

Workshop

„Naturressourcen, Energie, Umwelt: Wechselwirkungen und aktuelle Probleme“

im GeoMUWA Herbsttreffen am 14.11. 2014, 10-14 Uhr

Programm

Reinhard Greiling und Heinz Kautzleben (MLS) Einführung

Energie

Lutz-Günther Fleischer (Sekretar der Klasse Naturwissenschaften und Technikwissenschaften, MLS)
Ernährung versus Energie-wissenschaftlich-technische Kongruenzen und globale Konkurrenzen

Frank Schilling (KIT) Energie, Effizienz und Umweltverbrauch

Peter Kühn (MLS) Über die erste Bohlochmessung der Welt in Rüdersdorf, die erste über 1000 m tiefe Bohrung zu Sperenberg und die innere Wärme der Erde

Biosphäre

Rainer Schimming (MLS) Die globalen Probleme (Textbeitrag)

Chris Mackenzie (Ch.Geol., FGS) The Ever More Silent Spring (Textbeitrag)

Stefan Norra (KIT) Die globale Urbanisierung - ein Prozess der Biosphäre?!

Axel Müller (MLS) Der Bergbau von metallischen Rohstoffen und mögliche Konsequenzen für den Stoffkreislauf der Erde (Textbeitrag)

Klima

Herbert Hörz (Ehrenpräsident, MLS) Klimawandel in der Diskussion-
Anmerkungen eines Wissenschaftsphilosophen

Karl-Heinz Bernhardt (MLS) Zum Verhältnis von externen Antrieben und systeminternen Schwankungen im gegenwärtigen Klimawandel

Werner Ebeling (MLS) Klimaschwankungen aus der Sicht der statistischen Physik und Chaostheorie

Jörg Matschullat (MLS) und Stephanie Hänsel Extremwitterung und Klimawandel (Textbeitrag)

Neues Projekt

Heinz Kautzleben (MLS) Hans Stille (1876-1966)
Der deutsche Geologe mit Weltruf, Funktionsträger der Akademie der Wissenschaften in Berlin in schwierigen Zeiten
Ein biographisches Projekt des Arbeitskreises Geo-, Montan-, Umwelt-
Weltraum- und Astrowissenschaften der Leibniz-Sozietät
Laufzeit 2014-2016

Die Beiträge sollten eine Länge von c. 15 Minuten nicht überschreiten, um Zeit für Diskussionen zu haben.

Kurzfassungen

Einführung

Reinhard Greiling und Heinz Kautzleben (MLS)

Nach früheren Beiträgen zu Problemen der Energie: „Geologische Gasspeicherung: Chancen, Risiken, Perspektiven aus der Sicht von Geowissenschaftlern“ im Dezember 2013 (Prof. Dr. F. M. Schilling, Institut für Angewandte Geowissenschaften, R.O. Greiling (MLS) und Frau Dr. B. Müller, Landesforschungszentrum Geothermie, alle KIT Karlsruhe) und der Klimaentwicklung im Laufe der Erdgeschichte: „Atmosphäre-Rohstoffe-Energie: Geologische Wechselwirkungen und Bedeutung für die aktuelle Diskussion zur Energiewende und zur Klima- und Umweltproblematik“ im Mai 2014 (R.O. Greiling und Frank M. Schilling) zeigte sich das Interesse, diese und relevante Themen ausführlicher zu diskutieren. Dies soll nun auf unserem workshop am 14.11. 2014 geschehen. Erfreulicherweise haben recht viele Kollegen ihre Beiträge angekündigt sowie bereits eine Kurzfassung angefertigt. Diese Kurzfassungen sind hier zusammengestellt.

Das Programm haben wir in drei Themenbereiche gegliedert, nämlich Energie, Biosphäre und Klima. Dies ist bestenfalls eine technische Gliederung, da natürlich alle der hier präsentierten Themen, z.B. mit der Biosphäre zusammenhängen.

Neben dem Problem der Überbevölkerung der Erde ist wohl die Energie, ihre Verfügbarkeit und ihr Verbrauch der wichtigste Aspekt unserer modernen Umwelt. Deshalb haben wir die Beiträge zur Energie vorangestellt. Während Lutz Fleischer und Frank Schilling moderne Probleme zu Energie und Umwelt behandeln, berichtet Peter Kühn über den Beginn geothermischer Arbeiten in einer frühen Tiefbohrung.

Das nächste Themenfeld Biosphäre umfasst Beiträge, die vor allem chemische und biologische Prozesse in unserer Umwelt betreffen. Während Rainer Schimming die globalen Probleme insgesamt vorstellt, greifen Chris Mackenzie Stefan Norra und Axel Müller spezielle Aspekte heraus. Diese Themen sind nicht nur von globalem sondern auch von individuellem Interesse. Beeinträchtigt doch die Vergiftung der Umwelt jeden einzelnen sofort.

Vergleichbares gilt für die Beiträge im letzten Abschnitt zum Klima. Herbert Hörz erläutert dazu die gesellschaftlichen Aspekte, während Karl-Heinz Bernhardt und Werner Ebeling vor allem physikalische Prozesse diskutieren. Der Text von Jörg Matschullat & Stephanie Hänsel zeigt neben den physikalischen Gegebenheiten auch die direkten Beziehungen zwischen Klima und dem täglichen Leben.

Kollege Matschullat ist wegen eines Forschungssemesters im Ausland und kann an diesem workshop leider nicht teilnehmen. Die hier versammelten Themen betreffen besonders auch sein Fachgebiet. Wir gehen deshalb davon aus, daß er in Zukunft die Initiative zu weiteren themenrelevanten Wortmeldungen ergreift.

Der workshop endet mit der Präsentation eines ganz neuen Themas, eines wissenschaftshistorischen Projektes über Hans Stille, das Heinz Kautzleben vorstellt.

*

Energie

Ernährung versus Energie

wissenschaftlich-technische Kongruenzen und globale Konkurrenzen

Lutz-Günter Fleischer (MLS)

Global präsent, aber regional außerordentlich differenziert wirkend, wird die menschliche Zivilisation mit einer Reihe anhaltender objektiver Entwicklungsprobleme und problematischer Entwicklungen hoher Komplexität/Kooperativität, Ambivalenz und Polarität konfrontiert.

Dazu gehören vor allem die Tendenzen, Triebkräfte und Implikationen jener gesamtgesellschaftlich essenziellen, wissenschaftlich-technischen und technologischen Entwicklungen, die mit Stichworten wie Energie, Rohstoffe, Nahrungsmittel, Umweltqualität, Information, Bildung, Gesundheit, generatives Verhalten der Menschen umrissen werden.

In das komplizierte Beziehungsgeflecht der sich wechselseitig beeinflussenden, häufig damit verstärkenden Probleme reihen sich mit hoher Priorität die stabile, qualitativ und quantitativ bedarfsgerechte menschliche Ernährung sowie die effektive, ressourcen- und umweltschonende, kostengünstige und anwendergerechte Versorgung mit nicht metabolischen (zivilisatorischen) Energien ein.

Sie besitzen globale Dimensionen, nationale sowie regionale Spezifika und bedürfen in ihrer Dynamik und vielfachen Widersprüchlichkeit der ganzheitlichen wissenschaftlichen, ökonomischen, ökologischen, technologischen und sozio-kulturellen Analyse sowie entwicklungsstimulierender politischer (ggf. ethischer) Entscheidungen und nachhaltiger Strategien zur Lösung oder zumindest zur Verminderung ihrer Polarität und des objektiven ‚Problemdrucks‘.

Die aktuelle Situation mit ihren meist lückenhaften und diskrepanten Deckungsbilanzen, vielgestaltigen Nutzungsproblemen (vor allem des anthropogenen Klimawandels), der zunehmend asymmetrischen Teilhabe und Teilnahme der Länder und Menschen am zivilisatorischen ‚Fortschritt‘ werden exemplarisch vorgestellt. Einige vorhersehbare Entwicklungen und themenrelevante Entwicklungserfordernisse, die nicht zuletzt aus der globalen Bevölkerungszunahme und wachsenden Bedürfnissen der Individuen in diesem Jahrhundert resultieren, werden erörtert (teilweise bewertet). Sozio-ökonomisch-technische Nutzungskonkurrenzen für die Lebensmittelerzeugung betreffen im Kontext mit einigen favorisierten ‚Bioenergien‘ - als wesentlichen Bestandteilen des Systemverbunds bestimmter Einkommensenergieträger - insbesondere die zur Biomasseproduktion insgesamt verfügbaren land- und forstwirtschaftlichen Flächen und Technologien sowie weitere limitierende Faktoren, wie die zunehmend problematischen Wasserressourcen (einschließlich des grünen, blauen, und grauen virtuellen Wassers), die aufzuwendenden Düngemittel- und Kraftstoffmengen aber auch ambivalente Wirkungen der Handelsordnungen, das Verhalten gesellschaftlicher Akteure auf dem Weltagrarmarkt und die Preisbildung auf internationalen Märkten. Gesellschaftlich majorisierte Werte gehören zu den wenigen systemischen Ordnungsparametern mit denen die Konkurrenzen sinnvoll gesteuert und rahmengeregelt werden können.

Die nachfolgenden, unter verschiedenen Aspekten begründbaren Nutzungsprioritäten und Nutzungspfade von Biomassen sollten in Prozessketten und Nutzungskaskaden präferiert werden:

- Lebensmittel,
- Futtermittel,
- stoffliche Verwendung von Biomasse(komponenten) auf ihrer natürlichen Synthesehöhe,
- biochemisch- oder chemisch-energetische (Ganz)pflanzennutzung (ggf. im stoffwirtschaftlich-energiewirtschaftlichen Verbund),
- physikalisch-energetische Verwertung biotischer Reststoffe und spezieller Ganzpflanzen.

Die Charakteristika der Zielprodukte sowie die typischen Anforderungsprofile an die Food-Feed-Pflanzen und ihnen adäquater Technologien unterscheiden sich in manchem grundsätzlich von denen der ‚Industrie(Energie)pflanzen‘. Das hat weiter zu diskutierende zwiespältige Konsequenzen für die gesamte Kette der besser zu koordinierenden und intensivierenden Forschung, Entwicklungen und dringend benötigter Innovationen in den Aufarbeitungs-, Transformations- und Konversionstechnologien. Nachhaltigkeit resultiert vor allem aus technologischen Neuerungen.

*

Energie, Effizienz und „Umweltverbrauch“

Frank R. Schilling, Institut für Angewandte Geowissenschaften, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Adenauerring 20b, 76131 Karlsruhe, frank.schilling@kit.edu

Für den Nobelpreisträger für Chemie 1996 Richard Smalley ist „Energieversorgung die vielleicht größte Herausforderung im 21. Jahrhundert“. Auf der anderen Seite gilt unter der Annahme der Zeitinvarianz physikalischer Gesetze der Energieerhaltungssatz. Wenn Energie nicht vernichtet

werden kann, warum wird Energie dann als eine der großen Herausforderung für unser Jahrhundert beschrieben? Vermutlich steht viel eher die Frage nach der Entropie-Entwicklung im Mittelpunkt, nach J.W: Gibbs (1839- 1903) dem Anteil der Energie der an Wärme gekoppelt ist und damit nicht mehr direkt in mechanische oder elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die Effizienz eines Prozesses wird dabei häufig über den Wirkungsgrad η (in realen Prozessen immer $< 100\%$) beschrieben und stellt den Anteil der Energie dar der nicht an neu produzierter Entropie gebunden ist. Mit dem Wirkungsgrad haben wir eine Maßzahl die vielleicht viel entscheidender für die „Energiewende“ ist als die Betrachtung von Energie(-Bilanzen).

In einem (betriebs)wirtschaftlichen Sinn ist Effizienz das Verhältnis zwischen erreichtem Erfolg und dafür benötigten Mitteleinsatz und wird als Wirtschaftlichkeit bezeichnet. Die Effizienz besteht dann darin, mit einem möglichst geringen Aufwand einen möglichst hohen Ertrag zu erreichen. Sowohl in der Technik als auch in der Betriebswirtschaft und Volkswirtschaft haben wir dadurch eine Maßzahl an der das Handeln orientiert werden kann. Eine für nachhaltiges Wirtschaften entscheidende Größe, die meist eine untergeordnete Rolle spielt, ist die Umweltverträglichkeit. Negative Umweltauswirkungen sind dabei häufig Langfristkosten und werden von der Solidargemeinschaft getragen. Solange die Umweltbeeinflussung in Ländern wie Deutschland stattfindet, wird durch einschlägige Regelungen dem Umweltschutz mehr oder weniger Rechnung getragen – bei importierten Waren bleiben betriebswirtschaftlich die Langfristkosten oft außen vor. Wenn wir die „Energiewende“ vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit im Sinne einer Generationen-gerechtigkeit betrachten, müssen neben den Langfristkosten für die Umweltbeeinflussung auch die Langfristkosten vor dem Hintergrund der Nutzung von nicht schnell erneuerbaren Rohstoffen betrachtet werden. Wurde z.B. in der Vergangenheit der in der Erdkruste endlich vorkommende Rohstoff Erdöl mit geringem Energieaufwand gefördert – von 1,2 Litern gefördertem Erdöl konnte ein Liter an der Tankstelle abgegeben werden, müssen heute bei Ölsanden oder Schieferöl 1,8 bis 5 Liter gefördert werden, um einen Liter an der Tankstelle tanken zu können. Die Differenz wird für die Erschließung, Exploitation und „Veredelung“ der Rohstoffe eingesetzt. Dies hat zur Konsequenz, dass bei der Förderung bestimmter Rohstoffen der „Umweltverbrauch“ mit zunehmender Förderung zunimmt, sowohl was die beeinflusste Landschaft betrifft als auch unsere Atmosphäre. Effizienzsteigerungen bei der Produktion können dem entgegenwirken, in vielen Bereichen ist dennoch ein zusätzlich „Umweltverbrauch“ zu erwarten. Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die „Energiewende“ sollten deshalb auch die Langfristkosten betrachtet werden. In der Vergangenheit wurden verschiedene Ansätze dazu verfolgt –der Diskussion über das Ozonloch folgte ein (erfolgreiches) Verbot zum Gebrauch von FCKW; bei der Reduzierung von CO₂ Emissionen wird mit CO₂-Zertifikaten zur Zeit ein Handelssystem erprobt.

¹ Energy may very well be the single most critical challenge facing humanity in this century

*

Über die erste Bohlochmessung der Welt in Rüdersdorf, die erste über 1000 m tiefe Bohrung zu Spereberg und die innere Wärme der Erde

Peter Kühn (MLS)

Um das Liegende der Muschelkalklagerstätte Rüdersdorf zu erkunden, wurde um 1825 unter der Regie des Oberberghauptmanns (OBH) Johann Carl Ludwig GERHARD (1768-1835) begonnen, eine Bohrung unter der Leitung von Bergmeister SCHMIDT abzuteufen. 1826 musste diese Bohrung aus technischen Gründen bei 89,4 m aufgegeben werden. Im gleichen Jahr wurde eine weitere Bohrung 212 m südlich angesetzt, die mit den damaligen Möglichkeiten der Schlagbohr- und Seilschlagbohrtechnik 1838 eine Teufe von 325,8 m erreichte, einschließlich eines Vorschachtes bis zum Grundwasserspiegel mit 24,8 m Tiefe. Dieses Historische Bohrloch zu Rüdersdorf bei Berlin wurde auf Anregung Alexander von HUMBOLDTs für Tiefen-Temperaturmessungen genutzt. Im Archiv von Rüdersdorf ist das Original des Bohrprofils (Schichtenverzeichnis, Mächtigkeiten, Temperaturwerte) vorhanden, gezeichnet vom Steiger SCHULZE. Die stratigraphische Bemusterung des Bohrlochprofils ermöglichte den Entwurf des „Ersten Profils durch die Triasformation bei

Rüdersdorf...“ bis in den Mittleren Buntsandstein für die „Geognostische Karte der Umgebung von Rüdersdorf“ durch Heinrich ECK 1872. Von überregionaler Bedeutung erwiesen sich jedoch die Tiefentemperaturmessungen, durchgeführt von Professoren bzw. Doktoren der Berliner Universität (P. ERMAN, G. A. ERMAN und G. MAGNUS) und Bergmeister SCHMIDT. Die vom OBH GERHARD 1833 veröffentlichte Temperatur-Tiefenkurve von Rüdersdorf ist die älteste bzw. eine der frühesten Bohlochmesskurven der Welt. Das von Gustav MAGNUS für diese Messungen entwickelte Thermometer („Geothermometer nach MAGNUS“) wurde in der Folgezeit in allen staatlichen Tiefbohrungen Preußens eingesetzt, speziell in den Saline-Bohrungen.

Seitens der Rüdersdorfer Kultur GmbH ist zum Historischen Bohrloch zu Rüdersdorf ein Ausstellungsexponat in Vorbereitung, entworfen von Klaus Else, Peter Kühn und Reinhard Kienitz. Alexander von HUMBOLDT, der erstmalig 1791/92 als Student an der Freiburger Bergakademie Temperaturmessungen im Kuhschacht durchführte, hat die Problematik der Temperaturzunahme mit der Tiefe während seiner Tätigkeit als Bergmeister in Franken, auf allen seinen späteren Reisen und ausgerüstet mit verschiedenartigen Thermometern stets im Auge behalten – nachzulesen in Humboldts Alterswerk KOSMOS. Von Paris aus regte er die sächsischen und preußischen Bergbehörden an, Temperaturmessungen in allen Bergamtsrevieren durchzuführen, einmal oberflächennah und in möglichst großer Tiefe. Diese Temperaturmessungen zur Ermittlung des Temperaturgradienten stellen aus heutiger Sicht den ersten Versuch einer regionalen geothermischen Vermessung dar.

Der Höhepunkt dieser frühen Messungen waren zweifellos die Temperaturmessungen in der Bohrung Sperenberg durch Eduard DUNKER. In den Jahren 1869-1871 wurde innerhalb der Gipsbrüche die Bohrung bis auf eine Tiefe von 1272 abgeteuft. Da ab 100 m Tiefe bis zur Endteufe lediglich Steinsalz angetroffen wurde, rechnete man mit günstigen Voraussetzungen zur Ermittlung des Temperaturgradienten (bzw. der geothermischen Tiefenstufe). Die sehr sorgfältigen Messungen DUNKERs mit einem verbessertem MAGNUSschen Geothermometer ergaben eine Temperaturzunahme von 1°C bei einer Tiefenzunahme von 33,7 m (das sind rund 30°C pro km). Dieser Wert für die geothermische Tiefenstufe fand weltweit Verbreitung in den geowissenschaftlichen Lehrbüchern und hat sich in der Folgezeit auch als mittlerer Wert für den gesamten Erdkörper – natürlich außerhalb von Vulkangebieten erwiesen.

*

Biosphäre

Die globalen Probleme

Rainer Schimming (MLS)

Der vorliegende Text gibt Aussagen einiger unveröffentlichter Vorträge des Autors in Kurzform wieder. Die humanökologischen Problemkomplexe Überbevölkerung, Ressourcenschwund, Umweltschädigungen und Klimaänderungen werden angesprochen und in einen begrifflichen Rahmen gestellt.

1. Erweiterung der Ökologie

Ökologie - als Teil der Biologie - hat die Beziehungen zwischen Organismen und deren Umwelt zum Gegenstand. Sie verzweigt sich in Autökologie, Populationsökologie und Synökologie, welche einzelne Organismen, Populationen bzw. Lebensgemeinschaften betrachten. Humanökologie ist eine Erweiterung über die Biologie hinaus; sie hat die Beziehungen zwischen Menschen und deren Umwelt zum Gegenstand. Wenn heute von "Ökologie" die Rede ist, so ist oft - von der ursprünglichen Bedeutung abweichend - Humanökologie gemeint.

2. Das Erdsystem

Die Geowissenschaften betrachten gewisse "Hüllen" des Erdkörpers, deren Bezeichnungen das Suffix "-sphäre" enthalten:

Atmosphäre = Lufthülle,

Hydrosphäre = Wasserhülle,
Kryosphäre = Eishülle,
Lithosphäre = Gesteinshülle,
Pedosphäre = Bodenhülle.

Zusammen bilden sie die Geosphäre. Der Erdkörper trägt außerdem

Biosphäre = gesamte Lebewelt,

Anthroposphäre = Menschheit und ihre materielle Kultur.

Geosphäre und Biosphäre konstituieren zusammen die Ökosphäre, die natürliche Umwelt des Menschen.

Man beachte, dass "Biosphäre" manchmal in anderer Bedeutung auftritt. Die Ökosphäre stimmt extensional mit James Lovelock's Gaia überein. Intensional appelliert "Gaia" an "Mutter Erde"; ihr werden Eigenschaften eines Lebewesens zugeschrieben. Gegen das Konzept vom "Superorganismus Gaia" gibt es allerdings ernsthafte Einwände. Mit dem neutralen Ausdruck "Anthroposphäre" konkurriert der auf Vernadskij zurückgehende Begriff "Noosphäre". Letzterer bezieht den menschlichen Geist mit ein und tendiert zu einem Pathos der Vernunft (griechisch nous). Ökosphäre und Anthroposphäre bilden zusammen das Erdsystem. Dieser Begriff steht an der Spitze einer Systemhierarchie. Systemdenken wird heute bewusst eingesetzt; es gibt den Wissenschaften von der Erde einen Schub. Modellmäßig können die "Sphären" als Compartments aufgefasst werden, welche verschiedene Stoffe, Energie in ihren jeweiligen Formen sowie Entropie enthalten und untereinander austauschen.

3. Die Problemliste

Ökologie kann einen lokalen, regionalen oder globalen Standpunkt einnehmen. Bestimmte Probleme im Schnitt von Globalökologie und Humanökologie erscheinen als besonders gravierend und werden "Globale Probleme" geführt:

(i) Überbevölkerung. Das demografische Wachstum der Menschheit droht die Tragkapazität der Ökosphäre zu überschreiten.

(ii) Ressourcenschwund. Natürliche Ressourcen - Bodenschätze und andere Rohstoffe, auch Wasser, Boden, Luft, Pflanzen und Tiere - erleiden Erschöpfung, Vergeudung, Verknappung.

(iii) Umweltschädigungen. Die Ökosphäre in Teilen oder im Ganzen wird gestört, geschädigt, zerstört.

(iv) Klimaänderungen. Klima ist der Zustand der Atmosphäre - in Wechselwirkung mit den anderen Sphären des Erdsystems - großräumig und über lange Zeiten. Besorgnis erregen anthropogene Veränderungen, insbesondere der Treibhauseffekt.

Das Konzept der Globalen Probleme wurde unseres Wissens in den 70-er Jahren des vorigen Jahrhunderts vorgeschlagen. Allerdings gab es von damals bis heute keine Einigung darüber, was genau darunter fällt. Unter dieser oder einer anderen Überschrift haben viele Autoren ihre Problemlisten vorgelegt. Dabei unterläuft häufig der kategoriale Fehler, Probleme aus anderen Zuständigkeitsbereichen hineinzumengen, z.B. aus Politik (Kriegsgefahr,...), Sozialem (Armut,...), der Lebensweise (Traditionsverlust,...).

4. Planetare Perspektive

Die Perspektive eines Erdbewohners kann zu der eines - vorgestellten oder tatsächlichen - Weltraumreisenden ausgeweitet werden. Dieser blickt von außen auf das "Raumschiff Erde". Aus der planetaren Perspektive heraus entstehen folgende Fragen: Was unterscheidet astrophysikalisch die Erde von unbewohnbaren bzw. unbewohnten Planeten? Unter welchen zukünftigen Umständen wird die Erde unbewohnbar? Wird der homo sapiens Kolonien auf anderen Himmelskörpern anlegen oder sogar auswandern?

*

The Ever More Silent Spring

Chris Mackenzie (Ch.Geol., FGS)

Geologists should understand better than any other sector of the population the nature of equivocality. So may I respectfully ask the Society [Geological Society of London] to think twice about it's Amended Climate Change Statement.

Call me a “Denialist” if you have to, but let’s have a broader environmental debate. Carbon dioxide is fine, it occurs in nature, it has been around acting as an agent of evolution far longer than oxygen. Plants make themselves from it. Nature deals with it.

But the biosphere is suffering from a huge increase of man-made substances which nature cannot deal with. Should we not be more concerned about any chemicals that do not occur in nature, and hence have not been “evolved for” by anything in nature? CFCs (remember them? Lovelock’s discovery of how they affected the Ozone layer appears lost in an acidifying sea of disinformation nowadays), PCBs, BPA and a whole host of other catchy TLAs are a case in point. All plastics and synthetic products, overwhelmingly produced by Big Oil, are a huge environmental catastrophe in the making. Non-natural radionuclides are another example. The clamour to demonise CO₂ does us a disservice.

Nothing ever evolved to deal with 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid. When mixed with 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and dioxins it made an effective herbicide. Today we know a lot more about “Agent Orange”. The swathes of tropical rain forest it was used against are still suffering, decades later. Humans died, nature died, the poison persists. Bio-accumulating, like all these poisons which cannot be metabolised by nature.

Nowadays, neonicotinoids are implicated in the loss of our bee colonies. Whilst the scientific evidence may not be concrete, do we really need more data to realise that the unintended consequences of synthetic chemical usage are huge.

We’re all concerned about “sustainable development” and other such Newspeak buzzwords. But looking back on billions of years of evolution, it is clear that the main issues facing this planet resulted from the transition of one primate from a hunter-gatherer lifestyle to that of a farmer. As soon as human populations came to control their food supply, rather than the food supply controlling the size of human population, things went seriously awry.

We can’t turn the clocks back. We must minimise our impact, and massively reduce the amount of synthetic, non-natural chemicals in the biosphere. Revert to the use of natural materials where possible, rather than plastics and synthetics. Even as an eternal optimist (fossil hunter and mineral explorationist!) I personally hold little hope of progress given the quality of debate about CO₂. Rachel Carson never saw even the tip of the iceberg. In one village in Tanzania where I work recent river sediments contain up to 5% plastic debris.

Anthropocene, my foot – Plasticene more like.

Silent Spring was written a long time ago, now chemicals are far more abundant, far more complex and long lived, and appear to be making significant inroads into the natural environment at a cellular level

That is a clear and present danger, one which I hear nothing about from my Society.

Where have all the flowers gone, long time passing?

Where have all the flowers gone, long time ago?

Where have all the flowers gone?

They haven’t gone: their populations are exploding;

Equilibrating with increased CO₂ levels

Equilibrating with increased CO₂ levels

Where have all the bees and insects gone, long time passing?

Where have all the bees and insects gone, long time ago?

Where have all the bees and insects gone?

Pesticides and Neonicotinoids killed them, every one.

Oh, when will they ever learn?

Oh, when will they ever learn?

With apologies to Pete Seeger

*

Die globale Urbanisierung - ein Prozess der Biosphäre?!

PD Dr. Stefan Norra,
Gastprofessor für Geoökologie, Technische Universität Bergakademie Freiberg
Karlsruhe Institute of Technology, Kaiserstr. 12, 76128 Karlsruhe; stefan.norra@kit.edu

The global urbanization – a process of the biosphere?!

Urbanization is a phenomenon recently occurring for the first time in the long history of planet earth. About 11,000 years ago, human beings started to establish the first town-like settlements such as Jericho. Today more than half of the world's population is living in urban areas and for the mid of the 21st century it is expected that 7 out of 10 people will be urban inhabitants (UN-Habitat, 2013). This expansion of urban systems requires enormous input of resources to satisfy the needs for energy, materials and food. Thus, the Neolithic and industrial revolution with their impacts on global element fluxes were preconditions for the today's urban regions covering up to 2,7% of the total land area (Angel et al., 2005; Salvatore et al., 2005).

In consequence, geogenic and anthropogenic material fluxes today already occur in comparable scales even if considering the annual uplift of mountains (Heinloth 2003). For example, the worldwide extraction of black coal grew between 1870 and 2005 from 203.5×10^6 to 4.55×10^9 t by three orders of magnitude (Fischer Weltalmanach 2005). The global anthropogenic Cd flow exceeds twice the rate of the non-man-made flows (Baccini and Brunner 2012). Steel production increased from 1950 to 2012 from about 190 Mio t to more as 1,500 Mio t (Wirtschaftsvereinigung Stahl 2006; World Steel Association 2013). In 2012, 3.6 Billion tons of cement were produced (IMF 2013), and about 100,000 chemical substances are registered in the EU market (Commission of the European Communities 2001). Half of the annual global N fixation is actually caused by anthropogenic activities (Fowler et al. 2013). Combustion activities in urban systems are one main driver of the recent release of the climate-active gas CO₂. At present 80% of material consumption and up to 75% of carbon emissions are caused by urban systems (UNEP 2012).

Flows of chemical elements within the system Earth are substantial subjects of geochemistry as e.g. Mason (1952) stated: "Geochemistry deals with the distribution and migration of the chemical elements within the Earth in space and time". Vernadsky (1926, 1997), one of the most influential inventors of Geochemistry, already highlighted early in the 20th century the importance of organisms for the distribution of chemical elements and named the zone of biological influence on chemical element distribution the biosphere. The biosphere was not existent on earth from the very beginning of the formation of the globe but started to develop with the origin of the first living organisms about 3.7 billion years ago (Othomo et al. 2013). Three Billion years ago photosynthesizing cyanobacteria started to produce free oxygen that dramatically changed the following evolution of life and the characteristics of material flows and biogeochemical processes at the earth's surface (between lithosphere and atmosphere). Four million years ago, first hominids evolved and developed to the modern human that appeared first in Africa 200 ka ago. This short outline of human evolution finally resulted via surviving glacial periods and facing Neolithic and industrial revolutions in the today's global urbanization with all implications for global material and chemical element flows, which are managed for considerable parts by human beings. This poses the question whether urbanization is a mechanistic result of evolution under the conditions of the past. However, since urbanization is a process driven by organisms, urbanization is a process of the biosphere resulting in chemical element enrichments, chemical element combinations and chemical element ratios the earth never has faced before during its 4.6 billion lasting history as exemplarily highlighted in figure 1.

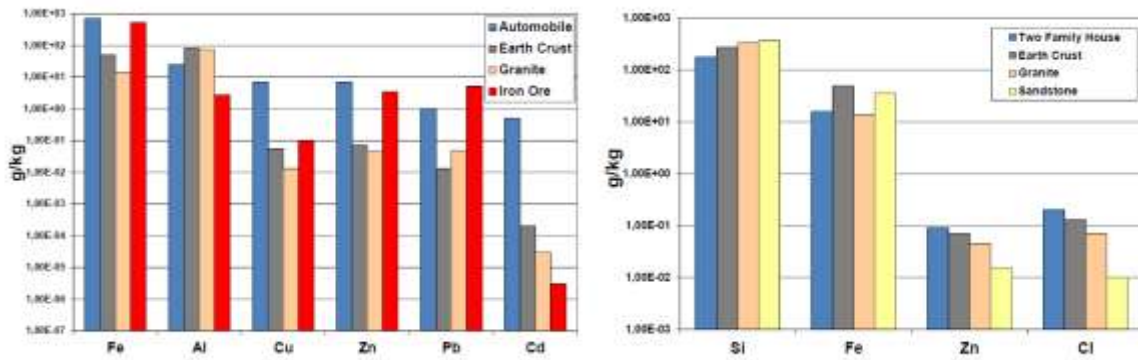


Fig. 1: Left - chemical composition of an average automobile of 1.5 t compared with respective concentrations in selected lithological formations (data from Burg and Benzinger 1984; Franke 1987; Wutz, 1982; compiled in Baccini and Brunner 1991, and from Krauskopf and Bird 1995). Right - chemical composition of a two family house compared with respective concentrations in selected lithological formations (data from Rößler and Lange 1972, Baccini and Brunner 1991, Krauskopf and Bird 1995).

According to fundamental principles of geochemistry, which were invented by Goldschmidt (Goldschmidt 1923), that describe the association of chemical elements within different envelopes or spheres of the system earth, the anthropogenic impact on distribution of chemical elements results in the formation of the anthroposphere (Rößler and Lange 1972, Baccini and Brunner 1991). The anthroposphere can be separated into two zones of anthropogenic influence on element fluxes, which are the agrosphere (Krishna 2003) and the astysphere (Norra 2009, 2012), and for some extend both spheres superimpose each other (fig. 2). In Greek language asty is the opposite of agros. Agros is describing society's farming sector and asty the physical properties of urban systems.

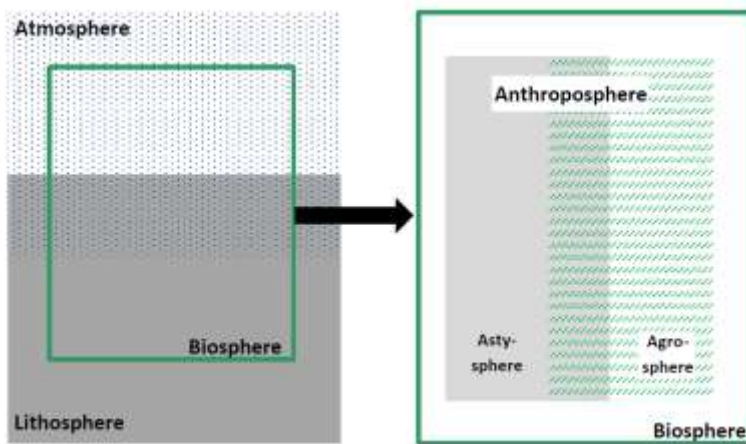


Fig. 2: non-scalar sketch of spheres. Left – the biosphere between atmosphere and lithosphere. Right – the composition of the anthroposphere as part of the biosphere.

Like other organisms before, human beings are changing the global element flows creating ecosystems (also urban systems are ecosystems) appropriate to guarantee the survival of more than 7 billion individuals. However, the resource consumption to sustain the current processes in the anthroposphere negatively effects the natural ecosystems with respect to climate stability, air, water and soil quality or biodiversity. For Vernadsky (1965, 1997), an evolution intrinsic solution to overcome this challenge is the evolvement of the noosphere, when human knowledge based development and control of the biosphere replaces uncontrolled and non-sustainable exploitation of the earth's resources (Norra 2014a). Although some knowledge is available on energy consumption and bulk material flows to reach this state; from a geochemical point of view, we are just at the beginning to understand the impact of urban systems on chemical element flows within the Astysphere and the system earth. A fundamental compilation like the "Data of Geochemistry" on elemental composition of rocks published by F.W. Clarke (1908) is urgently needed for urban materials. A more comprehensive

knowledge about chemical element flows in urban systems would substantially contribute to a sustainable management of resources comprising the development of concepts for optimization of resource use, urban mining and recycling and the minimization of environmental pollution and destruction (Norra 2014b).

Literature

- Angel, S., Sheppard, S.C., Civco, D.L., 2005. The dynamics of global urban expansion. Transport and urban Development Department, The World Bank, Washington DC.
- Baccini, P., Brunner, P.H., 1991. Metabolism of the anthroposphere. Springer, Berlin.
- Baccini, P., Brunner, P.H., 2012. Metabolism of the anthroposphere. second ed. MIT Press Books, Cambridge.
- Burg, C., Benzinger, R.V., 1984. Kunststoffe im Automobilbau – eine Herausforderung für das Recycling. in: Thomé-Kozmiensky, K.J. (Ed.), Recycling von Kunststoffen 1. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin.
- Clarke, F.W., 1908. The Data of Geochemistry. US Survey Bulletin 330.
- Commission of the European Communities, 2001. Strategy for a future Chemicals Policy. COM (2001) 88 final.
- Fischer Weltalmanach, 2005. Der Fischer Weltalmanach 2006. Fischer, Frankfurt am Main.
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M.A., Cape, J.N., Reis, S., Sheppard, L.J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J.N., Vitousek, P., Leach, A., Bouwman A.F., Butterbach-Bahl, K., Dentener, F., Stevenson, D., Amann, M., Voss, M., 2013. The global nitrogen cycle in the twentyfirst century. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 368 (1621), 20130164.
- Franke, M. 1987. Auto und Umwelt. Entsorgungspraxis 7/8, 336-341.
- Goldschmidt, V.M., 1923. Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. I Allgemeine Betrachtungen. Skrifter Videnskapselskapet i Kristiana, I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse 3, 1-17.
- Heinloth, K., 2003. Die Energiefrage. Vieweg, Wiesbaden.
- IMF, 2013. World Economic Outlook. International Monetary Fund, Washington.
- Krauskopf, K.B., Bird, D.K., 1995. Introduction to Geochemistry. third ed. McGraw-Hill, New York.
- Krishna, K.R., 2003. Agrosphere. Science, Enfield.
- Mason, B., 1952. Principles of Geochemistry, second ed., Chapman & Hall, London.
- Norra, S., 2009. The astysphere and urban geochemistry – a new approach to integrate urban systems into the geoscientific concept of spheres and a challenging concept for modern geochemistry supporting sustainable development of planet Earth. Environmental Science and Pollution Research 16, 539-545.
- Norra, S., 2012. The astysphere, a geoscientific concept for the urban impact on nature. In: Rauch, S., Morrison, G.M. (ed.). Urban Environment, Springer, Dordrecht, 375-382.
- Norra, S., 2014a. The biosphere in times of global urbanization. Journal of Geochemical Exploration. 147, 52-57.
- Norra, S., 2014b. Urban geochemistry news in brief. Environmental Earth Science 71, 983-990.
- Othomo, Y., Kakegawa, T., Ishida, A., Nagase, T., Rosing, M.T. 2013. Evidence for biogenic graphite in early Archean Isua metasedimentary rocks. Nature Geoscience 7, 25-28.
- Rößler, H.J., Lange, H. 1972. Geochemical Tables. Elsevier, Amsterdam.
- Salvatore, M., Pozzi, F., Ataman, E., Huddleston, B., Bloise, M., 2005. Mapping global urban and rural population distributions. FAO, Rom.
- UNEP, 2012. Sustainable, Resource Efficient Cities – Make it Happen! United Nations Environment Programme.
- UN-Habitat, 2013. State of the world's Cities 2012/2013. United Nations Human Settlements Programme. Routledge, New York.
- Vernadsky, V.I., 1926. Biosfera. Nauka, Leningrad.
- Vernadsky, V.I., 1965. Chemical Structure of the Earth's biosphere and Its Environment. Nauka, Moscow.
- Vernadsky, V.I., 1997. The biosphere. Copernicus. Springer, New York.
- Wirtschaftsvereinigung Stahl, 2006. Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2006/2007. Verlag Stahleisen. Düsseldorf.
- World Steel Association, 2013. <http://www.worldsteel.org/statistics>, accessed 09-12-2013.
- Wutz, M., 1982. Entwicklungen im Automobilrecycling. in: Thomé-Kozmiensky, K.J. (Ed.), Recycling Berlin '79. EF-Verlag Berlin.

*

Der Bergbau von metallischen Rohstoffen und mögliche Konsequenzen für den Stoffkreislauf der Erde

Axel Müller (MLS), Geologischer Dienst Norwegens, Trondheim

Bereits Karl Marx stellte fest, dass die menschliche Produktion immer ein Einwirken auf die Natur und damit ein Eingriff in den Stoffkreislauf der Erde ist. Die wachsende Bevölkerung verbunden mit

steigendem Lebensstandard erfordern eine ständig steigende Produktion von Konsumgütern, Lebens-, Transport- und Produktionsmitteln, und Gebäuden. Hinzu kommt, dass die stoffliche Zusammensetzung der Produkte immer komplexer wird. Über Jahrhunderte beschränkten sich die verwendeten Metalle auf Fe, Cu, Sn, Pb, Au and Ag. Heute werden z.B. allein für die Herstellung von Mobiltelefonen ca. 25 verschiedene Metalle benötigt.

Der steigende Rohstoffbedarf erfordert eine immer intensivere und sich ausweitende Bergbautätigkeit. Der Begriff Bergbau umfasst die Gewinnung des erzhaltigen Gesteins und die mechanische und chemische Anreicherung der darin enthaltenen Erze. Der Bergbau - im diskutierten Fall der Bergbau von metallischen Rohstoffen – stellt einen komplexen Eingriff in den Stoffkreislauf der Erde dar. Der Eingriff und die damit verbundenen Emissionen können wie folgt zusammengefasst werden: (1) Morphologieänderung durch die Anlage von Tagebauen (bis zu 10 km² in der Fläche und 1,5 km tief) und Akkumulation von Abraum, Flotations- und Laugungsabfall in Halden und Tailings, (2) Großräumige Grundwasserabsenkung durch Trockenlegung der Gruben und Verunreinigung des Grundwassers, (3) Staub- und Nanopartikelemission durch Sprengung, mechanische Zerkleinerung und Aufbereitung des Gesteins, (4) Produktion und Freisetzen der Gase CO, CO₂, SO₂, NO, NO₂, (5) Lärm, (6) Freisetzung und Aktivierung von natürlich gebundenen Schadstoffen wie Pb, Hg, Ni, Cd, und As, (7) Anreicherung großer Mengen toxischen Abfalls der Flotation, Cyanid- und Schwefelsäurelaugung. Man könnte annehmen, dass die genannten Eingriffe lokal auf die Umgebung der Tagebaue und Gruben begrenzt sind. Wenn man aber bedenkt, dass z.B. die weltweite Produktion von Au von ca. 2700 t im Jahr 2013 einer geförderten Roherzmenge von 340 Millionen t (840 Millionen m³) entspricht (bei einem Durchschnittsgehalt von 8 g Au/t), wird offensichtlich, dass die bergbaulichen Eingriffe einen globalen Effekt haben müssen. Hinzu kommt, dass die natürliche Anreicherung der Metalle in der oberen Erdkruste ein Resultat der chemischen Differenzierung der Erde ist, die sich über Jahrmillionen vollzogen hat. Heutzutage werden die Anreicherungen innerhalb weniger Jahre abgebaut und somit dem natürlichen Kreislauf entzogen. Die langfristigen Konsequenzen dieser Kreislaufstörung sind unbekannt.

Momentan beschränkt sich die Mediendiskussion hauptsächlich auf die anthropogen verursachte Emission von CO₂ in die Atmosphäre und deren möglicher Einfluss auf das Klima. Diese Sicht einer möglichen Klimaänderung erscheint jedoch sehr einseitig, allein wenn man die Eingriffe in den natürlichen Stoffkreislauf durch den Metallbergbau betrachtet. In Rahmen dieser Studie soll versucht werden, einige der Eingriffe und Emissionen des Metallbergbaus zu quantifizieren und mögliche Folgen für den Stoffkreislauf der Erde zu diskutieren.

*

Klima

Klimawandel in der Diskussion - Anmerkungen eines Wissenschaftsphilosophen

Herbert Hörz, Ehrenpräsident (MLS)

Klimawandel ist ein globales Problem, für das die Wissenschaft eindeutige Indizien gefunden hat. Gefahrenrisiken für die Existenz der Menschheit und für ihre natürlichen Lebensbedingungen zeichnen sich ab, worauf zu reagieren ist.

Zu beantworten sind die Fragen: Gibt es natürliche Zyklen, die in den Modellen zu berücksichtigen sind? Welche anthropogenen Einflüsse sind auszumachen? Welche Parameter werden gemessen? Werden die Modelle als Basis von Berechnungen für die Auswirkungen auf die Menschheit mit den genutzten Indikatoren der Komplexität des Systems gerecht? Welche Szenarien gibt es? Was ist machbar?

Auswirkungen des Klimawandels haben globale, regionale und lokale Dimensionen. Das erfordert entsprechende Lösungen auf der Basis wissenschaftlich gesicherter Erkenntnisse, die in globalen Festlegungen über die UNO, in regionalen Verpflichtungen, in nationaler Gesetzgebung mit Aktionsplänen und in lokalen Maßnahmen münden müssen. Dabei spielt das Verhältnis von

Ökonomie und Ökologie für die wirtschaftlichen und politischen Interessen herrschender Kreise eine entscheidende Rolle. Die Wirtschaftlichkeit ökologischer Maßnahmen ist ebenso zu beachten, wie die Notwendigkeit, humane Lösungen für das globale Problem mit entsprechenden politisch-sozialen Kräften durchzusetzen.

Die Debatten um den Klimawandel finden in verschiedenen Ebenen statt: Sie reichen in den Medien von provozierenden Äußerungen zu Horrorszenarien einer Klimakatastrophe auf der einen über politische Beschwichtigungsversuche bis zur Leugnung der Relevanz des Klimawandels für die Gesellschaftsentwicklung auf der anderen Seite.

Der Klimawandel wird für bestimmte Interessen instrumentalisiert: politische Bewegungen, Bürgerinitiativen, Durchsetzung von Großmachtinteressen bei Anerkennung oder Leugnung der Veränderungen.

Absehbare Folgen von Verwüstungen, Verschmutzungen, Vergiftungen, Artensterben bis zu Klimakriegen sind zu analysieren, um Programme zur Vermeidung von Gefahrenrisiken, die durchsetzbar sind, zu entwickeln.

Was kann die Sozietät erreichen? Es geht um die sachliche Diskussion der gegensätzlichen Standpunkte mit Argumenten, um eine kritische Modellanalyse, öffentliche Aufklärung über Problemsituationen mit offenen Fragen, Information an Politiker und Öffentlichkeit

*

Zum Verhältnis von externen Antrieben und systeminternen Schwankungen im gegenwärtigen Klimawandel

Karl-Heinz Bernhardt (MLS)

Veränderungen des Klimas vollziehen sich in allen geographischen Raum- und in Zeitbereichen, die von Dezennien bis Gigajahren reichen. Verursacht werden sie im Zusammenwirken von internen Schwankungen, die ihre Ursachen in einer Vielzahl von positiven wie negativen Rückkoppelungen im Klimasystem haben, mit externen Antrieben, das heißt mit Eingriffen in die Energie- und Stoffbilanz des Klimasystems und seiner Komponenten. Solche Antriebe sind natürlicher oder anthropogener Herkunft und können ihrerseits deterministischer (Milankovitchzyklen), stochastischer (Vulkaneruptionen) oder gemischter Art (Sonnenaktivität) sein. Die Auswirkungen dieser Antriebe auf das Klimasystem hängen wiederum von systeminternen Rückkoppelungen ab, die ihrerseits auch die Existenz von „tipping points“ bedingen und für abrupte Klimaänderungen in unterschiedlichen Raum- und Zeitbereichen verantwortlich sein können.

Der gegenwärtige Klimawandel, insbesondere der schubweise Anstieg der globalen Mitteltemperatur an der Erdoberfläche seit Beginn der industriellen Revolution, wird zu einem erheblichen Teil auf anthropogene Einflüsse zurückgeführt, insbesondere auf die Emission von Spurengasen und Aerosolen, die für den Strahlungstransport in der Atmosphäre von Bedeutung sind, sowie auf Veränderungen der Landnutzung, die die Eigenschaften der Erdoberfläche verändern. Nach dem IPCC-Bericht 2013 ist mehr als die Hälfte des Temperaturanstiegs im Zeitraum von 1951 bis 2010 „very likely“ der beobachteten anthropogenen Zunahme der Treibhausgaskonzentration (vor allem CO₂) in der Atmosphäre zuzuschreiben.

Konnte der hauptsächlich durch Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre bestimmte Strahlungsantrieb („radiative forcing“) des Klimawandels lange Zeit nur aus Modellrechnungen abgeschätzt werden, so liegen seit wenigen Jahrzehnten Sattelitendaten über die Strahlungsimbalance an der Atmosphärenobergrenze vor, die für den Zeitraum von 1971 bis 2010 auf im Mittel 0,42 W/m² veranschlagt wird, was immerhin ca. 0,12% der mittleren solaren Energiezufuhr entspricht. Die Aufteilung dieser Wärmezufuhr an die einzelnen Komponenten des Klimasystems, insbesondere an die Ozeane, an das Festland und an die Kryosphäre (Gletscherschmelze!) wird wesentlich durch systeminterne Schwankungen, wie z. B. ENSO, und weitere atmosphärisch-ozeanische Oszillationen gesteuert. Die weitere Erforschung solcher systeminterner Schwankungen, die je nach dem betrachteten Maßstab sowohl mit dynamischen Methoden als auch mit stochastischen Ansätzen behandelt werden können, ist für ein vertieftes Verständnis des

gegenwärtigen Klimawandels und für fundierte Aussagen über seinen künftigen Verlauf eben so unumgänglich wie ein fortgesetztes gründliches Studium von Grenzflächenprozessen im Klimasystem, die beispielsweise den Wärmefluss zwischen Atmosphäre und Ozean einschließlich seiner tieferen Schichten oder die Veränderungen an der Unterseite polarer Eisschilde bestimmen.

Das Zusammenwirken von externen Antrieben und internen Schwankungen des Klimasystems ist auch für das Verständnis des „Hiatus“ im Verlauf der globalen Mitteltemperatur bedeutsam, die seit dem ausgeprägten El-Nino-Jahr 1998 nur noch langsam ansteigt, was im Prinzip als „natural variability“ gedeutet werden könnte, überwiegend aber mit einem deutlichen Rückgang der Sonnenaktivität, einer Reihe kleinerer Vulkaneruptionen oder einem verstärkten Wärmefluss in tiefere Ozeanschichten – also sowohl mit externen Antrieben als auch mit internen Schwankungen – in Zusammenhang gebracht wird.

*

Klimaschwankungen aus der Sicht der statistischen Physik und Chaostheorie

Werner Ebeling (MLS)

Aus der Sicht der Physik ist die Dynamik des Klimas ein stochastischer bzw. chaotischer Prozeß, der sich durch starke Schwankungen der relevanten Parameter, z.B. des CO₂-Gehaltes und der Temperatur der Atmosphäre auszeichnet. Eine seriöse wissenschaftliche Prognose muß die Grundsätze der statistischen Physik und Chaostheorie beachten und die natürlichen Schwankungen, die seit einer Million Jahre beobachtet werden, in Prognosen einbeziehen. Im Vortrag werden aus der Sicht der stochastischen Analyse die vorliegenden Daten (Zeitreihen) aus der Erdgeschichte (nicht nur wie meist nur für die letzten 150 Jahre) analysiert. Die Auswertung längerer Zeitreihen zu Temperatur und CO₂-Gehalt zeigt, dass die Fluktuationsbreite in Plus- und Minus-Richtung weit größer ist und die Steuermöglichkeiten weit geringer sind, als viele neuere Prognosen angeben. Die Schlußfolgerung lautet, daß eine verantwortungsvolle Politik immer ein breites Möglichkeitsfeld abdecken und nicht einseitigen Prognosen oder Wunschdenken folgen sollte. Verantwortungsvolle Planung sollte immer ein breites Möglichkeitsfeld unter Einbeziehung der günstigsten und ungünstigsten Varianten einbeziehen und Entscheidungen nicht nur auf Mittelwerte gründen. Insofern sollten Strategien nicht nur auf die Steuerung von Schwankungen sondern auch auf rasche Anpassung an Veränderungen gerichtet werden.

Literatur

Haasemann, K. Is climate predictable, In: The science of disaster (A.Bunde, J.Kropp, H.J.Schellnhuber, eds.), Springer 2002.

Behringer, W. Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung, C.H. Beck, München 2007.

Feistel, R. & Ebeling, W. Physics of self-organization and evolution, Wiley Weinheim 2011.

*

Extremwitterung und Klimawandel

Jörg Matschullat (MLS) und Stephanie Hänsel, TU Bergakademie Freiberg

Klimawandel findet auf verschiedenen Zeit- und Raumskalen statt. Die Eiszeiten des Quartärs zählen zu den globalen und lang anhaltenden Veränderungen mit extraterrestrischen Treibern (Milankovich-Zyklen). Eine vergleichsweise kleinere Variation, wenngleich mit relativ steilem Gradienten und erheblichen Konsequenzen für die hochtechnisierte Menschheit, stellt der aktuell beobachtete Klimawandel dar, der vor allem durch die anthropogene Beeinflussung des Treibhausgaseffektes in der Troposphäre gesteuert wird. In beiden Fällen wird Klimawandel als eine, auch statistisch signifikante, Veränderung eines oder mehrerer Klimatelemente verstanden. Grundsätzlich steuert die solare Einstrahlung den Strahlungsantrieb. Dieser Prozess kann durch Parameter wie Treibhausgaskonzentrationen, Aerosole, Wolken und Landnutzung beeinflusst werden (positive oder negative Rückkopplung), was wiederum die Temperatur der Erdoberfläche regelt. Neben der

Temperatur werden auch Verdunstung und Luftfeuchtigkeit kontrolliert und in Konsequenz Niederschlagsmuster, -intensitäten und -frequenzen, sowie Sturmintensitäten, einschließlich der Gewitteraktivität gesteuert.

Damit sind bereits extreme Witterungsereignisse angesprochen; im Sinne ihrer Definition Ereignisse, die innerhalb der statistischen Referenzverteilung selten oder sehr selten auftreten (Quantile). Als Hypothese ließe sich formulieren, dass sich Extremereignisse als Folge des anthropogenen Klimawandels eher durch eine größere Häufigkeit als durch stärkere Intensität nachweisen lassen, weil die noch geringere Grundgesamtheit besonders intensiver Extremereignisse für eine mathematisch robuste Nachweisführung unzureichend ist. Da sich Auswirkungen von Klimawandel in erster Linie auf regionaler Skala bemerkbar machen, lassen sich gerade Phänomenologien von Extremereignissen am ehesten auf dieser Raumskala untersuchen – wobei dann globale Rückschlüsse wiederum nur durch das Zusammenführen zahlreicher repräsentativer regionaler Analysen möglich sind.

Deutschland zeigt einen West-Ost-Gradienten zunehmender Kontinentalität, wobei der Freistaat Sachsen eine deutlich stärkere Kontinentalität zeigt als Rheinland-Pfalz, das Saarland oder auch Hessen. Diese Randbedingung ist ebenso wichtig wie die Morphologie Sachsens, die mit dem Erzgebirge einen WSW-NNE streichenden Mittelgebirgszug im Grenzgebiet zur Tschechischen Republik aufweist, der mit 700 bis 1200 Metern Höhe bereits eine deutliche Beeinflussung der regionalen Luftströmungen erzwingt, und im Nordwesten durch den Windschatten des Harzes beeinflusst ist.

Die Region Sachsen gehört innerhalb Deutschlands zu den gewitterreichsten, hat einen starken Niederschlagsgradienten von der Leipziger Bucht mit weniger als 500 mm bis ins obere Erzgebirge mit weit über 1000 mm pro Jahr. Die Wintertemperaturen sind seit den 1950er Jahren weit über dem globalen Durchschnitt angestiegen und die Niederschlagsverteilung hat sich signifikant verschoben – mit einem vorher nicht beobachteten Defizit in der Vegetationsperiode I (April-Mai-Juni). Eine Analyse des jährlichen durchschnittlichen Temperaturverhaltens von 1901 bis 2005 zeigt einen Anstieg von 0,006°C. Dieser Gradient wird deutlich intensiver, wenn man den Zeitraum seit den 1950er Jahren betrachtet und steigt noch einmal signifikant innerhalb der vergangenen 20 Jahre; mit besonders starken Anstiegen für die Monate Januar und August.

Ergebnisse regionaler Klimamodelle (Projektionen bis in das Jahr 2100) zeigen im Wesentlichen eine Fortsetzung dieser Phänomene. Dabei ist selbst auf einer relativ kleinen Fläche wie der des Freistaates Sachsen (18.420 km²) eine deutliche Differenzierung hinsichtlich der Stärke von Trockenheitstrends (v.a. im kontinentaleren Ostsachsen und dem nordsächsischen Tiefland) und winterlichen Niederschlagsanstiegen (v.a. im Südwesten Sachsens = Vogtland) sowohl in der Analyse als auch der Projektion festzustellen. Hier ist darauf hinzuweisen, dass jede Modellgeneration und jeder Fortschritt bei der Klimaanalyse wiederum andere Modelloutput-Ergebnisse liefert, die zwar wenig an den Metaaussagen ändern, doch durchaus wesentliche Änderungen zu regionalen und zeitlichen Details bieten. So sind beispielweise die für die Vegetationsperiode I beobachteten Niederschlagsrückgänge in den Klimaprojektionen weniger sichtbar – hier treten die Niederschlagsrückgänge v.a. in der 2. Vegetationsperiode (Juli bis September) auf.

In allen Regionen Deutschlands, Europas und der Welt lassen sich Veränderungen nicht nur in den mittleren Niederschlags- und Temperaturverhältnissen sondern auch in deren extremeren Ausprägungen beobachten. Damit wird deutlich, dass die Veränderungen keinen lokalen oder regionalen Treiber haben können, sondern dass Veränderungen in der hemisphärischen und globalen Zirkulation Ursache der beobachteten und projizierten Phänomene sind. Die Veränderung der Zirkulationsmuster ihrerseits wird über den erhöhten Wärmefluss in Atmosphäre und den Weltozeanen getrieben. Die Frage, ob in Zukunft eher mehr oder aber eher intensivere Extremereignisse auftreten werden, kann mit dem aktuellen Wissen nicht abschließend beantwortet werden, obwohl der grundsätzliche physikalische Zusammenhang von mehr Energie im System mit einer wärmeren Troposphäre und stärkerer Evapotranspiration dies als plausibel und wahrscheinlich erscheinen lassen.

*

Neues Projekt

Hans Stille (1876-1966)

Der deutsche Geologe mit Weltruf, Funktionsträger der Akademie der Wissenschaften in Berlin in schwierigen Zeiten

Ein biographisches Projekt des Arbeitskreises Geo-, Montan-, Umwelt-, Weltraum- und Astrowissenschaften der Leibniz-Sozietät

Laufzeit 2014-2016

Heinz Kautzleben (MLS)

Eckdaten der Biographie

Geb. 08.10.1876 in Hannover ... gest.: 26.12.1966 in Hannover

1895-1899 Studium der Geologie an der TH Hannover und der U Göttingen (Adolf von Koenen)

1899 Promotion zum Dr. phil. in Geologie an der U Göttingen

1900-1908 Geologe an der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin

1904 Habilitation für Geologie und Paläontologie an der U Berlin

1904-1908 Privatdozent für Geologie und Paläontologie an der U Berlin

1908-1912 Professor für Mineralogie, Geologie und Hüttenkunde an der TH Hannover

1912-1913 Ordentlicher Professor für Geologie und Paläontologie an der U Leipzig, Direktor des Geologisch-Paläontologischen Institutes und der Erdbebenwarte der U Leipzig und der Sächsischen Geologischen Landesanstalt in Leipzig

1913-1932 Ordentlicher Professor für Geologie und Paläontologie an der U Göttingen

1914-1918 Teilnahme als Kriegsgeologe am 1. Weltkrieg

1916 Ordentliches Mitglied der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen

1925-1932 Sekretär ihrer Mathematisch-Physikalischen Klasse

1921/22 Rektor der U Göttingen

1932-1950 Ordentlicher Professor für Geologie und Paläontologie und Direktor des Geologisch-Paläontologischen Instituts und Museums der Friedrich-Wilhelms-bzw. Humboldt-Universität zu Berlin

1950 emeritiert

Tätigkeit in der Akademie der Wissenschaften in Berlin:

1933 Ordentliches Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften

1937-38 Sekretar ihrer Physikalisch-Mathematischen Klasse

1937-1946 Senator der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft

Die Preußische AdW wurde im Mai 1945 geschlossen. Sie wurde ab Juni 1946 als Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin (DAW) weitergeführt. Der entsprechende Befehl der SMAD wurde von den drei westlichen Siegermächten für ihre Besatzungszonen nicht übernommen.

1946-51 Ständiger Vizepräsident der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

1946-1950 Direktor des neu gegründeten Geotektonischen Institutes der DAW in Berlin

1951 nach Ablauf der Amtsperiode als Vizepräsident Alterssitz in Hannover

*