scnat
akademie der naturwissenschaften

# PROCLIM FLASH

SCHWEIZER ZEITSCHRIFT ZU KLIMA UND GLOBALEM WANDEL

NR. 76
SOMMER 2022

## Neuer IPCC-Bericht im Fokus
Forschende geben Einblicke

VERSION FRANÇAISE

## 03
### STANDPUNKT
**03** Der Klimaschutz bietet auch Chancen

## 04
### IM FOKUS: SECHSTER SACHSTANDS-BERICHT DES IPCC
**04** «Ich ging an meine physischen Grenzen»
**08** Zunehmendes Energie-Ungleichgewicht heizt Erde auf
**10** «Klimaschutz kostet weniger, wenn wir unser Verhalten ändern»
**12** Natur hilft bei Anpassung an Klimawandel in den Bergen
**14** Pariser Klimaabkommen lenkt Fokus auf Erwärmungsniveaus

## 16
### AUS DEM NETZWERK
**16** Unterschiedliche Interessen – gemeinsames Ziel

## 18
### AKTUELLES
**18** News

## 20
### HOSTED
**20** C2SM: Highlights from C2SM
**21** Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel»: Leben mit der Hitze
**22** OCCR: Spitzenforschung made in Bern
**24** GAW-Schweiz: Ice-cloud forming aerosols in the Swiss Alps
**26** DEZA: International Cooperation Forum Switzerland 2022
**28** NCCS: Wie der Klimawandel den Wald bedroht
**30** GCOS Schweiz: Archive der Sonnenbeobachtung

## 32
### ZUM SCHLUSS
**32** Apropos Klimaberichte


Titelbild: Am 4. April 2022 haben Forschende in Surrey (UK) die Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung des Berichts zur Minderung des Klimawandels vorgestellt.
Foto: IPCC, Mark Speight

# DER KLIMASCHUTZ BIETET AUCH CHANCEN

Die letzten Sachstandsberichte des Weltklimarats haben deutlicher denn je bestätigt, welche verheerenden Folgen der Klimawandel hat: Natürliche Lebensräume, die menschliche Gesundheit oder auch die Landwirtschaft stehen unter zunehmendem Druck und verschiedene extreme Wetterereignisse werden durch den menschgemachten Klimawandel häufiger und stärker. Generell scheint der dringende Handlungsbedarf weitgehend akzeptiert zu sein. In diesem Zusammenhang zeigt sich auch der Privatsektor in der Öffentlichkeit geradezu aktionistisch: Es scheint kaum ein (Gross-)Unternehmen zu geben, das sich nicht der Klimaneutralität verpflichtet hat. Auch zu beobachten in der aktuellen Debatte ist so etwas wie ein technologischer Optimismus und eine gewisse Aufbruchsstimmung: Alternative Energien werden günstiger und klimafreundliche Lösungen wie Elektromobilität oder Wärmepumpen eine echte Option für viele Bevölkerungsgruppen.

Trügt der Schein? Denn das Scheitern des $CO_2$-Gesetzes an der Urne im Juni 2021 zeigt ein anderes Stimmungsbild: Auch wenn eine breite Bevölkerungsschicht den menschgemachten Klimawandel nicht bezweifelt, heisst das noch lange nicht, dass Mehrheiten für eine ambitionierte Klimapolitik geschaffen werden können. Die Meinungen zu politischen Handlungsmassnahmen gehen weit auseinander. Dabei ist es wohl vereinfacht zu sagen, dass dies auf einen Stadt-Land-Graben oder einen Generationenkonflikt zurückzuführen ist. Vielmehr spricht dies für eine pluralistische und vielschichtige Gesellschaft. Unsere Institutionen wie die direkte Demokratie oder der Föderalismus lassen eine solche Werte- und Lösungsvielfalt zu. Es darf folglich auch nicht erwartet werden, dass die Umsetzung der Klimapolitik strikt den aus wissenschaftlicher Sicht effizientesten Massnahmen folgt, sondern mehrheitsfähige Kompromisse gefunden werden müssen, welche den geringsten politischen Widerstand und halt oft auch den kleinsten gemeinsamen Nenner widerspiegeln.

Was heisst dies für die Rolle der Klimawissenschaften im politischen und öffentlichen Diskurs? Neben einer sachgerechten Darstellung der naturwissenschaftlichen und technologischen Aspekte des Klimawandels soll politikrelevante Klimaforschung auch dazu beitragen, die transformativen Treiber besser zu verstehen, um umsetzbare politische, gesellschaftliche, wirtschaftliche und individuelle Handlungsoptionen aufzuzeigen und auszuwerten. Damit werden Widerstände und Zielkonflikte thematisiert – dies trägt letztendlich auch dazu bei, politische Kompromisse zu entwickeln, welche den wissenschaftlichen Konsens besser berücksichtigen. Der «Verzicht-Diskurs», der oft mit der Klimapolitik einhergeht, kann so in einen «Chancen-Diskurs» umgewandelt werden und aufzeigen, wie wir durch technologische und gesellschaftliche Innovation durchaus auch Gewinnerinnen und Gewinner kreieren können.

In unseren neuen Funktionen als Präsidentin und Leiter von ProClim werden wir unseren fachlichen Hintergrund in den Politik- und Wirtschaftswissenschaften konstruktiv in den Klimadialog einbringen: Damit möchten wir den interdisziplinären wissenschaftlichen Diskurs in der Klimaforschung sowie den wirkungsorientierten Austausch mit Politik und Gesellschaft weiter vorantreiben. Dies ganz im Sinne des Übereinkommens von Paris, zu welchem sich die Schweiz vor fünf Jahren verpflichtet hat. ■

Prof. Karin Ingold (Präsidentin ProClim)
Dr. Filippo Lechthaler (Leiter ProClim)

VERSION FRANÇAISE

**IMPRESSUM Nr. 76 Sommer 2022** Der ProClim Flash erscheint zweimal jährlich und kann kostenlos abonniert werden.
**Herausgeber:** ProClim – Forum für Klima und globalen Wandel, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Haus der Akademien, Laupenstrasse 7, Postfach, 3001 Bern, Schweiz, Tel. +41 31 306 93 50, proclim@scnat.ch, proclim.ch
**Redaktionsleitung:** Martin Kohli **Redaktion:** Andres Jordi, Sanja Hosi, Urs Neu **Cartoon S. 32:** Christoph Biedermann
**Auflage:** 1500 digitale Abonnements, 1000 Druckexemplare **Layout:** Martin Kohli **Design:** Push'n'Pull **Druck:** Vögeli AG
Die Beiträge geben die Meinung der Schreibenden wieder und müssen nicht mit der Haltung der SCNAT übereinstimmen.

IM EINSATZ FÜR DAS IPCC

# «ICH GING AN MEINE PHYSISCHEN GRENZEN»

**Andreas Fischlin ist beim Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Vizepräsident der Arbeitsgruppe II. Diese untersucht die Folgen des Klimawandels, die Verletzlichkeit von Mensch und Natur und mögliche Anpassungen. Ein Gespräch über die Arbeit des Weltklimarats, handgreifliche Delegierte und die musikalische Dimension des Klimawandels.**

INTERVIEW: ANDRES JORDI, AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCLIM FLASH
NR. 76 SOMMER 2022

**Ende Februar 2022 veröffentlichte das IPCC den zweiten Teil des sechsten Sachstandsberichts. Alleine an diesem Teil, den Ihre Arbeitsgruppe verantwortet, haben rund 270 Hauptautorinnen und -autoren über 34 000 Publikationen begutachtet und 62 000 Kommentare verarbeitet. Wie kommt man angesichts dieser Komplexität zu Ergebnissen?**

Die Erarbeitung eines Sachstandsberichts, der aus drei Teilberichten und einer Synthese besteht, dauert jeweils etwa fünf Jahre und folgt einem strengen Ablauf. Zuerst entwerfen Fachleute, die von den Mitgliedsregierungen, Beobachterorganisationen und Vorstandsmitgliedern des IPCC nominiert und vom Vorstand gewählt wurden, ein Inhaltsverzeichnis. Dieses muss die Plenarversammlung des IPCC genehmigen.

Danach schlagen die Regierungen, Beobachter und Vorstandsmitglieder geeignete Autorinnen und Prüfeditoren für jedes Kapitel des Berichts vor. Die vom Vorstand gewählten Autorenteams erarbeiten auf Basis der wissenschaftlichen Literatur einen ersten Entwurf.

Die erste Begutachtung erfolgt nur durch Fachleute. Deren Anmerkungen fliessen in einen zweiten Entwurf. Die Prüfeditoren stellen sicher, dass die Kommentare angemessen berücksichtigt wurden und beraten bei politisch heiklen Fragen. Fachleute und Regierungen begutachten den zweiten Entwurf. Der finale Entwurf kann von den Regierungen noch einmal kommentiert werden.

Die Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung wird an einer mehrtägigen Plenarversammlung mit den Autoren im Wortlaut verabschiedet und damit der gesamte Bericht genehmigt.

**Wer entscheidet bei Unstimmigkeiten?**

Es braucht einen Konsens. Innerhalb der Wissenschaft ist dieser nicht so schwierig zu erreichen. So gilt es doch, anhand rein wissenschaftlicher Kriterien die soliden von den weniger soliden Erkenntnissen zu unterscheiden. Hierzu haben wir beim IPCC eine Sprachnorm entwickelt, welche die Unsicherheit von Aussagen explizit macht: Was ist gut abgestützt, wo gibt es Wissenslücken, wo wissenschaftliche Kontroversen. Schwieriger wird es, wenn Werte und politische Haltungen hineinspielen. Da ist es besonders wichtig, wissenschaftlich korrekt und nüchtern zu bleiben.

«DIE KONSENSFINDUNG IST OFT SEHR ANSTRENGEND, BRAUCHT ZEIT, GUTE VERHANDLUNGSTECHNIKEN UND DIPLOMATISCHES GESCHICK.»

**Versuchen Regierungen Aussagen zu ihren Gunsten zu beeinflussen?**

Das kommt manchmal vor. So meinte Australien, dass in der Zusammenfassung des aktuellen zweiten Teilberichts stehen solle, dass Korallenriffe wie das Great Barrier Reef alleine mit geeigneten

Foto: Florian Biedermann

Managementmassnahmen zu retten seien. Wir schüttelten nur die Köpfe, denn selbst bei einer Erwärmung von bloss 1,5 Grad Celsius würden die Riffe signifikant geschädigt. Anträge ohne solide wissenschaftliche Grundlage haben keine Chance.

Bei umstrittenen Formulierungen ist die Konsensfindung oft sehr anstrengend, braucht Zeit, gute Verhandlungstechniken und diplomatisches Geschick. Aber die Wissenschaft setzt sich eigentlich immer durch. Lediglich beim Streichen haben sture Regierungen manchmal Erfolg. Das ist jedoch nur in der Zusammenfassung möglich, nicht im eigentlichen Bericht.

Wie begegnet das IPCC Klimaskeptikerinnen und -skeptikern?

Das IPCC bezieht ein möglichst breites Spektrum von Fachleuten ein. So haben wir auch Hauptautoren von NGO, aus der Erdölindustrie, der Aviatik und dem Transportwesen – manchmal auch Klimaskeptikerinnen, falls sie fachlich kompetent sind. Der Begutachtungsprozess ist transparent und offen.

Da für Begutachterinnen kaum Hürden bestehen, befassen wir uns auch mit den altbekannten Kommentaren klimaskeptischer Kreise. Das kann mühsam sein, weil wir jede Ablehnung eines Kommentars aufwändig begründen müssen.

Und die Klimalügner?

Die verfassen manchmal pseudowissenschaftliche Gegenberichte. Beim letzten grossen Bericht des Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC) arbeiteten 39 Personen mit. Demgegenüber stützt sich der sechste Sachstandsbericht des IPCC auf mehr als 50 000 wissenschaftliche Publikationen. Dahinter stehen Hundertausende Forscherinnen. Gegen 2300 Autorinnen und Autoren arbeiteten mit.

Wir sind also breit abgestützt und erörtern alle wissenschaftlichen Ergebnisse, bevor wir Schlüsse ziehen. Gibt es wissenschaftliche Kontroversen, werden sie als solche dargestellt. Klimaleugnerinnen und -leugner bleiben aber lieber in ihrer Blase. Sie weigern sich, sich

## ZUR PERSON

Andreas Fischlin ist Biologe und Systemtheoretiker. In Kanada und den Schweizer Alpen erforschte er Pflanzen- und Tierpopulationen und die Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme.

Bis 2015 leitete er die Fachgruppe für Terrestrische Systemökologie der ETH Zürich und war dort Professor. Seit 1982 unterrichtete er an der ETH Zürich und Universität Zürich Informatik und Systemökologie. Er half mit, den Studiengang und das Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH zu schaffen.

Seit 1992 arbeitet er in verschiedenen Funktionen beim Weltklimarat IPCC mit. Als einer der Hauptautoren des Vierten Sachstandsberichts ist er Mitempfänger des Friedensnobelpreises von 2007. Zurzeit ist er Vizepräsident der Arbeitsgruppe II. Fischlin ist verheiratet und hat zwei Töchter.

mit uns auseinanderzusetzen und behaupten gleichzeitig, das IPCC würde ihre Argumente nicht ernst nehmen. Dabei ziehen wir jedes gute Argument mit ein, lehnen aber nach Prüfung Unhaltbares ab.

Die professionellen Klimalügner sind weltweit gut organisiert und versuchen systematisch, mit Halbwahrheiten in der Öffentlichkeit – insbesondere im Internet – Zweifel an den wissenschaftlichen Ergebnissen zu säen. Da Wissenschaftsverlage Publikationen nur begrenzt frei zugänglich machen, klimaskeptische Argumente sich über Google aber sehr einfach finden lassen, entsteht bei Laien leicht eine schiefe Wahrnehmung des Klimaproblems. Deshalb braucht es das IPCC. Ohne tappten die Regierungen und die Öffentlichkeit im Dunkeln.

Ist das die grosse Errungenschaft des IPCC?

Ich denke schon. Es waren ja die Regierungen selber, die das IPCC 1988 ins Leben gerufen haben. Wer sonst sollte die unzähligen Publikationen bewerten und einordnen? Pro Jahr erscheinen etwa 17 000 fachlich begutachtete Arbeiten zum Klimawandel, am Anfang meiner Forschung waren es 50! Die Politik braucht eine Einschätzung der Unsicherheiten bzw. Sicherheiten, mit denen Resultate und Aussagen gemacht werden können.

Das IPCC destilliert die politisch relevanten Fragen heraus und gibt Antworten basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung. Dadurch ist der Klimawandel auch öffentlich anerkannt.

Wie kamen Sie zum Weltklimarat?

Die Berichte des IPCC geniessen dank ihrer Verlässlichkeit unter Forschenden hohes Ansehen. So haben wir an der ETH Zürich in meiner Gruppe den Ersten Sachstandsbericht eifrig benutzt. Als ich dann als Autor angefragt wurde, habe ich sofort zugesagt. Zudem sehe ich mich als von der öffentlichen Hand finanzierter Wissenschaftler dazu verpflichtet, mein Wissen der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

Bei einem so existenziellen Thema wie dem Klimawandel scheint mir das sogar eine ethische Pflicht. Seit 1992 bin ich in verschiedenen Rollen dabei, beispielsweise als leitender Hauptautor oder sonstiger Autor, Prüfeditor oder jetzt als Vizepräsident der Arbeitsgruppe II.

«ICH FÜHLE MICH VERPFLICHTET, MEIN WISSEN DER ALLGEMEINHEIT ZUR VERFÜGUNG ZU STELLEN.»

Was ist hier Ihre Funktion?

Zusammen mit den Präsidenten bin ich mitverantwortlich dafür, die Arbeit so zu organisieren, dass sie zum Erfolg führt und höchsten wissenschaftlichen Kriterien genügt. Wir koordinieren, wählen die Autorinnen und Autoren, beraten sie und helfen beim Schreiben mit. Interdisziplinäres Arbeiten ist nicht immer einfach und gibt viel zu tun. Physikerinnen, Biologen, Ökonominnen und Sozialwissenschaftler sprechen und denken oft in unterschiedlichen Kategorien.

Wie liess sich die Arbeit beim IPCC mit Ihrer Forschung vereinbaren?

Letztlich war dies nicht immer möglich. Während dem Endspurt zum vierten Bericht habe ich beispielsweise ab Sommer bis Weihnachten jeden Tag von morgens acht Uhr bis morgens eins oder zwei, manchmal auch bis vier nur fürs IPCC gearbeitet – ausser sonntags, da begann ich erst um zehn. Das war physisch so belastend, dass ich mich vor Erschöpfung sogar übergeben musste.

Ich hielt meine Vorlesungen, aber die Forschung blieb liegen. Zum Glück hatte ich gute Leute in meiner Arbeitsgruppe, die das etwas auffingen. Aber ich bin kein Karrierist, sondern Hardcore-Wissenschaftler und mich interessiert, was wirklich ist, was wir verstehen und was nicht. Das zählt beim IPCC besonders, weshalb mich diese Arbeit immer befriedigt hat.

Wie wurden Sie für die Strapazen entschädigt?

Finanziell nicht. Wir arbeiten ja ehrenamtlich für das IPCC. Aber die Verleihung des Friedensnobelpreises 2007 war eine sehr schöne Anerkennung. Ich erinnere mich gut, als ein französischer Journalist anrief und mich fragte, wie man sich als Preisträger fühle. Ich dachte: Schlechter Witz! Als dann immer mehr Telefonate kamen, realisierte ich, dass das IPCC wirklich diesen Preis bekommen hat.

«DIE VORSTELLUNG, DASS WIR DIE POLITIK BLOSS ZU INFORMIEREN BRÄUCHTEN, UND DIESE DANN WISSE, WAS ZU TUN SEI, IST IN DER WISSENSCHAFT IMMER NOCH VERBREITET.»

Erlebten Sie auch einen Tiefpunkt?

2009/2010 beim «Climategate» und dem sogenannten «Himalaya Blunder». Bei Ersterem behaupteten Klimalügner anhand gestohlener und aus dem Zusammenhang gerissener E-Mails, das IPCC manipuliere Daten. Diese Vorwürfe stellten sich als haltlos heraus, zielten aber darauf ab, die Klimakonferenz von Kopenhagen zum Scheitern zu bringen. Ich war mit der Schweizer Delegation vor Ort und erlebte hautnah, wie die Situation eskalierte. Einzelne Delegierte wollten dem überforderten dänischen Ministerpräsidenten, der die Verhandlungen leitete, sogar an die Gurgel. Bei Zweiterem stand im Kapitel Asien des Vierten Sachstandsberichts aufgrund fragwürdiger Literatur, dass die Gletscher im Himalaya schon 2035 verschwunden sein könnten. Klar ein Fehler des IPCC, der nur länger unbehandelt blieb, weil viele der Beteiligten die Regeln ungenügend beachtet hatten.

Sie waren also auch als Verhandler aktiv?

Ich war während 17 Jahren bei allen Klimaverhandlungen bis zum Pariser Abkommen Teil der Schweizer Delegation. In dieser Zeit habe ich gelernt, wie wichtig und kompliziert die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik ist. Das IPCC ist ein gutes Beispiel, wie diese auf Seite der Wissenschaft funktionieren sollte.

Meines Erachtens fehlt aber noch der wirkliche Brückenschlag zur Politik. Die Vorstellung, dass wir die Politik bloss zu informieren bräuchten, und diese dann wisse, was zu tun sei, ist in der Wissenschaft immer noch verbreitet. Umgekehrt muss die Politik besser verstehen, dass Forschende nicht immer eindeutige Antworten liefern können. Sie müssen bereit sein, sich auch mit Ergebnissen mit Unsicherheiten auseinanderzusetzen.

Andreas Fischlin setzt sich für den Dialog zwischen Politik und Wissenschaft ein: An einem von der Akademie der Naturwissenschaften organisierten Parlamentsanlass im Mai 2022 stand er Politikerinnen und Politikern Red und Antwort zu Klimafragen. Foto: Monika Flückiger, admin.ch

Bei den Vereinten Nationen existieren erste Instrumente für einen besseren Austausch. 2015 leitete ich im Vorfeld des Pariser Abkommens einen solchen Dialog zwischen Politik und Wissenschaft. Ich darf behaupten, dass der Zielwert einer Erwärmung von 1,5 Grad Celsius ohne dieses Dialogformat nicht im Abkommen stehen würde.

In der Schweiz ist man noch nicht soweit. Es gibt erste Gehversuche wie der im Mai von der Akademie der Naturwissenschaften organisierte Parlamentsanlass oder der von mir mitinitiierte Klimadialog mit den Parteispitzen, aber noch keine etablierte, in die politische Entscheidungsfindung eingebaute Prozesse.

**Wie sehen Sie die Zukunft des Weltklimarats?**

Auch wenn die physikalischen Grundlagen mittlerweile recht gut verstanden sind, braucht es die Einordnung der neuesten wissenschaftlichen Literatur weiterhin. In Zukunft wird das Umsetzungswissen aber stärker im Fokus stehen: Welche Klimaschutzmassnahmen funktionieren? Welche Anpassungen an den Klimawandel wirken? Eigentlich müssten wir in der Gesellschaft schon lange in einer intensiven wissenschaftlich begleiteten Experimentierphase sein. Wir haben keine Zeit mehr, alles hundertmal zu überlegen. Wir müssen Erfahrungen sammeln, diese beurteilen und die Massnahmen in einem iterativen Prozess laufend verbessern. Nur so können wir die Ziele des Pariser Abkommens einhalten und die Schäden einer ansonsten stets stärker werdenden Erwärmung abwenden.

**Wie sieht Ihre persönliche Zukunft aus?**

Für mich endet die Mitarbeit beim IPCC mit dem Sechsten Sachstandsbericht. Ich hielt schon 2015 meine letzte Vorlesung und bin pensioniert. Aber ich schulde der Wissenschaft noch etwas: Seit 1975 arbeitete ich an einem weltweit einzigartigen Projekt zu den zyklischen Populationsbewegungen des Lärchenwicklers. Ich bin der letzte Mohikaner, der die Daten zu diesem Nachtfalter noch in zeitgemässer Form publizieren kann.

In Zukunft möchte ich zudem mit meiner klassischen Ausbildung auf Cello, Klavier, Gitarre und Komposition wieder mehr Musik machen. Meine Liebe gilt dem progressiven Rock, war ich Ende der 1960er Jahre doch Mitglied der Band Terrible Noise, aus der später Krokus hervorging. Heute spiele ich E-Cello und Bass.

Und ich beschäftige mich auch mit Sonifikation. Dabei stellt man wissenschaftliche Daten mit Tönen dar. So habe ich zum Beispiel hörbar gemacht, wie der Klimawandel die Artenzusammensetzung in einem Wald ändert. Solche musikalischen Experimente sind reizvoll und erlauben mir, Wissenschaft und Kunst wunderbar zusammenzubringen. Und last but not least sind da noch meine Familie und insbesondere meine Frau, für die alle ich meinen Einsatz fürs Klima auch geleistet habe. ■

KONTAKT
andreas.fischlin@env.ethz.ch



VERSION FRANÇAISE

ENERGIEFLÜSSE IM KLIMASYSTEM

# ZUNEHMENDES ENERGIE-UNGLEICHGEWICHT HEIZT ERDE AUF

**Der Energiegehalt des globalen Klimasystems nimmt massiv und immer schneller zu, was die Erwärmung weiter antreibt. Diese gravierenden Veränderungen dokumentiert der neueste IPCC-Bericht anhand von Messreihen von Satelliten und Bodenstationen sowie Ozeansondierungen.**

TEXT: MARTIN WILD, ETH ZÜRICH



Das Klima der Erde wird primär durch die absorbierte Sonnenenergie und die Abgabe dieser Energie in Form von thermischer Wärmestrahlung zurück in den Weltraum bestimmt (siehe Grafik). Geht diese Energiebilanz auf, das heisst wird exakt gleich viel Sonnenenergie vom Klimasystem aufgenommen wie Wärmeenergie abgestrahlt, so ist das Klimasystem im Gleichgewicht: Die durchschnittliche Temperatur auf der Erde bliebe in diesem Zustand konstant. Doch auch schon kleinste Ungleichgewichte haben Auswirkungen auf den Energiegehalt und damit auf die Temperaturen auf der Erde. Klimamodelle zeigen, dass für den Klimawandel, wie wir in heute erfahren, ein Ungleichgewicht zwischen absorbierter und abgestrahlter Energie von gerade einmal einem Viertelprozent nötig ist.

### KLEINES UNGLEICHGEWICHT, GROSSER ENERGIEÜBERSCHUSS

Eine Abweichung von einem Viertelprozent klingt nicht nach viel, doch betrachtet man die absoluten Zahlen, so wird deutlich, um welch gewaltige Energiemenge es sich dabei handelt: Die jährliche überschüssige Energie beträgt 12 Zetajoules (also 12 mal $10^{21}$ Joules) – dies entspricht etwa 400 Terawatt und damit ungefähr der 500 000-fachen Energiemenge, welche ein durchschnittliches Schweizer Atomkraftwerk produziert. Dieses Ungleichgewicht ist die fundamentalste Grösse, um den Klimawandel zu charakterisieren und quantifizieren. Denn im Gegensatz zur Messung der globalen Temperatur an der Erdoberfläche hat die Energiebilanzbetrachtung den Vorteil, dass sie weniger starken Schwankungen unterworfen ist und damit Veränderungen besser erkennbar macht.

Das Monitoring dieser Energieflüsse hat deshalb eine hohe Priorität. Seit den 1980er Jahren gibt es Projekte, um den Energieaustausch zwischen Erde und Weltraum mit Satelliten aus dem All zu messen, angefangen mit dem «Earth Radiation Budget Experiment (ERBE)».

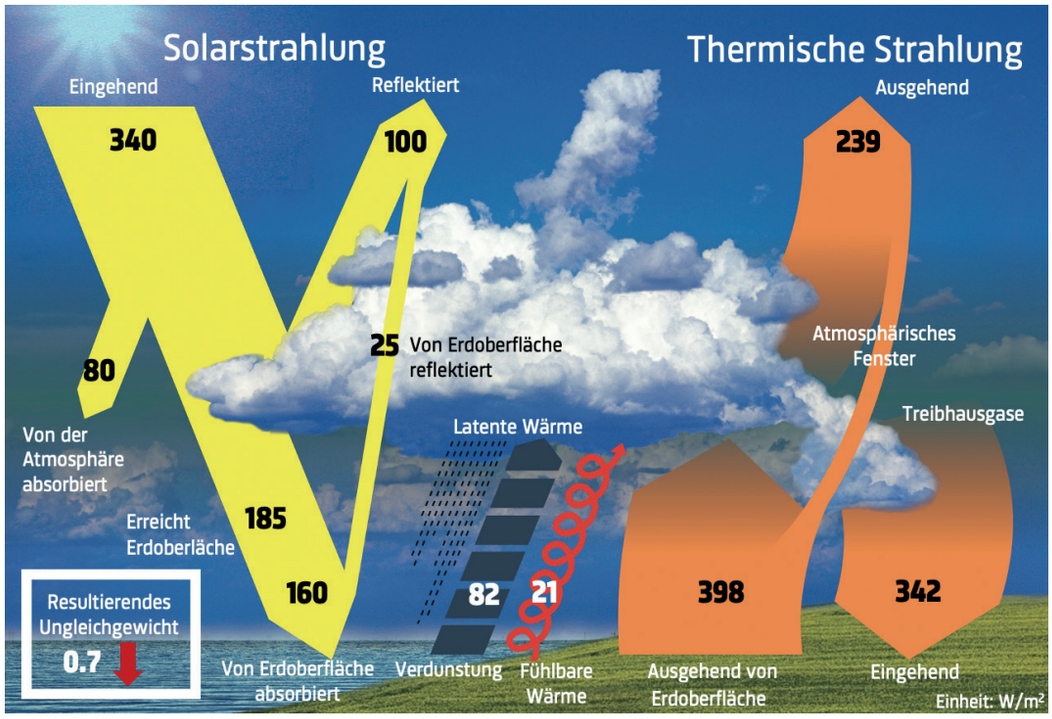
MARTIN WILD

Martin Wild ist Professor am Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. Beim Sechsten Sachstandsbericht des IPCC war er ein Hauptautor bei den Kapiteln über den Energiehaushalt der Erde, Klima-Rückkoppelungen und Klimaempfindlichkeit.

Kontinuierlich aus dem Weltall gemessen wird dieser Energieaustausch jedoch erst seit der Jahrtausendwende mit der Mission «Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES)» der NASA. Die Messgenauigkeit der Energieflüsse von den Satelliten aus, die sich im Bereich von ein bis zwei Prozenten bewegt, reicht allerdings nicht aus, um Ungleichgewichte von einem Bruchteil eines Prozentes in ihrer absoluten Grösse zu erfassen. Die Satellitenmessungen erlauben es jedoch, die Veränderungen dieses Ungleichgewichts zu messen.

### TAUSENDE BOJEN MESSEN ENERGIEEINTRAG IN OZEANEN

Um den Absolutwert des Ungleichgewichts zu ermitteln, benötigen wir in der Klimaforschung ein komplementäres Messsystem. Dazu muss man sich vergegenwärtigen, dass 93 Prozent der zusätzlich aufgenommenen Energie in den Ozeanen gespeichert wird. Mit Hilfe von Tausenden von Messbojen, die mehrmals pro Monat in die Tiefen der Ozeane hinuntergelassen werden, können vertikale Temperaturprofile erstellt werden. Diese ermöglichen es, die Energieakkumulation in den Ozeanen zu bestimmen und damit in erster Näherung die Grösse des Ungleichgewichts zu berechnen.




Die Grafik zeigt die Energieflüsse im globalen Klimasystem in Watt pro Quadratmeter. Zwischen der von der Erde aufgenommenen Sonnenenergie (einfallende minus reflektierte Sonnenstrahlung an der Atmosphärenobergrenze) und der abgestrahlten thermischen Wärmeenergie in den Weltraum resultiert aktuell ein Ungleichgewicht von ca. 0,7 W/m². Dies hat zur Folge, dass die Energie im Erdsystem zunimmt und sich die Erde erwärmt.
Grafik: IPCC 2021/WGI/Fig.7.2, basierend auf Wild et al. (2015), Climate Dynamics

Der neuste Klimabericht schätzt anhand der Temperaturmessungen in den Ozeanen, dass sich seit den 1970er Jahren 435 Zetajoules an Energie im Klimasystem akkumuliert haben. Zudem haben wir festgehalten, dass die Zunahme in den letzten Jahrzehnten immer schneller voranschreitet.

Der Auslöser für die Energieakkumulation ist der anthropogen verursachte Treibhauseffekt, der indirekt auch eine verstärkte Absorption von Solarstrahlung bewirkt: Denn die höheren Temperaturen führen mittels positiver Rückkopplung zu einer Reduktion von Wolken und Eisflächen, wodurch unser Planet «dunkler» wird und somit mehr Sonnenenergie absorbiert. Dadurch wärmt sich das Klimasystem weiter auf. Diese Zunahme der absorbierten Sonnenenergie im Klimasystem zeigt sich sowohl in Klimasimulationen als auch in den Beobachtungen des CERES-Satellitenprogramms.

**VERÄNDERUNGEN AUCH AN DER ERDOBERFLÄCHE MESSBAR**

Veränderungen in den Energieflüssen sind jedoch nicht nur aus dem Weltraum oder in den Tiefen der Ozeane erkennbar, sondern auch in unserer unmittelbaren Umgebung. Der neueste Klimabericht zeigt z. B. auf, dass die Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche über die letzten Jahrzehnte nicht einfach konstant war, sondern substanzielle dekadische Schwankungen durchlief. Viele Messstationen verzeichneten eine weltweite Abnahme der Sonneneinstrahlung von den 1950er Jahren bis in die 1980er Jahre hinein, ein Phänomen, das unter dem Begriff «global dimming» bekannt wurde. Dies geschah aufgrund der weltweit zunehmenden Luftverschmutzung in dieser Periode, wobei die damit verbundenen Staubpartikel, auch Aerosole genannt, in der Atmosphäre die Sonneinstrahlung immer mehr abschirmten. Seit der erfolgreichen Implementierung von Luftreinhaltemassnahmen in den 1980er Jahren vorab in den Industrieländern zeigte sich vielerorts eine Trendumkehr, hin zu wieder mehr Sonneneinstrahlung. Diese Erkenntnisse basieren zu einem grossen Teil auf Daten, die an der ETH Zürich im Globalen Energiebilanzarchiv (GEBA) gesammelt werden (siehe hierzu auch den Beitrag auf Seite 30 in diesem Heft).

Doch was bedeuten diese Veränderungen der Sonneneinstrahlung an der Erdoberfläche für den Klimawandel? Wie der neuste Klimabericht dokumentiert, haben sie Auswirkungen auf eine Vielzahl von klimarelevanten Aspekten, die unsere Lebensgrundlagen unmittelbar betreffen, wie z. B. auf die globalen Erwärmungsraten, auf die Intensität des globalen Wasserkreislaufs, des Gletscherrückgangs oder des Pflanzenwachstums mitsamt zugehöriger Kohlenstoffspeicherung. Die Abnahme der Sonneneinstrahlung während der 1950er bis 1970er Jahre konnte die Auswirkungen des zunehmenden Treibhauseffekts noch einigermassen kaschieren, so dass das volle Ausmass des Treibhauseffekts erst nach der Trendumkehr in der Sonneneinstrahlung seit den 1980er Jahren sichtbar wurde. So haben sich die alpinen Gletscher zum Beispiel erst seit den 1980er Jahren zurückgezogen, nachdem sie sich unter dem Einfluss des Dimmings in den Jahrzehnten davor kaum verändert haben.

Die umfassenden Veränderungen in den Energieflüssen im Klimasystem, wie sie im neuesten Klimabericht aufgezeigt werden, bilden den fundamentalen Antrieb des Klimawandels, wie wir ihn heute immer stärker erfahren. Deshalb ist das Monitoring dieser Energieflüsse wichtig, denn es trägt zu einem besseren Verständnis des Klimawandels und dessen Quantifizierung bei. Es bleibt jedoch eine Herausforderung, dieses aufwändige Monitoring auch längerfristig aufrecht zu erhalten. Die CERES-Mission neigt sich langsam dem Ende zu – glücklicherweise steht mit der NASA-LIBERA-Mission ein Nachfolgeprojekt bereit, das ab 2026 die Energieflussmessungen aus dem Weltall weiterführen soll, und bei dem wir von der ETH Zürich auch weiter involviert sind. ■

KONTAKT
martin.wild@env.ethz.ch



VERSION FRANÇAISE

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

# «KLIMASCHUTZ KOSTET WENIGER, WENN WIR UNSER VERHALTEN ÄNDERN»

**Wie lässt sich der Klimawandel stoppen? Müssen wir dazu unseren Lebensstil radikal ändern oder wird die Technik es richten? ProClim Flash hat mit Irmi Seidl und Anthony Patt darüber gesprochen.**

MODERATION: MARTIN KOHLI, PROCLIM



Um den Klimawandel einzudämmen, müssen die Treibhausgasemissionen auf netto null sinken – darüber sind sich Forschende einig. Die Wissenschaft zeigt aber auch Wege auf, wie dies zu erreichen ist. Unterschiedliche Ansichten dazu haben Irmi Seidl, Titularprofessorin für Umweltökonomie, und Anthony Patt, Professor für Klimapolitik. ProClim Flash hat sie zum Gespräch eingeladen.

IRMI SEIDL

Irmi Seidl ist Ökonomin und leitet die Forschungseinheit Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Zudem ist sie Titularprofessorin an der Universität Zürich und lehrt dort und an der ETH Zürich.

ANTHONY PATT

Anthony Patt ist Professor für Klimapolitik am Institut für Umweltentscheidungen der ETH. Beim neuesten IPCC-Bericht fungierte er als koordinierender und leitender Autor des Kapitels über die internationale Zusammenarbeit.

**Frau Seidl, in wenigen Sätzen zusammengefasst, wie kommen wir aus der Klimakrise heraus?**

***Seidl:*** Um den Klimawandel zu bremsen, braucht es Veränderungen in allen Bereichen unserer Gesellschaft. Eine der grossen Aufgaben ist sicherlich die Transformation des Energiesystems. Dabei muss Energiesuffizienz, bei der es darum geht, den Energiebedarf dauerhaft zu begrenzen, eine zentrale Rolle spielen. Um dies zu erreichen, müssen sich unsere Konsum- und Produktionsmuster ändern – denn die Technik wird nicht alles richten.

> «GLOBAL GESEHEN SIND 10 PROZENT DER INDIVIDUEN VERANTWORTLICH FÜR 45 PROZENT DER $CO_2$-EMISSIONEN.»
>
> IRMI SEIDL

Dabei sollten wir bedenken, dass global 10 Prozent der Individuen verantwortlich sind für 45 Prozent der $CO_2$-Emissionen. Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung hingegen hat einen sehr geringen Energie- und Ressourcenverbrauch und verursacht lediglich 13 Prozent der globalen Emissionen. Es sind also Produktion und Konsum mit hohen Emissionen in den Blick zu nehmen.

***Patt:*** Die radikalste und zielführendste Massnahme wäre, die Nutzung fossiler Energien sofort zu verbieten. Das würde aber heissen, dass sehr viele Menschen ihren Lebensstil grundlegend ändern müssten, sie dürften nicht mehr fliegen oder ihre Wohnung nicht mehr mit Öl heizen – ein solches Verbot wäre politisch unmöglich durchsetzbar.

Um die Emissionen zu senken, sind wir deshalb auf technische Lösungen angewiesen, denn durch Verhaltensänderungen der Gesellschaft werden wir es nicht schaffen, auf null zu kommen. Wie sollte man Leute dazu bringen, so viel weniger zu konsumieren? Da helfen leider auch keine Studien, die aufzeigen, dass weniger Konsum einen positiven Einfluss auf unsere Lebensqualität hätte. Die Wissenschaft hat schlicht keine Antworten, wie solche massiven Verhaltensänderungen rasch herbeigeführt werden könnten.

*Seidl:* In der Ökonomie wissen wir schon lange, wann Menschen ihr Verhalten ändern: Wenn Preise steigen, beispielsweise durch Steuern oder Abgaben, oder wenn umweltschädliche Subventionen nicht weiter gewährt werden. Bisher werden diese Hebel kaum eingesetzt, auch wenn Konsens darüber besteht, dass externe Kosten zu internalisieren sind. Auch anderes ist denkbar: Werbung für besonders energieintensive Produkte verbieten wie in Frankreich diskutiert, ein Ende von Kurzstreckenflügen einführen oder Energiepreise progressiv gestalten.

**In der Schweiz hat sich die Bevölkerung aber letzten Sommer gegen höhere Abgaben ausgesprochen.**

*Seidl:* Eine Rolle dürfte gespielt haben, dass mit viel Geld aus Lobbykreisen Falschinformationen gestreut wurden. Die neuen Transparenzregeln sollten künftig solche Praktiken besser beleuchten. Doch Widerstand gibt es auch bei technischen Lösungen: So wird in Deutschland seit Jahren ein Stromnetz zwischen Norden und Süden geplant. Einsprachen ziehen den Bau hin.

Dass Verhaltensänderungen Potenzial haben, zeigt sich darin, dass gar die Internationale Energieagentur kürzlich zehn Empfehlungen zum Einsparen von Öl veröffentlicht und sich damit an ihre Mitgliedsländer wie die Schweiz gewandt hat.

> «EINE TRANSFORMATION BIS 2050 IST IN ALLEN SEKTOREN MÖGLICH, DENN DIE TECHNISCHEN LÖSUNGEN STEHEN BEREIT – JETZT IST ES AN DER POLITIK, DIESE ENTSPRECHEND ZU FÖRDERN.»
>
> ANTHONY PATT

**Anthony Patt, Sie sehen den Klimawandel in erster Linie als Technologie-Problem. Was ist ihr Rezept, um die die Erwärmung einzudämmen?**

*Patt:* Gefragt sind politische Massnahmen, die mehrheitsfähig sind und darauf abzielen, komplett von den fossilen Energien wegzukommen. Im neuesten Klimabericht haben wir analysiert, mit welchen Regierungspolitiken man diesem Ziel näher kommt. Norwegen ist diesbezüglich ein gutes Beispiel: Das skandinavische Land hat die E-Mobilität finanziell stark gefördert und auch die dafür notwendige Infrastruktur wie etwa Ladestationen ausgebaut. Innerhalb von zehn Jahren konnte so der Anteil an Elektroautos von 0 auf 8 Prozent erhöht werden. Damit fallen auch die Emissionen aus dem Personenverkehr.

*Seidl:* Wir sollten als erstes alle möglichen Massnahmen ergreifen, um den Privatverkehr deutlich zu reduzieren, denn die Produktion und der Betrieb dieser Fahrzeuge ist energieintensiv. Immer noch beträgt global der Anteil fossiler Energie am Gesamtenergieverbrauch 80 Prozent (in der Schweiz 63 Prozent). Hinzu kommt die Materialintensität: Ein Tesla Model 3 wiegt zwei Tonnen, davon macht die Batterie schon eine halbe Tonne aus. Durchschnittlich werden damit 1,6 Personen, also ca. 130 Kilogramm, transportiert. Die derzeitige Autodichte mit Elektroautos zu ersetzen, dürfte materiell und energetisch nicht möglich sein.

*Patt:* Der grösste Teil der Energie wird für den Betrieb der Fahrzeuge benötigt. Aber klar, wir müssen auch sicherstellen, dass die Produktion schlussendlich klimaneutral sein wird. Dazu muss auch in der Industrie die Elektrifizierung weiter vorangetrieben werden. Der dafür notwendige klimaneutrale Strom sollte in Zukunft vorhanden sein: In Europa, den USA und in China beobachten wir momentan einen ziemlich rasanten Übergang zu einer klimaneutralen Stromversorgung. Zwischen 80 und 90 Prozent der neuen Investitionen fliessen in erneuerbare Energien – in China zwar ein Teil auch noch in Kernkraftwerke.

Die Analysen im neuesten Klimabericht zeigen: Eine Transformation bis 2050 ist in allen Sektoren möglich, denn die technischen Lösungen stehen bereit – jetzt ist es an der Politik, diese entsprechend zu fördern.

*Seidl:* Der IPCC setzt dabei auch auf Technologien, deren Einsatzfähigkeit in naher und mittlerer Zukunft nicht sicher ist: zum Beispiel auf synthetische Treibstoffe, um den Flug- und Schiffsverkehr klimaneutral zu machen. Auch Technologien für die Entnahme und Speicherung von $CO_2$ aus der Luft sind noch lange nicht bereit für einen grossflächigen Einsatz.

*Patt:* Was die synthetischen Treibstoffe angeht bin ich optimistisch: Wenn in diesem Bereich ähnliche politische Massnahmen wie bei der Wind- und Solarenergie ergriffen werden, so sollten die Treibstoffe in naher Zukunft einsatzbereit sein. Dies könnte dann wiederum Technologien zur $CO_2$-Entnahme überflüssig machen.

**Alles auf die Karte Technik zu setzen, scheint aber trotzdem riskant. Es führt wohl kein Weg daran vorbei, dass wir auch unser Verhalten ändern?**

*Seidl:* Verhaltensänderungen erlauben, technische Massnahmen auf solche zu beschränken, die vergleichsweise billig bzw. energieeffizient sind. Skalenerträge fallen nicht dauerhaft an und grundsätzlich steigen auch Kosten bzw. Aufwand für technischen Massnahmen.

Unser grosser Ressourcenverbrauch belastet nicht nur das Klima, sondern hat auch einen wichtigen Anteil am Biodiversitätsverlust. Diese Krisen zu begrenzen, geht nicht ohne einen ressourcenschonenderen Lebensstil. Andernfalls droht Energie- und Ressourcenarmut für sehr viel mehr Menschen als bisher. ■

KONTAKT
irmi.seidl@wsl.ch
anthony.patt@usys.ethz.ch



VERSION FRANÇAISE

ANPASSUNGSMASSNAHMEN

# NATUR HILFT BEI ANPASSUNG AN KLIMAWANDEL IN DEN BERGEN

**Gebirge bedecken fast einen Viertel der Landfläche unserer Erde. Hier wirkt sich der Klimawandel besonders stark aus, wie der neueste Klimabericht dokumentiert. Naturbasierte Lösungen können bei der Anpassung helfen, jedoch werden die Möglichkeiten mit zunehmender Erwärmung eingeschränkt.**

TEXT: VERUSKA MUCCIONE, UNIVERSITÄT ZÜRICH



Im zweiten Teil des Sechsten Sachstandsberichtes untersucht der Weltklimarat IPCC die Folgen des Klimawandels, die Verletzlichkeit von Mensch und Natur und die Möglichkeiten sich anzupassen. Der neueste Bericht enthält auch Kapitel, in denen bestimmte Landschaftstypen aus einer ganzheitlichen Perspektive betrachtet werden. Ein solches Kapital befasst sich mit Gebirgen.

Berge weisen eine hohe biologische und kulturelle Vielfalt auf, sie machen etwa 23,5 Prozent der globalen Landesfläche aus und sind die Heimat für über 1,2 Milliarden Menschen (basierend auf der Abgrenzung in Adler et al. 2022)[1]. Der Klimawandel wirkt sich hier sehr stark aus: Berge sind Hotspots von Veränderungen, die Ökosysteme sowie Menschen gleichermassen betreffen. Einige dieser Veränderungen, wie z. B. der Rückgang von Gletschern und Veränderungen bei der Artenverteilung, sind bereits im Gange und über lange Zeit unumkehrbar.

### NATURGEFAHREN NEHMEN BEI STEIGENDEN TEMPERATUREN ZU

Die Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden mit zunehmenden Temperaturen ansteigen, man denke hier beispielsweise an häufigere Überschwemmungen oder Erdrutsche. Dabei sind nicht alle Regionen der Welt gleich stark betroffen: Besonders stark in Mitleidenschaft gezogen werden könnten vor allem Gebirgsregionen in Entwicklungsländern, wo der Klimawandel gar die Existenzgrundlage vieler Menschen bedrohen könnte. Angesichts des kurzen Zeitfensters, das zur Verfügung steht, um weitere Verluste und Schäden zu vermeiden, ist handeln also dringend erforderlich.

Der aktuelle Klimabericht zeigt auf, dass in jeder Region und jedem Sektor ein gewisses Mass an Anpassung stattgefunden hat. In Bezug auf Gebirgsregionen konnte festgestellt werden, dass die Anpassung an den Klimawandel hauptsächlich durch Verhaltensänderungen stattfand. Gemeint damit sind Handlungen, bei denen Menschen ihre Häuser, ihr Leben oder ihren Lebensunterhalt anpassen, um sich vor drohenden Gefahren zu schützen. So könnte ein Bauer beispielsweise eine neue Kulturpflanze einsetzen, die widerstandsfähiger gegen Dürren oder höhere Temperaturen ist, damit er auch zukünftig sichere Erträge hat. Diese Art der individuellen Anpassung ist vor allem in Asien und Afrika zu beobachten – in Europa und Nordamerika hingegen weniger. In Europa wird mehr auf infrastrukturelle und technische Massnahmen wie beispielsweise Frühwarnsysteme oder den Bau von Flutmauern gesetzt.

VERUSKA MUCCIONE

Veruska Muccione forscht am Geographischen Institut der Universität Zürich zum Klimawandel mit Fokus auf Auswirkungen, Risiken und Anpassung in Berggebieten und urbanen Räumen. Beim Sechsten Sachstandsbericht des IPCC war sie Hauptautorin in der Arbeitsgruppe II für die Kapitel Europa sowie Berge.

Nebst technischen Massnahmen spielt auch die Natur selbst eine wichtige Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel, wie im aktuellsten Klimabericht aufgezeigt wird.[2] Im Fokus stehen sogenann-

Revitalisierungsprojekt in Bever im Engadin: Wo früher ein Kanal war, sprudelt heute ein lebendiger Fluss zwischen Kies- und Sandbänken durch Auenwälder. Diese naturbasierte Lösung dient als Schutz gegen Überschwemmungen und bietet zugleich zahlreichen Tier- und Pflanzenarten neuen Lebensraum. Foto: Fabian Scheeder

te «Nature based solutions (NbS)». Doch was versteht man unter NbS und kommen diese auch in der Schweiz zum Einsatz? Das IPCC-Glossar definiert sie als «Massnahmen zum Schutz, zur nachhaltigen Bewirtschaftung und zur Wiederherstellung natürlicher und veränderter Ökosysteme, mit denen gesellschaftliche Herausforderungen wirksam und anpassungsfähig angegangen werden können und die gleichzeitig dem menschlichen Wohlbefinden und der biologischen Vielfalt zugutekommen».[3] In der Schweiz kommen NbS schon lange zum Einsatz: Schutzwälder in den Alpen beispielsweise schützen vor Lawinen oder Steinschlag. Auch die Wiederherstellung von Pufferzonen und Überschwemmungsgebieten zur Absorption von Abflussspitzen und zum Schutz vor Überschwemmungen erfährt aufgrund der Synergien mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt und dem Klimaschutz zunehmende Aufmerksamkeit.

Die Ausweitung dieser Massnahmen birgt ein grosses Potenzial: NbS können Klimarisiken verringern, sie dienen dem Klimaschutz und erhöhen die Biodiversität – all dies führt zudem auch zu einem besseren Wohlbefinden der Menschen. In gewissen Fällen könnten NbS jedoch auch negative Auswirkungen haben: etwa wenn beispielsweise grossflächig nicht einheimische Monokulturen angebaut werden.

Doch auch die NbS selbst sind durch den Klimawandel bedroht: Wir wissen, dass bei einer Erwärmung von über 1,5 Grad Celsius die Wirksamkeit von NbS zur Verringerung von Risiken abnehmen wird. In der Tat kann in vielen Bergregionen eine Anpassungsgrenze, das heisst ein Zeitpunkt, ab dem eine Anpassungsmassnahme zur Risikominderung unwirksam wird, nicht ausgeschlossen werden.

### WISSENSCHAFT KANN BEI WAHL UND UMSETZUNG VON ANPASSUNGSMASSNAHMEN HELFEN

Ganz offensichtlich ist die Anpassung an den Klimawandel ein sehr komplexes Unterfangen. In welchem Umfang man anpassen muss, hängt massgeblich davon ab, wie stark in Zukunft die Temperaturen und somit auch die damit verbundenen Risiken steigen werden. Hier soll das akademische Konzept des «Lösungsraums» Hilfe bieten: Es kann sehr nützlich sein, um die Umsetzung von Anpassungsmassnahmen zu leiten und Entscheidungsfindungen anzuregen, die dynamischer und robuster sind gegenüber zukünftigen Veränderungen.

Der Lösungsraum definiert, was in Bezug auf die Anpassung funktioniert und was nicht, wer sich anpasst, wann eine Anpassungsmassnahme nicht mehr wirksam ist und welche Faktoren den Erfolg einer Anpassung beeinflussen.[4] Der Lösungsraum wird durch den Klimawandel selbst, aber auch durch externe Faktoren wie die sozioökonomische Entwicklung, kulturelle Einflüsse, verfügbare Informationen und bestehenden Pfadabhängigkeiten beeinflusst. Das Verständnis des Zusammenspiels der Kräfte, die den Lösungsraum formen, schafft Möglichkeiten für eine wirksame Anpassung. Vor allem aber zeigt das Konzept des Lösungsraumes auf, dass die Anpassung an den Klimawandel durch Governance, gesellschaftliche Entscheidungen, Regeln/Verordnungen, menschliche und wirtschaftliche Ressourcen geprägt ist.

In Gebirgsregionen zeichnet sich der Lösungsraum durch Anpassungsmassnahmen aus, die flexibel sind, mehrere Risiken gleichzeitig berücksichtigen und die Ansichten, Bedürfnisse und Werte aller betroffenen Akteure einbeziehen. Bei einer globalen Erwärmung von mehr als 1,5 Grad Celsius wird der Lösungsraum in den Bergen jedoch zunehmend eingeschränkt, da mehrere Anpassungsmassnahmen nicht mehr gut funktionieren. So könnte die Schutzfunktion von Wäldern bei wärmeren und trockeneren Bedingungen beeinträchtigt werden. Aber auch Infrastrukturen zum Schutz vor Naturgefahren könnten nicht mehr wirksam sein, wenn beispielsweise Hochwasserereignisse zunehmen werden. Generell gilt bei vielen Anpassungsmassnahmen, dass diese eine lange Vorlaufzeit benötigen: Ein neu gepflanzter klimaresilienter Schutzwald, mit Bäumen, die höheren Temperaturen standhalten, braucht viele Jahre Zeit, um zu wachsen.

Das Zeitfenster, in dem wir uns an den Klimawandel in den Bergen und überall sonst auf der Erde anpassen können, wird immer kleiner und kleiner. Es gilt deshalb, schnell zu handeln – sowohl bei Massnahmen im Bereich der Minderung als auch bei der Anpassung an den Klimawandel. ■

KONTAKT
veruska.muccione@geo.uzh.ch

REFERENZEN ZUM ARTIKEL
proclim.ch/id/qGkvV

VERSION FRANÇAISE

ERWÄRMUNGSNIVEAUS

# PARISER KLIMAABKOMMEN LENKT FOKUS AUF ERWÄRMUNGSNIVEAUS

**Der neue IPCC-Bericht fokussiert verstärkt auf Erwärmungsniveaus anstatt auf Emissionsszenarien. Damit lässt sich aufzeigen, wie viele Treibhausgase beispielsweise für das 1,5-Grad-Ziel noch emittiert werden dürfen und mit welchen Klimafolgen man dabei rechnen muss.**

TEXT: ERICH FISCHER, ETH ZÜRICH



Wie sieht eine Welt aus, die im globalen Durchschnitt 1,5, 2 oder 4 Grad Celsius wärmer ist als vor der Industrialisierung? Wie gross sind die gesamten Treibhausgasemissionen, die noch ausgestossen werden dürfen, damit die globale Erwärmung auf einen gewissen Wert beschränkt werden kann? Mit welchen Klimafolgen muss bei der entsprechenden globalen Erwärmung gerechnet werden? Solche Fragen stellen sich unter anderem im Zusammenhang mit dem Pariser Klimaabkommen. Antworten dazu können mit Klimamodellen berechnet werden.

Foto: Duy Tung

## ERICH FISCHER

Erich Fischer ist Senior Scientist und Dozent an der ETH Zürich, wo er unter anderem zu Klima- und Wetterextremen forscht. Beim Sechsten Sachstandsbericht des IPCC war Fischer leitender Autor in der Arbeitsgruppe I beim Kapitel «Future Global Climate: Scenario-based Projections and Near-term Information».

### FOKUSSIERUNG AUF ERWÄRMUNGSNIVEAUS HAT VORTEILE

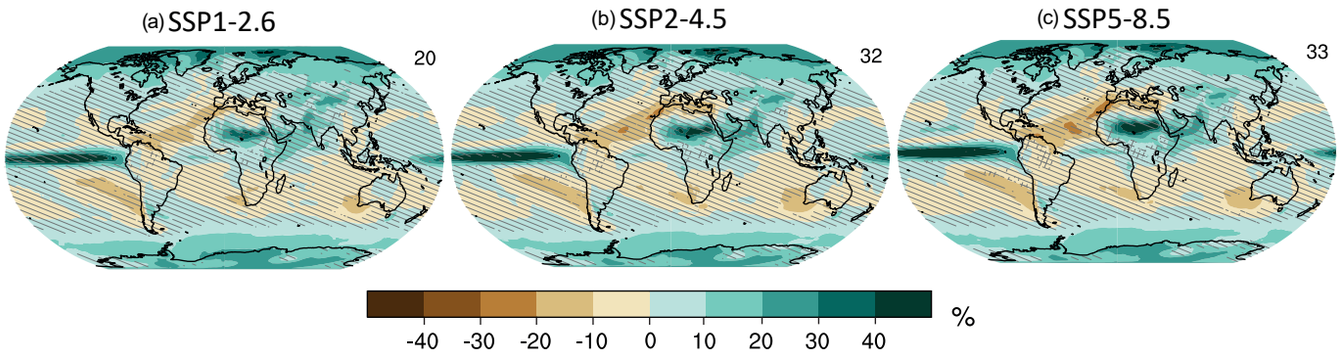
Ein Kernelement aller IPCC-Berichte sind Klimaprojektionen für verschiedene Emissionsszenarien, das heisst die Simulation der Klimaentwicklung anhand von Klimamodellen für unterschiedliche zeitliche Entwicklungen der Emissionen. Im neusten IPCC-Bericht der Arbeitsgruppe I («Naturwissenschaftliche Grundlagen»)[1] wird nun zusätzlich der Klimawandel für verschiedene globale Erwärmungsniveaus dargestellt, wie zum Beispiel für eine Welt, die 1,5, 2 oder 4 Grad Celsius wärmer ist als vor der Industrialisierung. Damit lassen sich die obenstehenden Fragen im Rahmen gewisser Unsicherheiten beantworten. Der Fokus auf den Klimawandel in einer 1,5 oder 2 Grad Celsius wärmeren Welt folgt direkt aus der Diskussion um das Pariser Klimaabkommen.[2] Mit Modellierungen zu verschiedenen Erwärmungsniveaus kann auch gezeigt werden, wie sich zusätzliche Erwärmung auswirkt.

Der Fokus auf globale Erwärmungsniveaus hat den Vorteil, dass damit gewisse Unsicherheiten bezüglich der Wirkung der Treibhausgase auf das Klima (Klimasensitivität) und ob und wann genau ein Erwärmungsniveau erreicht wird, ausgeblendet werden können. So lässt sich die Fülle von Information bündeln und statt den Klimawandel in zahlreichen Karten für je zwei bis drei Zeithorizonte und vier bis fünf Emissionsszenarien zu illustrieren, lässt er sich mit Angaben zu lediglich drei bis vier globalen Erwärmungsniveaus zusammenfassen.

### UNABHÄNGIG VOM EMISSIONSSZENARIO

Diese Betrachtungsweise ist allerdings nur sinnvoll, wenn die Auswirkungen des Klimawandels und insbesondere dessen regionale Ausprägung bei einem gewissen Erwärmungsniveau mehr oder weniger unabhängig vom Emissionsszenario sind. Das heisst, die Änderungen im Klimasystem müssen vergleichbar sein, egal ob beispielsweise 2 Grad Celsius globale Erwärmung in naher Zukunft in einem sehr hohen Emissionsszenario oder erst nach Mitte Jahrhundert in einem mittleren Emissionsszenario erreicht werden. Doch ist das tatsächlich der Fall?

Beides kann anhand von Modellexperimenten überprüft werden. Für überraschend viele Klimavariablen ist das tatsächlich mehr oder weniger der Fall – mindestens in den fünf illustrativen Sze-




Mittel der Veränderungen der Jahresniederschläge über alle Modelle, die in den unterschiedlichen Emissionsszenarien a, b und c ein globales Erwärmungsniveau von 2 Grad Celsius gegenüber 1850 bis 1900 erreichen. Die mittleren regionalen Niederschlagsänderungen bei einer Erwärmung von 2 Grad Celsius unterscheiden sich zwischen den Szenarien deutlich weniger als zwischen den einzelnen Modellen oder sogar durch Zufall, das heisst durch natürliche Schwankungen im Klimasystem. Deshalb werden auch Karten der Niederschlagsänderungen im Sechsten Sachstandsbericht für verschiedene Erwärmungslevels dargestellt. Quelle: IPCC 2021/WGI/Box11.1 Fig.2a-c

narien, die von der Arbeitsgruppe I speziell untersucht wurden. So stimmen zum Beispiel das mittlere geographische Erwärmungsmuster, die Änderung der Intensität von Hitze- und Kälteextremen und sogar von Niederschlagsextremen im Modelmittel gut überein. Dies gilt unabhängig davon, ob eine Erwärmung von 2 Grad Celsius in einem sehr hohen Emissionsszenario rasch oder in einem mittleren Szenario erst deutlich nach Jahrhunderthälfte erreicht wird.[3,4,5,6,7] Der Einfluss der Aerosolkonzentration oder Landnutzungsänderungen können zwar regional die Erwärmung abschwächen oder verstärken, das räumliche Muster bleibt jedoch ähnlich, ebenso wie unterschiedliche Beiträge der einzelnen Treibhausgase zur Erwärmung. Sogar das Schmelzen des arktischen Meereises, das Auftauen von Permafrost oder der Rückgang der Schneebedeckung ist für ein bestimmtes Erwärmungsniveau für alle Emissionsszenarien und zeitlichen Entwicklungen ähnlich.

Gewisse Grössen im Klimasystem sind jedoch abhängig vom Emissionsszenario. Der globale Niederschlag zum Beispiel nimmt unterschiedlich zu, je nachdem, ob die Erwärmung durch zunehmende $CO_2$-Konzentration oder durch sinkende Aerosolkonzentrationen verursacht wird. Diese Erkenntnis ist auch wichtig für die Beurteilung von Geoengineering-Massnahmen: Sie zeigt, dass sich die Wirkung der durch Treibhausgase verursachten Erwärmung auf den Wasserkreislauf nicht einfach durch künstliches Ausbringen von Aerosolen kompensieren lässt, wie das teilweise vorgeschlagen worden ist.

Allerdings unterscheiden sich die mittleren regionalen Niederschlagsänderungen bei einer Erwärmung von 1,5 und 2 Grad Celsius zwischen den Szenarien deutlich weniger als zwischen den einzelnen Modellen[3] oder sogar durch Zufall, das heisst durch zufällige Schwankungen im Klimasystem (siehe Grafik). Deshalb werden auch Karten der Niederschlagsänderungen im Sechsten Sachstandsbericht für verschiedene Erwärmungslevels dargestellt.

**VERZÖGERTE ÄNDERUNGEN IM KLIMASYSTEM**

Langfristige, stark verzögerte Änderungen im Klimasystem lassen sich jedoch nicht sinnvoll für bestimmte Erwärmungsniveaus zusammenfassen. Zum Beispiel das Abschmelzen von Gletschern, aber auch von Eisschildern, reagiert verzögert auf die Erwärmung und nimmt auch bei einer Stabilisierung der globalen Erwärmung rasch weiter zu. Unter anderem steigt deshalb auch der Meeresspiegel nach einer Stabilisierung der Erwärmung weiter an. Schliesslich ändern sich Teile des Kohlenstoffkreislaufs wie beispielsweise die Kohlenstoffaufnahme der Vegetation oder der Ozeane weniger infolge der Erwärmung, sondern vor allem in Abhängigkeit der $CO_2$-Emissionen und damit vom Emissionsszenario. Deshalb werden im Sechsten Sachstandsbericht die Projektionen für diese Grössen weiterhin für verschiedene Zeitfenster in Abhängigkeit der Emissionsszenarien dargestellt.

Weiter ist noch zu beachten, dass die regionalen Muster der Klimafolgen bei einer Erwärmung von 1,5, 2 oder 4 Grad Celsius typischerweise für das erste Erreichen dieses Wertes dargestellt sind und nicht für einen neuen Gleichgewichtszustand. Falls die Erwärmung auf dem entsprechenden Wert stabilisiert werden kann und sich ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt, können sich auch Temperaturmuster und andere Variablen über Jahrzehnte und Jahrhunderte noch etwas anpassen.[8] So wird zum Beispiel erwartet, dass der Unterschied zwischen der Erwärmung über Land und den Ozeanen mit der Zeit etwas abnimmt, aber nicht ganz verschwindet. ■

KONTAKT
erich.fischer@env.ethz.ch

REFERENZEN ZUM ARTIKEL
proclim.ch/id/u5tFR



VERSION FRANÇAISE

ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

# UNTERSCHIEDLICHE INTERESSEN – GEMEINSAMES ZIEL

**Die Anpassung an den Klimawandel lässt sich am besten umsetzen, wenn wir alle am selben Strang ziehen. So organisierte ProClim gemeinsam mit dem td-net im Rahmen des Pilotprogramms «Anpassung an den Klimawandel» des BAFU eine dritte «Site Visit» in Wohlen AG.**

TEXT: GABRIELE MÜLLER-FERCH, PROCLIM



Das Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel» befindet sich im Endspurt seiner zweiten Phase mit sechs Themenclustern und insgesamt 50 Projekten, die in allen Regionen der Schweiz durchgeführt werden. An den «Site Visits», die von ProClim mit dem Netzwerk für Transdisziplinarität (td-net) organisiert werden, wird jeweils ein Querschnittsthema über alle Cluster hinweg aufgegriffen und mit Inputreferaten aus Forschung, Praxis und den vorgezeigten Projekten der Austausch zwischen den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren gestärkt.

### SPANNUNGSFELD AGGLOMERATION

Nach Luzern und Genf war die dritte «Site Visit» im Mai 2022 in Wohlen AG die erste, die auf dem Land stattfand. Um den spezifischen Kontext direkt erfahrbar zu machen, trafen sich die Teilnehmenden auf dem Sonnhaldenhof. Dies ist ein Landwirtschaftsbetrieb in der dritten Generation, der sich nicht nur wirtschaftlich an die heutige Zeit anpassen muss, sondern direkt die Klimaänderungen spürt. Diese beeinflussen das «Was» und das «Wie» der Produktion.

Ausgangspunkt war das Pilotprojekt «Anpassung als Chance für die Landwirtschaft». Doch das Tagungsthema ging über die Landwirtschaft hinaus: So waren auch die Pilotprojekte «Hitze-angepasste Siedlungsentwicklung Aargau» und «Klimaoasen in Gemeinden» an der Gestaltung des Programms beteiligt. Die drei Projekte zeigen das Spannungsfeld der Landnutzung in der Agglomeration gut auf. Denn hier treffen die Landwirtschaft, Siedlungsgebiete, Schutz- und Wohnzonen sowie Naherholungsgebiete auf engstem Raum und mit den unterschiedlichsten Interessen aufeinander. Da ist es besonders wichtig, den Wissenstransfer zu intensivieren und voneinander zu lernen.

Und so stand auch die Frage: «Wie gehen wir am besten mit unterschiedlichen Interessen, Konflikten und Unsicherheiten um?» im Zentrum der Tagung. Anhand von Beispielen wurde analysiert und diskutiert, wie professionell im Spannungsfeld unterschiedlicher und häufig gegensätzlicher Ziele gearbeitet werden kann, welche Herausforderungen sich dabei ergeben und wie durch ein integrales Planen und Abwägen von Interessen ein Mehrwert für alle Beteiligten entsteht. Erfolgreiche Projekte und Arbeitsansätze können so bekannt gemacht und allenfalls an anderen Orten übernommen werden. Genauso wichtig ist es aber auch, eine Fehlerkultur zu ermöglichen, in der man mit Offenheit und Transparenz miteinander auch über Schwierigkeiten diskutieren kann.

### AKTUELLE ENTWICKLUNG IN FACHKREISEN

Nach der Eröffnung der Veranstaltung gaben eine Reihe von Expertinnen und Experten Einblick in ihre Arbeiten. Michael Stauffacher von der ETH Zürich stellte den Forschungsansatz der Reallabore vor. Dies sind Orte, wo Verwaltung, Politik, Bevölkerung und Forschung gemeinsam an konkreten, gesellschaftsrelevanten Themen wie dem Weg zur Nachhaltigkeit arbeiten. Sie setzen dort an, wo Transformationen stattfinden sollen – und zwar bei den Menschen. Dieser Ansatz kann gut auch auf Anpassungsprojekte übertragen werden.

Matthias Müller, Leiter Abteilung Landwirtschaft Aargau, erläuterte, wo die Herausforderungen bei der Klimaanpassung auf kantonaler Ebene liegen. Er wünschte sich eine bessere Koordination auf übergeordneter Ebene, um fachübergreifende Themen wie Wasser, Biodiversität, Klima oder Raumplanung aufeinander abzustimmen. Norbert Kräuchi, Leiter Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau, erklärte, wie beim Thema Wasser mit einer ganzheitlichen und transparenten Herangehensweise verschiedene Bedürfnisse miteinbezogen und gegeneinander abgewogen werden können. Der Kanton Aargau beginnt im 2022 mit der Erarbeitung einer ganzheitlichen Wasserstrategie mit dem Ziel, diese bis 2025 politisch und gesellschaftlich verankert zu haben.

Während den interaktiven Workshops gab es viel Raum für den Erfahrungsaustausch zum Umgang mit unterschiedlichen Interessen und Unsicherheiten. Foto: Jörg Schmill, Sinnform

Silvio Moser (Projektleiter Sektion Wasserbau, Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau) erklärte auf dem Rundgang durch Wohlen das Rückhaltebecken für den Hochwasserschutz entlang der Bünz. Foto: Jörg Schmill, Sinnform

Dörte Aller (SIA, Planat und Aller Risk Management) und Jan Kleinn (WSL-SLF und Kleinn Risk Management) stellten in ihrem Kurs «Reiseleiterinnen und Reiseleiter zum akzeptierten Risiko» vor, wie man lernt, mit Unsicherheiten umzugehen. Sie betonten, dass Risiken ein Teil des Alltags sind und nicht ignoriert werden dürfen. Entsprechend liegt der Fokus ihres Kurses nicht darauf, was nicht passieren darf, sondern gerade darauf, was denn passieren darf. Diese Umkehrung der üblichen Fragestellung ermöglicht eine neue Sichtweise.

> «DIE RESSOURCE WASSER GERECHT VERTEILEN ZU WOLLEN, ERFORDERT EINE GANZHEITLICHE WASSERSTRATEGIE.»
>
> NORBERT KRÄUCHI, LEITER ABTEILUNG LANDSCHAFT UND GEWÄSSER, KANTON AARGAU

**INTERESSEN VEREINEN BRAUCHT ZEIT UND GEDULD**

Nach den inspirierenden Inputs diskutierten die Teilnehmenden in drei parallelen Workshops ihre Erfahrungen im Umgang mit unterschiedlichen Interessen und Unsicherheiten. Allgegenwärtig war das Wort Herausforderung, sei es im Finden einer gemeinsamen Basis, dem Umgang mit einer Vielzahl von Vorgaben und Interessen, der Interaktion zwischen Wissenschaft und Praxis oder ganz allgemein bei der Zusammenarbeit mit vielen verschiedenen Akteurinnen und Akteuren. Dabei gilt es genug Zeit mitzubringen, nicht sofort eine Lösung zu suchen, sondern im iterativen Prozess einander verstehen zu wollen. Transparenz, Partizipation und eine offene Kommunikation unterstützen die Lösungssuche. Das übergeordnete, gemeinsame Ziel sollte dabei immer im Auge behalten werden.

Am Nachmittag stand eine Begehung in der Gemeinde Wohlen auf dem Programm unter dem Motto «Klimaanpassung live». Vor Ort demonstrierten Fachpersonen an konkreten Projekten, wie man mit gezielten Bewässerungsmethoden, Hochwasserrückhaltebecken, Baumpflanzungen, neuartigen Klimakarten oder Renaturierungen im Siedlungsgebiet dem Klimawandel auf Gemeindeebene erfolgreich begegnen kann. Wohlen geht als Vorbildgemeinde voran.

Bettina Walch von Plan Biodivers fasste zum Schluss der Tagung die wichtigsten Erkenntnisse zusammen. Dabei wurde eines klar: Ein geduldiger und offener Austausch mit einer Prise Mut zur Konfrontation fördert den Umgang mit unterschiedlichen Interessen. Im Prozess braucht es oft Durchhaltewillen – doch geht man hindurch, findet man meist tragbare Lösungen für alle Beteiligten. So können auch schwierige Projekte erfolgreich abgeschlossen werden. Das Feedback auf das vielfältige Programm des Anlasses war sehr positiv. Dies motiviert auch die Verantwortlichen: Weitere «Site Visits» zu anderen Aspekten der Anpassung an den Klimawandel sind geplant. ■

WEITERE INFORMATIONEN
proclim.ch/id/5new4

KONTAKT
gabriele.mueller@scnat.ch

# NEWS

Kongress zu Klimakommunikation
14.–15.09.2022
in Zürich

## JETZT ANMELDEN: K3 KONGRESS ZU KLIMAKOMMUNIKATION IM SEPTEMBER IN ZÜRICH

Wer Klimaschutz will, muss über Klimathemen sprechen – und betreibt damit Klimakommunikation. Vom 14. bis 15. September 2022 findet der K3 Kongress 2022 unter dem Leitmotiv «Unser Klima, unsere Zukunft. Klimakommunikation in Krisenzeiten» statt. Der Kongress verfolgt folgende Ziele:

- Der K3 möchte mit der Frage nach wirksamer Klimakommunikation Menschen zum Handeln bewegen.
- Der K3 gibt einen Überblick über den internationalen Stand der Forschung zur Klimakommunikation und macht neue Erkenntnisse aus der Forschung nutzbar.
- Der K3 vernetzt wichtige Akteurinnen und Akteure aus den Bereichen Politik, Verwaltung und Wirtschaft, Interessensvertretungen, NGOs sowie Medien und PR.

Der K3 ist mit über 400 erwarteten Teilnehmenden die europaweit grösste Veranstaltung zum Thema Klimakommunikation. Nach den ersten zwei gelungenen Durchführungen in Salzburg (AT) und Karlsruhe (DE) darf sich nun Zürich als innovative Gastgeberin beweisen.

ANMELDUNG
k3-klimakongress.org/anmeldung

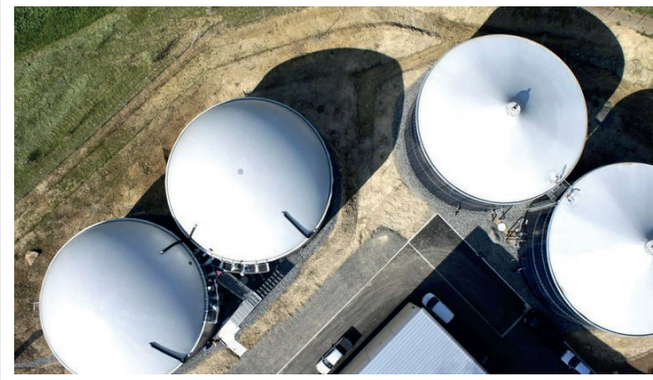
KONTAKT
severin.marty@scnat.ch

## SAVE THE DATE: 5. NCCS FORUM UND 13. SYMPOSIUM ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

Das 5. NCCS Forum wird am Vormittag des 16. Novembers 2022 im Kongresshaus in Biel stattfinden. Das 13. Symposium Anpassung an den Klimwandel findet anschliessend am gleichen Ort am Nachmittag statt. Weitere Informationen werden folgen.

MEHR INFORMATIONEN
proclim.ch/id/xr5Pr

KONTAKT
michiko.hama@meteoswiss.ch (NCCS Forum)
christoph.kull@scnat.ch (Anpassungssymposium)



## KLIMAWIRKUNG UND $CO_2$-ÄQUIVALENT-EMISSIONEN VON KURZLEBIGEN SUBSTANZEN

**BERICHT VON PROCLIM**

Klimawissenschaftlerinnen und -wissenschaftler haben eine Berechnungsmethode für $CO_2$-Äquivalente entwickelt, die den Zeitverlauf der Klimawirkung von Methan oder anderen kurzlebigen Substanzen realistischer erfasst als die aktuell in den internationalen Klimaabkommen verwendete Umrechnung. Dieser Bericht stellt die neue Metrik vor und zeigt auf, für welche Fragestellungen die Klimawirkung von Methan neu beurteilt werden sollte.

MEHR INFORMATIONEN
proclim.ch/id/6VLbD

## DER «22ND SWISS GLOBAL CHANGE DAY» IM ZEICHEN VON IPCC

Im April 2022 fand der «22nd Swiss Global Change Day» statt. An dieser Veranstaltung mit Ehrengast Simonetta Sommaruga diskutierten beteiligte Schweizer Forschende die Erkenntnisse aus dem Sechsten Sachstandsbericht des IPCC. Vier Nachwuchsforscherinnen wurden zudem für ihre Poster mit einem Preis im Wert von 1000 Franken ausgezeichnet.

Die Präsentationen der Referierenden, die Poster der Gewinnerinnen und ein Statement von Simonetta Sommaruga sind auf unserer Webseite zu finden.

MEHR INFORMATIONEN
proclim.ch/id/P4P5g

## Welche Folgen hat der Klimawandel für den Wald? Und wie misst man die Sonnenaktivität?

Antworten dazu finden Sie auf den folgenden Seiten. Diese Beiträge werden von den jeweiligen Organisationen verfasst und finanziert.

Foto: Veuska Maccione

CENTER FOR CLIMATE SYSTEMS MODELING C2SM

# HIGHLIGHTS FROM C2SM

## Climate change heightens risks for humans and nature.

Researchers at C2SM investigate the impacts of climate change on human displacement due to river floods and how tree growth in Switzerland is increasingly limited by rising evaporative demand.

### PAPER: GLOBAL WARMING AND POPULATION CHANGE BOTH INCREASE FUTURE RISK OF HUMAN DISPLACEMENT DUE TO RIVER FLOODS

Every year, millions of people around the world are displaced from their homes due to climate-related disasters. Among all types of disaster, floods account for about half of all disaster displacements. In this paper, we use scenario-based projections to estimate the changing trend of river flood displacements, both globally and at the regional level, capturing the long-term dynamics of climate change and socio-economic development. We found that the risk of population displacement due to river floods rises by ~50 percent for every degree of global warming. If population growth is considered as well, the global displacement risk is significantly higher. Under a scenario with 2-2.5 degrees Celsius warming, the risk is projected to increase by ~350 percent by the end of the century. However, in the scenario that is aligned with the Paris Agreement (RCP2.6-SSP1), the risk is still rises by ~110 percent.

REFERENCE

Kam et al. (2021) **Global warming and population change both heighten future risk of human displacement due to river floods.** Environ. Res. Lett. 16 044026. doi: 10.1088/1748-9326/abd26c

Water flood at Sakon Nakhon, Thailand: Floods account for more than half of the population displacements every year among all disaster types.
Source: kitsadakron/123RF.COM

### TREE GROWTH IN SWITZERLAND IS INCREASINGLY CONSTRAINED BY RISING EVAPORATIVE DEMAND

Trees dynamically respond to environmental constraints throughout the growing season and across landscapes. We used a process-based forest ecosystem to assess the impacts of short-term climate variability and medium-term climate change. We focused on impacts of vapour pressure deficit (VPD), a measure for atmospheric dryness, air temperature and soil water availability, on tree growth of seven Central European species. We show that the relative importance of VPD on tree growth has increased in the last three decades. Our results can help to generate accurate species-specific risk maps for forest managers to identify areas with elevated drought and heat stress in the near future.

REFERENCE

Trotsiuk V, Babst F, Grossiord C, Gessler A, Forrester DI, Buchmann N, Schaub M, Eugster W (2021) **Tree growth in Switzerland is increasingly constrained by rising evaporative demand.** J Ecology. doi.org/10.1111/1365-2745.13712

MORE INFORMATION
c2sm.ethz.ch

CONTACT
info@c2sm.ethz.ch

### ABOUT C2SM

C2SM aims to improve the understanding of the climate system and strengthen the predictive skill of climate and weather models. It is a joint initiative of ETHZ, MeteoSwiss, Empa and WSL.



C2SM Center for Climate Systems Modeling
ETH zürich
Empa Materials Science and Technology
WSL
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Departement des Innern EDI
**Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz**

PILOTPROGRAMM «ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL»

# LEBEN MIT DER HITZE

**Hitzewellen treten zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit häufiger auf. Diese drei Pilotprojekte zeigen, wie man den zunehmenden Temperaturen mit ganz unterschiedlichen Ansätzen begegnen kann.**

### HITZE ALS GESUNDHEITSRISIKO

Das Pilotprojekt A.06 «Hitze und Gesundheit» untersuchte, welche Faktoren das hitzebedingte Gesundheitsrisiko der Bevölkerung erhöhen. Die Analyse zeigte, dass das Alter sowie ein niedriger sozio-ökonomischer Status einen massgeblichen Einfluss auf die hitzebedingte Sterblichkeit der Menschen hat. Entscheidende Faktoren sind aber auch Innenraumtemperaturen über 24 Grad Celsius, Gebäudecharakteristiken sowie die Höhe der Tagesmitteltemperatur an der Aussenluft. Diese Erkenntnisse lieferten bereits die Grundlage zur Einführung eines neuen Hitzewarnsystems von MeteoSchweiz und fliessen ein in die Anpassung bestehender Schutzmassnahmen.

### SCHULEN TROTZEN DER HITZE

Auch der Schulbetrieb ist von Auswirkungen sommerlicher Hitzeperioden betroffen. In Klassenzimmern, die der Sonne ausgesetzt sind, kann das Thermometer leicht über 26 Grad Celsius steigen. Diese hohen Temperaturen beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und können Müdigkeit sowie Unwohlsein verursachen. Zu diesen Ergebnissen kam die Untersuchung des Pilotprojekts A.09 «Schulen trotzen der Hitze». Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse führten die Projektverantwortlichen eine Sensibilisierungskampagne durch. Die darin präsentierten Handlungsempfehlungen für Erziehungsbehörden, Schulabwarte und Schulabwartinnen, Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler wurden sehr gut aufgenommen.

### BAUSTOFFE FÜR KÜHLERE STÄDTE

In Städten verursachen versiegelte Flächen den Wärmeinseleffekt. Denn bisher verwendeten Fachleute in der Siedlungs- und Bauplanung herkömmliche Materialien wie Asphalt, Beton und dunkle Steine, die in der Sonne erhitzen. Mit geeigneten Baumaterialien allerdings lässt sich der Wärmeinseleffekt vermindern. Das Pilotprojekt A. 01 «Baumaterialien für Städte im Klimawandel» bewertete Baustoffe und Materialkombinationen, die zur Reduktion der Hitzebelastung in Städten beitragen. Auf dieser Basis wählten die Fachleute insgesamt 45 unterschiedliche Materialien aus, die sie Städteplanenden sowie Architektinnen und Architekten als Baustoffe in einem Online-Katalog empfehlen. ■

Der Stadtplatz in Schlieren verfügt über ein schattenspendendes Dach sowie ein kühlendes Wasserspiel. Foto: Thomas Stoiber

MEHR INFORMATIONEN
nccs.admin.ch/pilotprogramm

KONTAKT
guirec.gicquel@bafu.admin.ch

### INFORMATION EN FRANÇAIS

Vous trouverez une description détaillée de tous les projets mentionnés ici sur notre site :
nccs.admin.ch > Mesures > Programme pilote > Actualités

### INFORMAZIONI IN ITALIANO

Sul nostro sito web si trova una descrizione di tutti i progetti:
www.nccs.admin.ch > Provvedimenti> Programma pilota > News

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

OESCHGER-ZENTRUM FÜR KLIMAFORSCHUNG

# SPITZENFORSCHUNG MADE IN BERN

**Das OCCR löst seinen Anspruch, Forschung auf höchstem Niveau zu betreiben, ein. Das zeigt sich nicht zuletzt daran, wie erfolgreich seine Mitglieder bei der Vergabe von Förderstipendien sind.**

TEXT: KASPAR MEULI, OESCHGER-ZENTRUM FÜR KLIMAFORSCHUNG, UNIVERSITÄT BERN

Bei den jüngsten Ausschreibungen der ERC Grants war das OCCR ausserordentlich erfolgreich. Diese Förderstipendien der Europäischen Forschungskommission sind in den vergangenen Monaten auch einer breiteren Öffentlichkeit zum Begriff geworden. Hintergrund war der Ausschluss der Schweizer Forschenden aus dem Forschungsprogramm «Horizon 2020». Die Grants sind nicht nur der finanziellen Unterstützung wegen sehr begehrt, sondern auch des Prestiges. In den Medien war in diesem Zusammenhang viel von der «Champions League der europäischen Forschung» die Rede.

Drei von den vier ERC Starting Grants 2021, die an Forschende der Universität Bern vergeben wurden, gingen an OCCR-Mitglieder. Die Historikerin Heli Huhtamaa wurde für ihr Projekt «Klimatische Auswirkungen und menschliche Folgen vergangener Vulkanausbrüche» gefördert; die Meeresforscherin Charlotte Laufkötter für das Projekt «Mechanistische Modellsimulationen der marinen biologischen Kohlenstoffpumpe». Und der Ökologe Madhav Thakur erhielt einen Starting Grant für «Nahrungsnetze und Veränderung der Biodiversität in einer extremen Welt». Die Geförderten erhalten je 1,5 Millionen Euro.

Einen ERC Consolidator Grant hat zudem OCCR-Mitglied Mattias Erb für sein Projekt «CANWAS - Volatile Information Transfer Across Multiple Plants» erhalten. Er erforscht eine neue Methode, um die natürlichen pflanzlichen Abwehrkräfte gezielt durch Duftstoffe zu aktivieren. Mit einem Consolidator Grant erhalten herausragende Forschende Unterstützung in der Höhe von rund zwei Millionen Euro, um ein eigenes Forschungsteam aufzubauen oder weiterzuführen.

Und wie reagierten die ausgezeichneten Forschenden auf die Aufforderung der Europäischen Union, Bern den Rücken zu kehren? Zur Erinnerung: Die Europäische Forschungskommission hatte den in der Schweiz ansässigen Preisträgerinnen und Preisträgern mitgeteilt, sie erhielten ihre Grants nur unter Voraussetzung, dass sie an eine Institution in der EU wechseln. Die vier ausgezeichneten OCCR-Forschenden haben sich klar fürs Bleiben entschieden und nehmen die finanziellen Mittel in Anspruch, die das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) zur Verfügung stellt, um die mit einem ERC Grant Ausgezeichneten in der Schweiz zu halten.

Tatsächlich sind die OCCR-Forschenden im Ausland gefragt. Madhav Thakur etwa erhielt Angebote von schwedischen Universitäten, aber auch aus Italien und Spanien. Für ihn sei aber von Anfang an klar gewesen, dass er an der Universität Bern bleiben wolle, sagte er gegenüber der «Berner Zeitung»: «Der Gedanke, an eine andere Universität zu wechseln, kam für mich nie in Frage.» In Bern habe er grossartige Kollegen und ein gutes Umfeld für seine Forschung.

Auch bei den Förderbeiträgen des Schweizerischen Nationalfonds sind OCCR-Forschende immer wieder erfolgreich. 2021 erhielten sie Eccellenza-, PRIMA- und Ambizione-Mittel zur Förderung von Nachwuchsforschenden zugesprochen. ■

Mit einem ERC Grant ausgezeichnete OCCR-Forschende (Von links nach rechts: Madhav Thakur, Charlotte Laufkötter, Mattias Erb und Heli Huhtamaa). Bilder: zvg

Angeregte Diskussionen an einem Workshop des Young Researcher Meetings in Aeschi. Bild: zvg

**NEUE VIZEPRÄSIDENTIN**

Der wissenschaftliche Ausschuss hat Karin Ingold zur neuen Vizepräsidentin des Oeschger-Zentrums gewählt. Sie ist Professorin für Politikwissenschaft an der Universität Bern und leitet die OCCR-Gruppe «Politikanalyse mit Schwerpunkt Umwelt». In ihrer Forschung befasst sie sich vor allem mit Politikanalyse, Politikprozesstheorie, Instrumentendesign, Umweltpolitik und der Anwendung der Sozialen Netzwerkanalyse. Zu ihrer neuen Aufgabe sagt sie: «Das OCCR ist ein einzigartiges Zentrum, das eine Vielzahl von Disziplinen fördert, Spitzenforschung betreibt und relevante Ergebnisse für Wissenschaft und Gesellschaft liefert. Eine wichtige Aufgabe für mich ist es, die Sichtbarkeit des Zentrums auch für die Sozialwissenschaften zu erhöhen.» Übrigens: Vor kurzem wurde Karin Ingold auch zur Präsidentin von ProClim gewählt.

**NR. 1 IN DEN MEDIEN**

OCCR-Mitglied Ana Vicedo-Cabrera war die Erstautorin der Klimastudie, die 2021 am häufigsten in den Medien erwähnt wurde. Das meldet «Carbon Brief», eine britische Website, die über die neuesten Entwicklungen in den Bereichen Klimawissenschaft, Klimapolitik und Energiepolitik berichtet. Die Studie über hitzebedingte, auf den Klimawandel zurückzuführende Sterblichkeit wurde in 865 Online-Artikeln von 617 Medien aufgegriffen. Zudem wurde die Studie in 69 Blogbeiträgen und 1286 Tweets erwähnt.

**HITZE IN DER STADT**

Gemeinsam mit der Stadt Bern und «Energie Wasser Bern» hat das OCCR am 23. Mai 2022 einen Netzwerkanlass zum Thema Hitze in der Stadt organisiert. Der Anlass richtete sich an Mitarbeitende von Stadtverwaltungen aus dem Kanton Bern sowie an Politikerinnen und Politiker. Die gut besuchte Veranstaltung trug den Titel «Bern reagiert auf den Klimawandel: Forschung und Praxis». Unter anderem wurde am Treffen das Forschungsprojekt «Urban Climate Bern» vorgestellt, in dem am OCCR in mehrjährigen Messkampagnen Daten zur Hitzebelastungen in allen Quartieren erhoben werden. Sie sollen als Grundlage für Anpassungsmassnahmen dienen.

**YOUNG RESEARCHERS MEETING 2022**

Das OCCR fördert den wissenschaftlichen Nachwuchs – zum Beispiel mit dem Young Researchers Meeting, einem zweitägigen Workshop für Doktorierende und PostDocs. Das Treffen findet alljährlich statt und steht allen in der Schweiz forschenden jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern offen. Dieses Jahr fand der Workshop am 16. und 17. Juni in Aeschi bei Spiez statt. Thema war die Karriereplanung – ganz gleich ob in der akademischen Welt, in der Wirtschaft oder in der Verwaltung. Das Young Researchers Meeting wurde damit auch 2022 seinem Anspruch gerecht, Wissen und Fähigkeiten zu vermitteln, die in einer akademischen Ausbildung gewöhnlich zu kurz kommen. ■

AKTIVITÄTEN UND PUBLIKATIONEN
oeschger.unibe.ch

KONTAKT
kaspar.meuli@oeschger.unibe.ch

UNIVERSITÄT BERN
OESCHGER CENTRE
CLIMATE CHANGE RESEARCH

GAW-SCHWEIZ

# ICE-CLOUD FORMING AEROSOLS IN THE SWISS ALPS

**ETH Zurich measures ice cloud formation due to Saharan dust, frequently transported to Switzerland. By injecting aerosols into a cloud chamber installed at the Sphinx laboratory, Jungfraujoch, the impact on cloud formation and climate is studied.**

TEXT: ZAMIN A. KANJI, ETH ZURICH



Since 2009, the Swiss Global Atmospheric Watch (GAW) Programme GAW-CH, run by MeteoSwiss, has been funding observations of aerosol impacts on climate at the Jungfraujoch in the Swiss Alps. ETH Zurich performs measurements of the influence of aerosol on ice cloud formation, particularly because the impact from aerosol – cloud – interactions on future climate remains highly uncertain[1]. To predict when ice crystals form in clouds is crucial for the lifetime of clouds, its potential to produce precipitation and for its radiative properties (i. e. how much sunlight a cloud will reflect or scatter back into space). When cloud droplets form in the atmosphere and cool down to below 0 °C, contrary to popular belief, the water droplets do not freeze at 0 °C, but can remain liquid down to temperatures of about -38 °C. The reason for this is a kinetic barrier brought about by the small volume of the cloud droplets in the atmosphere. Yet, we often observe ice crystals in clouds at temperatures warmer than -38 °C. For such droplets to freeze at temperatures warmer than -38 °C, aerosols known as ice-nucleating particles (INPs) are needed to provide a surface for ice to form within the droplet. An example of an aerosol that can do this well in the atmosphere is Saharan dust that is frequently transported to Switzerland (Figure 1). How INPs modify cloud properties depends on their number concentration in the atmosphere. Pure ice clouds in the upper atmosphere have a warming effect because they are efficient at trapping outgoing longwave radiation (heat) within the Earth's atmosphere. Ice crystals that form within supercooled liquid clouds are efficient at forming precipitation and can reduce the lifetime of a cloud causing more solar radiation to reach the Earth's surface.

At ETH in the Atmospheric Physics group, we have researched the high propensity of Saharan dust to form ice clouds since 2009, via several MeteoSwiss funded GAW-CH projects. In these projects, we installed cloud chambers for fixed periods of time, e. g. at the Jungfraujoch Sphinx Laboratory, and intensively performed measurements. However, since knowing the number concentration of INPs is important, we concluded that automating such a measurement would be crucial to continue to provide observational data for climate modeling and to perform a long-term study to monitor the number of these particles that are relevant for ice cloud formation. So, under the auspices of the latest MeteoSwiss funding round through the GAW-CH program, we embarked on the challenge of developing an automated ice cloud chamber that can be operated unmanned (Figure 2), a task that had not been done in the scientific community before. We successfully implemented this chamber in early 2020. By early 2021, we had measured the first year-long continuous data set on INP concentrations. The development of an automated ice cloud chamber was only possible thanks to several dedicated scientists, Drs. Cedric Chou, Yvonne Boose, Larissa Lacher and Cyril Brunner. Through their measurements, we discovered the importance of such measurements over the last decade. With Dr. Cyril Brunner, we automated and developed and improved ice cloud chamber[2] used for measurements at Jungfraujoch. In these cloud chambers, we can establish carefully controlled temperature and relative humidity conditions to quantify the conditions at which aerosol such as Saharan dust will form ice crystals. The automation is challenging as very refined non-turbulent flow conditions are required as well as a constant source of water vapour to supply humidity as would naturally occur in a cloud.

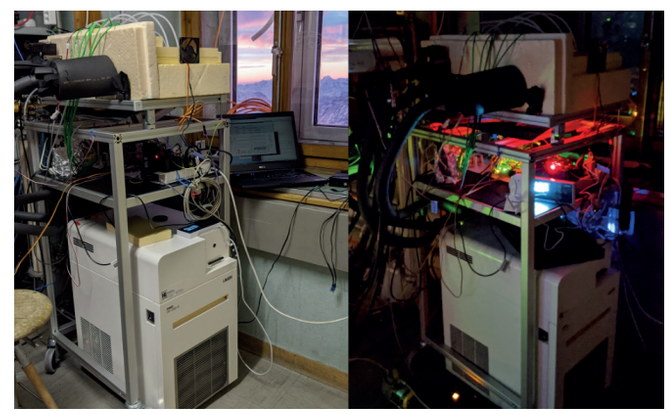


Figure 2: An image of the automated Horizontal Ice Nucleation Chamber (HINC-Auto) sampling aerosol particles directly from ambient air at the Sphinx Observatory, Jungfraujoch.

Figure 1: View of cloudiness at the Jungfraujoch (3571 m a. s. l.) in the absence of Saharan dust transported to the site (top) and with Saharan dust transported to the site (bottom).

Through the latest project[3], we also showed that the majority of INPs measured at the Jungfraujoch are likely mineral dust particles from deserts and potentially agricultural sources or construction from anthropogenic activity. We could show that this is even the case in the absence of actively transported dust from the Saharan region: using remote sensing data available from Kleine Scheidegg, we were able to frequently infer the presence of dust that contributed to ice crystal formation in the chamber installed at Jungfraujoch. In addition, we do have evidence of marine aerosol particles that were transported from the north Atlantic to central Switzerland that are also responsible for forming ice clouds. While it is already known that particles released from the ocean can also be responsible for forming ice crystals in clouds, we were surprised that such particles can be transported over such long distances retaining their ice crystal forming ability and our methods were sensitive enough to detect their influence on ice cloud formation in central Switzerland.

> «WITH MONITORING THE ICE-FORMING POTENTIAL OF ATMOSPHERIC AEROSOL PARTICLES AT JUNGFRAUJOCH, THE SWISS GAW PROGRAMME HAS ONCE MORE ESTABLISHED ITSELF AS A WORLD LEADER IN AEROSOL-CLOUD RESEARCH.»
>
> ULRIKE LOHMANN, CHAIR ATMOSPHERIC PHYSICS PROFESSORSHIP – ETH ZURICH

The collected data from the automated measurements can be used to validate cloud formation in weather prediction and climate models, which struggle to accurately predict the amount of ice in the atmosphere. This is important for precipitation forecasts in weather prediction models and for projecting the warming or cooling effect of clouds depending on the cloud altitude in the atmosphere in climate models. Such continuous measurements will soon be installed at a second GAW-CH station, Payerne, as part of an Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure (ACTRIS) framework project within the next year. ■

REFERENCES


1 Forster P et al. (2021) **Chapter 7: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity.** In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press.

2 Brunner C, Kanji ZA (2021) **Continuous online monitoring of ice-nucleating particles: development of the automated Horizontal Ice Nucleation Chamber (HINC-Auto).** Atmos. Meas. Tech. 14: 269-293.

3 Brunner C et al (2021) **The contribution of Saharan dust to the ice nucleating particle concentrations at the High Altitude Station Jungfraujoch (3580 m a.s.l.), Switzerland.** Atmos. Chem. Phys. 2021: 1-38.


MORE INFORMATION

iac.ethz.ch/group/atmospheric-physics/lab-and-field.html

iac.ethz.ch/group/atmospheric-physics/lab-and-field/ice-nucleation/HINC-Auto.html

psi.ch/en/lac/projects/last-72h-of-aerosol-data-from-jungfraujoch


KONTAKT

zamin.kanji@env.ethz.ch



IAC Institute for Atmospheric and Climate Science

ETH zürich

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
**Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz**

DEZA – DIREKTION FÜR ENTWICKLUNG UND ZUSAMMENARBEIT

# INTERNATIONAL COOPERATION FORUM SWITZERLAND 2022

**Gemeinsam Lösungen vorantreiben, die systemischen Wandel fördern, um den Klimawandel als zentrale Herausforderung für nachhaltige Entwicklung anzugehen. Das war das Ziel des ersten International Cooperation Forum Switzerland Ende März 2022 in Genf.**

TEXT: SIMON DÜNNENBERGER UND PATRICK SIEBER, DIREKTION FÜR ENTWICKLUNG UND ZUSAMMENARBEIT



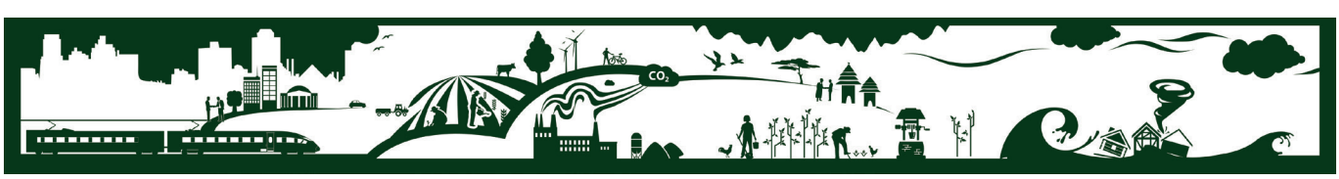
Bisher hatten verschiedene Abteilungen der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) im Eidgenössischen Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA) jeweils ihre eigenen Jahreskonferenzen veranstaltet. Neben einem Event zu den Aktivitäten im Rahmen der bilateralen und thematischen Zusammenarbeit führten auch die Ostzusammenarbeit und die Humanitäre Hilfe ihre entsprechenden Veranstaltungen durch. Ganz im Sinne eines besseren Zusammenspiels und einer verstärkten Integration der verschiedenen Instrumente der Entwicklungszusammenarbeit, wurde heuer zum ersten Mal ein angepasstes, übergeordnetes gemeinsames Forum lanciert, welches künftig etabliert werden soll. Die erste Ausgabe der als Fachkongress aufgezogenen Veranstaltung mit dem Titel «International Cooperation Forum Switzerland» und unter dem Motto «Für den Planeten. Für die Menschen – Transformation zur Nachhaltigen Entwicklung» war der globalen Klimakrise gewidmet.

THE INTERNATIONAL COOPERATION **FORUM**

FOR **THE PLANET.**
FOR **THE PEOPLE.**

Der Zeitpunkt für eine Debatte zu den Lösungsbeiträgen der internationalen Zusammenarbeit zur globalen Herausforderung des Klimawandels schien günstig: Nur wenige Wochen nach der Lancierung des zweiten Teils des sechsten Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Mensch und natürliche Ökosysteme, in welchem der Weltöffentlichkeit die neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Anfälligkeit und den Kapazitäten zur Anpassung an den Klimawandel präsentiert wurden. Und welcher – einmal mehr – unmissverständlich aufzeigte, dass dringende und tiefgreifende Massnahmen notwendig sind, um den Klimawandel wirkungsvoll einzudämmen. Nicht irgendwann, sondern jetzt. Denn trotz all den verschiedenen bereits laufenden Anstrengungen im ganzen Spektrum zwischen internationalem und lokalem Handeln ist die Weltgemeinschaft noch weit davon entfernt, die Ziele des Klimaabkommens oder der Agenda 2030 zur nachhaltigen Entwicklung zu erreichen. Noch fehlt viel für die dringend notwendigen tiefgreifenden Veränderungen, damit wir als Gemeinschaft einen zukunftsgerichteten Kurs einschlagen.

Ein Umstand jedoch zeichnet sich immer deutlicher ab: Die Transformation zu einer nachhaltigen Entwicklung und die Herausforderungen der Klimakrise erfordern ein systemisches Verständnis der Probleme – und deren Bewältigung bedarf einen multidisziplinären Ansatz. Einen Ansatz, zu dem die verschiedenen Interessensgruppen entsprechend ihren Stärken und Möglichkeiten beitragen können. Dazu wollte das «International Cooperation Forum Switzerland» einen Beitrag leisten, indem es Möglichkeiten bietet, neue Wege der Zusammenarbeit auszuloten und gemeinsame Prozesse ins Rollen zu bringen.



**EINE WERTVOLLE PLATTFORM FÜR DEN AUSTAUSCH, BEWUSSTSEINS- UND NETZWERKBILDUNG**

Schlussendlich fanden die Diskussionen zur Klimakrise in Genf Ende März, deren Ausmass aufgrund verlässlicher Quellen immer besser bekannt wird, und deren Auswirkung bisherige Entwicklungsfortschritte zunichtemachen kann, unter dem Vorzeichen von zwei weiteren Krisen statt, welche die internationale Zusammenarbeit vor neue Herausforderungen stellen: die kurz davor ausgebrochene Ukraine-Krise, mit ihren schwer abschätzbaren Auswirkungen auf die globale Nahrungsmittelversorgung. Und die weiterhin prägende COVID-19-Krise, deren Bewältigung auch in Zukunft noch viel Zeit und Ressourcen binden wird.

Das erste «International Cooperation Forum Switzerland» bot viele Möglichkeiten, um sich auszutauschen und Kontakte zu knüpfen. Foto: SDC, 2022

Während den beiden Konferenztagen haben sich unterschiedlichste Akteure und Akteurinnen mit einem Bezug zur internationalen Zusammenarbeit virtuell und physisch in Genf eingefunden und sich in Plenarsitzungen von den Ausführungen der renommierten Vertreterinnen und Vertretern der Akademie, dem öffentlichen und privaten Sektor, der Zivilgesellschaft und Repräsentanten der Jugend zu Klima- und Umweltthemen inspirieren lassen. Selber einbringen konnten sie sich im Rahmen von einem halben Dutzend interaktiven Arbeitssitzungen, welche ausgewählte Subsysteme, die für die notwendige Transformation besonders wichtig sind (z. B. Ernährungssysteme, Energiesektor etc.) genauer angeschaut haben. Diese Programmteile boten den Rahmen für vertiefte Diskussionen und den Austausch von Erfahrungen. Den Teilnehmenden wurde zudem die Gelegenheit geboten, Kontakte zu schliessen und gemeinsam neue Partnerschaften aufzugleisen. Gemäss Rückmeldungen sahen viele der Teilnehmenden gerade darin den besonderen Mehrwert des Forums. Während der erste Tag stark auf Inhalte ausgelegt war (das «was»), stand der zweite Tag dann besonders auch im Zeichen eines Blicks nach innen (das «wie»). Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Frage gelegt, wie sich die aktuellen Modalitäten der internationalen Zusammenarbeit wandeln müssen, um ihren Beitrag an die notwendige tiefgreifende systemische Transformation noch besser zu machen und dabei mit gutem Beispiel voranzugehen.

Auch die Veranstaltung selber ist betreffend Umweltaspekten mit gutem Beispiel vorangegangen: Von Beginn weg als vollständig hybrider und $CO_2$-neutraler Anlass aufgezogen, wurde versucht, die negativen Auswirkungen auf die Umwelt und das Klima bereits bei der Planung möglichst gering zu halten. Nur wenige ausgewählte Hauptreferierende und Podiumsteilnehmende sind tatsächlich nach Genf gereist, und die Mehrzahl der Vortragenden hat sich stattdessen virtuell in die Plenums- und Arbeitssessions zugeschaltet. Über die von der Veranstaltung verursachten Emissionen in den Bereichen Reisen, Logistik und Verpflegung wurde detailliert Buch geführt, und diese werden nun über das neue Kompensationssystem der Bundesverwaltung über Projekte mit dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen kompensiert. Auch in diesem Bereich hat das «International Cooperation Forum Switzerland 2022» also Neuland betreten, und damit ein System geschaffen, das künftig genutzt werden kann, um die Emissionen von vergleichbaren öffentlichen Veranstaltungen der Bundesverwaltung zu kompensieren. Das mag nach wenig aussehen, doch wie es ein chinesisches Sprichwort treffend ausdrückt: «Auch eine Reise von 1000 Meilen fängt mit dem ersten Schritt an.»

Nun geht es darum, den Elan aus dem Event zu nutzen und die angedachten neuen Partnerschaften zu wagen. Und die gewonnenen Erkenntnisse aus der Selbstreflektion in die Arbeit der DEZA und von anderen Akteurinnen und Akteuren einfliessen zu lassen. Und dann – last but not least – diese auch wirklich zu leben. ■

MEHR INFORMATIONEN
icforum.swiss/topics/de

KONTAKT
patrick.sieber@eda.admin.ch

INFOS AUS DEM NCCS

# WIE DER KLIMAWANDEL DEN WALD BEDROHT

**Der Klimawandel gefährdet Vitalität, Funktion und Ökosystemleistungen der Schweizer Wälder. Die WSL liefert im Rahmen des NCCS praxis- und politikrelevante Informationen und innovative Tools, um die Klimafolgen auf den Wald abzuschätzen.**

TEXT: ARTHUR GESSLER, MICAH WILHELM UND GIAN-KASPER PLATTNER, EIDG. FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT WSL



Wälder bieten eine Vielzahl von Ökosystemleistungen. Sie produzieren Holz, versorgen uns mit sauberem Trinkwasser, regulieren das lokale Klima, tragen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Lebensräume für Tiere und Pflanzen bei, schützen vor Naturgefahren, bieten dem Menschen Erholungsraum und stellen die grösste terrestrische $CO_2$-Senke dar.

Der Klimawandel vollzieht sich in einem solch raschen Tempo, dass sich Bäume daran nicht genetisch anpassen können. Er beeinflusst, ob sich die heimischen Baumarten in Zukunft noch für ihre angestammten Lebensräume eignen und damit auch die Ökosystemleistungen, welche die Wälder für die Gesellschaft erbringen. Ein Verlust oder auch nur eine Reduktion der Ökosystemleistungen unserer Wälder kann von finanziellen Einbussen für Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer, einer verstärkten Gefährdung von Menschen und ihrer Infrastruktur durch Naturgefahren und bis hin zu Rückkopplungen auf das globale Klima führen.

Der NCCS-Themenschwerpunkt «Waldfunktionen und Klimawandel» befasst sich damit, wie sich erhöhte Temperaturen und ein verändertes Niederschlagsregime auf Waldökosysteme auswirken. Dabei werden relevante Informationen aus der Wissenschaft gezielt gebündelt und mittels neuer, innovativer web-basierter Applikationen der Politik und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

## SAVE THE DATE: 5. NCCS FORUM

Das 5. NCCS Forum wird am Vormittag des 16. Novembers 2022 stattfinden. Weitere Informationen folgen auf www.nccs.ch und über ProClim.

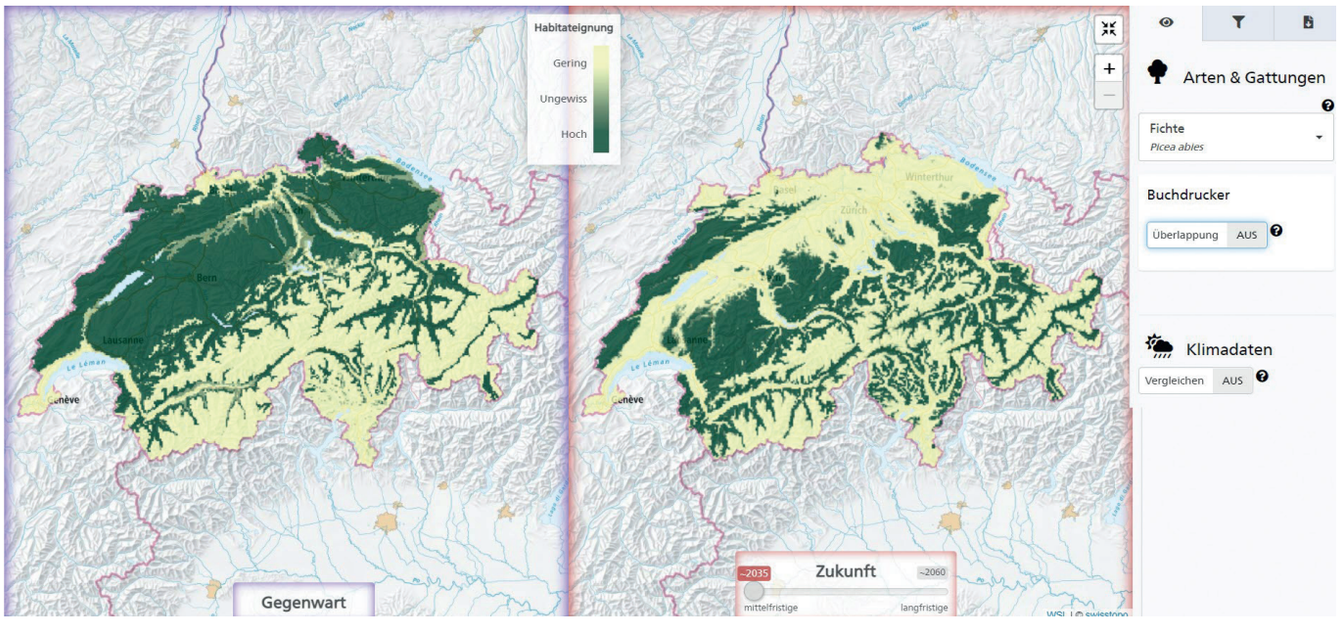
**BEEINTRÄCHTIGTE SCHUTZWÄLDER**
*Jean ist Förster im Wallis, und er ist beunruhigt wegen des Zustands seiner Wälder. Die an den Hängen wachsenden Kiefern sterben nach Jahren mit intensiven Dürreperioden ab.*

Infolge steigender Temperaturen und der höheren Häufigkeit von Dürreereignissen nimmt bereits heute die Baumsterblichkeit weltweit zu. In der Schweiz sind die Kiefernwälder in tieferen Lagen des Wallis am stärksten betroffen. Im Jahr 2018 berichteten Försterinnen und Förster in weiten Teilen der Schweiz ebenfalls über Absterben von Buchen, Fichten und Tannen. Mit der prognostizierten Zunahme der Temperatur und der Häufigkeit von Dürreereignissen wird erhöhte Baumsterblichkeit in Zukunft eher die Regel als die Ausnahme werden.

Absterbende Wälder im Gebirge können teilweise schon jetzt ihre Schutzleistungen nicht richtig erfüllen, stabilisieren den Boden nicht und können nicht vor Steinschlag und im Winter vor Lawinen schützen. Die Försterinnen und Förster werden in Betracht ziehen müssen, trockenheitsresistentere Baumarten zu pflanzen.

**EINGESCHRÄNKTE FREIZEITAKTIVITÄTEN UND ERHOLUNG IN WÄLDERN**
*Matteo ist ein begeisterter Läufer und seine Strecken führen ihn durch kühle und ruhige Wälder. In letzter Zeit ist ihm aufgefallen, dass viele seiner Waldrouten wegen Forstarbeiten gesperrt sind.*

Der Wald in der Schweiz ist ein wichtiger Ort für Erholung und für sportliche Aktivitäten. Das zunehmende Absterben von Bäumen durch verringerte Sommerniederschläge wird aber auch die Freizeitaktivitäten der Bevölkerung betreffen und sich negativ auf die




Mit der App FORTE Future lässt sich die zukünftige Entwicklung des Schweizer Waldes darstellen. Auf der linken Seite ist die aktuelle Fläche, die als Habitat für die Fichte geeignet ist, und rechts das für die Zukunft modellierte Verbreitungsgebiet der Fichte gezeigt.

Lebensqualität auswirken. Aufgrund ihres flachen Wurzelsystems ist die Fichte bei Trockenheit besonders anfällig. Höhere Temperaturen begünstigen die Entwicklung von Schädlingsarten wie dem Grossen Achtzähnigen Fichtenborkenkäfer. Gleichzeitig werden dürregestresste Bäume leichter von diesen Schädlingen besiedelt. Diese Faktoren führen zu einer höheren Baumsterblichkeit und damit zu Beständen mit vielen abgestorbenen Bäumen, die umzustürzen drohen oder Wege versperren.

**GEFÄHRDETE HOLZPRODUKTION**

*Flurina ist eine Waldbesitzerin, die über den abnehmenden Ertrag bei ihrer Holzernte besorgt ist. Immer mehr ihrer Fichten sterben nach längerer Trockenheit ab.*

Aufgrund des Klimawandels ist zu erwarten, dass die Fichte grosse Flächen an trockenheitsangepasste Arten wie Eichen verlieren wird. Diese Verschiebungen in der Artenverteilung werden nicht nur wichtige ökologische Auswirkungen, sondern auch schwerwiegende wirtschaftliche Folgen haben.

Da die europäische Holzindustrie zurzeit hauptsächlich auf Nadelholz, insbesondere Fichtenholz, angewiesen ist, könnten Verschiebungen in der Artenverteilung hin zu Laubhölzern zu einer Verringerung des geeigneten Rohmaterials führen. Mit modernen Holzwerkstoffen, die auch Laubholz als Basis verwenden können, könnte der Verlust von Fichten- und anderen Nadelholzarten teilweise kompensiert werden. Selbst unter Berücksichtigung dieser Massnahmen sind in Zukunft negative wirtschaftliche Folgen für Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer wahrscheinlich.

**WIE SOLLTEN DIE WÄLDER DER ZUKUNFT AUSSEHEN UND WAS KANN DIE WISSENSCHAFT DAZU BEITRAGEN?**

*Noemi ist Waldökologin und Spezialistin für die Auswirkungen des Klimawandels auf Bäume und Wälder. Es gibt noch viele unbeantwortete Forschungsfragen, denen Noemi und ihr Team nachgehen.*

Der Klimawandel wirkt sich auf verschiedene Baumarten unterschiedlich aus, und oft sind Mischwälder mit höherer Baumvielfalt widerstandsfähiger gegen Trockenheit. Doch welches ist die beste Artenmischung für das Klima der Zukunft? Wie können sich Bäume gegenseitig helfen, in trockenerem und heisserem Klima zu wachsen und zu überleben? Ist es eine gute Idee, jetzt nicht in der Schweiz heimische Arten zu pflanzen? Solche und weitere Fragen bleiben noch zu erforschen. Die Wissenschaft bietet aber schon jetzt eine breite Grundlage, um die Bewirtschaftung unserer Wälder an den Klimawandel anzupassen und um die Vielzahl der Ökosystemleistungen, die Wälder unserer Gesellschaft bieten, für die Zukunft so gut wie möglich aufrecht zu erhalten. Zwei interaktive Apps, die von der WSL im Rahmen des NCCS-Themenschwerpunkts entwickelt wurden, stellen Informationen über den derzeitigen Zustand des Schweizer Waldes und über die zukünftige Entwicklung bereit. ■

MEHR INFORMATIONEN
Interaktive Apps zum jetzigen und zukünftigen Waldzustand
nccs.admin.ch/wald

KONTAKT
arthur.gessler@wsl.ch
gian-kasper.plattner@wsl.ch
micah.wilhelm@wsl.ch

GCOS SCHWEIZ

# ARCHIVE DER SONNENBEOBACHTUNG

**Die wichtigste Energiequelle der Erde und des Klimasystems ist die Sonne. Daher bilden die Erfassung, Qualitätskontrolle und Archivierung von Langzeitdaten zur Sonnenaktivität und –strahlung einen wichtigen Bestandteil von GCOS Schweiz.**

TEXT: DUNCAN PAPPERT, ISABELLE WERNER UND MICHELLE STALDER, METEOSCHWEIZ

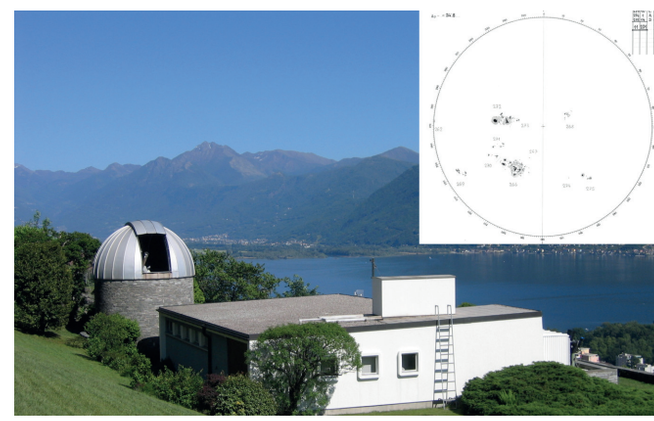


An einem sonnigen Nachmittag zu Frühlingsanfang sitze ich an meinem Arbeitsplatz und blicke auf den blauen Lago Maggiore; das Maggia-Delta streckt sich unterhalb von mir aus. Ich befinde mich an diesem Tag ausnahmsweise nicht am Flughafen in Kloten, sondern in der MeteoSchweiz Regionalzentrale Süd in Locarno-Monti. Die warmen Sonnenstrahlen und das helle Sonnenlicht dringen durch das Fenster in den Büroraum. Kaum 20 Meter vor dem Gebäude steht das Sonnenobservatorium der Specola Solare Ticinese. Lange, ununterbrochene Messreihen von Klimavariablen des Erdsystems spielen für mich als Mitarbeiter des Swiss GAW/GCOS Office bei MeteoSchweiz und interessiertes Mitglied der GCOS-Schweiz-Community eine Schlüsselrolle für meine Arbeit. Mein Blick bleibt auf der Teleskopkuppel des Observatoriums hängen und ich frage mich, wie die erfassten Daten zur Sonne mit meiner Arbeit zusammenhängen. Ich weiss, dass in der Schweiz Sonnenaktivität und -strahlung beobachtet werden. Doch wie genau und wie lange bereits? Wo werden diese Informationen und Daten eingespeist und welche Rolle spielt MeteoSchweiz in der Sicherstellung solcher Beobachtungen und Messungen? Zeit, etwas Licht ins Dunkle zu bringen.

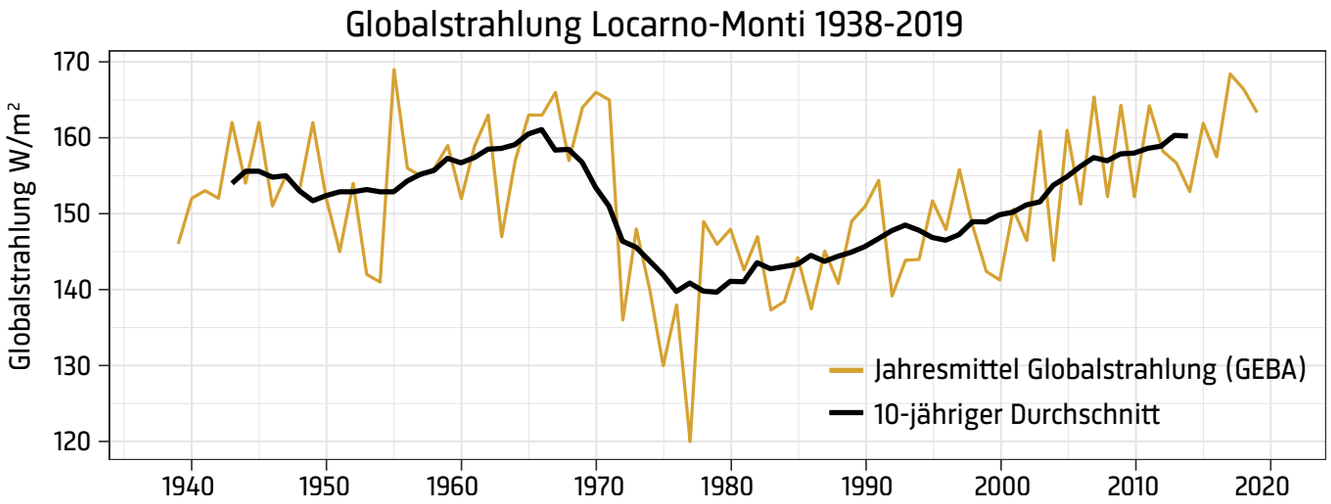
### SONNENAKTIVITÄT DURCH SONNENFLECKENZEICHNUNGEN BESTIMMEN

Von der Erde aus wird die Sonne seit Jahrhunderten mittels Projektionsmethode auf einfache und gefahrlose Art beobachtet. Sonnenfleckenzeichnungen, wie sie bereits seit Mitte des 20. Jahrhunderts in Locarno, ab 1981 unter Ägide der Associazione Specolare Solare Ticinese (ASST), erstellt werden, sind eine qualitative Methode, um die Sonnenaktivität zu dokumentieren. Noch früher, nämlich bereits 1884, setzte die Zürcher Serie der täglichen Sonnenfleckenbeobachtungen ein. Die dunklen Stellen auf der Sonnenoberfläche sind das augenfälligste Merkmal dieser Aktivität. Durch das Fernrohr wird ein Bild der Sonnenoberfläche auf einem weissen Blatt projiziert. Auf diese Weise können die Konturen dieser Flecken nachgezeichnet werden. Je zahlreicher und grösser die sichtbaren Fleckengruppen sind, desto höher ist die Strahlungsleistung der Sonne. Hingegen entsprechen weniger (oder sogar keine) Flecken einer niedrigeren Sonnenaktivität, was wiederum einer geringeren Strahlung auf der Erde entspricht. Es handelt sich nicht um eine direkte Beziehung, sondern um eine, die bei einer Korrelationsanalyse deutlich wird. Die Sonnenfleckenzahl korreliert nämlich mit der solaren Gesamtbestrahlungsstärke – der *total solar irradiance* (TSI). Die TSI ist ein Mass für die Sonnenenergie pro Flächeneinheit, die auf die obere Erdatmosphäre einfällt. Sie ist ein Teil des Strahlungshaushalts der Erde, eine der 54 sogenannten essentiellen Klimavariablen (Essential Climate Variables, ECVs), die laut des internationalen GCOS Implementierungsplans fortlaufend erfasst, verarbeitet und der Öffentlichkeit verfügbar gemacht werden sollen. Dementsprechend können dank der historischen Zeichnungen Rückschlüsse zur TSI in präinstrumentelle Zeiten gezogen werden.

Im Observatorium der Specola werden seit 1957 im Schnitt jährlich rund 300 Zeichnungen gemacht. MeteoSchweiz unterstützt seit 2018 im Rahmen von GCOS Schweiz die Archivierung und Digitalisierung der Locarneser Sonnenfleckenzeichnungen in der ETH-Bibliothek in Zürich. Die Zeichnungen werden archivkonform verpackt, in der Archivdatenbank nach standardisierten Vorgaben verzeichnet und für die Benutzung auf verschiedenen Portalen veröffentlicht.



Observatorium der Specola Solare Ticinese in Locarno-Monti; oben rechts eine Sonnenfleckenzeichnung vom 30. Oktober 2003 (Beobachter: S. Cortesi). Die Zeichnungen von Locarno und solche aus dem Besitz der ehem. Eidg. Sternwarte befinden sich im Hochschularchiv der ETH Zürich (e-manuscripta.ch).




Jährliche Globalstrahlung gemessen in Locarno-Monti seit 1938 (dunkelgelb) und 10-jähriger gleitender Durchschnitt (schwarz). Zu erkennen sind Perioden von reduzierter Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche («dimming») sowie von zunehmender Strahlung («brightening»). Quelle: GEBA, ETH Zürich

**ARCHIVE FÜR STRAHLUNGSDATEN**

Von Locarno aus nun auf die andere Seite der Alpen an die ETH Zürich, wo Forschende seit den 1980er-Jahren systematisch monatliche Energieflussdaten von über 2 500 Stationen weltweit im globalen Energiebilanzarchiv (Global Energy Balance Archive, GEBA) zusammentragen (siehe hierzu auch den Beitrag auf Seite 8 in diesem Heft). Qualitätskontrollen stellen sicher, dass grobe Fehler im Datensatz erkannt werden. Die Messungen rund um die Sonnenstrahlung machen den Grossteil der GEBA-Zeitreihen aus. GEBA wird in verschiedenen Forschungsanwendungen eingesetzt, z. B. zur Quantifizierung der globalen Energiebilanz und ihrer räumlich-zeitlichen Schwankungen oder zur Abschätzung langfristiger Trends in den Energieflüssen. GEBA bietet aber auch die Grundlage für technische Anwendungen im Zusammenhang mit der solaren Stromerzeugung oder der landwirtschaftlichen Produktion. Mit dem Betrieb von GEBA leistet die Schweiz einen wichtigen Beitrag an GCOS. Seit der Unterstützung von MeteoSchweiz 2019 wurden zu den rund 500 000 Monatsmittelwerten im Archiv zusätzlich 70 000 hinzugefügt und die dazugehörige, über 30-jährige Datenbank, sowie das Userinterface von Grund auf erneuert. Global die längste Messreihe im GEBA-Archiv ist die Stockholm-Reihe (seit 1922). In der Schweiz gilt übrigens die Locarno-Monti Strahlungsreihe als längste (seit 1938 – siehe Abbildung oben).

Das Strahlungsbudget an der Erdoberfläche spielt eine entscheidende Rolle im Klimasystem. Die Beobachtung der einzelnen Komponenten des Strahlungsbudgets ist daher eine wichtige Aufgabe. Das *Baseline Surface Radiation Network* (BSRN), welches von 1992 bis 2006 an der ETH Zürich angesiedelt war, ist ein internationales Netzwerk zur Koordinierung der Messung und Archivierung dieser Strahlungsdaten. Auf nationaler Ebene führt MeteoSchweiz an vier Stationen Strahlungsmessungen nach BSRN-Richtlinien durch. Ein weiteres GCOS-Schweiz-Projekt am PMOD/WRC in Davos entwickelt derzeit Methoden zur Homogenisierung von langwelligen Strahlungsmessungen und deren Rückführung auf das internationale Einheitensystem. Die Kalibrierung dieser archivierten Messungen dient der Anwendbarkeit von GCOS-Daten und stärkt somit das Schweizer Klimabeobachtungsystem.

**GEWONNENE ERKENNTNISSE**

Die Beobachtung der Sonne in der Schweiz hat eine Tradition, die bis ins 19. Jahrhundert zurückreicht. Alle vorgestellten Tätigkeiten tragen als Teil von GCOS Schweiz zu einem besseren Verständnis des globalen Klimasystems bei.

Mit Blick auf die nun untergehende Sonne mache ich mich am Ende des Arbeitstages auf den Weg den Hügel hinab in Richtung Bahnhof. Mit im Gepäck all die Antworten auf meine Fragen zu Beginn des Tages. ■

MEHR INFORMATIONEN
gcos.ch
specola.ch
library.ethz.ch
archivdatenbank-online.ethz.ch
e-manuscripta.ch/sonnenbeobachtung/nav
geba.ethz.ch
pmodwrc.ch

## GCOS KURZ ERKLÄRT

GCOS steht für *Global Climate Observing System* und ist ein internationales Programm mit der Vision, qualitativ hochwertige Klimabeobachtungen aus der ganzen Welt allen interessierten Nutzerinnen und Nutzern zugänglich zu machen. Das Schweizer Klimabeobachtungssystem – GCOS Schweiz – setzt dieses globale Programm auf nationaler Ebene um. GCOS Schweiz baut auf der Arbeit von 28 Partnerorganisationen auf und wird durch das Swiss GAW/GCOS Office am Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz koordiniert.

KONTAKT
gaw-gcos@meteoswiss.ch

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
**Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz**

ZUM SCHLUSS

# APROPOS KLIMABERICHTE

**HERAUSGEBERIN UND KONTAKT**
Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)
ProClim – Forum für Klima und globalen Wandel
Haus der Akademien, Laupenstrasse 7,
Postfach, 3001 Bern, Schweiz
proclim@scnat.ch, proclim.ch
proclim.ch/flash/76

Höchster Standard für Ökoeffektivität.
Cradle to Cradle Certified®-Druckprodukte
hergestellt durch die Vögeli AG.