# Damit die Turbinen weiter laufen: ETH-Forschung hilft Energieproduzenten, den Einfluss des Klimawandels auf das Wasservorkommen abzuschätzen.

Im Bild: Kraftwerk am Löntsch, Zentrale Netstal.

# Vom Klimamodell zum Klimaservice

**Politik und Wirtschaft sind für ihre langfristigen Entscheidungen auf verlässliche Klimaprognosen angewiesen. So können Bund und Stauwerkbetreiber beispielsweise zukünftige Stromengpässe besser vorhersehen und Rückversicherer das Risiko für Bodenabsenkungen in Bauzonen einschätzen.**

Samuel Schläfli

→ Im November 2009 schwappte eine Welle der Empörung durch die Medien und Blogs dieser Welt: Wissenschaftler des IPCC, des wichtigsten internationalen Gremiums zur Untersuchung des Klimawandels, sollten gepfuscht und in ihrem vierten Expertenbericht falsche Daten verbreitet haben. Mögliche Konsequenzen des Klimawandels seien dadurch bewusst überschätzt worden, so die Anschuldigung. Nach einer unabhängigen Untersuchung des Inter Academic Council weiss man, dass zwar Fehler begangen wurden – zum Beispiel bei der Vorhersage der Himalaya-Gletscherschmelze –, die Hauptaussagen des Weltklimaberichtes aber uneingeschränkt gültig bleiben.

Während Skeptiker auch weiterhin wissenschaftlich fundierte Klimaszenarien bezweifeln, nutzen Politik und Wirtschaft diese immer öfter, um schon heute Anpassungsstrategien für den Klimawandel der Zukunft auszuarbeiten. Dafür verlangen nationale Entscheidungsträger nach regionalen, hochaufgelösten Szenarien. «Das Interesse an lokalen Klimadaten nimmt zurzeit stark zu», sagt Reto Knutti, Assistenzprofessor für Klimaphysik an der ETH Zürich, «besonders bei Unternehmen und Bundesbehörden aus den Bereichen Landwirtschaft, Tourismus und Energie.» Das erstaunt nicht: Es sind diejenigen Branchen, die unmittelbar vom Klimawandel betroffen sind.

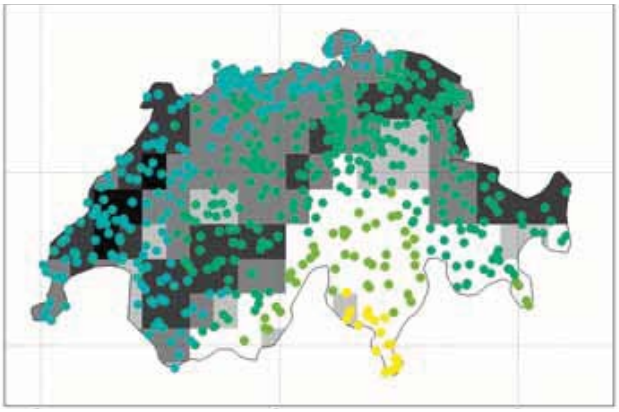
## Risiken abschätzen und quantifizieren

Auch Versicherungen sind auf Klimaprognosen angewiesen. Swiss Re, einer der weltweit grössten Rückversicherer, arbeitet deshalb schon lange mit Klimaforschern zusammen. Das Unternehmen war Gründungsmitglied von NCCR Climate, einem Zusammenschluss von Schweizer Klimaforschern, in welchem die ETH Zürich prominent vertreten ist. «Wir sind auf die besten Klimamodelle angewiesen, um Risiken beurteilen und Massnahmen dagegen richtig quantifizieren zu können», sagt David Bresch, Verantwortlicher für Nachhaltigkeit und Risk Management bei Swiss Re sowie ETH-Alumnus. Eine aktuelle Zusammenarbeit der Swiss Re mit Forschern der ETH Zürich betrifft die Ursachen für Landabsenkungen infolge von Dürren. Bei Trockenheit zieht sich der Boden zusammen, er wird uneben und in den Gebäudemauern entstehen Risse. Besonders in Frankreich haben Landabsenkungen in den letzten Jahren zu kostspieligen Gebäudeschäden geführt. Nach dem heissen Sommer von 2003 erreichte die ausbezahlte Schadenssumme mit über einer Milliarde Euro einen bisherigen Höchststand bei der Schadenregulierung. Für Überflutungen gibt es eine Reihe von Modellen, die aufgrund von meteorologischen Daten eine Risikoabschätzung erlauben. Auch die geologischen Faktoren für Bodenabsenkungen sind in der Literatur gut beschrieben. Modelle jedoch, die Klimadaten mit Bodenabsenkungen koppeln, fehlten bis vor Kurzem. Dies, obwohl Temperatur, Niederschlag und Verdunstung die Hauptfaktoren für trockene Böden sind; es insofern also naheliegend ist, dass meteorologische Faktoren einen direkten Einfluss auf die Anzahl Schadenfälle haben. «Das machte die Frage nach dem Zusammenhang von klimatischen Veränderungen und Bodenabsenkungen aus wissenschaftlicher Sicht interessant», sagt Sonia Seneviratne, Assistenzprofessorin am Institut für Atmosphäre und Klima an der ETH Zürich.

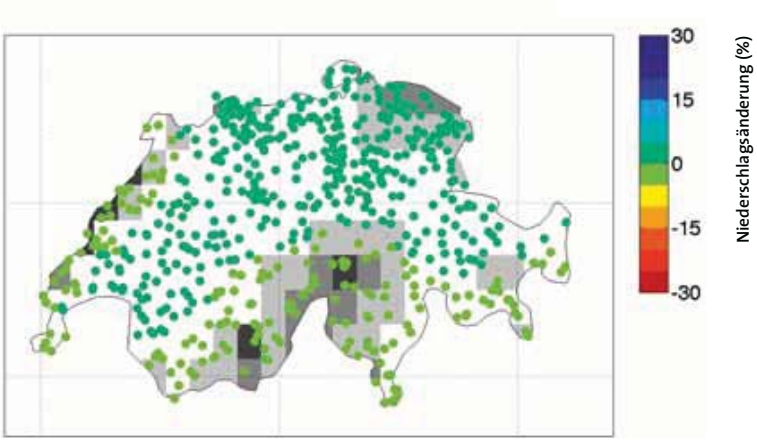
## Mehr Gebäudeschäden infolge Klimawandels

Diesen Zusammenhang analysierte ihre Gruppe basierend auf bestehenden Schadendaten der Swiss Re und meteorologischen Aufzeichnungen zu Temperatur und Niederschlag. Sie fütterte dafür ein Standard-Simulationsmodell für Dürrevorhersagen mit meteorologischen Daten aus der Vergangenheit. Gleichzeitig wurden Indikatoren bestimmt, mit welchen sich kritische Bodenfeuchtigkeitswerte und Schäden von Bodenabsenkungen verbinden lassen. Die Ergebnisse zeigen, dass Bodentrockenheit und die damit verbundenen Gebäudeschäden realistisch durch ein Klimamodell abgebildet werden können. Seneviratnes Gruppe hat damit für die Zeitspanne zwischen 1989 und 2002 einen direkten Zusammenhang zwischen Anzahl Gebäudeschäden und klimatischen Veränderungen nachgewiesen. Zudem zeigt das Modell, dass sich das Schadenrisiko in dieser Periode gegenüber den Jahren 1961 bis 1990 verdoppelt hat, vor allem als Konsequenz von steigenden Temperaturen. Die Forscherin und Swiss Re gehen davon aus, dass Gebäudeabsenkungen in Frankreich in Zukunft weiter zunehmen werden. Bestehende Klimamodelle prognostizieren nämlich für die dicht besiedelten Gebiete Zentraleuropas und Nordamerikas erhöhte Trockenheit.

Swiss Re nutzt das ETH-Modell heute, um das Risiko von Landabsenkungen und Gebäude-



Dezember/Januar/Februar




März/April/Mai

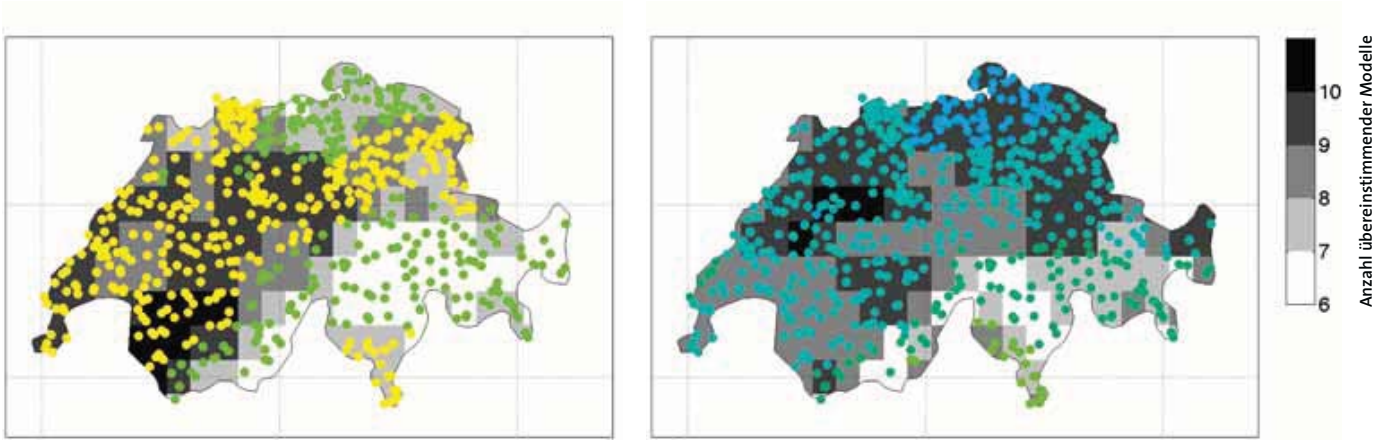
Grafiken oben: Erwartete Änderung des saisonalen Niederschlags an Messstationen der Meteo Schweiz für den Zeitraum 2021 bis 2050 im Vergleich zu 1980–2009. Dargestellt ist der Mittelwert aus zehn Klimamodellen des europäischen ENSEMBLES-Projekts, denen das A1B-Emissionsszenario des IPCC (erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger) zugrunde liegt. Die dunkelgraue Schattierung steht für eine hohe Übereinstimmung der zehn Modelle. (Grafik: Thomas Bosshard, ETH Zürich)

schäden in Frankreich zu quantifizieren. Solche Schäden sind zwar momentan noch über den Staat versichert, doch David Bresch geht davon aus, dass es infolge des Klimawandels vermehrt zu Deckungslücken kommen wird. Hier könnte Swiss Re mit ihren Versicherungsprodukten einspringen. Kürzlich hat Seneviratnes Team das erarbeitete Modell zusätzlich mit geologischen Daten gekoppelt, so dass erweiterte Prognosen zu einzelnen Regionen Frankreichs möglich werden.

### Leere Stauseen voraussehen

Nicht nur Versicherungen versuchen mögliche Klimarisiken zu antizipieren; Stromproduzenten sind genauso von der Gunst der Wettergötter abhängig. Heute stammen rund 60 Prozent des Schweizer Stroms aus Wasserkraft. swisselectric research, die Forschungskoordination der schweizerischen Stromproduzenten Axpo, Alpiq und BKW, hat deshalb gemeinsam mit dem Bundesamt für Energie und dem Kanton Wallis vor drei Jahren das Forschungsprojekt «Klimaänderung und Wasserkraftnutzung» gestartet. «Wir wollen herausfinden, wie sich die Verfügbarkeit von Wasserressourcen langfristig verändern wird und was das für die Wasserkraftwerkbetreiber konkret bedeutet», beschreibt Martin Kauert, Projektkoordinator bei swisselectric research, die Motivation der Industrie. In einer Vorstudie haben Wissenschaftler der Universität Bern eine breit angelegte Literaturrecherche zum Wasserhaushalt der Schweiz durchgeführt. Alle untersuchten Studien kamen zum Schluss, dass der Klimawandel zu verminderten Wasserflüssen führen wird. Das hat Auswirkungen auf die Schweizer Stromproduktion und ist in einzelnen Fällen existenzbedrohend. Für das Stauwerk Mauvoisin zum Beispiel, wurden in einer Studie Einbussen von 36 Prozent für den Zeitraum von 2070 bis 2099 gegenüber 2007 prognostiziert. Entsprechend stellt sich bei Neubauten von Wasserkraftwerken schon heute die Frage, ob sich die Investitionen überhaupt noch rechnen werden.

Bisher fehlten Untersuchungen, die klimatologische, hydrologische und kraftwerkbetriebliche Modelle für bestimmte Einzugsgebiete koppeln. Dafür sind Klimaszenarien von hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung nötig. Solche erarbeitet die Gruppe von Professor Christoph Schär am Institut für Atmosphäre und Klima an der ETH Zürich. Sie übernimmt im Projekt «Klimaänderung und Wasserkraftnutzung» das klimatologische Downscaling. Darunter versteht man das Herunterrechnen der Ergebnisse von grossskaligen, globalen Klimamodellen auf ausgewählte Regionen.
Als Basis nutzen die Forscher Daten des EU-Projekts «Ensembles». Forschungsgruppen aus ganz Europa hatten dabei mit denselben Eingangsdaten, aber unterschiedlichen Simulationsmodellen, Klimaszenarien für Gesamteuropa berechnet. Schär und seine Kollegen haben diese für die Schweiz von einer Auflösung von 250 x 250 Kilometer auf 25 x 25 Kilometer herunterskaliert. Ein enorm rechenintensiver Prozess: Monatelang war der Hochleistungsrechner am CSCS in Manno für solche Berechnungen in Betrieb. Die erarbeiteten Klimaszenarien wurden in einem zweiten Schritt vom 25 x 25 Kilometer-Gitter der regionalen Klimamodelle auf 600 Messstationen der Meteo Schweiz herunterskaliert.




Juni/Juli/August

September/Oktober/November

Diese lokalen Szenarien sind die Basis für Forscher der Universität Bern, die für 30 bis 50 Einzugsgebiete das zukünftige Wasseraufkommen aus Regenfall sowie Schnee- und Eisschmelze berechnen werden. An drei bis fünf ausgewählten Wasserkraftwerken werden schliesslich die betrieblichen Konsequenzen der sich wandelnden Niederschlagsmengen exemplarisch aufgezeigt. Zusätzlich untersucht eine lokale Studie die Auswirkungen der Klimaveränderungen im Kanton Wallis unter spezieller Berücksichtigung der Gletscherschmelze. Bis Anfangs 2012 sollen die Ergebnisse vorliegen und eine fundierte Basis für Entscheidungen der Wasserkraftwerkbetreiber liefern.

**«Climate Services» nach Open Source-Modell**

Die beiden Industriekooperationen von Klimaforschern der ETH Zürich entsprechen einem Trend, den Reto Knutti «Climate Services» nennt. «Wir Klimaforscher besitzen oft Daten, die für die Öffentlichkeit von grossem Interesse sind. Damit sie damit etwas anfangen kann, müssen wir diese aber zuerst aufbereiten.» Die für Laien oft kryptischen Formeln müssen in eine verständliche Sprache umformuliert werden und häufig ist Beratung nötig, um aus den Erkenntnissen die Essenz herauszulesen.

Der «Klimaszenarienbericht für die Schweiz», der vom beratenden Organ für Fragen der Klimaänderung (OcCC) und Proclim 2007 herausgegeben wurde, zielt in diese Richtung. Er beschreibt ein Klimaszenario für die Schweiz im Jahr 2050 und soll bestmögliche Vorhersagen für einzelne Regionen erlauben. Bund und Industrie nutzen den Bericht, um Klimaanpassungsstrategien zu erarbeiten. Momentan arbeiten Knutti und seine Kollegen an einem aktualisierten Bericht, der im Frühling 2011 erscheinen soll. Er beruht auf einer neuen Generation von Klimamodellen, wie denjenigen aus dem «Ensembles»-Projekt. Sie erlauben eine höhere lokale Auflösung der Szenarien, zudem werden erstmals auch Aussagen zu Extremwetterereignissen wie Hitzewellen und Dürren sowie starken Niederschlägen gemacht. Die Klimaszenarienberichte sind eine Initiative von Wissenschaftlern unterschiedlicher Schweizer Forschungsinstitutionen. Sie werden mit wenig Budget und viel Überstunden erarbeitet, wie Knutti weiss. Für ihn stellt sich deshalb mittelfristig die Frage, wer solche «Climate Services» in Zukunft erbringen soll. Der Bund, die Hochschulen oder gar selbsttragende Institute, bei denen die Wirtschaft aufbereitete Klimadaten einkaufen kann?

Letzteres ist für Knutti kein gangbarer Weg: «Damit die Klimawissenschaften glaubwürdig bleiben, müssen sämtliche Daten jedermann offen stehen. Zudem hat der Steuerzahler ein Anrecht auf die Ergebnisse der Forschung, die aus seinem Portemonnaie bezahlt wird.» Dem stehen zurzeit jedoch Budgetkürzungen beim Bund entgegen. Zum Beispiel ist Meteo Schweiz gefordert, in Zukunft mehr Eigenmittel zu generieren. Klimadaten gegen Bezahlung können eine Folge davon sein. Knutti schwebt für die Schweiz deshalb ein Modell nach dem Open-Source-Prinzip vor: «Die Klimadienstleister verdienen ihr Geld einzig über die Beratung. Die Klimadaten hingegen bleiben für jedermann frei zugänglich.»

→ www.iac.ethz.ch
→ www.nccr-climate.unibe.ch

## Climate-KIC: Geschäftsideen für ein gutes Klima

Die ETH Zürich ist ein wichtiger akademischer Partner von Climate-KIC, einer Ende 2009 gestarteten Initiative des European Institute of Innovation and Technology (EIT). Das Institut fördert durch Partnerschaften von Industrie, Hochschulen und öffentlichen Stellen Innovationen im Kampf gegen den Klimawandel. 44 Studierende aus 17 Ländern nahmen im Sommer an der ersten Climate-KIC Summer School in Paris, London und Zürich teil. Sie erarbeiteten Geschäftsideen, die zur Reduktion von klimaschädlichen $CO_2$-Emissionen beitragen sollen. Im August wurden diese an der ETH Zürich vor einer siebenköpfigen Jury aus Hochschul- und Wirtschaftsvertretern bewertet. Gewinner war das Projekt «Cloud Farm», das vorsieht, Abwärme aus Rechenzentren zum Heizen von Gewächshäusern zu nutzen.

→ www.climate-kic.org