Folgen für die Schweiz : Einführung

Aufgrund der besten derzeit verfügbaren Klimamodelle muss sich die Schweiz bis zur Mitte des Jahrhunderts auf eine Erwärmung um rund 2 Grad Celsius gegenüber dem Stand von 1990 einstellen. Die neuesten Berichte der Expertenkommission OcCC zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweiz prognostizieren auch niederschlagsreichere Winter und trockenere Sommer. Als Folge der intensiveren Niederschläge erhöht sich das Risiko von Hochwassern, Erdrutschen und Murgängen. Die steigende Schneegrenze erschwert den Betrieb von Wintersportanlagen in mittleren Lagen, während die Kosten für den Pistenunterhalt in den höher gelegenen Skigebieten zunehmen. Der Rückzug der Gletscher und das Auftauen des Permafrosts[1] dauern an, was im Alpenraum Gefahren für Siedlungen, Verkehrswege und die touristische Infrastruktur mit sich bringt.

Folgen für Ökosysteme und Gesundheit

Auch Ökosysteme, Flora und Fauna erfahren bedeutende Veränderungen. So drohen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts rund 50 Prozent der in Europa heimischen Pflanzenarten lokal zu verschwinden oder durch neu einwandernde Arten verdrängt zu werden - im Alpenraum könnte dieser Anteil sogar 60 Prozent erreichen. Die Wälder werden ihr Aussehen verändern, weil heute verbreitete Nadelbäume wie Tanne, Lärche und Arve regional aussterben oder in höhere Lagen ausweichen und vermehrt durch trockenheitsresistente Arten wie etwa die Flaumeiche ersetzt werden. Dies bekommen auch die Wald- und die Holzwirtschaft zu spüren. Im Gesundheitsbereich dürften vor allem häufigere Hitzewellen und die erhöhten Ozonkonzentrationen der Atemluft zu Problemen führen. Darüber hinaus ist mit einer längeren Pollensaison und folglich mit einer stärkeren Belastung von Personen mit Allergien zu rechnen. Langfristig werden sich die Auswirkungen der Klimaerwärmung auch im Energiesektor, in der Landwirtschaft, im Welthandel, auf den Kapitalmärkten sowie in den Migrationsbewegungen niederschlagen.

Folgen für die Schweiz: Klima und Wetter

Klimamodelle lassen erwarten, dass sich der Klimawandel im Alpenraum auch in Zukunft stärker auswirken wird als im globalen Mittel.

Temperatur

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) rechnet mit einem Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur zwischen etwa 0.8 und 2.2 (bester Schätzwert 1.4) Grad Celsius bis 2050 (verglichen mit 1990). Für die Schweiz ergibt eine Szenarienanalyse für die gleiche Periode einen Temperaturanstieg zwischen ca. 1.1 und 3.7 (bester Schätzwert 2.1) Grad Celsius.
Im Sommer ist eine stärkere Erwärmung zu erwarten als in den anderen Jahreszeiten. Die durchschnittlichen Sommertemperaturen könnten 2050 bis gegen 5 Grad wärmer werden als Ende des 20. Jahrhunderts.

---

[1] Definitionen von Permafrost:

Man spricht dann von Permafrost wenn der Boden ganzjährig gefroren bleibt. Permafrostboden kommt überall dort vor, wo die Temperatur über mehrere Jahre hinweg unter 0°C bleibt. (Quelle: IPCC Bericht 2001 Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger, p.110)

Niederschlag

Die Niederschläge dürften im Winter um etwa 10% (Bereich 0-20%) zunehmen und im Sommer um etwa 20% (Bereich 10-30%) abnehmen. Im Herbst und Frühjahr sind hingegen keine grossen Veränderungen zu erwarten.

Während bei den Niederschlagssummen keine klaren Trends zu beobachten sind, ist bei den Starkniederschlägen (Ereignisse, die durchschnittlich nur einmal pro Monat auftreten) im 20. Jahrhundert eine Zunahme zu beobachten.

Änderungen im Wasserhaushalt

Im Sommer nehmen die Niederschlagssummen tendenziell ab. Im Winter steigen die Regenmengen eher an, wobei die Schneefallgrenze gleichzeitig ansteigt und grössere Schneemengen häufig nur noch in höheren Lagen fallen. Die Schneeschmelze setzt früher ein. Damit verändert sich auch die Wasserführung der Flüsse: Sie werden im Winter und Frühling eher mehr, im Sommer und Herbst hingegen deutlich weniger Wasser führen. Hoch- und Niedrigwasserperioden dürften häufiger auftreten.

Auch der beschleunigte Rückgang der Gletscher beeinflusst den Haushalt der Gewässer. Seit Mitte der 1970er-Jahre haben die Alpen rund 25% ihres Gesamtvolumens verloren. Allein der heisse und trockene Sommer 2003 liess die Alpengletscher um 5 bis 10% schrumpfen. Während die Gletscherschmelze vorerst ausgleichend auf die Wasserführung der Flüsse aus dem Hochgebirge wirkt (starker Schmelzabfluss während trockenen und warmen Schönwetterperioden), werden sommerliche Trockenperioden stark zunehmen, sobald in einer Region die Gletscher im Einzugsgebiet der Zuflüsse weitgehend verschwunden sind.

Zunahme der Extremereignisse

Aufgrund der Erwärmung der Atmosphäre sind Veränderungen im täglichen Wetterablauf (Häufigkeit und Dauer von Wetterlagen) und bei Extremereignissen (Hitzewellen, Stürme, Starkregen und Überschwemmungen) zu erwarten. Intensive Niederschläge und damit verbundene Hochwasser und Murgänge[2], sehr heisse Sommer und milde Winter werden langfristig sehr wahrscheinlich zunehmen.

Die Veränderung der Häufigkeit und der Intensität von Stürmen im Laufe des 21. Jahrhunderts kann gegenwärtig noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden. Eine Abnahme der Häufigkeit bei gleichzeitiger Verstärkung der Intensität von Einzelereignissen ist zur Zeit das wahrscheinlichste Szenario.

Extreme Wetterverhältnisse sind in der Schweiz für die grössten und teuersten Schadenereignisse verantwortlich.

---

[2] Ein **Murgang** (auch **Mure** oder **Rüfe** genannt) ist ein schnell talwärts fließender Strom aus Schlamm und Geschiebe im Gebirge. Ein Murgang hat deutlich mehr Energie als ein Hochwasser und richtet erheblich höheren Schaden an. Ein mit voller Wucht treffender Murgang kann Häuser, Straßen, Eisenbahnlinien und Brücken zerstören. (http://de.wikipedia.org/wiki/Murgang)

Folgen für die Schweiz: Natur und Landschaft

Eine reichhaltige Pflanzen- und Tierwelt kann sich gut an sich ändernde Umweltbedingungen anpassen. Einzelne Arten und Ökosysteme werden aber an die Grenze ihrer Anpassungsfähigkeit gelangen, vor allem wenn sich Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse zu rasch ändern.

Gletscherschwund verändert die Landschaft

Der markante Rückgang der Gletscher in den letzten Jahrzehnten hinterlässt deutliche Spuren in der Landschaft. Einst imposante und attraktive Touristenziele sind schwer zugänglich geworden oder es sind nur noch kümmerliche Resten zu sehen.

Bei einer mittleren Erwärmung wird die Gletscherfläche in den Alpen bis 2050 um rund drei Viertel abnehmen. Zudem taut ein wachsender Anteil des Permafrosts auf.

Der Gletscherrückgang und auftauender Permafrost setzen grosse Mengen an Schutt- und lockerem Gesteinsmaterial frei, das zu vermehrtem Steinschlag, Stein- und Gerölllawinen oder Murgängen führt. Diese können ebenfalls zu Veränderungen im Landschaftsbild führen, v.a. wenn sie vegetationsreiche Gebiete (Wald, Weide, Wiese) erreichen.

Anpassungsdruck bei Fauna und Flora

Vegetation, Tierwelt und Ökosysteme reagieren seit Jahrmillionen auf Veränderungen von Temperatur und Feuchtigkeit. An langsame, dauerhafte Veränderungen können sich viele Arten durch Selektion[3] anpassen. Die heutigen und zukünftigen, vergleichsweise sehr raschen Veränderungen - zusammen mit dem immer noch steigenden Druck des Menschen auf den Naturraum - übersteigen aber wahrscheinlich in zahlreichen Fällen diese Anpassungsfähigkeit, was die Situation im Vergleich zu früher kritischer macht.

Viele Arten werden aufgrund der Klimaänderung an einem bestimmten Ort durch andere Arten ersetzt. Am meisten Arten werden in den höchstgelegenen Regionen ersetzt, wo ein Ausweichen auf andere Standorte sehr schwierig oder unmöglich ist.

Pflanzen und Tiere in Gewässern, entlang der Flussläufe, in Feuchtgebieten und an Trockenstandorten sind besonders stark von einem veränderten Wasserhaushalt betroffen. Verändert sich die Verfügbarkeit von Wasser in systematischer Weise, wird sich dies auch auf die Artenzusammensetzung auswirken.

An vielen Orten entstehen veränderte oder neue Tier- und Pflanzengesellschaften, gewisse Arten werden aussterben, andere hinzukommen. Mobile Tierarten wie Vögel und flugfähige Insekten verändern ihre Brutzeiten und -orte, was zum Beispiel das Verhältnis zwischen Zug- und Standvögeln nachhaltig beeinflussen kann. Generell wird sich die Flora und Fauna in der Schweiz denjenigen in tiefer und/oder südlicher gelegenen Regionen annähern. Wärmeempfindliche Arten können bei genügender Mobilität in kühlere, höhere Lagen ausweichen. Wenig mobile, empfindliche Arten werden stark eingeschränkt oder verschwinden. Temperaturerhöhungen betreffen die alpinen Arten besonders stark, weil diese keine Ausweichmöglichkeit haben.

Gestresste Wälder

Baumarten und Waldgesellschaften werden sich je nach Region und Lokalklima in andere (Höhen-) Lagen verschieben, neue Flächen besiedeln oder aber verschwinden (letzteres v.a. in den trockenen

[3] Es überlebt die Auswahl derjenigen Arten, welche sich als geeignetsten für die neuen Lebensumstände erweist.

zentralalpinen Tälern, zum Beispiel im Wallis). Die Veränderung der Verbreitung von Waldgesellschaften wird aber auch stark durch die zukünftige Nutzung bestimmt (Bewaldung nicht mehr genutzter Flächen; Pflanzung von Bäumen). Besonders anfällig auf die Klimaänderung sind durch forstliche Massnahmen beeinflusste standortfremde Arten und Monokulturen.

Längere heisse und trockene Perioden schwächen die Wälder. Es ist daher zu erwarten, dass diese in Zukunft anfälliger werden auf Befall durch Borkenkäfer und andere Schädlinge, welche sich unter den wärmeren Bedingungen stärker vermehren können. Wälder, die zudem von Luftschadstoffen und versauernden Böden gestresst werden, sind weniger widerstandsfähig gegenüber Stürmen. Mehr Trockenheit bedeutet tendenziell grössere Waldbrandgefahr. Alle diese Einflüsse haben Auswirkungen auf die Leistungen der Wälder, u.a. auf ihre Schutzwirkung vor Naturgefahren.

Folgen für die Schweiz: Wirtschaft und Gesellschaft

Verschiedene Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft sind von Änderungen des Klimas betroffen. Der Klimawandel wird damit zu einer Herausforderung, die eine rechtzeitige Anpassung erforderlich macht.

Tourismus

Der Wintertourismus stellt für zahlreiche Gemeinden in den Alpen und Voralpen eine wichtige Einkommensquelle dar. Die meisten auf niedriger oder mittlerer Höhe gelegenen Skigebiete (d.h. unterhalb von etwa 1500-1800 m) werden in Zukunft aufgrund der kürzeren Dauer der Schneebedeckung mit immer grösseren Schwierigkeiten zu kämpfen haben, da bei zu geringer Schneesicherheit ein wirtschaftlicher Betrieb auf die Dauer nicht möglich ist. Bei einer Erwärmung um rund 2°C sind davon ca. 20% der Schweizer Skigebiete betroffen, bei einer Erwärmung um rund 4°C rund 50% bzw. praktisch alle Gebiete ausserhalb der Kantone Wallis und Graubünden.

Aber auch in höher gelegenen Destinationen könnten längerfristig die Besucherzahlen zurückgehen, wenn aufgrund von Schneemangel im Unterland immer weniger Leute Ski fahren lernen und bei fehlendem Schnee die Motivation zum Skifahren abnimmt. Bei einer mittleren Erwärmung wird bis 2050 ein Anstieg der durchschnittlichen Schneefallgrenze um rund 300 m erwartet.

Der Sommertourismus in den Bergen könnte hingegen profitieren, wenn im Mittelland und an ausländischen Feriendestinationen häufiger Hitzeperioden verzeichnet werden. Allerdings vermindern der Rückzug der Gletscher, ausgetrocknete Bäche und zunehmende Steinschlagrisiken die Attraktivität des Berggebiets als Erholungsraum, und das Auftauen des Permafrosts kann kostspielige Sanierungsmassnahmen an den Fundamenten touristischer Transportanlagen zur Folge haben. Vermehrte Extremereignisse können die Sicherheit der Zufahrten beeinträchtigen.

Wasser- und Energiewirtschaft

Bei steigenden Temperaturen wird in Zukunft im Winter eher weniger geheizt, dafür im Sommer vermehrt gekühlt, was den Strombedarf im Sommer erhöht. Werden die Niederschläge weniger in Form von Schnee und Eis im Hochgebirge gespeichert, fehlt das Schmelzwasser für die Energiegewinnung in Speicher- und Flusskraftwerken im Sommer. Zudem führt das Auftauen des Permafrosts örtlich zu instabilen Hängen im Hochgebirge, was für einzelne Stauseen problematisch werden könnte (Felssturzgefahr).

Der geringere Wasserabfluss führt zu Produktionseinbussen in Flusslaufkraftwerken und vermindert in Kombination mit höhere Wassertemperaturen im Sommer auch die Kühlwirkung in Flüssen, was bei

flussgekühlten Atomkraftwerken zu Betriebseinschränkungen führen kann. Häufigere Extremereignisse erhöhen auch das Risiko von Betriebs- und Versorgungsunterbrüchen im Wasser- und Energiebereich.

Das abnehmende Wasserangebot im Sommer und der damit verbundene höhere Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft führen zu einer vermehrten Konkurrenzsituation in der Wassernutzung zwischen privatem Verbrauch, Landwirtschaft und Stromproduktion. Dies kann sowohl in der Landwirtschaft als auch im Energiesektor zu Produktionseinbussen führen.

Landwirtschaft

Da die Produktivität von Nutzpflanzen auf Klimaschwankungen reagiert, werden bestimmte Kulturen profitieren, während bei anderen der Ertrag sinkt. Eine moderate mittlere Erwärmung von weniger als ca. 2-3 Grad dürfte sich im Allgemeinen aufgrund der längeren Vegetationsperiode positiv auf die Landwirtschaftserträge auswirken, sofern das Wasserangebot ausreichend bleibt.

Die vermehrte Verlagerung der Niederschläge auf das Winterhalbjahr erhöht allerdings das Risiko für Hitze- und Trockenheitsschäden im Sommer. Zudem führen häufigere Starkniederschläge zu vermehrten Kulturschäden und stärkerer Bodenerosion. Der Auswahl angepasster neuer Sorten wird darum steigende Bedeutung zukommen.

Öffentliche Infrastrukturen

Wenn die Zahl der Wetterextreme ansteigt, dürfte sich auch die Belastung von Wirtschaft und Gesellschaft durch Schäden an der öffentlichen Infrastruktur, besonders an Verkehrswegen und Siedlungen, entsprechend erhöhen. Vorausschauende raumplanerische Massnahmen und die Anpassung der Schutzbauten, insbesondere bei Verkehrswegen, zur Sicherung der Erreichbarkeit und zur Vermeidung unnötiger Risiken spielen daher eine grosse Rolle.

Gesundheit

Für die Schweiz sind die direkten und indirekten Auswirkungen von hohen sommerlichen Temperaturen (inkl. Hitzewellen) die wahrscheinlichsten gesundheitlichen Folgen der Klimaerwärmung. Im Hitzesommer 2003 wirkte sich die Kombination von hohen Tagestemperaturen und ausbleibender Abkühlung nachts deutlich auf die Sterblichkeit in den Städten aus. Höhere Temperaturen können auch die Verbreitung von Parasiten begünstigen, zu einer Zunahme der Luftschadstoffbelastung (insbesondere Ozon) und der Luftallergene (v.a. Pollen) oder zu einem häufigeren Auftreten von wasser- und lebensmittelgetragenen Infektionskrankheiten führen.

Quellen:
http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/06473/06551/?lang=de
http://www.bafu.admin.ch/klima/00469/00810/index.html?lang=de