

4.4. Klimaszenarien für den Alpenraum und die Schweiz: Neuester Stand und Vergleich

4.4.1. Einleitung

Wie könnte sich das Klima den Alpen in den nächsten Jahrzehnten verändern? Da die Entwicklung des globalen Klimas grundsätzlich unsicher ist, kann auf diese Frage keine einfache Antwort gegeben werden. Ausgehend von plausiblen Annahmen für die zukünftige globale sozio-ökonomische Entwicklung (Aufstellung von Emissionsszenarien) ist es jedoch möglich, physikalisch mehr oder weniger konsistente Szenarien für das zukünftige Klima der Alpen herzuleiten. Zur Berechnung solcher regionaler Klimaszenarien stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, wobei die physikalisch konsistentesten Szenarien auf Simulationen mit globalen Zirkulationsmodellen (GCM) aufbauen (z. B. Giorgi und Mearns 1991, Carter et al. 1994). Aus diesem Grund werden wir uns in diesem Abschnitt ausschliesslich mit GCM-basierten Szenarien befassen.

Die gängigen atmosphärischen GCMs haben typische Gitterpunktabstände von einigen 100 km, so dass die komplexe Topographie der Alpen in den Modellen nur sehr grob dargestellt ist. Zudem ist die räumliche und zeitliche Präzision der Modelle beschränkt, was zur Folge hat, dass auf der Skala von einzelnen Gitterpunkten in der Regel keine zuverlässigen Resultate erhalten werden (z. B. Grotch und MacCracken 1991, Hulme et al. 1993). Um regionale Klimaszenarien abzuschätzen, müssen somit die von den GCMs simulierten, grossräumigen Klimaveränderungen in einem separaten Schritt auf die regionale Skala übersetzt werden (sogenannte «Klimaregionalisierung» oder «Downscaling»; z. B. von Storch 1995).

Eine erste Möglichkeit zur Klimaregionalisierung besteht in der Verwendung globaler Modelle, die über dem ganzen Globus (z. B. Bengtsson et al. 1995) oder nur über der interessierenden Region (z. B. Déqué et al. 1998) eine hohe horizontale Auflösung aufweisen und mit den Resultaten aus einer grob aufgelösten GCM-Simulation angetrieben werden («Zeitscheibenexperimente»). Zwei weitere Möglichkeiten sind die Einbettung eines regionalen Klimamodells (RegCM) in ein globales Modell (z. B. Giorgi et al. 1992, Rotach et al. 1997), oder die Ermittlung des regionalen Klimas als gewichtetes Mittel regionaler Klimazustände, die mit einem RegCM für typische Wetterlagen oder Wetterepisoden aus einem GCM-Lauf berechnet werden (z. B. Frey-Buness et al. 1995, Fuentes et al., 1998). Eine letzte Möglichkeit besteht schliesslich in der Verwendung statistischer Transferfunktionen, die es

erlauben, Veränderungen in regionalen oder lokalen Klimaparametern aus Veränderungen des grossräumigen Klimazustands abzuschätzen (z. B. Kim et al. 1984, von Storch et al. 1993). Eine ausführliche Diskussion der Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren sowie deren Eignung für Klimawirkungsstudien in den Alpen kann in Gyalistras et al. (1998) und Gyalistras und Fischlin (1999) nachgelesen werden.

Die bisher vollständigste Übersicht von Klimaszenarien für den Alpenraum ist unseres Wissens in Gyalistras et al. (1998) zu finden. Die in dieser Arbeit untersuchten, GCM-basierten Szenarien weisen klar auf eine zukünftige Temperaturerhöhung im Alpenraum hin, die für den Fall einer CO₂-Verdoppelung und im Mittel über das ganze Jahr und den gesamten Alpenbogen, je nach Szenario zwischen 1.2 und 3.5 °C betragen könnte. Für die 2xCO₂-Sensitivität des jahres- und gebietsmittleren Niederschlags ergab sich eine Spannbreite zwischen -5 und +25%. Die Szenarien zeigten, dass je nach Klimaparameter, Region und Jahreszeit mit stark variierenden Veränderungen zu rechnen ist.

Die Auswertung von Gyalistras et al. (1998) berücksichtigte jedoch nur eine relativ kleine Anzahl von GCM-Simulationen, so dass bei den oben angegebenen Intervallen die tatsächlichen Unsicherheiten bei der Modellierung der globalen Klimaveränderung (siehe Kapitel 4.2.) wohl eher unterschätzt wurden. Zudem basiert der Szenarienvergleich von Gyalistras et al. (1998) auf einer sehr heterogenen und unvollständigen (z. B. im Hinblick auf die räumliche und jahreszeitliche Abdeckung) Datenbank. Auch entsprach die Arbeit dem Forschungsstand von zirka 1996, so dass nur eine einzige Simulation mit einem voll gekoppelten atmosphärisch-ozeanischen GCM (AOGCM) berücksichtigt wurde. Schliesslich wurde in keiner der betrachteten Studien der kühlende Effekt der Aerosole miteinbezogen.

In diesem Unterkapitel wird erstens eine Bestandsaufnahme der heute verfügbaren Klimaszenarien für den Alpenraum erstellt. Unser Ziel ist es dabei, die bestehenden Unsicherheiten bei der Abschätzung des zukünftigen Klimas zu erkunden sowie mögliche Wissenslücken ausfindig zu machen. Zweitens sollen die seit zirka 1996 neu hinzugekommenen Szenarien näher vorgestellt werden. Schliesslich sollen die verfügbaren Szenarien kritisch diskutiert und dazu verwendet werden, die klimatische Sensitivität des Alpenraums auf die zu erwartende globale Erwärmung quantitativ abzuschätzen.