

Annalen der Meteorologie

10. Annaberger Klimatage 2016

11. - 12. Mai 2016
in Annaberg-Buchholz

Tagungsband

mit Beiträgen anlässlich der Gründung
der Wetterwarte Fichtelberg vor 100 Jahren

Veranstalter:

Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, TU Bergakademie Freiberg, TU Dresden, Erzgebirgskreis, Deutsche Meteorologische Gesellschaft e.V., Deutscher Wetterdienst

Annaberger Klimatage im Internet:

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/klima/22721.htm>

ISSN der Online-Ausgabe: 2194-5934

ISSN der Druckausgabe: 0072-4122

ISBN der Online-Ausgabe: 978-3-88148-488-6

ISBN der Druck-Ausgabe: 978-3-88148-489-3

Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:



Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden. Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Die in dieser Publikation veröffentlichten Texte werden allein von ihren jeweiligen Autoren verantwortet; die darin zum Ausdruck gebrachte Meinung entspricht nicht notwendig der Meinung des Herausgebers (Deutscher Wetterdienst).

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst
Fachinformationsstelle und
Deutsche Meteorologische Bibliothek
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main
www.dwd.de/bibliothek
bibliothek@dwd.de

Redaktion:

Falk Böttcher
Deutscher Wetterdienst
Abteilung Agrarmeteorologie
Kärnerstr. 68
04288 Leipzig
Falk.Boettcher@dwd.de

Druck und Bindung:

Druckerei des BMVI
Robert-Schumann-Platz 1
53175 Bonn

Klimawandel und Klimageschichte

1.1 Regionen im Klimawandel – Wie sehr müssen wir differenzieren ?

Hartmut GRASSL

Einleitung

Die thermodynamischen Gesetze lehren uns, dass bei erhöhter Temperatur in der unteren Atmosphäre und sonst gleichbleibender Dynamik der Atmosphäre insgesamt mehr Niederschlag fallen sollte. Im globalen Mittel sollte das auch bei nicht gleichbleibender Dynamik gelten, also ist mit der beobachteten Erwärmung seit 1900, die jetzt annähernd 1°C erreicht hat (WMO 2016, NOAA 2016), auch die Gesamtniederschlagsmenge angestiegen. Basis für diese physikalisch begründete Aussage ist die Clausius-Clapeyronsche Gleichung, nach der der Sättigungsdampfdruck des eindeutig wichtigsten Treibhausgases der Erdatmosphäre, des Wasserdampfes, bei einer Temperaturerhöhung um nur 1 K bei einer Ausgangstemperatur von 0°C um 8 % ansteigt. Warum reden dann die Klimatologen von der Zunahme der Häufigkeit von Dürren eher als von der Zunahme der Jahresniederschlagsmenge? Weil stets Dynamik und Thermodynamik und veränderte Oberflächeneigenschaften auf einem unterschiedlich von der Sonne bestrahlten, fast kugelförmigen Planeten zusammenwirken und sowohl die Atmosphäre als auch der Ozean sich vergleichsweise rasch bewegen sowie Extrema eher interessieren als Mittelwerte. Diese Bewegungen sind aber zusätzlich durch recht unterschiedliche typische Zeitskalen charakterisiert, nämlich Wochen bis wenige Jahre für die Atmosphäre und Jahrzehnte bis einige Jahrhunderte für den Weltozean. So braucht Luft zur Umrundung entlang eines Breitengürtels, zum Beispiel in mittleren Breitengraden, nur einige Wochen oder für den Austausch zwischen den Erdhälften 1 bis 2 Jahre und nur wenige Jahre für den vertikalen Austausch zwischen der oberen Stratosphäre und der Troposphäre. Diese unterschiedlich schnellen Prozesse führen zu einer jedem bekannten hohen regionalen Klimavariabilität mit einer dann Jahrhundertssommer genannten positiven Temperaturanomalie wie 2003 in Mittel- und Westeuropa und einem „Jahr ohne Sommer“ in großen Teilen Europas wie 1816 nach einem sehr heftigen explosiven Vulkanausbruch des Tambora im Jahre 2015 bei einer starken negativen Anomalie der Temperatur, wenn sie in beiden Fällen über mindestens der doppelten oder sogar der dreifachen Standardabweichung liegt.

Weil das Rückstreuvermögen für Sonnenstrahlung bei natürlichen Oberflächen zwischen wenigen Prozent für Wasser bei wolkenlosem Himmel und sogar über 80 Prozent bei frischer Pulverschneedecke schwankt, werden auch diese Unterschiede wesentlich in die Regionalisierung bei mittlerer globaler Erwärmung als Folge des erhöhten Treibhauseffektes eingreifen. Es wird also Regionen mit verschwindend geringer und besonders starker Erwärmung geben, so ist zum Beispiel südlich von Island seit 1900 keine Erwärmung beobachtet worden aber in Teilen Sibiriens bereits die 3°C-Marke überschritten. Und diese Muster sollten sich je nach Niveau der mittleren Erwärmung auch noch im Laufe dieses Jahrhunderts räumlich verschieben.

Mindestens ebenso wichtig wie diese physikalisch begründeten Differenzierungen sind aber die Unterschiede in der Verletzbarkeit der Gesellschaften oder von Teilen der Gesellschaft in den verschiedenen Regionen. Während in Deutschland bei einem Rekordhochwasser mit neuen absoluten Höchstpegeln an einigen Flüssen wie 2013 keine Todesopfer zu beklagen sind, sterben in vielen Entwicklungsländern bei einer sogenannten 20-jährigen Flut, zum Beispiel in Bangladesch, viele Tausende. Im Folgenden werden beide Aspekte beispielhaft betrachtet.

Beispiele für geänderte Klimaparameter

a) Hat die Niederschlagsmenge wirklich zugenommen?

Im jüngsten bewertenden Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses über Klimaänderungen der Vereinten Nationen (IPCC 2013a) heißt es dazu: „Das Vertrauen in Niederschlagsänderungen über den Landoberflächen seit 1901 ist bis 1951 niedrig und nur mittelmäßig danach. In mittleren Breiten der nördlichen Erdhälfte hat die Niederschlagsmenge seit 1901 zugenommen (mittleres Vertrauen vor 1951 und hohes Vertrauen danach). Für andere Breitenzonen sind die positiven oder negativen Trends nur wenig

vertrauenswürdig.“ Die ernüchternde Aussage zeigt wie wichtig kontinuierliche Beobachtungen gewesen wären.

b) Hat sich der mittlere Meeresspiegelanstieg seit 1900 beschleunigt?

Die Antwort ist ein klares Ja. Von $1,7 \pm 0,2$ mm/a für den Zeitraum von 1901 bis 2010 stieg er auf $2,0 \pm 0,3$ mm/a für den Zeitraum 1970 bis 2010 und weiter auf $3,2 \pm 0,4$ mm/a von 1993 bis 2010, wobei für die letzte kürzere Periode Pegel- und Satellitenmessungen übereinstimmen. Es ist auch wahrscheinlich, dass von 1920 bis 1950 ähnlich hohe Anstiegsraten wie in den vergangenen Jahrzehnten existierten (IPCC 2013a); denn damals stieg die mittlere bodennahe Lufttemperatur ebenfalls systematisch an.

c) Welche Vorgänge lassen den Meeresspiegel ansteigen?

Seit den 1970er Jahren tragen die Ausdehnung des Meerwassers und das Abschmelzen der Gebirgsgletscher etwa mit 75 % zum Anstieg bei. Seit 1993 allerdings gilt dies nicht mehr in diesem Ausmaß. $1,1 \pm 0,3$ mm/a stammen von der Ausdehnung des Meerwassers, weil die Erwärmung in den Ozean immer tiefer eindringt, Gletscher trugen mit $0,76 \pm 0,37$ mm/a bei, das Grönlandeis mit $0,33 \pm 0,08$ mm/a und die Antarktis mit $0,27 \pm 0,11$ mm/a. Die Summe aller Beiträge ist mit $2,8 \pm 0,5$ mm/a konsistent mit der Beobachtung des Meeresspiegelanstieges (IPCC 2013a). Seit 2010 liefert der Europäische Forschungssatellit Cryosat2 präzisere Daten und in den vergangenen wenigen Jahren ist der Beitrag der Antarktis auf etwa 0,5 mm/a angestiegen (MAC MILLAN et al. 2014).

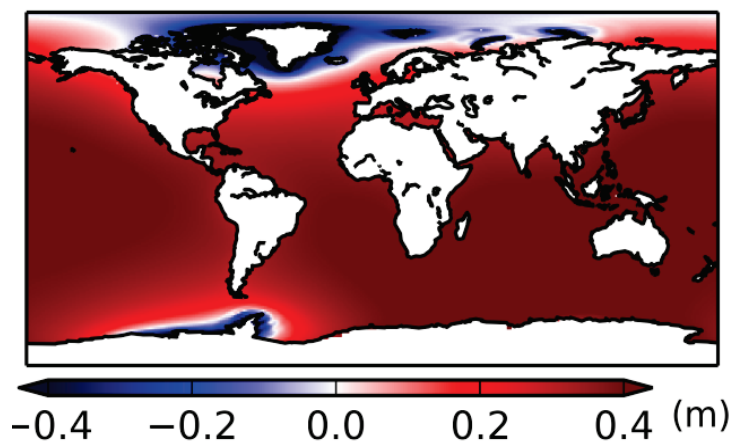


Abbildung 1: Regionaler Meeresspiegelanstieg bis zum Zeitraum 2081-2100 durch Abschmelzen von Gebirgsgletschern, des grönländischen und antarktischen Eisschildes, bezogen auf 1986-2005; nach SLANGEN et al. 2014, aus LOZAN, GRASSL, KASANG, NOTZ, ESCHER-VETTER (Herausgeber): Das Eis der Erde.

Diese Beobachtungen eines verstärkt ansteigenden Meeresspiegels bedeuten auch, dass auch dann, wenn die Intensität der Winterstürme mittlerer Breiten nicht zunimmt (das gilt zum Beispiel für die Deutsche Bucht), Sturmfluten systematisch höher auflaufen, weshalb die Norddeutschen Küstenländer an der Nordsee erneute Deichverstärkungen beschlossen haben (+80 cm in Hamburg).

Wie hoch war der Meeresspiegel in der Eem-Zwischeneiszeit?

Für die Extrapolation des Meeresspiegelanstiegs in die kommenden Jahrhunderte sind zwei Fragen zu beantworten: Erstens, wie lange hält der erhöhte Treibhauseffekt an und zweitens, wie hoch war er in der etwas wärmeren vorletzten Zwischeneiszeit vor 129 000 bis 116 000 Jahren? Er war in der Eem-Zwischeneiszeit einige Jahrtausende lang um mindestens 5 Meter höher als heute, lag aber mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht 10 Meter höher (IPCC, 2013a). Die Temperatur lag dabei in hohen Breiten mindestens um 2°C über den heutigen Werten. Es wird also wesentlich von den Andauer der anthropogenen Störung der Zusammensetzung der Atmosphäre abhängen, ob ein Ziel, wie das jetzt in Paris bei COP21

verschärft formulierte Ziel die global gemittelte Erwärmung wesentlich unter 2°C zu halten, eine gefährliche Störung des Klimasystems vermeiden hilft (UNFCCC 2015). Wir Wissenschaftler sind aufgefordert worden bis 2018 durch IPCC eine weitere besondere Bewertung für die Vertragsstaaten der UNFCCC zu liefern, auf deren Basis erneut über die weitere Verfeinerung der Definition einer „gefährlichen“ Klimaänderung diskutiert und Entsprechendes beschlossen werden soll. Eine der zu beantwortenden wichtigen Fragen lautet: Bei welchem Verhalten der Menschheit, sprich bei welcher mittleren Erwärmung wird das Abschmelzen des grönländischen Eises zur existenziellen Bedrohung der Inselstaaten und der Marschniederungen mit vielen Millionen Menschen. In anderen Worten: Wie weit nähern wir uns der aus der Klimageschichte bekannten Relation: $\pm 1^\circ\text{C}$ ist äquivalent zu ± 20 m Meeresspiegeländerung in den nächsten Jahrhunderten. Besondere Beachtung muss dabei der Umverteilung der Masse des Schmelzwassers der Inlandeisgebiete geschenkt werden. Wie Abbildung 1 zeigt, landet das Schmelzwasser überwiegend in niederen Breiten, weil die verminderte Erdanziehung in den vom Eis teilweise befreiten Eisschilden das Schmelzwasser nicht in der Region halten kann.

Differenzierte Empfindlichkeit

Eine gute aber sicher nicht die beste Vorkehrung für eine geringere Verletzlichkeit einer Gesellschaft gegenüber Klimaänderungen ist zunächst eine gute Anpassung an die Klimavariabilität, also der Schutz der anthropogenen Infrastruktur bei Wetterextremen. Leider lässt sogar diese Anpassung an die Klimavariabilität in vielen Ländern sehr zu wünschen übrig, so dass weiterhin viele Menschen bei Wetterextremen und Erdbeben sterben müssen. Während schleichend veränderliche Mittelwerte von Klimaparametern die Schutzfunktion der Infrastruktur wenig betreffen, findet der Test einer staatlichen und privaten Daseinsvorsorge bei Wetterextremen oder starken Klimaanomalien statt. Der unzureichende Schutz bei solchen Ereignissen trifft nicht nur auf die Entwicklungsländer zu, sondern gilt auch für manche OECD-Mitglieder. Hierzu ein Vergleich zweier ähnlicher Hochwasserereignisse nämlich dem 2013er Hochwasser im östlichen Mitteleuropa und dem 2014er Hochwasser im nördlichen Balkan. Dazu schreibt die Rückversicherungsgesellschaft Munich Re (2015): „Bemerkenswert sind die Ähnlichkeiten zum Hochwasser in Mitteleuropa im Vorjahr. Dazu zählen die hohe Bodenfeuchte zu Beginn der Niederschläge und ein weitgehend ortsfestes Tief, dessen Regenintensität durch Gebirgszüge verstärkt wurde. Bei allen Parallelen gab es jedoch einen wesentlichen Unterschied: Obwohl der flächengemittelte Niederschlag in der im Mai 2014 betroffenen Region mit rund 100 Millimetern insgesamt deutlich niedriger ausfiel als in Mitteleuropa im Mai/Juni 2013 (mehr als 200 Millimeter), waren die Folgen gravierender. Dies deutet darauf hin, dass Deutschland, Österreich und die Tschechische Republik über einen wesentlich effektiveren Hochwasserschutz verfügen als die ärmeren südlichen Staaten. Daneben trugen Abholzungen, Eingriffe in die Flussläufe und der Wildwuchs ungenehmigter Siedlungen in gefährdeten Bereichen mit zum Teil erschreckender Bauqualität zum Schadenausmaß bei. Der Wiederaufbau in den Ländern bietet nun neben der hohen finanziellen Bürde die Chance, einige strukturelle Defizite zu beseitigen.“ Je ärmer ein Land und je korrupter seine Eliten umso höher sind die Opferzahlen bei Wetterextremen und anderen Naturgefahren. Da jedoch viele der Entwicklungsländer zur globalen Erwärmung nur unwesentlich beigetragen haben, hat die 21. Vertragsstaatenkonferenz in Paris (COP21) zu diesem Thema folgendes beschlossen: „53. Entscheidet dass ...eine finanzielle Unterstützung für die Entwicklungsländer die Umsetzung ihrer Politiken, Strategien, Regulierungen und Aktionspläne sowie ihre Klimaänderungsaktionspläne sowohl für Klimaschutz als auch Anpassung verstärken soll, um zur Erreichung des Zwecks dieser Vereinbarung, wie in Artikel 2 definiert, beizutragen.“ Dazu wird ebenfalls beschlossen, dass über die bisher vereinbarten 100 Milliarden USD hinaus pro Jahr gegeben werden, und dies spätestens 2025 der Fall sein soll.

Differenzierung ist viel mehr als unterschiedliche Klimaänderungssignale!

Sicherlich erwärmen sich die Land- und die Meeresoberfläche recht unterschiedlich und es wird auch die Niederschlagsmenge je nach Klimazone schrumpfen oder wachsen, auch wird wegen variierender Bewölkung mehr oder weniger Sonnenenergie die Erdoberfläche erreichen, aber der lokale oder regionale Leidensdruck durch die Klimaänderung und auch die regionalen Klimaänderungsvorteile hängen ganz wesentlich vom Zustand einer Gesellschaft ab. Je demokratischer umso besser, denn dann sind die Einkommensunterschiede wenigstens etwas gedämpft und die Daseinsvorsorge des Staates wird von der Bevölkerung eingefordert. Die 2015 beschlossenen Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen sind deshalb genauso wichtig wie das „Paris Agreement“.

Literatur

- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- MACMILLAN, M., et al., 2014: Increased ice losses from Antarctica detected by CryoSat-2, Geophysical Research Letters DOI: 10.1002/2014GL060111.
- MUNICH RE, 2015: Topics Geo 2014 – Analysen, Bewertungen und Positionen zum Jahr der Naturkatastrophen (kann von der Website von Munich Re heruntergeladen werden).
- NOAA, 2016: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513>
- SLANGEN, A.B.A., CARSON, M., KATSMAN, C.A., VAN DE WAL, R.S.W., KÖHL, A., VERMEERSEN, L.L.A., STAMMER, D., 2014: Projecting twenty-first century regional sea-level changes; Climatic Change (2014) 124:317–332, DOI 10.1007/s10584-014-1080-9.
- UNFCCC, 2015: zu erhalten unter: FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1
- WMO, 2016: <https://www.wmo.int/media/news> (26 January 2016).