

Thema

Klimawandel in der Schweiz

# Klimaschutz greift erst in 40 Jahren

Selbst wenn der Treibhausgas-Ausstoss weltweit massiv sinkt, werden die Temperaturen in der Schweiz deutlich steigen. Ohne politische Massnahmen kann es bis 2050 knapp 4 Grad wärmer werden.

**Martin Läubli**

Wer in den Klimaschutz investiert, braucht viel Geduld. Das zeigen die bislang zuverlässigsten Klimaszenarien für die Schweiz, die gestern an der ETH Zürich präsentiert wurden. «Selbst bei sehr optimistischen Emissionsszenarien werden die Temperaturen zunehmen», sagt Andreas Weigel von Meteo Schweiz. Das Klimasystem sei träge, Reduktionsmassnahmen würden deshalb erst in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts greifen.

Konkret heisst das: Selbst wenn in einem «optimistischen» Szenario die globalen Emissionen an Treibhausgasen bis 2050 gegenüber 1990 mindestens halbiert werden, so wird es in der gesamten Schweiz mit grosser Wahrscheinlichkeit gegenüber heute um 1,2 bis 1,8 Grad Celsius wärmer (siehe Grafik). Der UNO-Weltklimarat IPCC geht davon aus, dass dieses Reduktionsziel das Minimum ist, damit sich die Erde nicht mehr als 2 Grad erwärmt.

**Das Ökosystem wird gestört**

Verschiedene Schweizer Klimainstitute unter der Leitung von Meteo Schweiz und der ETH Zürich arbeiteten diesmal - im Vergleich zur ersten umfassenden Klimaanalyse 2007 - mit bedeutend mehr Daten aus verschiedenen globalen und regionalen Computermodellen (siehe Text unten). Anhand von drei Emissionsszenarien konnten die For-

66 Prozent, dass gegen Ende des Jahrhunderts im Sommer mit zunehmender Trockenheit zu rechnen ist. Paradoxiere Weise sind die Unsicherheiten trotz besseren Daten nicht kleiner geworden, im Gegenteil. «Dank den heutigen Modellen verstehen wir nun die physikalischen Zusammenhänge», sagt Christof Appenzeller von Meteo Schweiz. Mit der Erderwärmung verdunstet im nördlichen Europa und in den polaren Gebieten mehr Wasser, was zu erhöhten Niederschlägen führt. In Nordafrika und im Mittelmeer hingegen herrscht ein trockeneres Klima. Dazwischen ist eine Übergangszone, in der die Schweiz liegt. Im Sommer ist sie gemäss den Modellrechnungen langfristig klar in der Trockenzone des Südens. Während der anderen Jahreszeiten hingegen variiert der Einfluss des Nordens oder Südens. «Niederschläge können zu- oder abnehmen», sagt Appenzeller.

Die neuen Klimaergebnisse unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen vor vier Jahren. Trotzdem sieht Atmosphärenphysiker Christof Appenzeller einen grossen Fortschritt. Profitieren würden Forscher, Behörden und Politiker. Erstmals seien Daten vorhanden, um die Folgen einer Erwärmung abzuschätzen. Im Klartext heisst das: Forscher und Behörden sind erst jetzt in der Lage, zuverlässige quantitative Aussagen zu machen, wie sich die künftige Erwärmung zum Beispiel auf die Wasserwirtschaft auswirken wird.

Erste Resultate gibt es bereits: So haben Wissenschaftler der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft und der Universität Bern berechnet, dass sich der Klimawandel nicht negativ auf die Wasserkraftnutzung auswirkt. Sie sind dabei von einem Emissionsszenario ausgegangen, das mit wachsender Wirtschaft und Bevölkerung sowie mit einem ausgewogenen Energiemix aus fossilen und nicht fossilen Quellen rechnet.

**Grenzen der heutigen Modelle**

Trotz der Fortschritte bei den Modellberechnungen haben die Klimaperspektiven nach wie vor eine grosse Schwäche. Bisher kann nur die Entwicklung der mittleren Temperaturen und Niederschläge saisonal und regional relativ zuverlässig mit entsprechenden Fehlerabschätzungen gemacht werden. Doch für die Folgenabschätzung braucht es oftmals weitere Faktoren, die künftig in die Wirkungsmodelle einflüssen müssen: zum Beispiel Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung, Schneebedeckung. Hier fehlt es an der zeitlichen und räumlichen Auflösung. Auch bei extremen Ereignissen wie Hochwasser oder Dürreperioden stossen die Klimaforscher an Grenzen. Noch bleibt unverständlich, ob sich aufgrund des Klimawandels zum Beispiel Hochdruckgebiete länger halten und zu Dürreperioden führen können. Aus physikalischen Gründen sei es aber plausibel, dass mit der Erwärmung die Zahl der Hitzewellen zunehme, erklären sie gestern.

**Bereits deutlich wärmer**

Schon heute ist es in der Schweiz deutlich wärmer als früher: Seit den ersten Messungen 1864 sind die Jahrestemperaturen im Durchschnitt um etwa 1,7 Grad gestiegen. Diese Erwärmung hat bereits deutliche Spuren in der Schweiz hinterlassen. Die alpinen Gletscher sind stark geschmolzen, und in den tieferen Lagen liegt im Winter deutlich weniger Schnee. Die Wissenschaftler schrecken jedoch davor zurück, in den Niederschlagsmustern ein Klimasignal zu sehen - auch wenn zwischen 1864 und 2000 der durchschnittliche Winterniederschlag im Norden und Westen der Schweiz deutlich gestiegen ist. Den Einfluss einer Temperaturerhöhung auf lokale Niederschlagsereignisse, auf die Wolkenbildung oder den Wind verstehen die Klimaforscher eigenen Aussagen zufolge bis heute noch nicht vollständig.



Nach einer Hitzewelle am 11. Mai 2011 war der Sihlsee bei Euthal SZ am Austrocknen. Foto: Nicola Pitaro

## Erst die neuen Daten ermöglichen gute Schätzungen über die Folgen der Klimaerwärmung.

schon so erstmals die Zukunftsperspektiven modellieren. Im optimistischen Szenario gehen die Forscher von politischen Massnahmen aus. In den beiden anderen Annahmen verändert sich politisch nicht viel, die Bevölkerung wächst deutlich, und die Verbreitung alternativer, effizienter Technologien ist generell zu langsam (siehe Grafik).

Bei diesen Entwicklungen sinken die globalen Emissionen der Treibhausgase entweder erst Mitte des Jahrhunderts oder sie steigen kontinuierlich an. Für die Erde hiesse das in beiden Fällen, die kritische 2-Grad-Grenze würde überschritten. In beiden Fällen gehen die Klimaforscher davon aus, dass der steigende Meeresspiegel Inseln und Küstenregionen überschwemmt und bei zahlreichen Ökosystemen das Gleichgewicht unwiderruflich gestört wird.

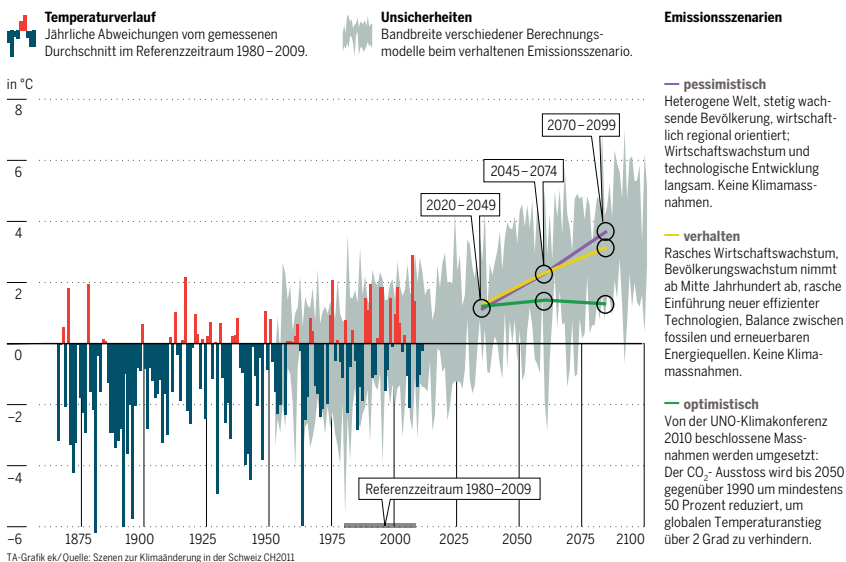
Nimmt man die aktuellen globalen Emissionszahlen, müsste man mit dem Schlimmsten rechnen. Für die Schweiz hiesse das: Es kann im schlechtesten Fall bis zu knapp 5 Grad wärmer werden. Eine ETH-Studie zeigt, dass bis Ende des Jahrhunderts regelmässig mit Hitzesommern wie 2003 zu rechnen ist, falls die Treibhausgase nicht drastisch reduziert werden. Selbst die grossen Gletscher in der Schweiz dürften dann bis auf kleine Reste schmelzen, wenn man einer Nationalfondstudie glaubt.

**Niederschläge schwer absehbar**

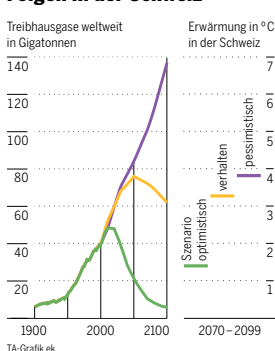
Regional und saisonal betrachtet sind die Erwärmungsunterschiede bei allen Szenarien in der Schweiz klein, erst gegen Ende des Jahrhunderts gibt es Differenzen: Die Temperaturen im Sommer steigen generell stärker als jene im Winter, südlich der Alpen ist die Erwärmung ausgeprägter als im Norden.

Die Entwicklung der Niederschläge lässt sich allerdings auch heute nur noch mit grosser Unsicherheit abschätzen, weil die natürlichen Schwankungen gross sind. Die Projektionen zeigen mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als

## So verändern sich die Winter in der Schweiz



## Globale Emissionen, Folgen in der Schweiz



## Unsicherheiten Grosse Fortschritte bei der Abschätzung

Wetterentwicklungen werden von der allgemeinen globalen Zirkulation gesteuert: von Hoch und Tiefs, von Luftdruckkonstellationen im Nordatlantik, die wiederum durch den Wärmeaustausch zwischen Atmosphäre und Ozean beeinflusst werden. Gleichzeitig spielt die Topografie eine entscheidende Rolle für das Klima der Schweiz. Die Erderwärmung bringt diese Prozesse durcheinander. Um zuverlässige Daten über mögliche künftige Entwicklungen in der Schweiz zu erhalten, haben die Klimaforscher deshalb 8 globale Klimamodelle mit 14 regionalen gekoppelt. Damit rechneten sie für die neuen Klimaszenarien mit gut doppelt so vielen Modellen wie vor vier Jahren beim ersten umfassenden Klimabericht für die Schweiz. Zudem sind die heutigen Regionalmodelle mit einer Auflösung von 25 Kilometern detaillierter. Neu ist auch, dass die Wissenschaftler mit drei Emissionsszenarien arbeiteten und drei

Regionen (Nordostschweiz, Westschweiz, Südschweiz) unterschieden. Obwohl die Modelle eine gute Annäherung an beobachtete Messdaten liefern, ist bei den Klimaperspektiven mit teilweise grossen Unsicherheiten zu rechnen. Systematische Fehler treten bei den einzelnen Modellen auf. Unsicherheiten gibt es bei Emissionsszenarien, weil man nicht genau weiss, wie sich künftig die Wirtschaft entwickelt oder wie schnell sich effiziente, nicht fossile Technologien verbreiten. Eine weitere Schwierigkeit ist, die natürlichen Schwankungen zu simulieren. Dank den verschiedenen Modellen und verbesserter Statistikverfahren können die Unsicherheiten heute immerhin besser abgeschätzt werden: Die Forscher übernehmen dabei das Vokabular des UNO-Weltklimarates IPCC: «Grosse Wahrscheinlichkeit», zum Beispiel steht für 90 Prozent Sicherheit, «wahrscheinlich» für 66 Prozent. (ml)