then:

Theorem C: Any finite simple graph with edges labelled by positive numbers gives a Dirichlet operator, and conversely.

It is interesting now to apply the insight gained to reaction networks of various kinds, particularly of chemical type. We take a simple reaction as an example:



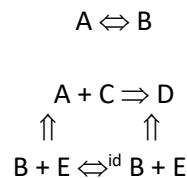
Equivalently, this can be visualized in terms of a Petri net of the following kind:



We have replaced here lines and arrows for the block arrows used earlier. Obviously, each reaction corresponds to a transition of this Petri net. We recognize the complexes here in which each species shows up several times. Hence, essentially, *a reaction network is a graph whose vertices are labelled by complexes*. On the other hand, a reaction network can also be visualized as a set of species together with a directed multi-graph whose vertices are labelled by complexes of those species. In this sense, it

is also the generator of a Petri net and vice-versa. And if each reaction is labelled by a rate constant, the reaction network is said to be stochastic. (We can realize here the relevance of category theory again, because we can define suitable morphisms that map one type of network onto the other.)

Let us now define the *deficiency* of a network: This is the number of vertices minus the number of connected components minus the dimension of the stoichiometric subspace. Note that two vertices lie in the same connected component, iff you can get from one to the other by a path that is direction-independent. (In our example, there are five vertices and two connected components, depicted in the following fashion:



The lower arrow is the identity here.)

The stoichiometric subspace of a reaction network is the subspace $\text{Stoch} \subseteq \mathbb{R}^S$ spanned by vectors of the form $x - y$ where x and y are complexes connected by a reaction. In our example, each complex can be seen as a vector in $\mathbb{R}^S$ which is a space whose basis can be visualized as $A \dots E$. So each reaction gives a difference of two vectors with respect to the complexes: The top reactions give $B - A$ and $A - B$, respectively. The central part gives $D - A - C$. The lower part gives on the left-hand-side $A + C - B - E$, while the right-hand-side gives $D - B - E$. These five vectors span the stoichiometric subspace. But because these vectors are linearly dependent, the subspace is three-dimensional rather than five-dimensional. Hence, in a sense, *the stoichiometric subspace is the space of ways to move in $\mathbb{R}^S$ that are allowed by the reactions in the given network*. So in the end, we find that the deficiency of our network example is $5 - 2 - 3 = 0$.

Now then, we call a network *weakly reversible*, if whenever there is a reaction going from a complex x to a complex y , there is also a path going back from y to x . Hence, our network example is not weakly reversible, because we can go from $A + C$ to D , but not back (and so forth). So we formulate the

Theorem D: Given a network with a finite set of species S . Suppose its deficiency is zero. Then:

- (1) If the network is not weakly reversible and the rate constants are positive, the rate equation does not have a positive equilibrium solution.
- (2) If the network is not weakly reversible and the rate constants are positive, the rate equation does not have a positive periodic solution.
- (3) If the network is weakly reversible and the rate constants are positive, the rate equation has exactly one equilibrium solution in each positive stoichiometric compatibility class. This equilibrium is complex balanced. Any sufficiently nearby solution that starts in the same stoichiometric compatibility class will approach this equilibrium as t goes to infinity. There are no other positive periodic solutions.

In other words: The interesting dynamics happens in networks that have not deficiency zero. The first condition of part (3) is a consequence of the fact that if $\text{Stoch} \subseteq \mathbb{R}^S$ is a stoichiometric subspace, and $x(t) \in \mathbb{R}^S$ is a solution of the rate equation, then $x(t)$ always stays within the set $x(0) + \text{Stoch}$. This is called the *stoichiometric compatibility class* of $x(0)$. While the complex balance entails that we can turn the equilibrium solutions of the rate equation into those of the master equation. If we would prefer to have a compact version of what we have done so far, we could introduce a very compact diagram that summarizes the information in a stochastic reaction. Take the map $Y: K \rightarrow \mathbb{N}^S$ sending

each complex to the linear combination of species that it is composed of. Then the required diagram is of the form

$$(0, \infty) \xleftarrow{r} T \xrightarrow{s} K \xrightarrow{Y} N^S.$$

We have utilized here the definition of a reaction network in a more formal fashion, namely as a triple $(S, s, t: T \rightarrow K)$ such that S is a finite set of species, T a finite set of transitions, and K a finite set of complexes, together with source and target maps s and t . In particular, each transition τ gives a vector

$$\partial\tau = t(\tau) - s(\tau) \in \mathbb{R}^K$$

that tells us what change in complexes it actually causes. In fact, ∂ can be extended (as all the other maps) to a linear map so that we can follow the mathematicians and call it *boundary operator*. Note that a reaction network has deficiency zero, iff $Y(\partial\rho) = 0 \Rightarrow \partial\rho = 0$ for every $\rho \in \mathbb{R}^T$. (And it actually follows that the deficiency of a reaction network is the dimension of $\text{im}\partial \cap \ker Y$. Indeed, $\text{im}Y\partial$ is nothing but the stoichiometric subspace mentioned above.) We can compute the deficiency then by the number of vertices in the network minus the number of connected components minus the dimension of $\text{im}Y\partial$. We know that for our last example, this is just zero. We can then also give the

Theorem E: A weakly reversible network with zero deficiency given. Then for any choice of rate constants there is an equilibrium solution of the rate equation where all species are present in nonzero amounts.

Here, the important (and sufficiently innovative) aspect is that the rate equation for a reaction network looks like

$$dx/dt = Y H x^Y,$$

where Y is a matrix now such that the equation becomes non-linear! The equilibrium would be given by $dx/dt = 0$ so that we should look for a solution of $H x^Y = 0$. This is mainly achieved by finding all solutions of $H \Psi = 0$ first, and then also those for which $\Psi = x^Y$. The relevant information for doing so is contained in the sequence shown above so that we get the finite sets of transitions (T), complexes (K), species (S) plus the rate constant for each transition given by r , the source and target maps s, t , as well as the injection Y which tells us how each complex is made of species. Utilizing some knowledge from the handling of sequences (of which we will leave out the details here⁷²), we can actually reproduce the desired equation of the indicated type. By replacing addition by multiplication and multiplication by exponentiation, we also achieve a generalized type of matrix operations such that we can write:

$$x^Y = (x_1, \dots, x_k)$$

$$\begin{pmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1\ell} \\ \vdots & & \vdots \\ Y_{k1} & \dots & Y_{k\ell} \end{pmatrix}$$

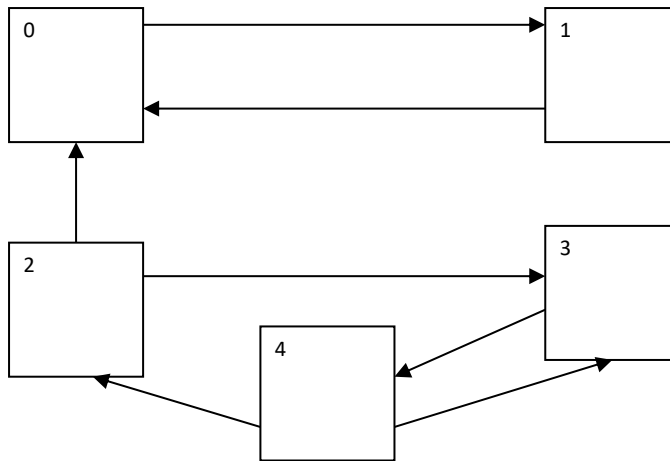
so that $x^Y = (x_1^{Y_{11}} \dots x_k^{Y_{k1}}, \dots, x_1^{Y_{1\ell}} \dots x_k^{Y_{k\ell}})$. The entries of the matrix Y tell us how many times each species shows up in each complex. Or in general: If you have a certain number of things of each species, then we can list these numbers such that the matrix formed describes in how many ways one can build up each complex from the available things. We can still show the equivalence of three expressions:

⁷² But see Baez and Biamonte, op. cit., 207–209.

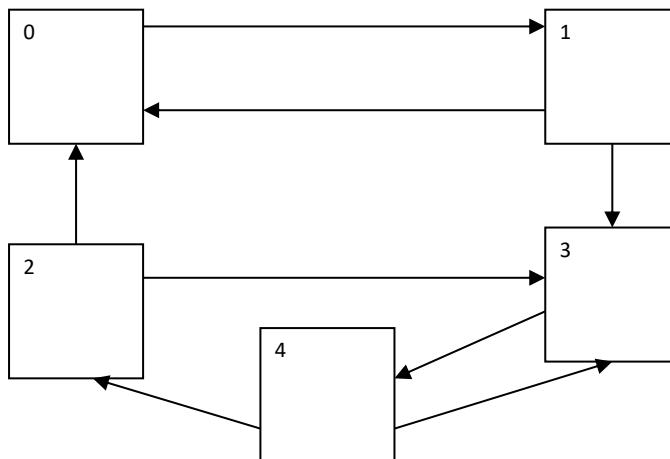
$$dx/dt = Y \sum_{\tau \in T} r(\tau) (t(\tau) - s(\tau)) x^{Ys(\tau)} = Y (t - s) s^+ x^Y = Y H^Y.$$

It is important to remark that these relationships fall into a field that is closely related to category theory. In fact, the mappings involved can be visualized as arising from a pair of adjoint functors.

Now, if we introduce graphs that are weakly reversible, i. e. such that for every edge $\tau: i \rightarrow j$, there is a directed path going back from j to i , meaning that we have edges $\tau_1: j \rightarrow j_1, \dots, \tau_n: j_{n-1} \rightarrow i$. The advantage of the weakly reversible case is that we get one equilibrium solution of the master equation for each component of our graph, and all equilibrium solutions are linear combinations of these. Note that the following graph (where we use boxes for the acting complexes as an exception) is *not* weakly reversible while the second actually *is*:



We can label the edges with rate constants (from above: 1, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, say). The second diagram is:



Here, the labels of the second edge from above and of the new one on the right-hand-side are $\frac{1}{2}$ each. Utilizing this insight, we can re-phrase earlier results in the following way:

Theorem F: Let H be the Hamiltonian of a weakly reversible graph with rates

$$(0, \infty) \leftarrow^r T \Rightarrow {}^s K.$$

Then for each connected component $C \subseteq K$, there is a unique probability distribution $\Psi_C \in \mathbb{R}^K$ that is positive on that component, zero elsewhere, and is an equilibrium solution of the master equation $H\Psi_C = 0$. Moreover, such distributions form a basis for the space of equilibrium solutions of the master equation. So, the dimension of this space is the number of components of K .

We also note from the above that we can formulate

Theorem G: The Hamiltonian for a graph with rates is given by $H = \partial s^\dagger$.

Note the universality of theorems A through G due to their sufficient abstractness that guarantees a wide variety of phenomena which can be covered by this approach – and in a classical manner that is nevertheless based on quantum mechanics. In other words: The former shows up here as an approximation to the latter such that the classical entities can be visualized as average view of superpositions of underlying quantum entities. For a discussion of processes on planetary surfaces it is necessary to also include the transition area between the one and the other.

5 Astrobiology Proper

From the abstract level of processes that lead to the emergent constitution of organized (ordered) systems given some suitable initial system (in our case the Universe altogether), it is difficult to find the appropriate link to ongoing research of a more empirical character (though of course, the top-down method of theoretical conceptualization is not really devoid of empirical insight). In principle, we have to differ between two types of approach then: There is the attempt to conceptualize evolution in the first place including its origin and global as well as local structure, on the one hand, and there is ongoing research about details of planetary evolution, of Earth, but especially with a view to the multitude of recently found exo-solar planets, on the other. To these two types of approach correspond two types of available literature, respectively.

Probably, one of the first unified conceptualization of the problems involved is given in the conference proceedings dating back to the ISES95 meeting in Vienna.⁷³ The contributions of Bruce Weber⁷⁴ and of Juan Alvarez de Lorenzana⁷⁵ are particularly interesting within our context chosen in this present paper. Another collection of fragments developed on the same line of argument, but visualized from a purely physical perspective, is given in the volume celebrating the life of John A. Wheeler published in 2004.⁷⁶ The approaches displayed range from information theory⁷⁷ via cosmology⁷⁸ and the problem of origins⁷⁹ up to autonomous agents.⁸⁰ All these contributions struggle in one way or another with the initiation of ordered structures. In a sense, they are dealing with the philosophical question: Why is there something rather than nothing? Although they do not answer this question in the strict sense, because there is no metaphysical embedding available for the physical discussion.

Even more abstract (because of its mathematical focus) is the volume edited by Luciano Boi published in 2005.⁸¹ Included is the seminal paper by the editor himself on the interaction of physics and

⁷³ Gertrudis Van de Vijver, Stanley N. Salthe, Manuela Delpo (eds.): *Evolutionary Systems*. Kluwer, Dordrecht, 1998.

⁷⁴ Bruce H. Weber: *Emergence of Life and Biological Selection from the Perspective of Complex Systems Dynamics*. In: Van de Vijver et al. (eds.), op. cit., 59–66.

⁷⁵ Juan M. Alvarez de Lorenzana: *Self-Organization and Self-Construction of Order*. In: Van de Vijver et al. (eds.), op. cit., 67–78.

⁷⁶ John D. Barrow, Paul C. W. Davies, Charles C. Harper jr. (eds.): *Science and Ultimate Reality*. CUP 2004.

⁷⁷ David Deutsch: *It from Qubit*. In: Barrow et al. (eds.), op. cit., 90–102.

⁷⁸ Andreas Albrecht: *Cosmic Inflation and the Arrow of Time*. In: Barrow et al. (eds.), op. cit., 363–401.

⁷⁹ Marcelo Gleiser: *The Three Origins: Cosmos, Life, and Mind*. In: Barrow et al. (eds.), op. cit., 637–653.

⁸⁰ Stuart Kauffman: *Autonomous Agents*. In: Barrow et al. (eds.), op. cit., 654–666.

⁸¹ Luciano Boi (ed.): *Geometries of Nature, Living Systems, and Human Cognition*. World Scientific, Singapore etc., 2005.

biology.⁸² Two aspects must be noticed here: On the one hand, biological models (drawing heavily on the results of Louis Kauffman's mathematical knot theory) start more or less with the existence of RNA and DNA structures or their constitution as to that. (As seen under our own perspective, this might be a stage too late for understanding the true origin of life.) On the other hand – and this is fairly innovative within these approaches – the conceptualization of the structure and evolution of Nature is given here in direct dependence of the properties of *human cognition*. This is an important point for us here, because as mentioned in the beginning, all what we do is to be valued in terms of a mapping procedure and produces pictures rather than true objects: "The world is not as we observe it."

More recently, another volume on the principles of evolution has been published within a more practical context.⁸³ Here, the physical aspects are being stressed, and networks come clearer into focus than ever.⁸⁴ In fact, Thurner's contribution comes nearest to what we have learned from the discussion in the lectures of Baez and Biamonte. Finally, the volume by Sara Walker and others is the most recent approach to the transition from matter as such up to forms of life.⁸⁵ Particularly interesting here the contribution by Anne-Marie Grisogono.⁸⁶

Unfortunately, as it is very often the case in the sciences, research in the physical aspects of evolution, the biological aspects, and astrobiology proper, is if not diverging, but parallel and disjoint for most of the time. An early contribution to an empirically oriented study of life in the Universe is the book by Schulze-Makuch and Irwin which has been published in its third edition in 2018.⁸⁷ As far as I can realize, there is only one other book that has been published earlier.⁸⁸ While this is presenting a view onto the problem which is nearer to what we have discussed here, it is nevertheless very general and non-technically written, and cannot likewise display a similar amount of facts than Schulze-Makuch and Irwin have to offer in their book. Hence, the latter is a promising compilation of what we can know today on the technical aspects of the topic.

However, when looking into the large apparatus of references in this book covering roughly 45 pages with more than 1000 entries, we can only find sparse hints to a few of the protagonists mentioned above: Brian Goodwin, Stuart Kauffman, Lovelock and Margulis, Maturana and Varela. On the other hand, protagonists of the research about life on Earth and other various astrobiological approaches are actually displayed. Which is more than usual. Because sometimes, even terrestrial biology and astrobiology are disjoint parts of ongoing research. This is probably due to the specialized origin of the respective protagonists as to their field background rather than due to the topical demands of the research involved.

The pioneering and otherwise instructive book by Gale⁸⁹ does not refer to any details of evolution, dynamical systems, or the initiation of order. The book of Cockell⁹⁰ deals mainly with the physical boundary conditions for life as we can observe it. Hence, this is about the outcome, not the origin of relevant processes of evolution. The most recent books have their focus on specialized details: Adam Frank's book⁹¹ e.g. concentrates of aspects of what is called "anthropocene" dealing with the impact human existence has on the planet with a view to former events when a species was able to change the living conditions such as during the Great Oxidation Event. Recently, this has become a common topic in astrobiology, probably because it has straightforward implications for all those problems that

⁸² Luciano Boi: Topological Knots Models in Physics and Biology. In: id. (ed.), op. cit., 203–278.

⁸³ Hildegard Meyer-Ortmanns, Stefan Thurner (eds.): Principles of Evolution. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.

⁸⁴ Peter Schuster: Physical Principles of Evolution. In: Meyer-Ortmanns et al. (eds.), op. cit., 45–79. – Stefan Thurner: A Simple Generation Method of Evolutionary Dynamics. In: *ibid.*, 119–144. – Sanjay Jain, Sandeep Krishna: Can We Recognize an Innovation? Perspective from an Evolving Network Model. In: *ibid.*, 145–172.

⁸⁵ Sara Imari Walker, Paul C. W. Davies, George F. R. Ellis (eds.): From Matter to Life. Information and Causality. CUP 2017.

⁸⁶ Anne-Marie Grisogono: (How) Did Information Emerge? In: Walker et al. (eds.), op. cit., 61–96.

⁸⁷ Dirk Schulze-Makuch, Louis N. Irwin: Life in the Universe. Expectations and Constraints. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004, 2008, 2018.

⁸⁸ James N. Gardner: Biocosm. Inner Ocean (!), Makawao, Maui, 2003.

⁸⁹ Joseph Gale: Astrobiology of Earth. OUP 2009.

⁹⁰ Charles S. Cockell: The Equations of Life. Basic Books, New York, 2018.

⁹¹ Adam Frank: Light of the Stars. Norton, New York, London, 2018.

are immanent in the presence of our time (climate, food etc.). Hence, the recent talk given by Axel Kleidon on the Leibniz day celebration of the likewise named learned society in Berlin⁹² centres mainly around the question of energy generation on Earth. Universality and necessity of life in the Universe are usually stressed in all these contributions, but little is said about foundations. Despite the absence of ideas as to the foundations, there are nevertheless very interesting offspring publications which might turn out to be helpful when the question of linking the fundamental and global perspective to the detailed local one is at issue.⁹³ This is also true for the December contribution of William Martin to another conference of the Leibniz learned society Berlin that dealt with the primordial origin of cell structures on Earth.⁹⁴

The only exception within this inventory seems to be the volume of Lineweaver et al.⁹⁵ that assembles a variety of contributions bordering clearly on what we have mentioned here. In particular, the contributions of Seth Lloyd⁹⁶ and Marcelo Gleiser⁹⁷ are quite illuminating. And of course, we can always come back to the book of Smith and Morowitz, as we have already seen in this present paper. We can realize though that it is very promising to look for an adequate research methodology that might be able to unify the various viewpoints. Note by the way that this has nothing to do with any kind of “reduction”. Instead, the ongoing conceptualizations refer to the *emergent paradigm* in the first place. And in the end then, a physical theory of the foundations of processes that lie at the roots of evolution is still *another type of mapping* that might offer us a picture which is more complete than what we have developed so far, but nevertheless it remains a picture after all. Hence, despite prevailing exuberance and optimism, modesty should always be inherent.

6 Preliminary Conclusions

In order to conclude now what we have done so far, we have to notice that this present paper should serve as a kind of quarry for further ideas rather than presenting already definite results on the topics outlined here. It is important to realize that questions concerning the origin, structure, and evolution of life are linked not only to their physical foundations, but also to the metaphysical origin of those (non-physical) foundations that found the former in turn. In other words: Looking backwards at what came “top-down”, we deal with philosophy rather than with theoretical physics. On the other hand, looking into the forward direction of what comes “bottom-up”, we have to find further links that lead down into the branching grove of phenomenological details that can be actually observed by means of experimental sciences. After having had a look at the current literature, we find that probably the book of Smith and Morowitz can provide a suitable starting point for this. The unifying concept which represents a continuous line of argument running through all of the fields involved may be that of networks treated in technical terms by means of mathematical graph theory. In fact, it is *the emergence of interacting networks and their agglomeration due to phase transitions triggered by a critical percolation of energy and information within systems* what might be the most promising agenda to

⁹² Axel Kleidon: Was leistet die Erde und was trägt die Menschheit dazu bei? Antworten aus der Thermodynamik des Erdsystems. Leibniz online 37 (2019) Cf. https://leibnizsozietat.de/wp-content/uploads/2019/08/04_Kleidon_Vortrag_rh.pdf (10.01.20)

⁹³ Adam Frank, Marina Alberti, Axel Kleidon: Earth as a Hybrid Planet. The Anthropocene in an Evolutionary Astrobiological Context. Manuscript Version due to private communication. (2018) See also: Gavin A. Schmidt, Adam Frank: The Silurian Hypothesis. Int. J. Astrobiol. (CUP), 2018, 1–9. There is actually a possible application to urban spaces: Marina Alberti: Cities That Think Like Planets. University of Washington Press, Seattle, London, 2016.

⁹⁴ William Martin: Wie und wo lebten die ersten Zellen? Neue Erkenntnisse über den Ursprung des Lebens. Cf. <https://leibnizsozietat.de/event/dezember-sitzung-des-plenums-der-leibniz-sozietat-der-wissenschaften-zu-berlin/> (10.01.20)

⁹⁵ Charles H. Lineweaver, Paul C. W. Davies, Michael Ruse (eds.): Complexity and the Arrow of Time. CUP 2013.

⁹⁶ Seth Lloyd: On the Spontaneous Generation of Complexity in the Universe. In: Lineweaver et al. (eds.), op. cit., 80–112.

⁹⁷ Marcelo Gleiser: Emergent Spatiotemporal Complexity in Field Theory. In: Lineweaver et al. (eds.), op. cit., 113–131.

look at in the near future. Obviously, fundamental physics, emergence, evolution and their philosophical conceptualization show up as the most basic components that constitute actuality.

Abstract

A research program is outlined concerning the physical foundations of astrobiology, a field that is not yet fully investigated and comprises a large number of knowledge gaps in an insufficiently continuous narrative about the becoming of structures within the Universe, starting from its initial states through to the concrete fine structure as presented by the variety of forms that we can actually observe within Nature. Problems and objectives are discussed within the framework of ongoing research looking for the possibility to eventually reconcile the various fields and the results generated within them which are topical in the sciences for a long while, although unfolding their respective activities in a rather disjoint fashion rather than unifying all the different aspects involved.

E-Mail-Adresse des Verfassers: rainer.zimmermann@hm.edu



Dietmar Ebert

Rezension zu: Werner Ebeling, Thorsten Pöschel: Lectures on Quantum Statistics--With Applications to Dilute Gases and Plasmas. Lecture Notes in Physics 953, Springer 2019, 1. Aufl., 271 S., 53, 49 €, ISBN 978-3-030-05733-6

Veröffentlicht: 24. Februar 2020

Das vorliegende Buch über Quantenstatistik und deren Anwendung auf verdünnte Gase und Plasmen basiert auf Vorlesungen über Quantenstatistik und Plasmaphysik des international renommierten theoretischen Physikers und Plasma-Spezialisten Werner Ebeling an der Universität Rostock und der Humboldt-Universität zu Berlin sowie einer zweisemestrigen, gemeinsam mit Thorsten Pöschel an der Humboldt-Universität gehaltenen Vorlesung. Im Unterschied zu anderen Lehrbüchern und Monographien über Quantenstatistik enthält das Buch eine eindeutige Präferenz der quantenstatistischen Untersuchung von Gasen und Plasmen gegenüber der sonst üblichen Vorzugsbehandlung von Festkörpern und Flüssigkeiten. Diese besondere Auswahl entspricht sowohl den eigenen Interessen und Forschungserfahrungen der Autoren als auch der wachsenden Bedeutung von detaillierten Kenntnissen der Zustände von Gasen und Plasmen für die moderne Astrophysik und aktuelle Fusionsforschung.

Teil 1 des Buches stellt zunächst wichtige Grundlagen der Physik von Gasen und Plasmen vor.

Teil 2 behandelt allgemeine Grundlagen der Quantenstatistik (Vielteilchen-Quantentheorie, Approximationen für Vielteilchen-Zustände, quantenstatistische Ensemble-Theorie).

Teil 3 untersucht ideale Quantengase (Statistik von Bose-Einstein und Fermi-Dirac Gasen, thermodynamische Eigenschaften bei hohen und niedrigen Temperaturen).

Teil 4 ist dem Dichteoperator und anderen wichtigen Methoden der Quantenstatistik gewidmet (von Neumannscher Dichteoperator, zweite Quantisierung, Thermodynamik und Green'sche Funktionen).

Teil 5 untersucht die Quantenstatistik realer Gase (Cluster-Entwicklung, Berechnung von Virialkoeffizienten).

Teil 6 behandelt verdünnte Plasmen (Debye-Abschirmung in Coulomb-Systemen, Methode effektiver Potentiale).

Teil 7 befasst sich mit gebundenen Zuständen in Plasmen.

Teil 8 untersucht Fragen der Nicht-Gleichgewichts-Thermodynamik und der Herleitung der kinetischen Gleichungen (Pauli-Gleichung und H-Theorem, Quanten-Boltzmann Gleichung, Fluktuations-Dissipations-Relationen).

Das vorliegende Buch ist auf einem anspruchsvollen Niveau geschrieben. Es sollte zum größten Teil für Physikstudenten höherer Semester gut verständlich sein. Einige Resultate erfordern jedoch weitergehende Kenntnisse und wenden sich besonders an junge Forschende auf diesem Gebiet. Die notwendigen Hinweise auf erforderliche zusätzliche Sekundärliteratur behindern hier allerdings etwas das flüssige Lesen.

Abschließend sei bemerkt, dass die interessanten historischen Bemerkungen zu den Erforschern und Quellen der Quantenstatistik eine echte Faszination und Bereicherung des Buches darstellen und insgesamt dazu beitragen, das Lesen zu einem Vergnügen zu machen. (Die vom aufmerksamen Leser festgestellten Druckfehler lassen sich in einer möglichen 2.Auflage sicher noch beheben.)

Die Autoren Werner Ebeling und Thorsten Pöschel haben mit dieser pädagogischen Arbeit ein interessantes neues Lehrbuch zur Quantenstatistik vorgelegt.

E-Mail-Adresse des Verfassers: debert@physik.hu-berlin.de