

Klimawandel: Globale und regionale Klimamodelle

Daniela Jacob

Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Einleitung

Es ist unumstritten, dass sich das Klima der Erde in den letzten Dekaden verändert hat, wie zahlreiche Aufzeichnungen meteorologischer und hydrologischer Dienste weltweit zeigen. Um herauszufinden, welche Veränderungen das Klima in der Zukunft durchmachen könnte, wurden globale Klimamodelle entwickelt, die zusammen mit verschiedenen Annahmen über die Treibhausgasentwicklung in der Atmosphäre mögliche Entwicklungen des Klimas in den nächsten 100 Jahren berechnen. Diese Computermodelle können als mathematische Abbilder des Erdsystems gesehen werden, da sie die physikalischen und biogeochemischen Prozesse im Erdsystem numerisch beschreiben und so real wie möglich berechnen. Um die Güte der Klimamodelle einschätzen zu können, werden sie zunächst für die Berechnung vergangener Zeiten eingesetzt. Bevorzugt wird hierzu eine Zeitperiode gewählt, in der zahlreiche Beobachtungen weltweit vorliegen.

Sollen nun Aussagen über mögliche regionale oder lokale Klimaänderungen und ihre Auswirkungen gemacht werden, so muss die Brücke zwischen der globalen Klimaänderungsberechnung und den Auswirkungen auf die Region geschlagen werden. Hierzu werden regionale Klimamodelle mit viel Detailinformation aus der Region und ihrer Umgebung in die globalen Modelle eingebettet. Somit wird der Informationsfluss von den globalen Skalen auf die Region gewährleistet. Wie mit einer Lupe kann dann das Klima der Region im Detail untersucht werden.

Bevor nun Klimaprojektionen für die Zukunft durchgeführt werden können, müssen die Modellergebnisse mit Beobachtungen verglichen werden. Dies wird in verschiedenen Einzugsgebieten, für verschieden lange Zeiträume und für unterschiedliche Parameter wie z.B. Niederschlag und Abfluss durchgeführt. Hierbei wird darauf geachtet, dass die Modelle sowohl mittlere Zustände als auch extreme Ereignisse reproduzieren können.

Klimaszenarien

Die bis heute neueste Serie von IPCC-Szenarien folgt abgestimmten möglichen Entwicklungslinien, so genannten Storylines, die unterschiedlichen Entwicklungen der Weltwirtschaft, des Bevölkerungswachstums und anderer Faktoren folgen (Nakićenović, N. et al., 2000). Diese Emissionen werden in die globalen und regionalen Klimamodelle eingespeist und bewirken durch zahlreiche nicht-lineare Wechselwirkungen Veränderungen des globalen und regionalen Klimas.

Klimaänderungen in der Alpenregion

Eine Analyse der vorliegenden regionalen Klimaszenarien zeigt für die Alpenregion einen möglichen Anstieg der Jahresmitteltemperatur zwischen ca. 3° und 4,5° bis 2100. Dieser Temperaturanstieg schient jedoch keine wesentlichen Änderungen in den Gesamtniederschlagsmengen pro Jahr mit sich zu bringen. Hier bestehen nach wie vor starke inter-annuale Variabilitäten. Ein Trend zeichnet sich nicht deutlich ab.

Betrachtet man jedoch den Anteil des Schneefalls am Gesamtniederschlag, so nimmt dieser ab ca. 2030 ab und kann sich – je nach Erwärmung – um bis zu 50 % zum Ende dieses

Jahrhunderts reduzieren. Diese Veränderungen haben zur Folge, dass sich die Zahl der Tage mit mehr als 3 cm Schneehöhe pro Jahr reduzieren, und zwar stärker in niedrigen Regionen wie z. B. Garmisch-Partenkirchen und Mittenwald, für die eine Abnahme um deutlich mehr als die Hälfte möglich sein kann. In den höheren Regionen wie Zermatt und St. Moritz wird jedoch nur eine Reduktion um ca. ein Drittel berechnet.

Bis zum Ende 2100 könnten außerdem die schneebedeckten Flächen im Alpenraum sehr stark schrumpfen, wenn die Erwärmung stark zunimmt (z.B. $> 4^{\circ}\text{C}$). Doch auch schon bei einer Temperaturzunahme von 3°C verschwinden sehr große schneebedeckte Flächen, die heute noch als Schnee sicher gelten.

Schlusswort

Alle oben gemachten Aussagen beziehen sich auf den heutigen Stand des Wissens. Größere Unsicherheiten liegen in dem Bereich der Aerosole, deren Wirkungen auf das Klimasignal noch nicht vollständig bekannt, verstanden und modellierbar sind.

Literaturhinweise:

Nakićenović, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler, A., et al.: 2000, 'Emission scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change', Cambridge University Press, 599 pp.