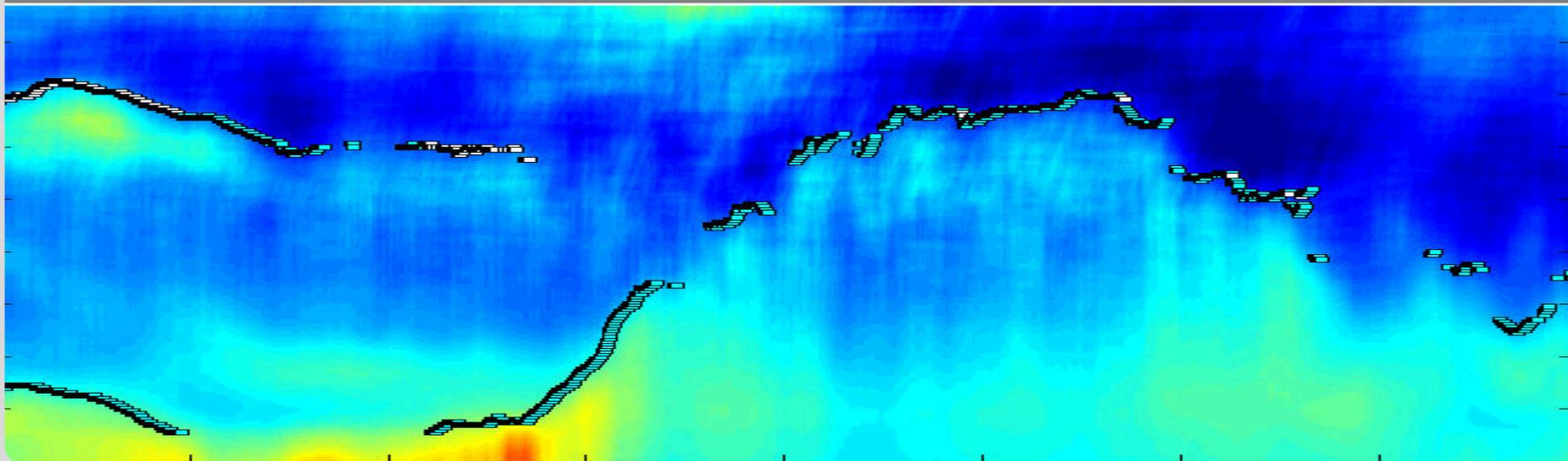


Klimawandel - brauchen wir eine neue Aufklärung?

Überlegungen zur Wahrnehmung des Klimawandels

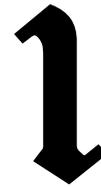
Stefan Emeis
Karlsruher Institut für Technologie
stefan.emeis@kit.edu

INSTITUTE OF METEOROLOGY AND CLIMATE RESEARCH, Atmospheric Environmental Research



Gliederung:

- 1 Historische Entwicklung der Klimaforschung**
- 2 Übergang zur Erdsystemforschung**
- 3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung**
- 4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung**



Historische Entwicklung der Klimaforschung

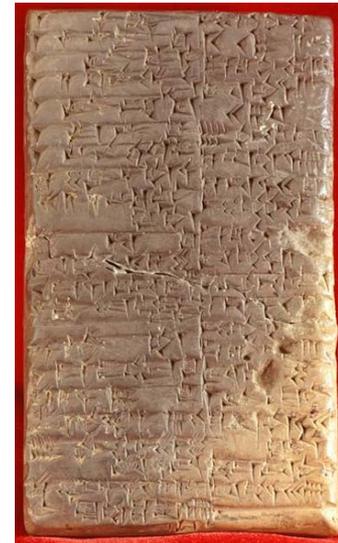
1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

Klima und Wetter werden anfangs als Sache der Götter gesehen (Wettergötter der Völker des Vorderen Orients)

ca. 2000 v. Chr.: Gilgamesch-Epos

Mythos: Gilgamesch (ca. 2600 v. Chr., sumerischer König von Uruk) und Enkidu töten Humbaba, den Wächter des Zedernwaldes auf dem Libanon und holen das Holz in die Städte des Zweistromlands

- **erstes literarisches Zeugnis für die Nutzbarmachung (oder gar Unterwerfung) der Natur für den Menschen (Uruk braucht dringend Holz und Gilgamesch will sich einen Namen machen)**
- **klimatische Folgen dieser Abholzung wurden damals nicht erkannt**



1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

In der Bibel:

die Erde ist eine Schöpfung Gottes, sie wird dem Menschen zur Bewahrung und Nutzung überlassen

Gen., 1, 27-28: Gott schuf also den Menschen als sein Abbild; als Abbild Gottes schuf er ihn. Als Mann und Frau schuf er sie. Gott segnete sie und Gott sprach zu ihnen: Seid fruchtbar und vermehrt euch, bevölkert die Erde, **unterwerft sie euch** und herrscht über die Fische des Meeres, über die Vögel des Himmels und über alle Tiere, die sich auf dem Land regen.

Idealbilder aus jener Zeit:

Garten Eden (Paradies), aus dem die Menschen von Gott vertrieben wurden

Arkadien, in der hellenistischen und römischen Dichtung das Land guter ländlicher Sitten und des stillen Friedens (eigentlich Landschaft auf dem Peloponnes)

aber: bereits damals lokale Umweltschäden beispielsweise durch Erzabbau und –verhüttung (Eisen, Kupfer, Silber, ...)

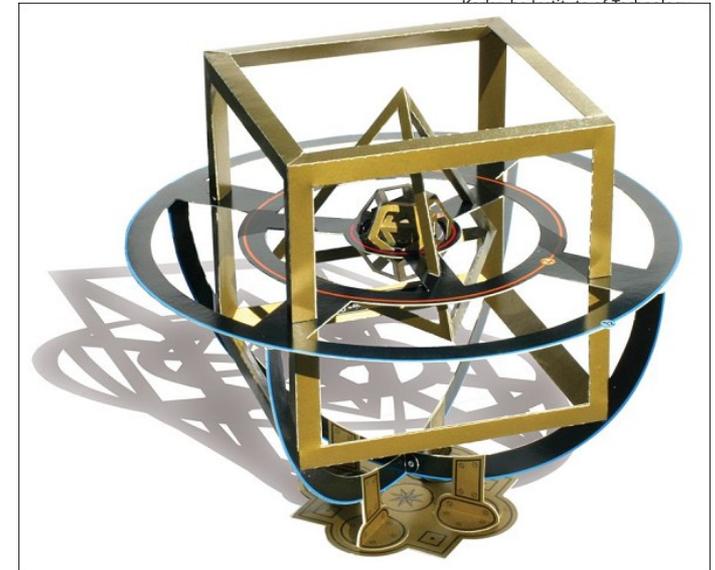
1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

ca. 300 v. Chr.:

Aristoteles fasst das meteorologisch/klimatologische Wissen seiner Zeit zusammen

alles ordnet sich in eine übergeordnete ideale harmonische Struktur ein, die unveränderlich ist

- Klima ist breitenkreisabhängig (das Wort führt sich auf die Neigung der einkommenden Sonnenstrahlen zurück)



1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

erstes nachchristliches Jahrtausend:

im Römischen Reich Bewahrung des griechischen Wissens

aber: Umweltprobleme durch Feuerstellen und Rauch in großen Städten wie Rom

in Europa bleibt danach nur die Struktur des Christentums durchgehend erhalten (begrenzttes Wissen in den Klosterbibliotheken)

im Morgenland wird auch das griechische Wissen bewahrt und später wieder nach Europa gebracht

ab der Jahrtausendwende Entwicklung des Humanismus in Europa (Würde des Menschen, Einzelpersönlichkeit und ihre Fähigkeiten, Hilfsbereitschaft für den Mitmenschen (Humanität))

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

ca. 1500 n. Chr.: Humanismus, Kopernikus

Niedergang der Scholastik, in der nahezu alles als gottgegeben betrachtet wurde und Forschung im Wesentlichen dazu diente, die Aussagen der Bibel zu beweisen

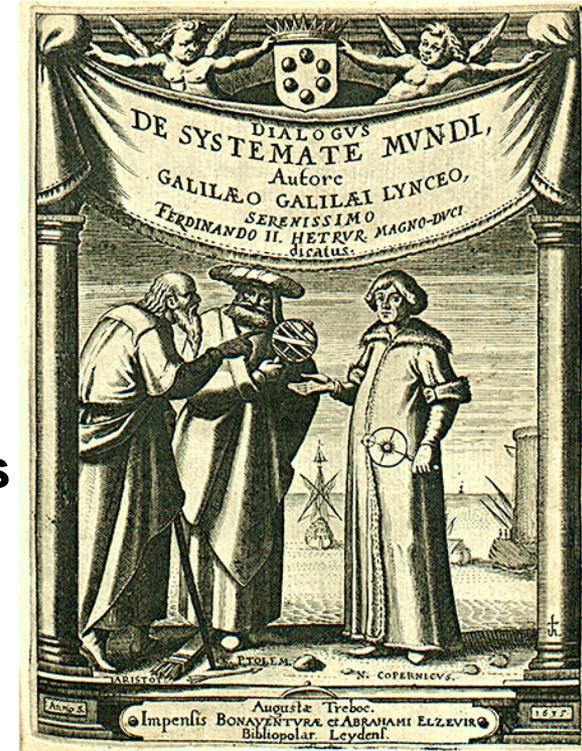
einzelne naturwissenschaftliche Disziplinen aus heutiger Sicht existieren noch nicht

Buchdruck sorgt für Verbreitung des Wissens

Entdeckung der Neuen Welt/Seefahrt

Beginn der empirischen Naturforschung

Entwicklung erster Messgeräte



1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1687 bis ca. 1750:

**Beginn Aufklärung (Thomasius' deutschspr. Vorlesungen in Leipzig)
u.a. aus Aberglauben- und Kirchenkritik**

**Beginn der Ausprägung von Spezialdisziplinen innerhalb der
Naturforschung**

langsame Weiterentwicklung der Messtechnik

**Einsetzen von Theoriebildungen auf empirischer
Grundlage, Mechanisches Weltbild („Uhrwerk“),
prinzipielle Erklärbarkeit und Vorhersagbarkeit aller
Phänomene (Descartes)**



**Klima gilt weiterhin als unveränderliche äußere Randbedingung,
dessen einzelne Phänomene aber zunehmend untersucht werden
(beispielsweise die Windsysteme über See, die für die zunehmende
Schifffahrt immer bedeutender werden)**

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1784:

**Kants Definition des Begriffs
Aufklärung:**

**Ausgang des Einzelnen aus seiner
Unmündigkeit**

Sapere aude:

„Wage es, weise zu sein“

Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung?

„**A**ufklärung ist der Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Leitung eines andern zu bedienen. Selbst verschuldet ist diese Unmündigkeit, wenn die Ursache derselben nicht am Mangel des Verstandes, sondern der Entschliehung und des Muthes liegt, sich seiner ohne Leitung eines andern zu bedienen. Sapere aude! Habe Muth, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen! ist also der Wahlspruch der Aufklärung.

Faulheit und Feigheit sind die Ursachen, warum ein so großer Theil der Menschen, nachdem sie die Natur längst von fremder Leitung frei gesprochen (naturaliter majorennnes), dennoch gerne Zeitlebens unmündig bleiben; und warum es Anderen so leicht wird, sich zu deren Vormündern aufzuwerfen. Es ist so bequem, unmündig zu seyn. Habe ich ein Buch, das für mich Verstand hat, einen Seelsorger, der für mich Gewissen hat, einen Arzt, der für mich die Diät beurtheilt, u. s. w. so brauche ich mich ja nicht selbst zu bemühen.

zter Band.

Kg

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1787:

Ausbildung des Begriffs „Klima“ in der heutigen Bedeutung

Klima, *Clima*, *Climat*. Die alten Geographen, wie Ptolemäus (Geogr. L. I. c. 8.), theilten die Erdfäche durch Parallelkreise mit dem Aequator so, daß von jedem solchen Kreise bis zum folgenden die Dauer des längsten Tages um eine halbe Stunde zunahm. Die Flächenräume zwischen diesen Kreisen nannten sie Klimata, welches Wort soviel, als: Lagen der Orte, bedeutet. So gieng das erste Klima vom Aequator, wo jede Taglänge 12 St. beträgt, bis an den Parallelkreis, unter welchem der längste Tag 12½ St. dauert; unsere Gegenden, deren längster Tag gegen 16½ St. beträgt, fallen hiebey in das neunte Klima.

Nach dieser Eintheilung finden vom Aequator bis an jeden Polarkreis, wo der längste Tag 24 Stunden dauert, 24 Klimata statt. Innerhalb der Polarkreise wächst der längste Tag so schnell, daß er einen Grad weiter nach dem Pole zu, schon einen Monat lang ist. Einige haben daher die kalten Zonen noch in sechs Klimata getheilt, in deren jedem, vom Anfange bis zum Ende, der längste Tag um einen Monat wächst. Man findet von diesen, jezt nur noch zur Erklärung der Alten brauchbaren Eintheilungen bey Riccioli (Geogr. reform. L. VII. c. 9.) und Varenius (Geogr. gener. Sect. VI. c. 25.) umständlichere Nachricht.

Weit gewöhnlicher versteht man anjezt unter dem Worte Klima das einem Orte eigne Verhalten der Witterung, in Absicht auf Wärme und Kälte, Abwechslungen der Jahreszeiten, Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft, Fruchtbarkeit, u. s. w. Daß die Hauptverschiedenheiten der Wärme und der Jahreszeiten von der Wirkung der Sonnenstrahlen herrühren, fällt bey Vergleichung der Witterung in den verschiedenen Zonen der Erdfäche deutlich in die Augen. Wieviel nun hiebey auf die Sonne allein ankomme, das haben Halley (Philos. Trans. Num. 23. art. 9.) Mairan (Mém. de Paris, ann. 1719.) Simpson (Treatise of fluxions, p. 182 sq.), Kästner (Hamburg. Magazin II. B. 426. S. ingl. bey Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdfugel, Anm. S. 97 u. f.), Euler (Comm. Acad. Petrop. To. XI.) auf mathematische Berechnung zu bringen gesucht.

Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet
Autor: Johann Samuel Traugott Gehler, 1787, Schwickert, Leipzig

Zedler (1731-1754) kennt nur die alte Bedeutung, Gebr. Grimm (1854ff) kennen den Begriff gar nicht.

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1818:

(Einer der ersten Hinweise auf Möglichkeiten zur Beeinflussung des Klimas durch den Menschen)

Humboldt schreibt über Südamerika:

„Die Ufer des oberen Guainía werden mehr produzieren, wenn einmal durch Rodung der Wälder die übermäßige Feuchtigkeit der Luft und des Bodens abnimmt und die Insekten, welche Wurzeln und Blätter der krautartigen Gewächse vernichten, sich vermindern.“

Er prophezeit Südamerika eine glänzende Zukunft, die auch Europa reicher machen wird.

- **Eingriffe in die Natur werden tendenziell als positiv bewertet.**
- **globale Folgen werden noch nicht gesehen**
- **weiterhin Empirie, Schlussfolgerungen nur aufgrund bereits gemachter Erfahrungen**

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

Mitte des 19. Jahrhunderts:

geologische Erkenntnisse, die auf Gletschervorstöße und –rückzüge hinweisen, geben Hinweise auf ein **veränderliches** Klima

potenzielle Kandidaten sind:

- astronomische Randbedingungen (Erdbahnparameter)
- Durchsichtigkeit der Luft

Einteilung der Welt in Sphären (Suess 1875)

Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, u.s.w.

für jede Sphäre entwickelt sich eine Spezialdisziplin

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1889:

CO₂ liegt 5% über dem vorindustriellen Wert

Ende des 19. Jahrhunderts:

erste Überlegungen über reale menschliche Einflüsse auf das Klima (Arrhenius 1896), prinzipieller (positiver) Einfluss der Verbrennung fossiler Rohstoffe wird erstmals formuliert

1901/1904:

mathematische Formulierung der Strömungsgleichungen (Abbe, Bjerknes)

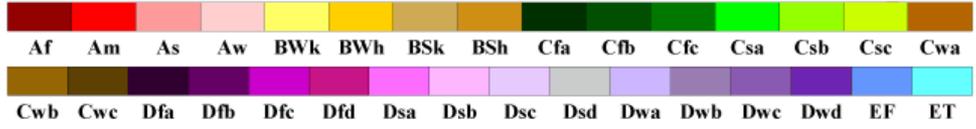
1924:

erste Versuche zur Wettervorhersage mit mathematischen Methoden scheitern

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung (1900-1961)

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASClmO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

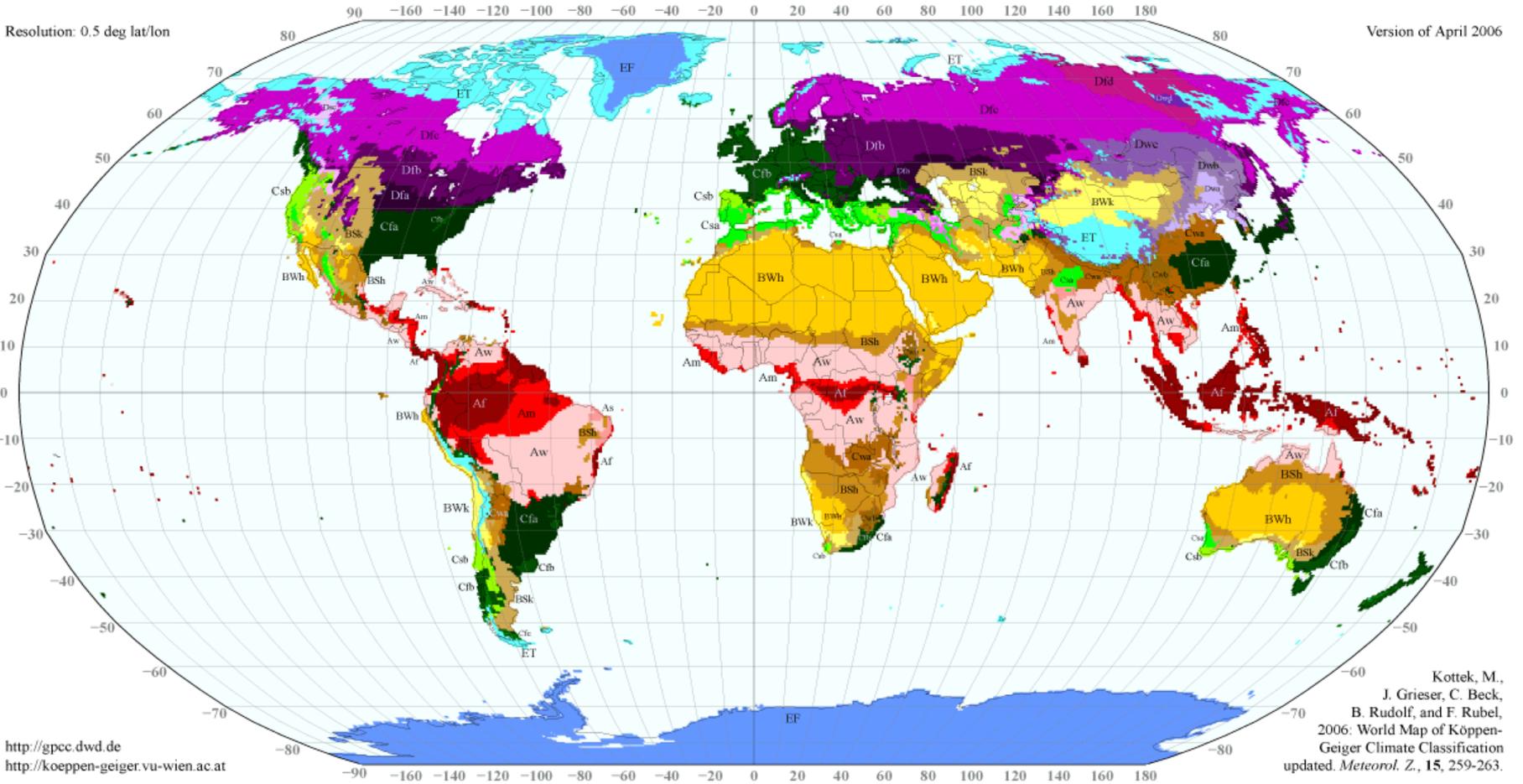
- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

Precipitation

- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

Temperature

- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental
- F: polar frost
- T: polar tundra



<http://gpcc.dwd.de>
<http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at>

Kottke, M.,
 J. Grieser, C. Beck,
 B. Rudolf, and F. Rubel,
 2006: World Map of Köppen–
 Geiger Climate Classification
 updated. *Meteorol. Z.*, **15**, 259-263.

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

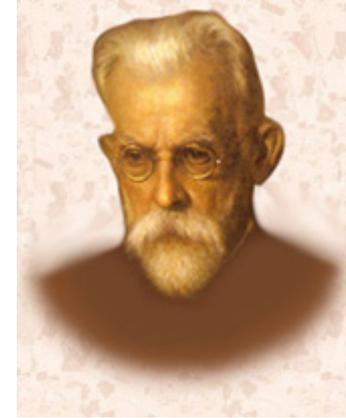
1926:

**Noosphäre
(Vlad. Ivanov. Vernadsky, 1863-1945):**

**dritte Phase der Entwicklung der
 Erde (nach der unbelebten
 Geosphäre und der Biosphäre)
 durch die Gestaltungskraft
 des menschlichen Geistes**

teleologisch

**Umgestaltung der Erde durch den
Menschen**



- 1 **Besiedlung der gesamten Erdoberfläche**
- 2 **Transformation der intern. Komm. + Handelswege**
- 3 **pol. + and. Beziehungen zwischen allen Staaten**
- 4 **Vorherrschaft der geol. Rolle des Menschen über andere Vorgänge in der Biosphäre**
- 5 Ausdehnung der Grenzen der Biosphäre
Eroberung des Weltraums durch den Menschen
- 6 industrielle Ausbeutung neuer Energieressourcen
- 7 Gleichheit aller Völker, Rassen, Religionen
- 8 Erhöhung des Einflusses der Bevölkerung auf pol. Entscheidungen
- 9 Freiheit von wiss. Gedanken und Forschung
- 10 Erhöhung der Wohlfahrt der Erdbevölkerung
- 11 Transformation der Erde hin zur Befriedigung der Bedürfnisse des Menschen
- 12 Abschaffung aller Kriege

<http://www.tstu.ru/en/tambov/kultur/nauka/vernad/uchver.htm>

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1930:

Milankovich publiziert seine Theorie, dass die Eiszeiten mit den Erdbahnparametern zusammenhängen

1932:

CO₂ liegt 10% über dem vorindustriellen Wert

1938:

Stuart Callendar greift Arrhenius' Gedanken wieder auf, Verdopplung des CO₂-Gehalts könnte global 2° Erwärmung bedeuten (bleibt zunächst weitgehend unbeachtet)

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1950/1954:

**erste Versuche zur Wettervorhersage mit mathematischen Methoden
gelingen, erste numerische Vorhersage in Schweden**

1957:

**erste Erdsatelliten: erstmals kann der Mensch auf die Erde
herabblicken und sie als ein einheitlich Ganzes betrachten**

1956/1958:

**Plass berechnet mögliche Erwärmung ($3,6^\circ$ bei Verdopplung),
Beginn der CO₂-Messreihe auf dem Mauno Loa (Hawaii) (Keeling)**

um 1960:

Beginn einer Umweltforschung in heutigen Sinne

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1963:

erste Erkenntnisse, dass es deterministische Vorgänge gibt, die nicht über beliebig lange Zeiträume hinweg vorhersagbar sind (Lorenz, Begründung der Chaos-Theorie)

Ende des rein mechanistischen kartesischen Weltbilds (in der makroskopischen Welt)

parallel dazu:

Weiterentwicklung der Wettervorhersagemodelle und erste Ansätze zur mathematischen Modellierung des Klimas (1-dim. Modelle: Strahlungsgleichgewicht)

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1968:

CO₂ liegt **15%** über dem vorindustriellen Wert

1974:

Gaia-Hypothese (Lovelock)

(kennt Vernadsky nicht)

Gänseblümchenwelt

„ das System Erde-Atmosphäre-Biosphäre reguliert sich immer so, dass die gegenwärtige Lebensform optimale Bedingungen vorfindet.“

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1970er/1980er Jahre:

Weiterentwicklung der mathematischen Klimamodelle

hypothetische Simulationen und Szenarienrechnungen werden möglich

Klimaforschung wird zur Spezialdisziplin innerhalb der Meteorologie

Zusammenhang zwischen Klimaerwärmung und CO₂-Anstieg wird langsam akzeptiertes Grundlagenwissen, das nur noch von wenigen angezweifelt wird

1979:

CO₂ liegt 20% über dem vorindustriellen Wert

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1980er/1990er Jahre:

Beginn der Erkenntnis, dass der Mensch das Klima wirklich verändert (Ozonloch, Luftqualität, Klima)

1987:

Montreal-Protokoll zur Schutz der Ozonschicht

1988:

Gründung des IPCC, CO₂ liegt 25% über dem vorindustriellen Wert

1992:

Konferenz von Rio ruft erstmals die gesamte Staatengemeinschaft zum Handeln auf

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

1997:

Kyoto-Protokoll, **CO₂ liegt 30% über dem vorindustriellen Wert**

2004:

CO₂ liegt 35% über dem vorindustriellen Wert

2007:

Al Gore und das IPCC erhalten den Friedensnobelpreis



2009:

Konferenz von Kopenhagen sollte Nachfolgeregelung zu Kyoto erarbeiten, scheitert aber weitgehend

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung

2011:

CO₂ liegt **40%** über dem vorindustriellen Wert

Wissenschaftlicher Beirat „Globale Umweltveränderungen“ der Bundesregierung fordert eine **Große Transformation** unserer Gesellschaft hin zu mehr Nachhaltigkeit.



2014:

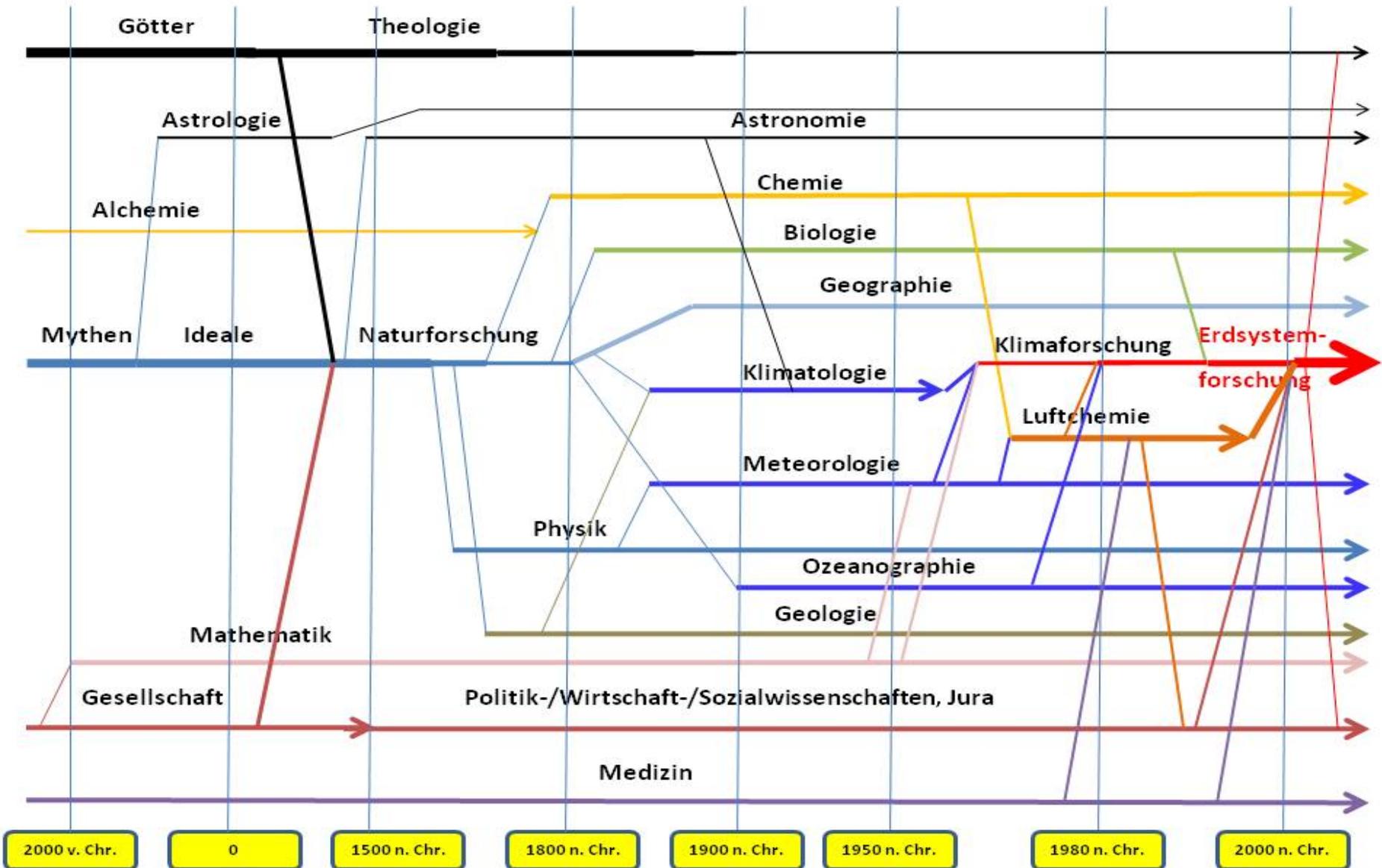
Bundesregierung legt eine Forschungsagenda „**Green Economy**“ vor.



2015:

CO₂ bei 400 ppm (**42,9%**), Klimakonferenz Paris: Nachfolge Kyoto?

1 Historische Entwicklung der Klimaforschung



2

Übergang zur Erdsystemforschung

2 Übergang zur Erdsystemforschung

nach der zweiten Jahrtausendwende:

Klimaforschung ist zur herausragenden Spezialdisziplin geworden, die weltweite Beachtung auch außerhalb der Wissenschaft findet (bis hin zum Friedensnobelpreis für Al Gore und das IPCC)

Es wird immer klarer: Klimaforschung muss Teil einer **Erdsystemforschung sein.**

→ Die Klimaforschung, einst als Spezialdisziplin aus der empirischen Naturforschung entstanden, wird zum Kristallisationskern einer neuen ganzheitlichen Betrachtung der Natur

2 Übergang zur Erdsystemforschung

Erklärung von Amsterdam (2001) von vier globalen Forschungsprogrammen (IGBP, IHDP, WCRP, DIVERSITAS) zum Globalen Wandel:

Das **System Erde** verhält sich wie ein einziges, sich selbst regulierendes System aus physischen, chemischen, biologischen und humanen Komponenten.

Die menschlichen Aktivitäten beeinflussen die irdische Umwelt vielfältig und signifikant über Treibhausgasemissionen und Klimawandel hinaus.

Der globale Wandel kann nicht über einfache Ursache-Wirkung-Beziehungen verstanden werden.

Die Dynamik des Systems Erde ist durch kritische Schwellenwerte und abrupte Änderungen charakterisiert.

Die Natur, Größe und Geschwindigkeit der Änderungen, die gegenwärtig gleichzeitig im System Erde stattfinden, sind präzedenzlos. Das System Erde agiert derzeit in einem beispiellosen Zustand.

→ Ein ethischer Rahmen für eine globale Lenkung und Strategien für das Management des Systems Erde sind dringend notwendig.

→ Ein neues System einer globalen Umweltwissenschaft ist erforderlich.

IHDP: Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, DIVERSITAS; International Biodiversity Programme

Weiterdenken des Sphärenmodells:

Anthroposphäre

diese wiederum aufgeteilt in

- **Agrosphäre** (Umbau der Landoberfläche zur Nahrungsproduktion)
- **Astysphäre** (Norra 2007, 2009) Städte: prezedänzlose geochemische Gebilde auf der Erdoberfläche

umgibt die Erde wie ein Spinnennetz, die Knoten sind die Städte, die Fäden die Transportwege dazwischen

gegenwärtiges Erdzeitalter sollte als **Anthropozän** bezeichnet werden (Crutzen 2002)

“Human activities are exerting increasing impacts on the environment on all scales, in many ways outcompeting natural processes. This includes the manufacturing of hazardous chemical compounds which are not produced by nature, such as for instance the chlorofluorocarbon gases which are responsible for the ozone hole. Because human activities have also grown to become significant geological forces, for instance through land use changes, deforestation and fossil fuel burning, it is justified to assign the term **anthropocene** to the current **geological epoch**. This epoch may be defined to have started about two centuries ago, coinciding with James Watt's design of the steam engine in 1784.”

Crutzen, P.J., 2002: The Anthropocene. J. de Physique VI, 101, Pr10.1-Pr10.5.

2 Übergang zur Erdsystemforschung

Schellnhuber fordert „Makroskop“ zur Beobachtung

(Interview mit Frankfurter Rundschau 2004)

Es gibt viele Arten von **Makroskopen**. Sie vergrößern die Dinge nicht wie ein Mikroskop, sondern sie lassen sie so schrumpfen, dass man ein System - bei Erhaltung seiner Struktur - im Ganzen betrachten kann.

Die "einfachste" Art des Makroskops ist, auf den Mond zu fliegen und von dort die Welt zu betrachten. Eine andere ist der Computer. Er simuliert das Erdsystem in Miniatur. Es gibt sogar Überlegungen, ein "**Geoskop**" zu bauen. Dabei würden die Ergebnisse der Fernerkundungen von Satelliten und Flugzeugen, die Computersimulationen und auch die Daten über die sozio-ökonomische Entwicklung zusammengefügt, um laufend ein Gesamtbild des Systems Erde erzeugen zu können.

Was hinzukommen muss, sind sozioökonomische Einsichten, zum Beispiel, wie **städtische Strukturen** wachsen und wie sie die natürlichen Stoff- und Energieströme auf der Erde verändern. Das urbane Zentrum saugt Wasser, Nahrungsmittel und Rohstoffe aus dem Umland ein, verwandelt sie auch energetisch größtenteils in Schrott und spuckt sie wieder aus.

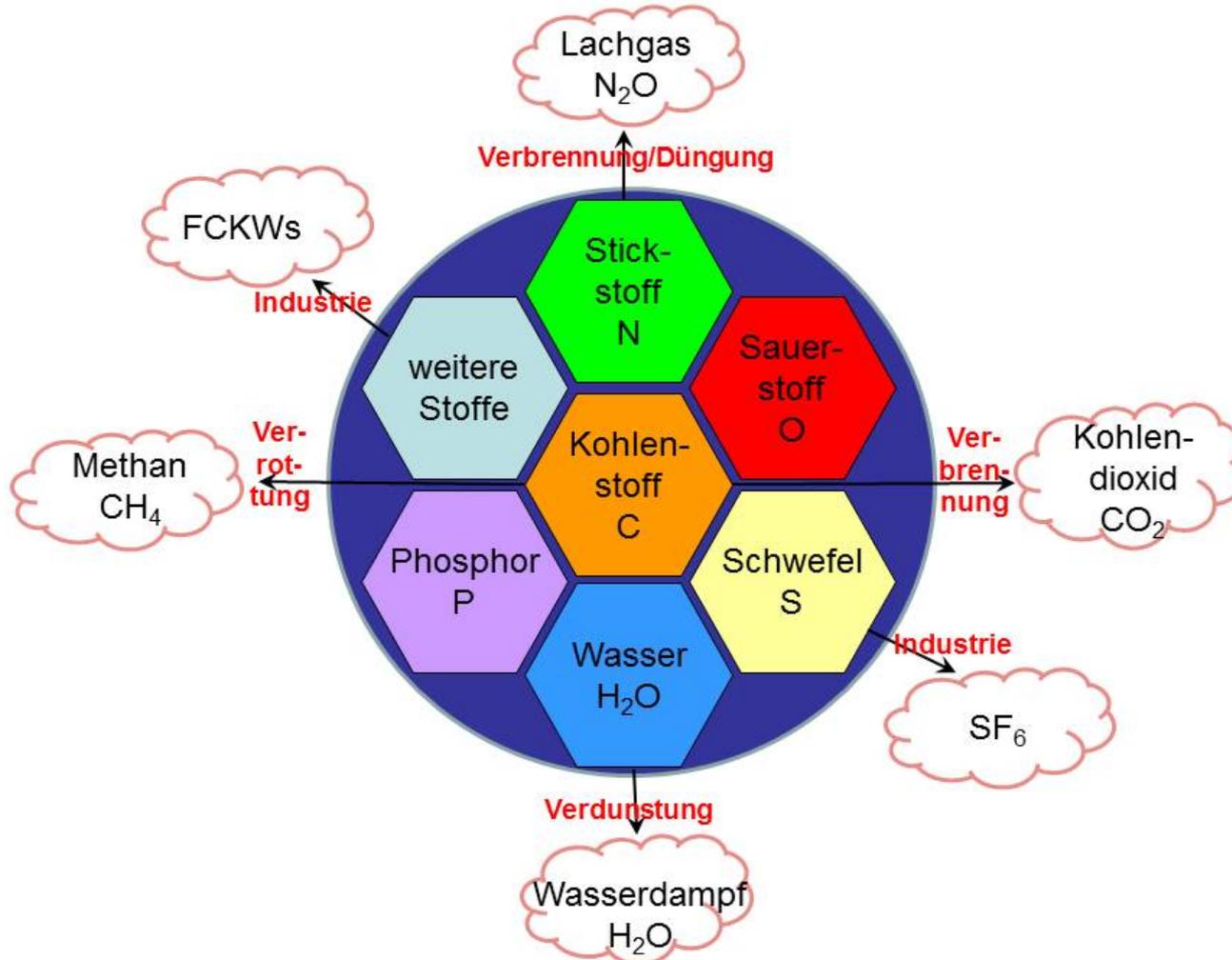
Diesen Einfluss der weltweiten Urbanisierung in einem **Erdsystem-Atlas** abzubilden, wäre zum Beispiel eine völlig neue Qualität in der wissenschaftlichen Beschreibung.

3

Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

Stoffhaushalte und Treibhausgase



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.1 Empirie (Beobachtung)

- der Konzentrationsanstiege der Treibhausgase
- des globalen Temperaturanstiegs
- der Abnahme des Nordpolareises
- des globalen Meeresspiegelanstiegs

3.2 Modellierung (Szenarienrechnungen)

- des künftigen Klimas
- der künftigen Meeresströmungen
- der Vegetationsentwicklung
- der künftigen Lebensbedingungen (Megacities, etc.)

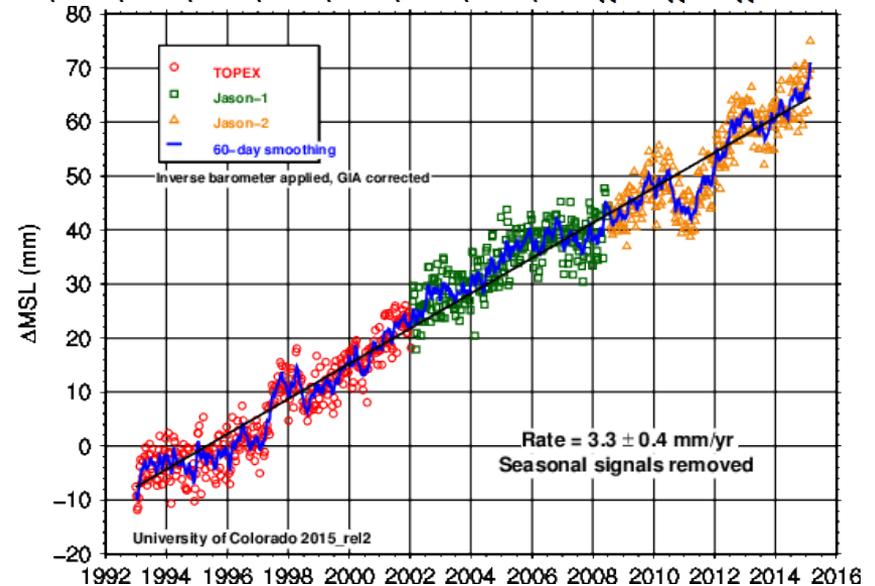
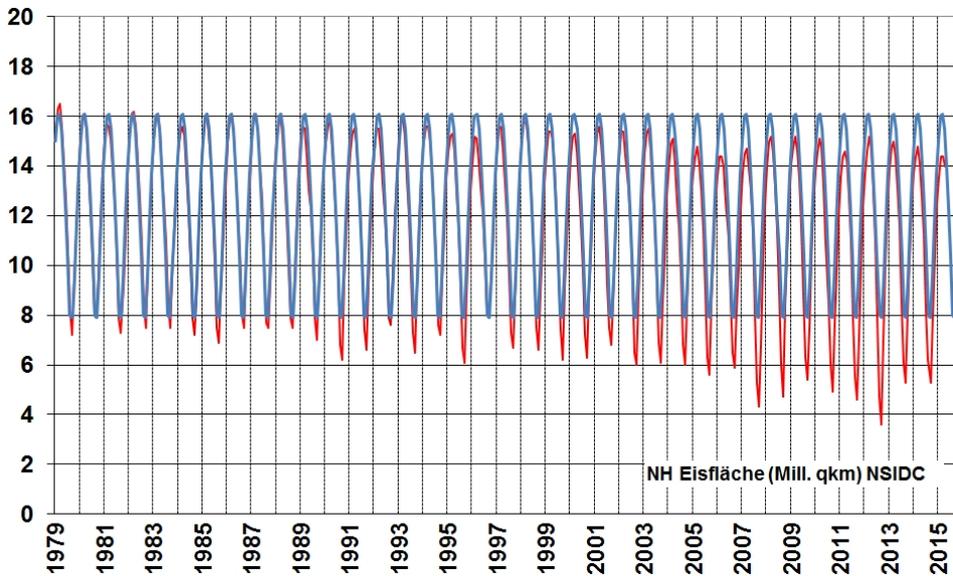
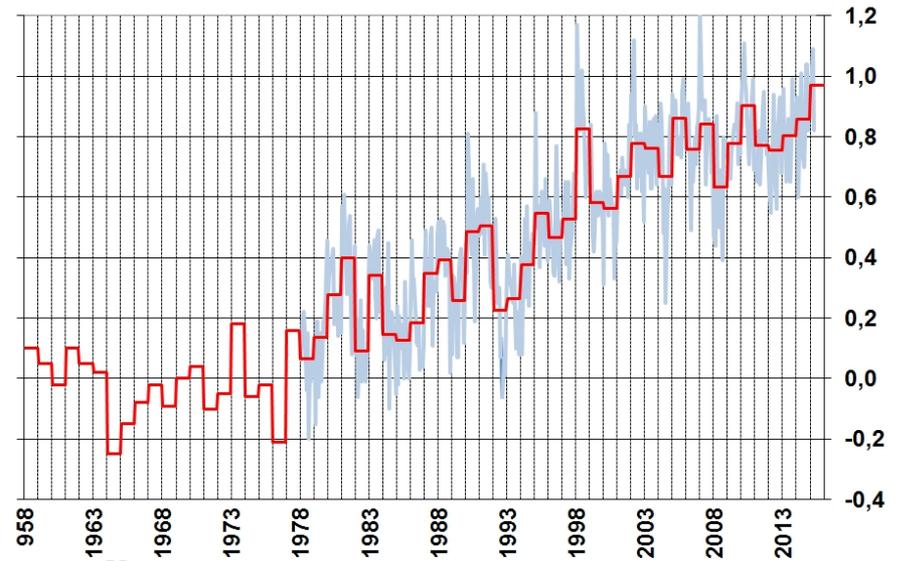
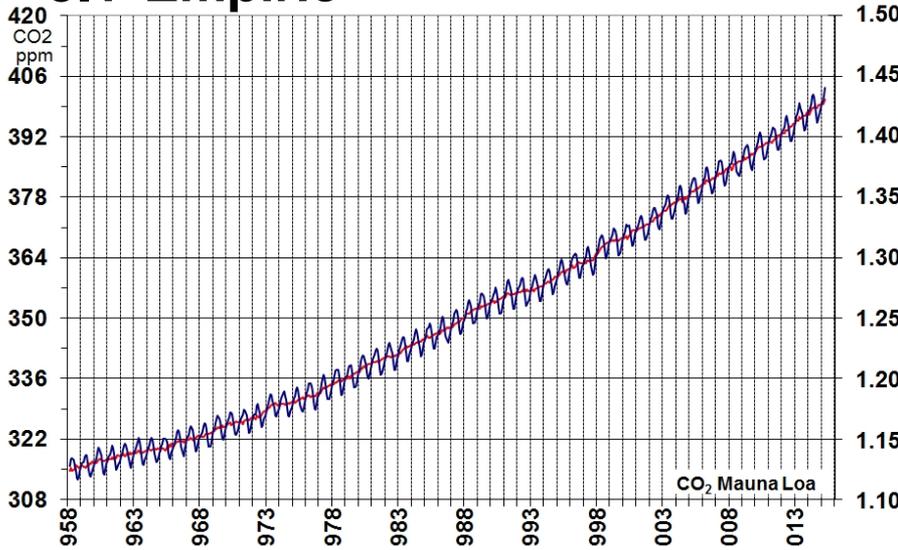
3.3 Assessment (Analyse + Ableitung von Empfehlungen)

- wie die globale Erwärmung zu begrenzen ist (Vermeidungsstrategie)
- mit welchen Folgen man rechnen muss (Anpassungsstrategie)

3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

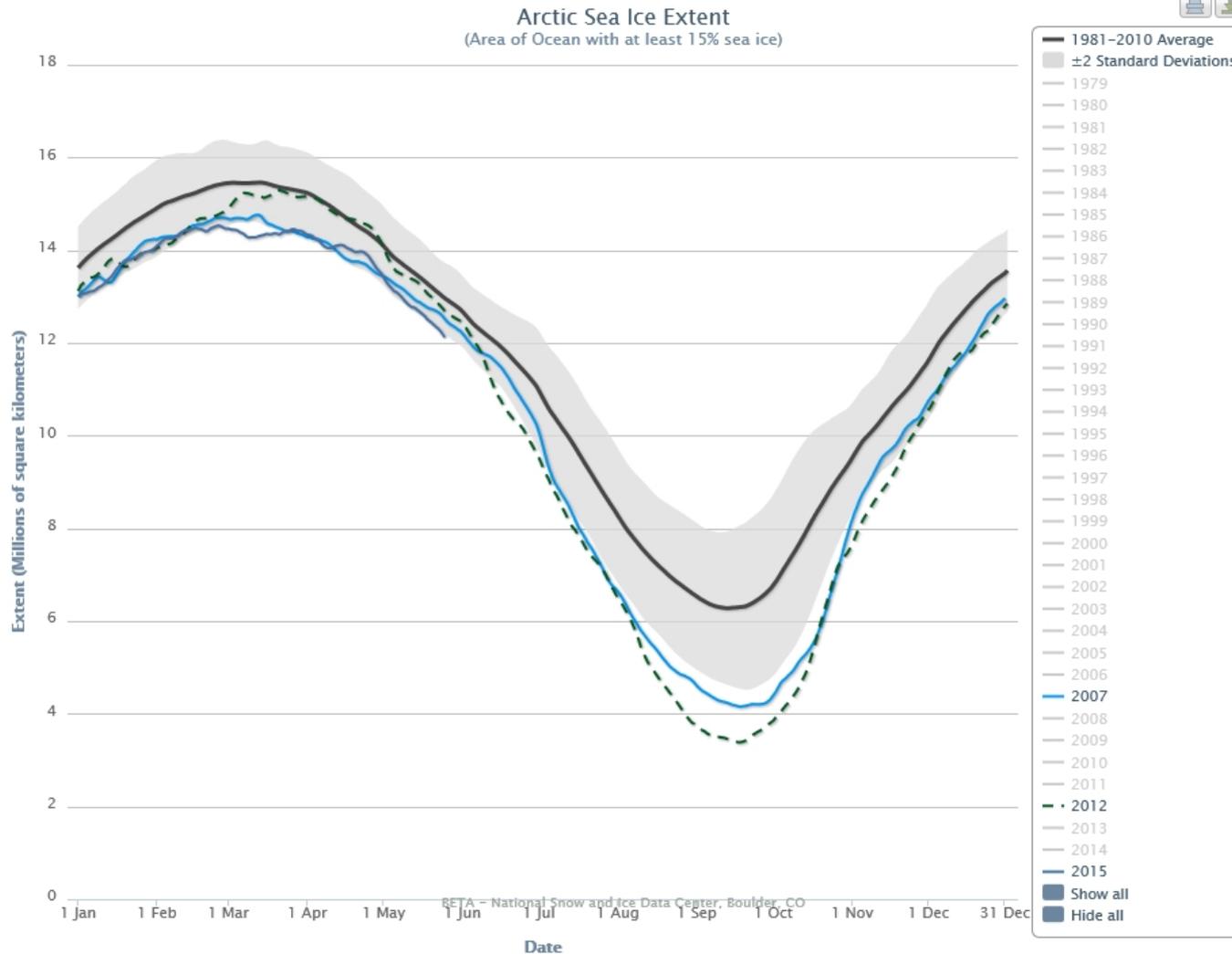


3.1 Empirie



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.1 Empirie

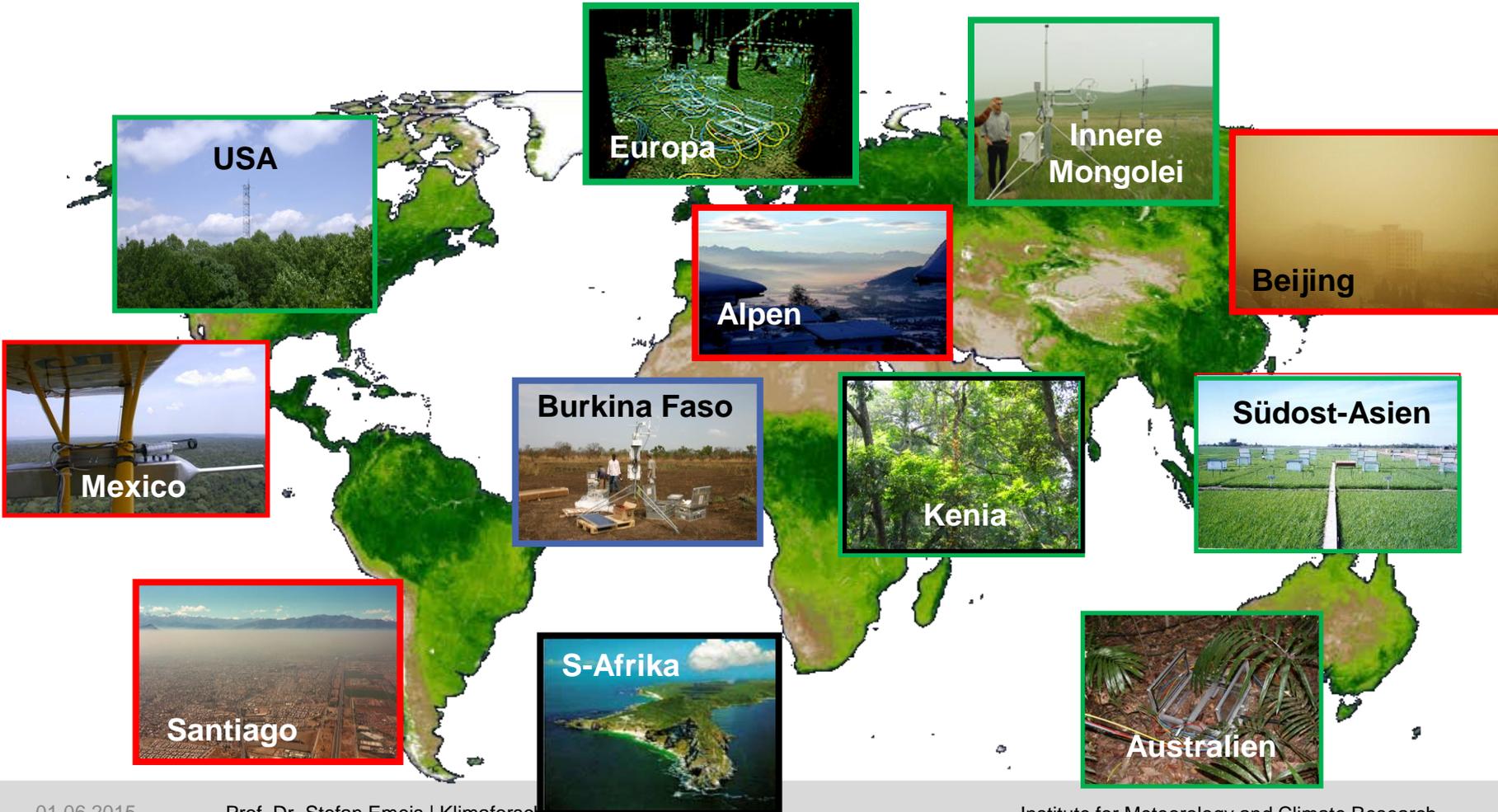


<http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>

3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.1 Empirie

IMK-IFU Themen:
Luftqualität, Atmosphäre-Biosphäre-Austausch, Städte,
Hydrologie, langfristige Trends



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.2 Modellierung

Deutsches Klimarechenzentrum Hamburg (DKRZ)

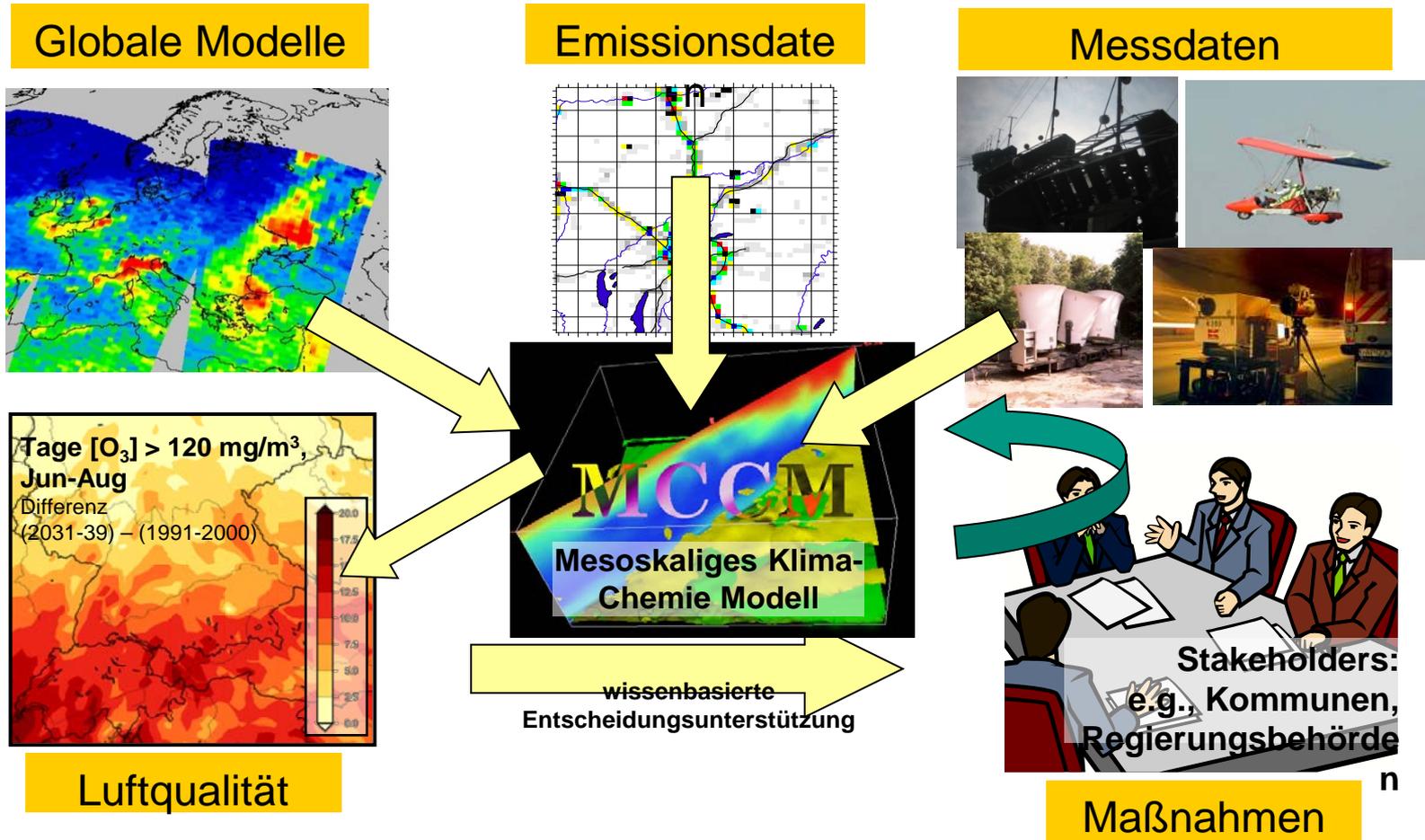
globale computerbasierte Klimasimulationen



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.2 Modellierung

IMK-IFU AG “Regionale Kopplung von Ökosystem-Atmosphäre Prozessen“



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

3.3 Assessment



Studie von Nicolas Stern vom 30. Oktober 2006 im Auftrag der britischen Regierung

(Berater der britischen Regierung und
früherer Chefökonom der Weltbank)

Klimawandel bedroht Weltwirtschaft

Einbruch um 20% befürchtet, wenn nicht
in wenigen Jahren gegengesteuert wird

**Kosten für Gegensteuern: 1% des globalen BSP (Mrd 350 \$),
dafür zusätzliche Gewinnerwartungen von Mrd 2500 \$ bis 2050**



3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

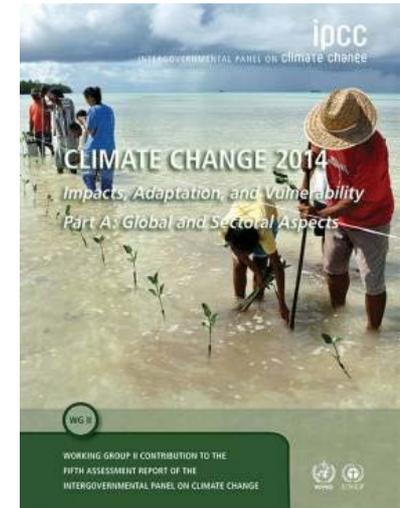
3.3 Assessment

Gliederung der IPCC-Berichte (der fünfte Bericht datiert von 2013/14)

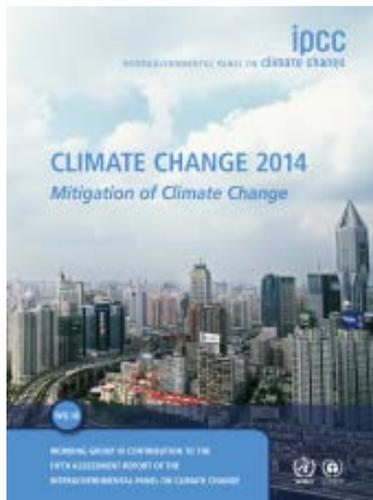


I. The Physical Science Basis
(Die zugrundeliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse der Klimaforschung)

II. Impacts, Adaptation and Vulnerability
(Aussagen zu Auswirkungen, Anpassungen und Verwundbarkeiten)



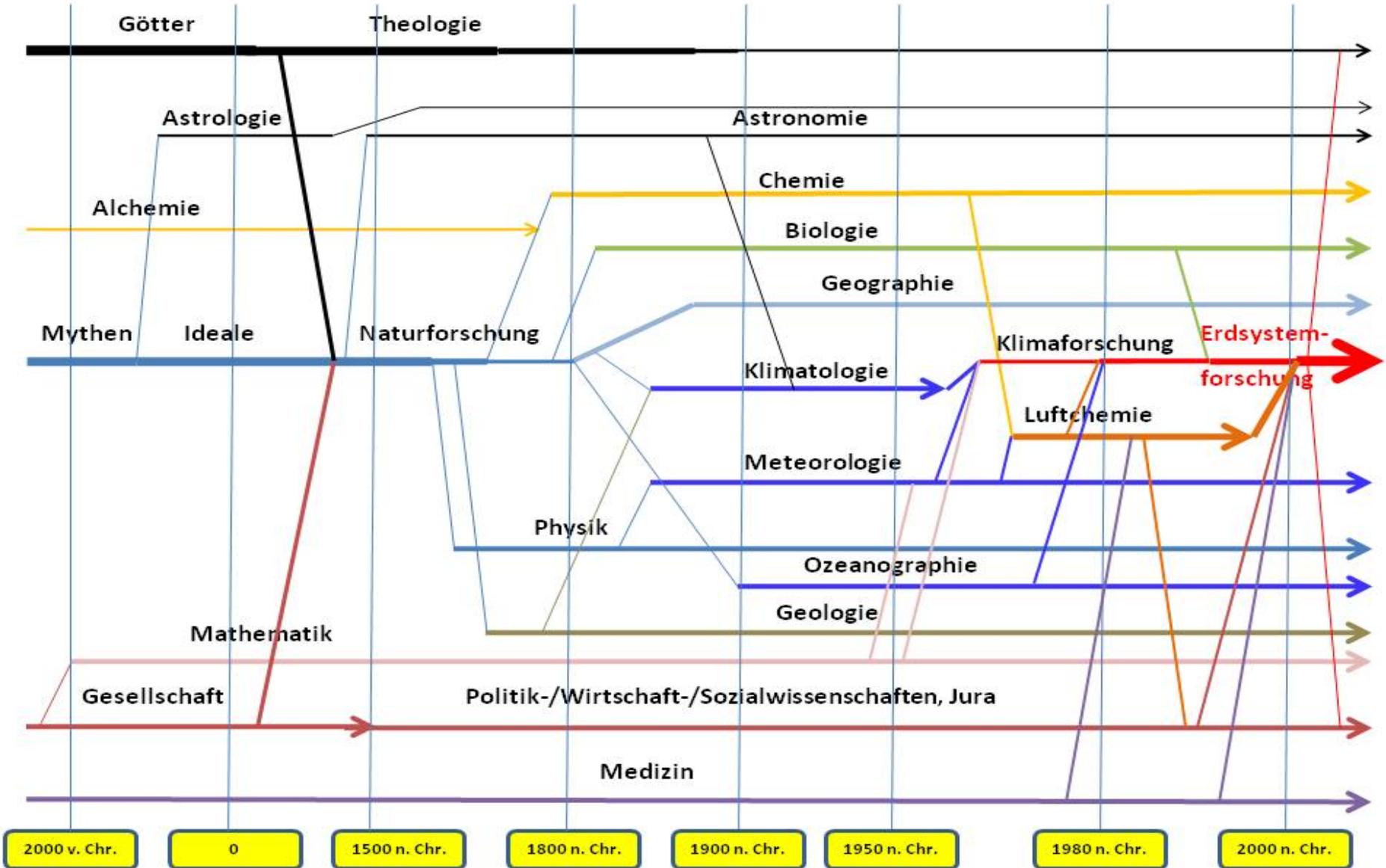
III. Mitigation of Climate Change
(Aussagen zur möglichen Vermeidung des Klimawandels)



4

Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung



4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

Gegensätze: Klimatologie 1850-1950 --- Erdsystemforschung heute

- | | |
|---|---|
| - Weltbild mechanistisch (Uhrwerk) | Weltbild nicht-linear (Chaos) |
| - Klima: zeitlich unveränderlich, lokal | Klima: ändert sich, global |
| - Klima wirkt auf den Menschen (Humboldt) | Mensch wirkt auf das Klima |
| - Klimatologie deskriptiv, systematisierend | ESF analytisch, prognostisch |
| - Beschreibung vom Lokalen aufbauend zum Globalen | Simulation und Analyse vom Globalen herunter auf die Regionen |
| - Beschreibung der Temperaturverteilung | Bestimmung der globalen Mitteltemp. |
| - Klimatologie arbeitet anderen Wissenschaften zu (Agrar-, Forst-, Medizin-Klimatologie etc.) | viele Wissenschaften arbeiten bei der ESF zusammen und leisten Beiträge |
| - Klimatologie eine Disziplin von vielen | ESF unterliegt globaler Kontrolle (regelmäßige IPCC-Berichte) |

teilweise nach Heymann (2009)

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

Es wird klar, dass - bzgl. des Klimas - die Handlungen jedes Einzelnen und ganzer Staaten letztlich irgendwann alle betreffen:

es gibt **keine** „Lokalität“ von Ursache und Wirkung mehr

es gibt einen **Zeitversatz** zwischen Ursache und Wirkung

→ Niemand kann sich mehr den Aussagen der Erdsystemforschung entziehen.

Bisheriger Umweltschutz hat lokale Probleme gelöst, aber das globale Problem ist akuter denn je. Die Luft in Westeuropas Städten dagegen ist so sauber wie nie zuvor.

(Sebastian Herrmann: Der Dreck der Ahnen. Südd. Z., 1. März 2015, S. 37)

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

Erdsystemforschung wird damit zur einzigartigen, **normen-
setzenden (vielleicht sogar moralischen)** Wissenschaft, deren
Erkenntnisse Maßstäbe setzt, an denen das Handeln jeder Person
und jedes Staates bewertet werden kann

die Wirkung der Erdsystemforschung kann nicht durch ein
Moratorium (wie bei der Genforschung und der Atomforschung
zeitweilig oder für immer gestoppt werden)

Die Erdsystemforschung wandelt sich vom Beobachter (der nur
Wissen sammelt und Theorien aufstellt) zum Akteur (der
Handlungsanweisungen formuliert)

Religion – Moral – Ethik - Menschenrechte - gesellschaftliche Regeln - Recht

Moral:

Moral beschreibt, **was Menschen *faktisch* für richtig *halten*** - oder was sie gemäß ihrer Vorstellungen vom richtigen Handeln - tun bzw. erwarten.

Dieser deskriptive Bedeutungsaspekt von "Moral" wird auch als Sittlichkeit oder „Ethos“ bezeichnet und **umfasst „regulierende Urteile und geregelte Verhaltensweisen“** - ohne dass über die rationale oder moraltheoretische Rechtfertigung derselben ein Urteil beansprucht wird.

Letztere ist davon abgehoben eine „Reflexionstheorie der Moral“, die dann als „Ethik“ bezeichnet wird.

Quelle: nach de.wikipedia.org

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

Unterscheidet sich die Erdsystemforschung (ESF) damit wirklich von anderen Wissenschaften?

Gibt es überhaupt noch wertfreie Wissenschaften?

Meteorologie macht auch Vorhersagen

aber das kurzfristige Wetter ist vom Menschen unbeeinflusst

Geologie (Erdbeben, Tsunami-Vorhersagen)
Astronomie (Warnung vor Meteoriten)

vom Menschen unbeeinflusst

Gentechnik

Moratorium möglich

Atomforschung

Moratorium möglich

Krebsforschung

wirkt auf Einzelpersonen

Medizin (SARS, AIDS, Grippe, etc.)
Biologie (BSE, etc.)

Viren sind nicht menschengemacht,
Ausbreitungsbedingungen schon

Geologie (Rohstoffverfügbarkeit)

gehört mittlerweile zur ESF dazu

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung

es stehen moralische/ethische/gesellschaftliche Fragen an:

z.B. Geoengineering

- **Sulfat in die Stratosphäre einbringen**
- **Meere mit Eisen düngen**
- ...

z.B. Zuwanderungspolitik

Wie geht man mit dem klimawandelbedingten Wanderungsdruck um („Festung Europa“)?

eine rein technische Lösung wird es nicht geben!

Notwendigkeit einer **neuen Aufklärung**

Eine **neue Aufklärung** tut not. Sie muss zu einer neuen Sicht der Dinge führen. Es muss eine **endgültige Abkehr von einer rein mechanistischen Weltsicht** erreicht werden und die Nicht-Linearität der Welt und der auf ihr lebenden Natur (und damit auch die der menschlichen Gesellschaft) muss zum allgemeinen Gedankengut und zur Grundlage aller künftigen Entscheidungen werden.

Die **neue Aufklärung** muss dazu führen, dass die Menschheit als Ganzes, aber auch jeder Einzelne, begreift, dass die Erdsystemforschung zeigt, dass **das Handeln jedes Einzelnen Folgen für alle anderen hat**. Und es muss akzeptiert werden, dass die Erdsystemforschung somit Bewertungsmaßstäbe vorgeben wird, anhand derer jede Handlung als gut oder schlecht eingestuft werden kann.

4 Einschätzung der heutigen Rolle der Erdsystemforschung



Daniel Nikolaus Chodowiecki, 1791: Aufklärung.
<https://himmelsnetz.wordpress.com/2013/07/30/a-sign-of-tolerance-ein-zeichen-von-toleranz/>

Wie die Aufklärung am Ende des 17. Jahrhunderts und im 18. Jahrhundert wird diese **neue Aufklärung** die gesamte Gesellschaft prägen und umgestalten müssen. Nicht der einzelne Mensch muss in dieser neuen Aufklärung – wie im 18. Jahrhundert von Kant gefordert - aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit heraustreten, sondern **die gesamte Menschheit muss aus ihrer selbstverschuldeten Unmündigkeit heraustreten und über ihr Handeln und ihre Zukunftsperspektiven nachdenken.**



Positive proof of global warming.



**18th
Century**

1900

1950

1970

1980

1990

<http://www.1millionwomen.com.au/2012/09/>



**Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit**

3 Einige Methoden der heutigen Erdsystemforschung

