

# Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt mögliche Folgen und Verletzlichkeiten von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft in der Schweiz bis ins Jahr 2050, die bis zu diesem Zeitpunkt aufgrund der durch die Emission von Treibhausgasen verursachten Klimaänderung zu erwarten sind. Für verschiedene Themenbereiche werden die erwarteten möglichen Folgen wie auch deren Wichtigkeit für Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft sowie mögliche Massnahmen und Anpassungsstrategien diskutiert. Es ist zu beachten, dass die erwartete Erwärmung des Klimas bis ins Jahr 2050 noch weitgehend unabhängig von weltweiten Emissionsminderungsmaßnahmen verläuft, da sich diese erst längerfristig massgeblich auswirken werden. Sofern die Treibhausgasemissionen in den nächsten Jahrzehnten nicht massiv gesenkt werden, können die Folgen der Erwärmung in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts deutlich stärker ausfallen als in diesem Bericht dargestellt.

Der Bericht geht von einer Erwärmung in der Schweiz bis ins Jahr 2050 von rund 2 °C (bei einem Unsicherheitsbereich von 1 bis 4 °C) im Herbst, Winter und Frühjahr sowie von knapp 3 °C im Sommer (respektive 1.5 bis 5 °C) aus. Bei den Niederschlägen wird von einer Zunahme um rund 10% im Winter und einer Abnahme von rund 20% im Sommer ausgegangen. Es muss mit einer Zunahme von extremen Niederschlägen und damit auch von Hochwassern und Murgängen speziell im Winter, aber möglicherweise trotz geringeren Gesamtniederschlägen auch im Sommer gerechnet werden. Im Sommer nehmen Hitzewellen generell zu, wahrscheinlich auch Trockenperioden. Eine Abnahme ist dagegen bei winterlichen Kältewellen zu erwarten.

In Zukunft wird insbesondere im Dienstleistungssektor im Winter weniger Heizenergie und im Sommer mehr Kühlenergie benötigt. Es kommt damit zu einer Verlagerung der Nachfrage von Brennstoffen zu Strom. Neuere Gebäude verfügen in der Regel über eine gute Wärmeisolation, die den Heizbedarf in der kalten Jahreszeit vermindert. Die Wärmeabgabe (Wärme durch Geräte, Personen etc.) bei Hitze ist jedoch eingeschränkt und benötigt insbesondere bei zunehmender Wärme und Hitzewellen Kühlung. Abhilfe kön-

nen unter anderem energieeffiziente Geräte, Lüftungsmöglichkeiten und Sonnenschutz schaffen. Baunormen sollten auf das zukünftige Klima abgestimmt werden. Auch städtebaulich sind z.B. durch Schaffung von Durchlüftungskorridoren unterstützende Massnahmen möglich.

Der geringere Wasserabfluss und die abnehmende Kühlwirkung in Flüssen speziell im Sommer werden sich nachteilig auf die Wasserkraft und die Kernenergie auswirken. Bis 2050 wird mit einem Rückgang der Jahresproduktion um einige Prozente gerechnet.

Die neuen erneuerbaren Energien werden durch erhöhte Energienachfrage, die Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-freier Energie und steigende Energiepreise konkurrenzfähiger werden. Gemessen am heutigen Verbrauch kann ihr Beitrag zur Schweizer Stromversorgung bis 2050 auf über 10% (5500 GWh/a ≈ 20 PJ/a) gesteigert werden. Im Vordergrund stehen vor allem Wind- und Holzenergie. Unter Berücksichtigung der langfristigen Trends und der Entwicklungen der Wald- und Holzwirtschaft könnte das Potenzial auf das Dreifache ansteigen. Allerdings müssen die damit verbundenen Schadstoffemissionen verringert werden.

Mit der Klimaänderung nimmt das Risiko von Betriebsunterbrüchen auch im Energiesektor zu. Die sich abzeichnende Versorgungslücke muss möglichst reduziert werden, primär durch Ausschöpfen des Energiesparpotenzials und die Förderung erneuerbarer Energien. Die Auslandsabhängigkeit der Energieversorgung kann damit gesenkt werden. Die künftige Elektrizitätsproduktion soll möglichst CO<sub>2</sub>-frei bleiben.

Die Schweiz besitzt im internationalen Vergleich ein relativ hohes Wasserdargebot. Als Folge der Klimaänderung wird dieses im Sommer und Herbst abnehmen, deutlich ausgeprägt während Trockenperioden. Bei gleichzeitig steigendem Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft entsteht eine Konkurrenzsituation zwischen Ökosystemen, verschiedenen Verbrauchern und Regionen. Es kann zu Einbussen in der Landwirtschaft und bei der Stromproduktion kommen, vor allem bei Laufkraftwerken. Die

Wasserversorgung wird jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit mit einem optimierten Wassermanagement gesichert sein.

Die Zunahme von Infrastrukturwerten in exponierten Lagen hat zu einer markanten Vergrösserung des Schadenpotenzials von Hochwassern, Murgängen und Rutschungen in den letzten 50 Jahren geführt. Die Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen erhöht das Schadensrisiko weiter. Zudem werden die Niederschläge häufiger als Regen statt als Schnee fallen. Hochwasser werden vor allem im Winter stärker und häufiger. Als mögliche Massnahmen stehen nachhaltiger Hochwasserschutz durch renaturierte und verbreiterte Flüsse und die Begrenzung des Schadenpotenzials im Vordergrund. Eine angepasste Seenbewirtschaftung und der Einsatz von alpinen Speicherbecken als Rückhalt bewirken eine Reduktion und Verschiebung der Schwankungen, allerdings mit unklaren ökologischen Folgen.

Damit Versicherungen und Rückversicherungen im Schadenfall zahlen können, müssen bei häufigeren und stärkeren Naturereignisschäden die Prämien erhöht oder die Deckung eingeschränkt werden. Sollten starke Naturereignisse häufiger eintreten, müssen präventive Massnahmen getroffen werden, um das Risiko wieder versicherbar zu machen. Dazu gehören Anpassungen und die Durchsetzung der Raumplanung und der Baunormen. Die Siedlungs- und Bauwerksentwicklung steht vor allem im Berggebiet aufgrund der Bedrohung durch Naturgefahren und der Abhängigkeit vom Wintertourismus unter Anpassungsdruck.

Mögliche Konsequenzen der Klimaänderung, speziell der Extremereignisse, müssen schon heute in die Risikomodelle zur Abschätzung des Schadenpotenzials der Versicherungswirtschaft und sämtlicher anderer Wirtschaftszweige mit einfließen. Zurzeit werden in der Versicherungsindustrie neue Produkte entwickelt, die es erlauben, mit intensiven Schadensereignissen mit einer hohen Variabilität umzugehen. Ihr Marktanteil ist im Vergleich zur klassischen Versicherung und Rückversicherung jedoch noch sehr klein.

Heissere Sommer können einheimische Destinationen, insbesondere an Seen und in den Alpen, für den Tourismus attraktiver machen. Im Winter hingegen führt die steigende Schneefallgrenze dazu, dass Skigebiete in den Voralpen langfristig kaum mehr rentabel betrieben werden können. Höhere Frequenzen im Sommer werden die Einnahmehausfälle von Bergbahnen und Hotellerie im Winter nicht kompensieren können. Hoch gelegene Wintersportorte können möglicherweise profitieren. In diesen Gebieten muss mit einem Druck auf den Zweitwohnungsmarkt gerechnet werden. Die zunehmende Gefährdung der Verkehrswege durch Extremereignisse in den Alpen erschweren die Erreichbarkeit der Tourismusorte. Die abnehmende Schneesicherheit oder die erwarteten Veränderungen im Landschaftsbild insbesondere durch den Rückzug der Gletscher werden die Attraktivität der alpinen Tourismusgebiete stark beeinflussen. 2050 werden die meisten kleineren Gletscher wahrscheinlich verschwunden sein. Der tauende Permafrost stellt für zahlreiche Bergbahnen ein kostspieliges Risiko dar, da Fundamente von Masten und Stationen in höheren Lagen häufig im gefrorenen losen Gestein verankert sind. Die Steinschlag- und Felssturzgefahr im Gebirge erhöht sich ebenfalls.

Um die Attraktivität von Tourismusdestinationen zu erhalten, muss das Angebot den neuen Bedingungen angepasst werden. Mögliche klimatische und landschaftliche Veränderungen müssen bereits in der Planung berücksichtigt werden.

Für die Schweizer Landwirtschaft dürfte sich eine moderate Erwärmung von weniger als ca. 2 bis 3 °C im Allgemeinen positiv auswirken. Die Produktion der Wiesen und der potenzielle Ernteertrag vieler landwirtschaftlicher Kulturpflanzen werden als Folge der längeren Vegetationsperiode bei ausreichendem Wasser- und Nährstoffangebot zunehmen. Davon wird auch die Tierproduktion profitieren können. Im Gegenzug werden das Wasserangebot im Sommer abnehmen, das Aufkommen von Unkräutern und Insektenschädlingen verstärkt und Schäden durch Extremereignisse zunehmen. Durch angepasste Auswahl der Kulturpflanzen, der Anbauverfahren und der Betriebsführung wird sich die Landwirtschaft an einen moderaten Anstieg der

mittleren Temperatur von 2 bis 3 °C bis 2050 anpassen können. Problematisch ist allerdings die Zunahme von Hitze- und Trockenperioden. Zudem verstärken häufigere Starkniederschläge die Bodenerosion. Der Bewässerungsbedarf wird vielerorts steigen. Eine Diversifizierung der Betriebe und höhere Versicherungsdeckung können diese Risiken vermindern.

Bei einer Klimaerwärmung von mehr als 2 bis 3 °C bis 2050 werden hingegen die Nachteile überwiegen: Während der Vegetationsperiode ist vermehrt mit Wassermangel zu rechnen, und beim Getreide und den Körnerleguminosen hat die beschleunigte Pflanzenentwicklung Ertragseinbussen zur Folge. In der Schweiz werden jedoch bis 2050 die Liberalisierung der Märkte und die Anpassungen der Agrarpolitik wichtigere Einflussfaktoren sein als die Klimaänderung.

Wie der Hitzesommer 2003 gezeigt hat, stellt in der Schweiz die Zunahme von Hitzewellen, verbunden mit erhöhter Ozonkonzentration, die wichtigste gesundheitliche Folge einer Erwärmung dar. Der Zunahme von hitzebedingter Mortalität kann jedoch mit entsprechenden Massnahmen begegnet werden. Hitzewellen beeinträchtigen auch die Leistung der Arbeitstätigen und haben damit wirtschaftliche Folgen. Die wahrscheinliche Zunahme von weiteren Extremereignissen wie Überschwemmungen, Murgängen und vermutlich auch Stürmen verursacht Tote und Verletzte, hat aber auch gravierende psychische Folgen.

Bei höheren Temperaturen steigt die Gefahr von Lebensmittelvergiftungen aufgrund verdorbener Lebensmittel. Bei verschiedenen durch Vektoren übertragenen Krankheiten ist die Entwicklung ziemlich unsicher. In der Schweiz ist die Ausbreitung von Malaria oder Denguefieber eher unwahrscheinlich. Hingegen ist das West-Nile-Fieber im Vormarsch. Höhere Temperaturen könnten jedoch auch neue Vektoren erzeugen oder zu einem Wirtewechsel führen. Bezüglich der zeckenübertragenen Krankheiten können sich Verbreitungsgebiet, Infektionsraten und Aktivitätszeitraum verändern.

Die Artenzusammensetzung der Ökosysteme in der Schweiz wird sich langfristig ändern, da die

Arten unterschiedlich auf den Klimawandel reagieren. Flora und Fauna in der Schweiz werden sich weiter jenen von tieferen und südlicheren Gegenden annähern. Wärmeempfindliche Arten werden in kühlere, höhere Lagen ausweichen. Wenig mobile empfindliche Arten werden stark eingeschränkt oder verschwinden.

Die Verfügbarkeit von Holz, Nahrung sowie sauberem Wasser kann durch die Kombination von hohen Temperaturen zusammen mit geringeren Niederschlägen beeinträchtigt werden. In höheren Lagen wird die Produktivität im Wald und im Dauergrünland durch die Erwärmung eher gefördert, in tieferen Lagen durch sommerliche Trockenheit gehemmt. Der Wasserverfügbarkeit wird auch für die Ökosysteme in Zukunft größere Bedeutung zukommen, wobei vor allem die Tallagen und das Hügelland betroffen sind.

Die bis ins Jahr 2050 zu erwartenden Folgen der Klimaerwärmung scheinen aus heutiger Sicht und unter der Voraussetzung, dass die Erwärmung im erwarteten Rahmen bleibt, für die Schweiz ohne gravierende gesamtgesellschaftliche Probleme bewältigbar. Es fehlen bis jetzt allerdings eingehendere Abschätzungen der Kosten für die erwähnten Anpassungen und Massnahmen, die in gewissen Bereichen durchaus volkswirtschaftlich relevante Bedeutung haben könnten. Speziell die Tourismusbranche wird mit einschneidenden Veränderungen rechnen müssen.

Diese Feststellungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass die längerfristige Entwicklung in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts entscheidend von den in den nächsten Jahren und Jahrzehnten getroffenen Emissionsminderungsmaßnahmen abhängig ist und die Folgen im Falle einer Business-as-usual-Entwicklung deutlich gravierendere Ausmasse annehmen können. Dazu kommt, dass es viele Länder auf der Erde geben wird, darunter vor allem ärmere Entwicklungsländer, die einerseits deutlich gravierendere Folgen zu gewärtigen und andererseits nicht genügend finanzielle Möglichkeiten zur Anpassung haben. Die daraus entstehenden geopolitischen Entwicklungen könnten durchaus auch Folgen für die Schweiz haben.

