

## **Regionalisierte Klimaänderungen: Sind sie glaubwürdig?**

Prof. Dr. Hartmut Graßl

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg  
und  
Meteorologisches Institut der Universität Hamburg

Die mittlere globale Erwärmung während der vergangenen mindestens drei Jahrzehnte ist überwiegend vom Menschen verursacht. Weder die veränderte Strahlkraft der Sonne noch Vulkanausbrüche oder die interne Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre können wesentlich dafür gewesen sein, weil erstens die Sonne im 11-jährigen Zyklus (genau gemessen seit 1979) nur maximal ca. ein Zehntel der Energieänderung beiträgt wie der stetig wirkende zusätzliche Treibhauseffekt und sie im Mittel gleich strahlte, weil zweitens der heftige Ausbruch des Vulkans Pinatubo 1991 nur etwa 2 Jahre lang wenige Zehntel Grad Kühlung an der Oberfläche bewirkte, und weil drittens seit ca. 1.000 Jahren kein einziger Abschnitt mit einer Temperaturänderung wie in den vergangenen Jahrzehnten aufwartete.

Da es in der Klimageschichte keine Analogien zur heutigen Situation gibt, denn noch nie während der vergangenen etwa 100.000-jährigen Eiszeit/Warmzeit-Zyklen (ca. 700.000 Jahre) war der Treibhauseffekt bei Existenz von zwei großen Eisschilden (Grönland und Antarktis) so hoch wie heute, muss zukünftiges Klima mit an der Vergangenheit getesteten numerischen Modellen bei Vorgabe menschlichen Verhaltens berechnet werden. Szenarien, d.h. mögliche Zukünfte, sollten dabei stark unterschiedlichen Umgang mit Energieträgern zeigen, um die Basis für Entscheidungen im Sinne geringerer Störungen zu liefern. Etwa 20 Forschungszentren weltweit haben jüngst mit solchen Modellen Klimaänderungen für verschiedene Szenarien menschlichen Verhaltens berechnet. Gemeinsames Ergebnis ist eine für den *homo sapiens* noch nie da gewesene Erwärmung bei weiterer Dominanz der fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas, insgesamt höherer Niederschlag, drastisch schrumpfende Schneegebiete und Gebirgsgletscher, weitere Austrocknung schon heute trockener Zonen und mehr Niederschlag in schon heute humiden Klimazonen. Die mittlere Erwärmung kann dabei ohne Klimaschutz nicht unter 2°C gehalten werden.

Können diese Aussagen weiter regionalisiert werden? Ja, aber nur unter folgenden Bedingungen:

- 1) Das verwendete regionale Modell muss in der Region validiert worden sein und seine Realitätsnähe gezeigt haben.
- 2) Die Aussagen gelten nur für die verwendeten Szenarien des antreibenden globalen Modells.
- 3) Interpretationen für kleinere Skalen als den etwa vierfachen Rechengitterabstand sind generell unzulässig.
- 4) Systematische Fehler des antreibenden globalen Modells können nicht „ausgebügelt“ werden („rubbish in, rubbish out“).

Das so genannte ‚dynamische Downscaling‘ liefert also verbesserte Aussagen nur in Gebieten stark unterschiedlicher Topographie, Oberflächeneigenschaften und Landnutzung, also z.B. in und in der Nähe von Gebieten wie den Alpen, an stark gegliederten Küsten und in Regionen mit starkem Gradienten der Ozeantemperatur.

Welche Aussagen liefert das ‚Downscaling‘ mit dem hydrostatischen Modell REMO des Max-Planck-Institutes für Meteorologie in Hamburg für Deutschland, die Schweiz und Österreich für die letzten Jahrzehnte im 21. Jahrhundert bei einem mittleren Szenario (A1B)?

- stärkere Erwärmung in Gebirgen als im Flachland
- stärkste Erwärmung im Winter, gefolgt von Herbst, Sommer und Frühling
- erhöhte Erwärmung im Süden im Vergleich zum Norden
- Gebiete mit Niederschlagszunahme sind überwiegend auf die Mittelgebirge beschränkt
- im Frühling, Winter und Herbst nimmt der Niederschlag kräftig zu und im Sommer fast überall und zum Teil stark ab
- die Alpen zeigen mit der veränderten Anströmungsrichtung kräftig veränderte Niederschläge, aber keine generelle Zunahme
- der Schneeanteil am Niederschlag schrumpft in den Alpen auf fast die Hälfte, Mittelgebirgsregionen sind fast ohne Schneeniederschlag

Was müsste geschehen, damit diese Aussagen wesentlich verändert werden?

Es gibt mehrere solcher Einflussfaktoren. Die vier vielleicht wichtigsten sind: Stark regionalisierter Antrieb zu Klimaänderungen durch erneut ansteigende Luftverschmutzung auf das Niveau der 70er und 80er Jahre des letzten Jahrhunderts; weit kräftigere Schwächung

der nordatlantischen Drift (*vulgo*: „Golfstrom“) als in den Szenarien bereits enthalten ist; stark veränderte mikrophysikalische Eigenschaften von Eiswolken; multilaterale, über das Kioto-Protokoll weit hinausgehende und völkerrechtlich verbindliche Abkommen.

Die im Titel aufgeworfene Frage wird also bejaht, sofern die Modellkette validiert ist, auf den Szenariencharakter hingewiesen und Interpretation bei zu kleinen Skalen vermieden wird.