

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: 33 [i.e. 32] (2020)
Heft: 125: Geistreich gegen die Klimakatastrophe

Rubrik: Fokus : Clever aus der Klimakatastrophe

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hoffnungsträger trotzen der Weltuntergangsstimmung: Die Klimakrise kann nicht mit Social Distancing gelöst werden. Die Treibhausgase müssen reduziert werden, und die Menschheit muss die Folgen der Erwärmung meistern. Unser Fokus zeigt pragmatische wie utopische Lösungen.

Retter in Szene gesetzt

Es gibt unzählige Möglichkeiten, die menschliche Innovationskraft gegen die Klimaerwärmung einzusetzen. Fotografen haben sich in Wüsten, Berge und Fabriken begeben, um die eindrucklichen Projekte zu dokumentieren. Die einen zeugen von Mut, die anderen von Verzweiflung.

Bild rechts: Wenn diese Nadelbaumsetzlinge einmal gross sind, sollen sie viel Kohlenstoff in Form von Holz und Nadeln binden und so die CO₂-Bilanz von Island verbessern. Da die mehrheitlich aus Alaska stammenden Arten nicht importiert werden dürfen, werden sie im Inselstaat selbst grossgezogen. Foto: Josh Haner



Alle ab ins All

Die Erde verlassen und als Naturpark erhalten? Das Klima mit neuen Technologien steuern? Die zwei grossen Visionen, um die Menschheit vor den Folgen der Erderwärmung zu retten, werfen viele ethische Fragen auf.

Text Nicolas Gattlen

«Wir müssen ins All, um die Erde zu retten», erklärte Amazon-Chef Jeff Bezos im Mai 2019 anlässlich einer Präsentation seines Mondlandefahrts in der Stadt Washington. Der Besitzer des Weltraumunternehmens Blue Origin hat auch schon ziemlich klare Vorstellungen, wie dieses Ziel zu erreichen ist. Seine Firma soll die Nasa dabei unterstützen, noch in diesem Jahrzehnt Astronauten auf den Mond zu schicken und dort eine permanent bemannte Station zu errichten. Von dort soll die Reise dann weitergehen Richtung Mars. Beide Himmelskörper verfügen laut Bezos über Ressourcen, die wir im grossen Stil abbauen und nutzen sollten. Schliesslich könnten die Industrie und die Energieproduktion vollständig ins Weltall ausgelagert und die gesamte Menschheit in freischwebenden Raumkolonien untergebracht werden. So liesse sich die Erde als natürlicher Lebensraum erhalten. Als Naturpark, den die Menschen sporadisch besuchen können.

Aus dieser Vision spreche eine Allmachtsfantasie, sagt Andreas Brenner, Professor für Philosophie an der Universität Basel. «Zudem basiert sie auf der Vorstellung, dass wir ganz gut auch ohne Erde leben können.» Der Mensch aber, sagt der auf Umweltethik spezialisierte Geisteswissenschaftler, sei ein Teil der Natur, die er mitgestalte und die ihn ihrerseits trage und forme. In der Isolation, abgetrennt von der Natur, würde er verkümmern.

Was Brenner aber am meisten irritiert, ist die «ungeheure Arroganz», die da zum Ausdruck komme. «Da spricht einer für die ganze Menschheit. Und noch dazu jemand, der einen Lebensstil, der zur Zerstörung der Erde beigetragen hat, kräftig gefördert und daran verdient hat.» Nicht alle aber trügen zum Raubbau an der Erde bei. «Es gibt eine Milliarde Menschen, die ganz anders lebt. Müsstest auch sie die Erde verlassen? Und was ist mit unseren Nachkommen? Wenn wir ins All auswandern, nehmen wir ihnen die Freiheit, selber zu entscheiden, wie und wo sie leben wollen.»

Brenner hält den Menschen nicht für ein grundsätzlich schädliches Element, das zum Wohl der Natur entfernt werden muss. «Ein Teil der Menschheit hat in den letzten Jahrhunderten zwar grosse Schäden verursacht», sagt er. «Doch wir können diese Probleme beheben, indem wir Lebensentwürfe verfolgen, die nicht auf den zerstörerischen Ressourcenverbrauch angewiesen sind.» Brenner sieht darin gar eine ethische Pflicht, die er aus den Prinzipien der Gerechtigkeit und der Verantwortung ableitet. «Wir Superreichen nehmen uns von den Ressourcen der

Erde so viel, dass für andere nicht mehr genug da ist. Und zur Erlangung gegenwärtiger Vorteile lagern wir Schäden und Risiken raumzeitlich aus. Das ist unverantwortlich.»

Auch Anna Deplazes Zemp, Umweltethikerin und Leiterin des Forschungsprojekts «People's Place in Nature» an der Universität Zürich, nimmt uns in die Pflicht. Dafür gibt es viele Argumente. Wir brauchen die Natur und müssen sie deshalb für uns selbst, unsere Mitmenschen und die zukünftigen Generationen erhalten. Doch diese Perspektive allein genüge nicht, denn «daraus würde folgen, dass es unproblematisch wäre, Ökosysteme, die nicht direkt für die Menschen nützlich erschienen, zu zerstören». Lebewesen, Ökosysteme oder die Erde haben auch einen Eigenwert und sind um ihrer selbst schützenswert. Diese Sichtweise basiere «auf einer metaphysischen Annahme von Werten», sagt Deplazes Zemp.

Doch primär stünden wir in der Verantwortung, weil wir selbst Teil der Natur sind und in vielseitiger Beziehung zu ihr stehen. «Aus diesen speziellen Beziehungen ergeben sich Werte, die einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur einfordern.» Dem könnten wir uns nicht entziehen, sagt die Umweltethikerin – auch nicht mit einer Flucht ins All. Denn auch auf einem anderen Himmelskörper hätten wir die Verantwortung zu tragen.

Flucht nur für Reiche

Vielleicht aber sind wir trotzdem bald zur Flucht gezwungen. «Die Ausbreitung im Weltall ist das Einzige, was uns noch retten kann», erklärte der inzwischen verstorbene Astrophysiker Stephen Hawking im Mai 2017 bei einem Auftritt im norwegischen Trondheim – und mahnte zur Eile. In den nächsten hundert Jahren müsse die Menschheit in der Lage sein, einen fremden Planeten zu besiedeln. Hawking gab sich überzeugt, dass dies gelingen kann. Die Technologie, um diesen Sprung zu machen, sei schon «fast in unseren Händen» und die Besiedlung ferner Planeten «keine Science-Fiction mehr».

Ben Moore, Professor für Astrophysik an der Universität Zürich, ist skeptisch: Er rechnet zwar damit, dass in den nächsten zehn Jahren eine Station auf dem Mond errichtet wird und in den kommenden hundert Jahren Menschen auf dem Mars landen, doch eine Besiedlung des Weltraums mit Millionen oder Milliarden von Menschen hält er für unrealistisch. Der Mars sei extrem lebensfeindlich und müsste erst zu einem erdähnlichen Habitat umgeformt werden. «Terraforming» wird diese mögliche Um-

wandlung genannt. «Das hört sich toll an», sagt Moore, «liegt aber noch vollständig im Bereich der Science-Fiction».

Kaum vorstellbar ist auch, wie man 7,5 Milliarden Menschen ins All bringen kann. Elon Musk, Tesla-Gründer und wie Bezos privater Weltraumunternehmer, strebt für die Besiedlung des Mars den Bau von wiederverwendbaren Raketen mit einem Fassungsvermögen von hundert Passagieren an und rechnet – im günstigsten Fall – mit Kosten von 140 000 Dollar pro Passagier. Die Flucht zum Mars wird also in absehbarer Zukunft nur für sehr wenige Menschen in Betracht kommen.

Eine Evakuierung wird gar nicht nötig sein, glauben einige Verfechter des Geoengineering. Sie wollen wie Weltingenieure in das Klimasystem eingreifen, um die Katastrophe abzuwenden. Aber: Dürfen wir diese Rolle übernehmen und das Klimasystem absichtlich verändern? «Wir müssen sogar», sagt Ivo Wallimann-Helmer, Umweltethiker an der Universität Freiburg und Koautor eines 2017 publizierten White Paper zu den Chancen und Risiken des Geoengineering. An der Klimakonferenz der Uno 2015 in Paris hätten sich die Regierungen zum Ziel gesetzt, die globale Erwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf deutlich unter zwei Grad zu senken, um den gefährlichen Klimawandel abzuwenden. Dieses Ziel lasse sich sehr wahrscheinlich nur mithilfe von Geoengineering erreichen. «Davon gehen zwei Drittel aller wissenschaftlichen Analysen aus, die das Einhalten der Zwei-Grad-Leitplanke für möglich halten. Deshalb ist es sinnvoll, sich schon jetzt Gedanken über die faire Governance dieser Technologien zu machen.»

In der Forschung werden zwei unterschiedliche Ansätze untersucht. Der erste verfolgt das Ziel, CO₂ aus der Atmosphäre zu entnehmen, wie es etwa die Zürcher Firma Climevents vorhat (siehe S. 21). Projekte, die zur dauerhaften Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre führen, sind gemäss Weltklimarat IPCC unerlässlich, um die Zwei-Grad-Leitplanke einhalten zu können. Noch aber steckt diese Technik in der Experimentierphase, und es ist ungewiss, ob rechtzeitig genügend Kapazitäten aufgebaut werden können, um eine substanzielle Wirkung zu erzielen. Der Weltklimarat setzt deshalb primär auf den Anbau schnell wachsender Pflanzen wie etwa Mais, die zur Energiegewinnung verbrannt würden. Das dabei erzeugte CO₂ würde abgeschieden und deponiert. Die Komponenten dieses Verfahrens sind technologisch ausgereift und mehrere kommerzielle Anlagen bereits in Betrieb. Um den in den Zukunftsszenarien für den IPCC berechneten Bedarf für negative Emissionen in der Höhe von 12 bis 16 Milliarden

Tonnen pro Jahr ab 2050 abdecken zu können, müssten nach mehreren Schätzungen 300 bis 800 Millionen Hektar Landfläche für Energiepflanzen reserviert werden. Das entspricht der einfachen bis doppelten Grösse Indiens oder – laut UN-Ernährungsorganisation FAO – einem Fünftel bis mehr als der Hälfte aller heutigen Anbauflächen weltweit.

Ewige Symptombekämpfung

Der zweite innerhalb des IPCC diskutierte Ansatz zielt auf eine technische Beeinflussung der Sonneneinstrahlung mit dem Ziel, die Erwärmung zu mindern. Ein Abkühlungseffekt liesse sich erzeugen, indem man zum Beispiel reflektierende Schwefelpartikel in die Stratosphäre einbringen würde. Die Wirkung wäre ähnlich wie die eines grossen Vulkanausbruchs. Auch künstliche Wolken über den Meeren würden eine Abkühlung bewirken. Allerdings

könnten Manipulationen dieser Art das Niederschlagsregime verändern und Dürren oder Unwetter auslösen. «Sie wurden noch nie grossformatig getestet und sind mit derzeit kaum abschätzbaren Risiken verbunden», erklärt Ivo Wallimann-Helmer. «Gemäss dem Vorsorgeprinzip ist deshalb grösste Zurückhaltung geboten.»

Das Geoengineering bringe zudem eine Reihe an ethischen Konflikten und Gerechtigkeitsfragen mit sich, sagt Wallimann-Helmer, etwa im Bereich der Land- und Wassernutzung oder der Verteilung der Risiken und Nebenwirkungen. «Eine verminderte Sonneneinstrahlung hat nicht überall auf der Erde die gleichen Auswirkungen. Wer also darf darüber entscheiden? Und wie könnte man die Betroffenen entschädigen? Fragen der globalen und regionalen Gerechtigkeit müssten geklärt und allenfalls durch ein internationales Regelwerk erfasst werden.» Im Auge behalten müsse man auch die nachfolgenden Generationen, ergänzt Wallimann-Helmer. «Wenn wir zum Beispiel Aerosole in die Atmosphäre sprühen, überlassen wir unseren Nachkommen die Bürde, diese Symptombekämpfung aufrechtzuerhalten, weil ansonsten ein rapider Temperaturanstieg mit gewaltigen Problemen für die Gesellschaft und die Ökosysteme droht.»

Noch grösser wird die Bürde, wenn wir ausschliesslich auf Geoengineering setzen und die Entwicklung dieser Techniken nicht schnell genug voranschreitet. «Das Geoengineering verleitet dazu, Anstrengungen für die Emissionsminderung zu unterlassen», erklärt der Umweltethiker. «Nichts gegen den Klimawandel zu unternehmen und auf technische Lösungen zu hoffen, ist auch eine ethische Entscheidung, allerdings eine sehr gefährliche.»

Nicolas Gattlen ist freier Journalist in Kaisten (AG).

«Aus den vielseitigen Beziehungen zwischen Menschen und Natur ergeben sich Werte, die einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur einfordern.»

Anna Deplazes Zemp,
Umweltethikerin

Oben: Seit 150 Jahren wird die Eisgrotte in den Rhonegletscher gehauen. Mit den Planen aus Polyestervlies soll sich das Schmelzen der Attraktion verlangsamen.

Foto: Ørjan F. Ellingvåg

Unten: Im Tal des Todes in Nevada sammeln die Spiegel das Sonnenlicht und richten es auf den zentralen Turm, um dort geschmolzenes Salz aufzuheizen. Im Untergrund gespeichert kann dieses via Dampfturbine rund um die Uhr Strom produzieren. Das Crescent Dunes Project verfehlte das Ziel von 110 Megawatt Leistung und wurde 2019 nach etwas mehr als drei Jahren Betriebszeit wieder abgeschaltet. Foto: James Stillings

Rechts: Föhnwinden sehen aus wie von Menschenhand gemacht, obwohl sie natürlich entstehen. Es gibt aber diverse Projekte, die über dem Meer künstlich Wolken herstellen wollen, um das Klima abzukühlen. Sie sind höchst umstritten. Foto: Pierre-Yves Massot



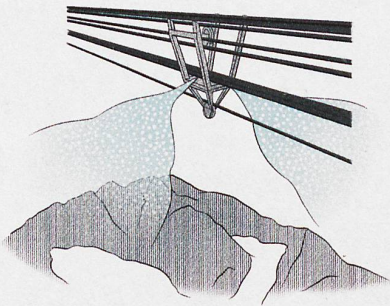
Zehnmal Hoffnung aus der Technologie

Die Erwärmung bremsen oder sich ihr anpassen: Beides geht nicht ohne technische Innovationen. Ein Klimajournalist porträtiert Schweizer Forschungsprojekte und Start-ups, die für das Klima Neues ausprobieren.

Text Sven Titz Illustrationen Lui Chi Wong

Gletscher für den Sommer gerüstet

Projekt: Mortalive
Ziel: Gletscherschwund verhindern
Standort: Samedan (GR)
Entwicklungsstand: Praxistest im Sommer 2020 oder 2021



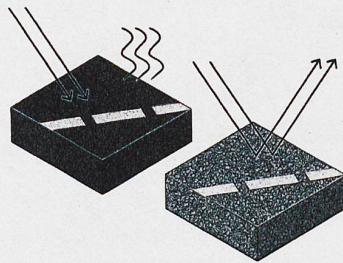
Die Gletscher in der Schweiz schrumpfen rasant – aber auch unvermeidlich? Man könne den Rückgang vielleicht durch Beschneien aufhalten, meint Felix Keller.

Der Gedanke kam dem Wissenschaftler von der Academia Engiadina beim Fischen. «Die Idee ist simpel: Wir behalten das Schmelzwasser oben und produzieren daraus im Winter ohne elektrischen Strom Schnee, der im Sommer das Gletschereis schützend zudeckt.» Freischwebende Wasserleitungen sollen bei Minusgraden die Gletscherzunge mit Schnee bestäuben. Im Sommer reflektiert der Schnee dann viel Sonnenlicht, der Gletscher schmilzt weniger. Entnimmt man das Wasser einem höher gelegenen Schmelzwassersee, wäre nicht einmal eine Pumpe nötig.

In dem Projekt Mortalive soll so der Bündner Morteratschgletscher gerettet werden. Eine verrückte Idee. Keller konnte immerhin andere Forschende und zwei Industriepartner für einen Praxistest am Piz Corvatsch gewinnen.

Kühle Strassenbeläge für heisse Tage

Firma: Grolimund und Partner
Ziel: Besseres Sommerklima in der Stadt
Standort: Bern
Entwicklungsstand: Versuchsphase im Sommer 2020



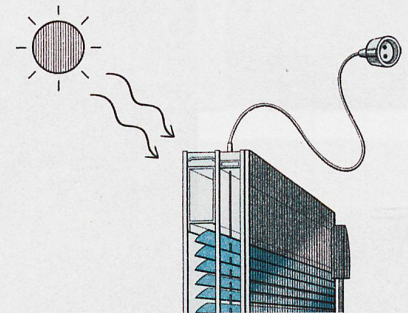
Im Sommer heizen sich Städte stärker auf als die Umgebung. Der Effekt kann vor allem nachts mehrere Grad ausmachen. Die Gefahr, dass bei Hitze gesundheitlich kritische Schwellen überschritten werden, wächst deshalb. Eine wichtige Ursache: dunkle Strassenbeläge, die viel Sonnenlicht aufnehmen.

Darum sollen in diesem Sommer in Bern Beläge getestet werden, die sich weniger aufheizen. «Wir probieren Beimischungen heller Gesteine und Einfärbungen der Beläge aus», sagt Vincent Roth von Grolimund und Partner. Temperatursonden im Belag und Aufnahmen mit Infrarotkameras verraten, wie gut sich die Erwärmung reduzieren lässt. Das Ingenieurbüro arbeitet mit der Bauunternehmung Hans Weibel AG und dem Tiefbauamt Bern zusammen; Modellrechnungen steuert die ETH Zürich bei.

Wunder sollte man von dem Projekt nicht erwarten. Doch immerhin könnten klimafreundliche Beläge die Aufheizung der Städte ein wenig lindern.

Flexible Fenster und Fassaden

Firma: Innovative Windows
Ziel: Gebäude auf Energieeffizienz trimmen
Standort: Manno (TI)
Entwicklungsstand: Spin-off der Fachhochschule der italienischen Schweiz (Supsi) von 2019

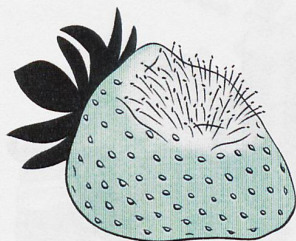


Dächer und Fassaden sind wesentliche Bauelemente, um Gebäude im Zeitalter des menschgemachten Klimawandels vor dem Aufheizen zu bewahren. Das noch junge Spin-off Innovative Windows entwickelt Fenster, die vor dem Einfall von Sonnenlicht schützen und gleichzeitig Strom produzieren. Das Konzept: Zwischen zwei Fensterscheiben wird eine Jalousie eingefügt, die mit Solarzellen besetzt ist. Die Jalousie ist beidseitig von Glas umschlossen und so vor Umwelteinflüssen geschützt.

Ob die Solarjalousien eine Marktchance haben, ist unklar. Gibt es doch viele andere ähnliche Ansätze: Eine Gruppe an der ETH Zürich etwa hat Solarpaneele für Fassaden entwickelt, die sich automatisch nach der Sonne richten. Oder weniger Hightech: Begrünte Dächer verhindern die Aufheizung, sammeln Regen und erhöhen die Luftfeuchtigkeit.

Weniger Schimmel, weniger Foodwaste

Firma: Agrosustain
Ziel: Obst und Gemüse vor Pilzbefall schützen
Standort: Nyon (VD)
Entwicklungsstand: Spin-off der Universität Lausanne von 2018, Kooperationen und Investoren gefunden



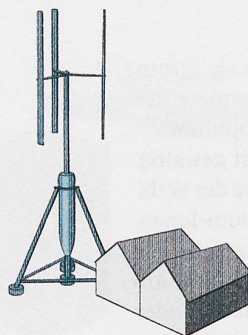
Bei der Produktion von Lebensmitteln entstehen Treibhausgase. Wenn Obst und Gemüse verschimmeln und weggeworfen werden müssen, sind auch diese Emissionen verschwendet. Die Bekämpfung von Schimmel mit Fungiziden ist daher klimaschonend.

Doch viele synthetische Pilzbekämpfungsmittel sind problematisch: «Je nach Konzentration können sie die Biodiversität und die Gesundheit schädigen», sagt Unternehmensgründerin Olga Dubey. Mit dem Start-up Agrosustain sucht sie nach natürlichen Fungiziden.

Einen ersten Stoff gewann Agrosustain aus der Pflanze Acker-Schmalwand. Insgesamt sind beim Spin-off fünf natürliche Fungizide in der Vorbereitung. Beim Abbau hinterlassen diese laut Dubey keinerlei Rückstände. Kooperationen mit dem Forschungsinstitut Agroscope und dem Detailhändler Migros sollen helfen, marktfähige Produkte zu entwickeln. Investoren sind schon gefunden.

Vertikal statt horizontal

Firma: Agile Wind Power
Ziel: Schonendere Stromproduktion durch Wind ermöglichen
Standort: Dübendorf (ZH)
Entwicklungsstand: Demonstrationsanlage seit 2019 in Düsseldorf

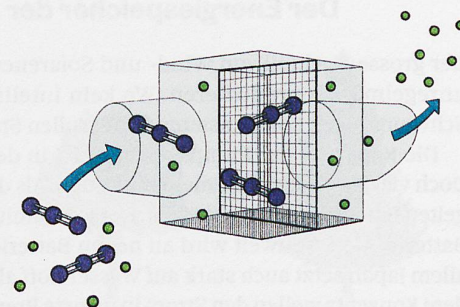


Anstatt wie üblich mit horizontaler Lagerung, entwickelt Agile Wind Power Windräder mit vertikaler Rotorachse. Sie haben gemäss der Firma mehrere Vorteile: Es entstehe deutlich weniger Lärm, und die Anlagen würden Vögel und Fledermäuse schonen. Gerade in der dezentralen Stromproduktion, etwa in der Nähe von Siedlungen, eröffnet sich für die Vertikalen darum eine Nische.

Nahe Düsseldorf begann 2019 der Bau einer Demonstrationsanlage. Das Modell «Vertical Sky A32» ist 105 Meter hoch. Um die mechanische Belastung gering und den Wirkungsgrad hoch zu halten, werden die Rotorblätter kontinuierlich nachgesteuert. Schon jetzt sind die Anlagen mit einer Leistung von 750 Kilowatt serienreif: Bei Bremen werden sie künftig produziert.

Von der Luft ins Treibhaus

Firma: Climeworks
Ziel: Reduktion der CO₂-Konzentration
Standort: Hinwil (ZH)
Entwicklungsstand: Spin-off der ETH Zürich von 2009, 14 Anlagen in Betrieb



Das Schweizer Vorzeige-Start-up zum Klimaschutz Climeworks hat mit seinen CO₂-Filtern Schlagzeilen gemacht. 14 Anlagen sind schon in Betrieb – die grösste in Hinwil (ZH).

Kernstück der Technik: ein Filter, der ein Granulat mit industriell weit verbreiteten Aminen enthält. Diese binden das CO₂ zusammen mit Luftfeuchtigkeit. Bei Erhitzung auf 100 Grad Celsius gibt der Filter das Gas wieder frei.

Das hochkonzentrierte CO₂ kaufen etwa Betreiber von Treibhäusern und Hersteller kohlenstoffhaltiger Getränke. In einer Pilotanlage in Island hingegen wird das Gas im Untergrund gespeichert, um negative Emissionen zu erzielen. Climeworks ist im Jahr 2019 auch Kooperationen mit den Firmen Svante (Kanada) und Antecy (Niederlande) eingegangen, die alternative Methoden verfolgen, das CO₂ aus der Luft zu holen. Climeworks scheint als Frühstarter auf gutem Wege, in diesem Markt eine zentrale Rolle zu spielen.

Was dringend weiter erforscht werden muss

Auch wenn rege über Lösungen für die Klimakrise gebrütet wird, bleiben wichtige Fragen offen.

Der Energiespeicher der Zukunft

Der grosse Nachteil von Wind- und Solarenergie ist, dass sie Strom unregelmässig produzieren. Wo kein intelligentes Stromnetz die Schwankungen kompensieren kann, sollen Speicher sie abpuffern.

Die Kapazität der Pumpspeicherseen in der Schweiz ist gewaltig. Doch viel lässt sich nicht mehr ausbauen. Als die Alternative der Wahl gelten Batterien im Grossformat. Derzeit dominiert die Lithium-Ionen-Batterie. Aber weltweit wird an neuen Batteriekonzepten gefeilt. Vor allem Japan setzt auch stark auf Wasserstoff als Speichermedium. Andere Konzepte wollen den Strom in diverse Brennstoffe, Druckluft oder Wärme umwandeln. Selbst mechanische Speicher werden propagiert: sich selbst aufbauende Türme aus Steinquadern, die bei Bedarf heruntergelassen werden können. Ob diese Technik robust gegen Störungen ist, muss sich aber noch zeigen. Die Vielfalt der Ansätze zeigt: Der Speicher der Zukunft ist noch nicht gefunden.

Die Menge des künftigen Niederschlags

Wie stark die Temperaturen steigen werden, können Klimaforschende heute schon recht gut abschätzen. Schwieriger sieht es beim Niederschlag aus. Das gilt auch für die Schweiz.

2018 fertigte ein Forschungskonsortium unter der Leitung des National Centre for Climate Services detaillierte Szenarien für die Schweiz an. Wie stark sich die Niederschläge verändern werden, hängt demnach vor allem von den künftigen Treibhausgasemissionen ab. Und die sind ungewiss. Immerhin lassen sich Tendenzen angeben. Die Winter werden in Nordeuropa wahrscheinlich feuchter und in Südeuropa trockener. Die Schweiz liegt in der Übergangszone; wahrscheinlich wird es aber auch hier feuchter. Im Sommer nimmt hingegen die Trockenheit zu. Die Niederschlagsextreme verstärken sich vermutlich sowohl im Sommer als auch im Winter. Im Sommer sollen künftig die Regenfälle bei Schauern und Gewittern zu stärkeren Extremen neigen. Die Ungewissheit bei den Niederschlägen erschwert die Anpassung, etwa in der Land- und Forstwirtschaft.

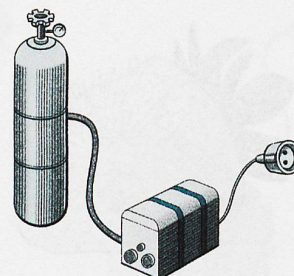
Effiziente Brennstoffzellen für klimaschonenden Verkehr

Firma: EH Group Engineering

Ziel: Reichweite der Elektromobilität vergrössern

Standort: Renens (VD)

Entwicklungsstand: Start-up von 2017, Produktionssteigerung

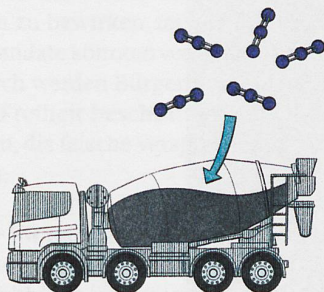


Brennstoffzellen erzeugen elektrochemisch Strom, indem ein Brennstoff und ein Oxidationsmittel miteinander reagieren. Das Start-up EH Group Engineering bei Lausanne entwickelt besonders kompakte Zellen für die Nutzung von Wasserstoff. Wird dieser mit Strom von erneuerbaren Energiequellen hergestellt, ist die Nutzung von Brennstoffzellen sehr klimafreundlich.

Die Zellen der EH Group sind ungewöhnlich dicht gestapelt, dabei sehr leicht und effizient. Laut dem Mitarbeiter Christopher Brandon eignen sie sich sehr für Anwendungen im Bereich Mobilität – ob es nun um PKW, Busse oder Boote geht. In den nächsten zwölf Monaten soll die Produktion in der benötigten Gröszenordnung erreicht werden, wie es heisst.

Beton mit weniger Zement

Firmen: Neustark und Oxara
Ziel: Nachhaltiges Bauen ermöglichen
Standorte: Bern und Zürich
Entwicklungsstand: Beides Spin-offs der ETH Zürich von 2019, Pilotanlage im Bau

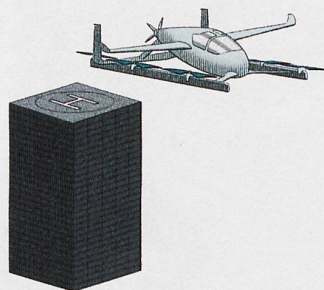


Bauen und Klimaschutz vertragen sich schlecht: Die Herstellung von Zement setzt viel CO₂ frei. Doch es gibt Auswege: Das Spin-off Neustark verbessert das Recycling von Beton. Normalerweise wird dabei das Material eines Gebäudeabbruchs einer neuen Betonmischung beigefügt. Dafür begast Neustark den Schutt erst mit CO₂, worauf sich Kalk bildet, der die Poren schliesst. Das Material taugt besser für neuen Beton und vermindert den Zementverbrauch. Wird das benötigte CO₂ aus Biomasse erzeugt, lässt sich das Gas sogar der Luft entziehen. Derzeit entsteht nahe Bern eine Pilotanlage für den kommerziellen Betrieb.

Das Spin-off Oxara hingegen verwandelt unbelasteten Aushub aus Baugruben in zementfreien Beton: Mineralische Additive machen das Aushubmaterial formbarer und beschleunigen seine Aushärtung. Das Produkt eignet sich für nichttragende Bauteile. Die Entwicklung der Technik für den Markt dauert noch an.

Mit dem elektrischen Taxi in die Lüfte

Firma: Aurora Swiss Aerospace
Ziel: CO₂-arme Kurzstreckenflüge ermöglichen
Standort: Luzern
Entwicklungsstand: Erstflug im Januar 2019



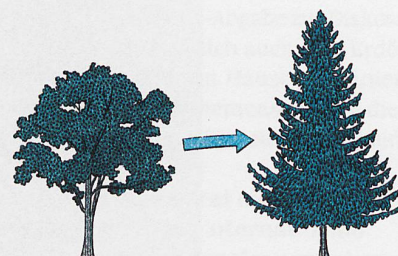
Schon heute surren überall Drohnen. Folgen bald elektrische Lufttaxi? An so einem Fluggerät entwickelt der Boeing-Ableger Aurora Swiss Aerospace mit. Zum Klimaschutz können Flugtaxi beitragen, wenn die Energie für den Bau und der Strom für den Betrieb aus CO₂-armen Quellen stammen.

Acht Rotoren verhelfen dem «Passenger Air Vehicle» zu vertikalen Starts und Landungen. Der erste Flug gelang im Januar 2019. Für den Horizontalflug hat das Vehikel Flügel und einen weiteren Antriebsrotor. Der Übergang vom Start in den Schwebeflug bereitet den Entwicklern aber noch Kopfzerbrechen.

Das Flugtaxi soll zwei bis vier Passagiere über maximal 80 Kilometer transportieren können. Noch stehen Fragen zu Sicherheit und Lärmschutz im Raum. Bis zur Praxistauglichkeit dürfte es noch Jahre dauern.

Fremde Bäume besser lokal angepasst

Projekt: Klimaangepasste Baumarten
Ziel: Schutzwälder für heissere Sommer rüsten
Standort: Südzufahrt Lötschbergtunnel
Entwicklungsstand: Forschungsprojekt von 2019 bis 2021



Zwischen Brig und Hohtenn im Wallis schlängelt sich die Südzufahrt zum Lötschberg-Scheiteltunnel in die Höhe. Ein partiell bewässerter Forst aus Eschen, Ahornbäumen, Birken und Robinien schützt sie. «Die Bäume bewahren die Bahn vor Lawinen, Steinschlag und Erosion», erklärt die Geologin Nicole Viguiet von der Bahngesellschaft BLS.

Mit der Veränderung des Klimas wächst aber die Gefahr, dass der Baumbestand unter den hohen Temperaturen leidet. Damit der Schutzwald weiterhin seine Funktion erfüllt, suchen nun Mitarbeiter der BLS, des Bundesamts für Umwelt, der Forschungsanstalt WSL und des Kantons Wallis passende Baumarten. Eine Frage ist zum Beispiel, ob man auf gebietsfremde Baumarten wie die hitzetolerante Douglasie setzt.

Nach einer Literaturstudie entsteht zurzeit eine Bestandeskarte. Danach wird ein Konzept für Probe- und Beobachtungsflächen erarbeitet. Welche Bäume die geeignetsten sind, müssen dann Feldstudien eines Folgeprojekts zeigen.

Sven Titz ist freier Wissenschaftsjournalist in Berlin.

«Bei Greta Thunberg stellt sich die Frage nach der demokratischen Legitimierung»

In den Diskussionen zur Klimakrise sind oft Zweifel daran zu hören, ob Demokratien die Instrumente für wirkungsvolles Handeln besitzen. Politikwissenschaftlerin Karin Ingold nimmt Stellung.

Interview Samuel Schlaefli Foto Ruben Hollinger



Expertise Klima

Karin Ingold ist Professorin am Institut für Politikwissenschaft der Universität Bern und mit dem Oeschger Zentrum für Klimaforschung sowie dem Departement für Umweltsozialwissenschaften der Eawag assoziiert.

Karin Ingold, der Biophysiker James Lovelock sagte einmal, dass die Menschheit den Klimawandel nur bewältigen könne, wenn sie ihn wie einen Krieg handle. Die Demokratie müsse dafür sistiert werden.

In Verhandlungsdemokratien, für welche die Schweiz ein idealtypisches Beispiel ist, dauert die Entscheidungsfindung oft unglaublich lange. Und solche Demokratien produzieren meist nur sogenannte sanfte Politiken, denn in Kompromissen ist immer die Meinung vieler enthalten. Solche Prozesse führen meist nicht zu innovativen und spektakulären Lösungen. Gleichzeitig aber ist klar, dass Demokratien besonders dafür geeignet sind, Frieden zu stiften. Breit abgestützte und legitimierte Politiken bringen vielleicht kurzfristig nicht die grosse Umwälzung, aber dafür wird die langfristige Unterstützung des Volkes gesichert, was mindestens ebenso wichtig ist.

Trotzdem, auch Sie schreiben, dass Nachhaltigkeit und Demokratie nicht immer kompatibel sind.

Ja, denn unsere Entscheidungstragenden haben meist ein Mandat für vier Jahre. Spätestens nach zwei Jahren kümmern sie sich nicht mehr vorwiegend um die politischen Inhalte, sondern um die eigene Wiederwahl. Um Verhaltensänderungen wie weniger Fliegen und Autofahren zu bewirken, ist das nicht förderlich. Die Mandate könnten verlängert werden, aber dadurch werden Bürgerinnen und Bürger in ihrer Freiheit beschnitten, Personen abzuwählen, die falsche Versprechungen gemacht haben.

In der Klimapolitik gibt es seit zwei Jahren einen neuen Akteur: die Jugend. Sie sieht ihre Interessen durch die klassische Parteipolitik nicht vertreten und geht auf die Strasse. Wie steht es um die Partizipationsmöglichkeiten im demokratischen System?

Es gibt unzählige Arenen, die ausserhalb des regulären Politbetriebs aktiviert werden können. Bei der Fridays-for-Future-Bewegung und Greta Thunberg stellt sich hingegen die Frage nach der demokratischen Legitimierung. Niemand hat sie für die Mitgestaltung der Politik gewählt. Weshalb darf Thunberg vor der Uno sprechen und nicht jemand anderes? Bürgerinnen und Bürger konnten sie weder wählen noch können sie sie abwählen. Es ist schwer nachvollziehbar, nach welchen Kriterien sie ausgewählt wurde, um an politischen Entscheidungsprozessen mitzuarbeiten.

Wie wäre es, parlamentarische Gremien zu schaffen, in denen die Forderungen der Jugendlichen und künftigen Generationen vertreten sind? Der Philosoph Bernward Gesang schlägt Zukunftsräte als dritte Kammern vor.

Da stellen sich mir sofort eine Reihe von Fragen: Wer sind diese Repräsentierenden der zukünftigen Generation und sind diese demokratisch gewählt? Soll es sich dabei um Nostradami handeln, die in die Zukunft blicken können? Die Ressourcen, die zukünftige Generationen zum Leben benötigen, lassen sich vielleicht noch berechnen. Aber was ist mit den Bedürfnissen? Wer weiss heute schon, wie deren Bedürfnisse einst aussehen werden? Ich finde wichtiger, dass wir heute sicherstellen, dass unseren Nachkommen dereinst die gleichen demokratischen Prinzipien zur Verfügung stehen wie uns heute.

Und was ist mit Wissenschaftlerinnen – sind sie heute im politischen System nicht untervertreten?

Wenn Sie dabei an parlamentarische Sitze denken, die für Wissenschaftler reserviert sind – dem würde ich niemals zustimmen, denn damit würde die Demokratie beschnitten! Das Parlament hat die Aufgabe, die Wertvorstellungen einer Gesellschaft zu repräsentieren. Als Bürgerin will ich keine undemokratisch legitimierten Stimmen im Parlament, sondern das Parlament nach eigenen Vorstellungen wählen und abwählen können. Ich warne vor einer Politisierung der Wissenschaft. Es gibt andere, wirkungsvollere Wege für mehr Evidenz in der Politik: zum Beispiel mehr Ressourcen für ausserparlamentarische Gremien mit Wissenschaftlerinnen, die Regierung und Parlament beraten. Oder mehr Investitionen in politische Bildung und Wissenschaftskommunikation.

In internationalen Klimaverhandlungen wird die Schweiz oft als Vorreiterin wahrgenommen. Im Land selbst kommen klimapolitische Vorlagen jedoch nur schleppend voran. Weshalb diese Diskrepanz?

Das sind zwei komplett unterschiedliche Baustellen. Klimadelegationen sind relativ klein und heterogen. NGOs und die Wissenschaften haben dort ein relativ starkes Gewicht. Wenn aber national eine CO₂-Abgabe zur Diskussion steht, dann schalten sich auch eine Erdölvereinigung, ein TCS, ein Hauseigentümerverband oder ein Konsumentenschutz in die Diskussion ein. Die Betroffenheit ist entscheidend.

Müsste der Bundesrat nicht energischer darauf hinarbeiten, internationale Bestimmungen national zu verankern?

Das funktioniert so nicht, und dafür gibt es ein schönes Beispiel: Nach der Umweltkonferenz von Rio 1992 kehrte der damalige Umweltminister und Bundesrat Flavio Cotti heim

und wollte eine CO₂-Steuer einführen. Die Schweizer Wirtschaft und gewisse Parteien haben sich dermassen lautstark entrüstet, dass der Prozess für eine Gesetzesvorlage gar nicht erst eingeleitet wurde. Sie sehen: Grosse, revolutionäre Ideen haben es schwer in der Schweiz.

Aber die Coronakrise hat gezeigt: Der Bundesrat kann scharfe Massnahmen ergreifen, um die Bevölkerung zu schützen. Sollte er für die Klimakrise nicht ähnliche Befugnisse haben?

Die beiden Krisen unterscheiden sich in zwei wichtigen Merkmalen: in der Art der Betroffenheit und im Zeithorizont. Die Politiken, die vom Bundesrat angeordnet wurden, liessen sich nicht nur umsetzen, weil die Bevölkerung an den Befehl von oben glaubt, sondern auch weil sich die Leute tatsächlich persönlich betroffen fühlten. Betroffenheit verhilft einer Politik zum Erfolg. Sie ist beim Klimawandel noch immer zu wenig gross. Dasselbe gilt für den Zeithorizont: Die Klimakrise ist langfristig, die wirklich schlimmen Auswirkungen werden in einigen Jahren und Jahrzehnten erwartet. Viele der Entscheidungstragenden sind über 60 oder 70 Jahre alt und sind davon sowieso nicht mehr betroffen. Bei Covid-19 hingegen ist die Krise unmittelbar und akut.

Samuel Schlaefli ist freier Journalist in Basel.

Ideologien hebeln Fakten aus

Wenn jemand politisch rechts oder links steht, ist meist auch klar, ob diese Person den Klimawandel bekämpfen möchte. Dabei könnte man durchaus auf gleiche Werte setzen.

Text Samuel Schlaefli

Ob in den USA jemand von der menschengemachten Klimakrise überzeugt ist oder nicht, kann praktisch an der Parteizugehörigkeit abgelesen werden. Laut einer Gallup-Umfrage von 2016 glaubten 75 Prozent der Demokraten, dass Effekte der globalen Erhitzung bereits sichtbar seien, bei den Republikanern waren es nur 41 Prozent. Dies, obschon 97 Prozent der ausgewiesenen wissenschaftlichen Expertinnen von einer menschengemachten Klimakrise und deren katastrophalen Auswirkungen auf die Menschheit überzeugt sind. Ulf Hahnel, Umweltpsychologe an der Universität Genf, wollte mehr darüber wissen, wie sich die Klimaskepsis von Parteieliten auf die Wähler überträgt und welche psychologischen Mechanismen dabei am Werk sind. In einem Forschungsteam hat er ein Sample von 176 demokratischen und 157 republikanischen Wählenden untersucht, die einen Monat vor den US-Wahlen vom 8. November 2016 und zwei Wochen danach an einer Befragung teilgenommen hatten.

Die Auswertung zeigt erstaunlicherweise, dass die Befragten beider Parteien nach der Wahl des Republikaners Donald Trump positivere Emotionen gegenüber der Republikanischen Partei hatten. Gleichzeitig war die Akzeptanz der Fakten zum Klimawandel gesunken – auch bei den Demokraten. Die Emotionen für die Partei erwiesen sich dabei als Träger für die Einstellungsveränderung. «Unsere Ergebnisse bestätigen frühere Studien, wonach politische Zugehörigkeit und Identität bezüglich der Einstellung zum Klimawandel noch wichtiger sind als Bildung, Einkommen, Geschlecht oder Alter», fasst Hahnel zusammen. In den USA, Brasilien und Kanada sei dieser Effekt besonders ausgeprägt, doch er zeige sich auch in der Schweiz. Während der Abstimmung zum neuen Energiegesetz von 2017 wies Hahnel in einer Studie nach, dass die Akzeptanz des Atomausstiegs und die Förderung erneuerbarer Energien in erster Linie von der politischen

Ideologie der Stimmenden abhängig war. Hahnel erklärt auch, weshalb politische Ideologie verlockend für die Meinungsbildung ist: «Wir unterliegen einem ständigen Drang zur Reduktion von Komplexität. Deshalb werden Ansichten der eigenen Gruppe – darunter die politische Partei – gerne übernommen. Das entlastet uns.» Dies gelte vor allem für komplexe Themen wie den Klimawandel, die für den Alltag vieler Menschen noch nicht genügend relevant seien, als dass sie sich vertieft mit den Fakten auseinandersetzen würden.

«Studien zeigen ausserdem, dass die gezielte Diskreditierung von Wissenschaftlerinnen in Bezug auf Einstellungen zum Klimawandel sehr effektiv war.» Schliesslich unterlägen wir auch einem sogenannten Confirmation Bias, der dazu führe, dass wir unsere eigenen Einstellungen gerne durch gleichlautende Nachrichten und Meinungen bestätigen.

Die Zweifel an Fakten, die durch politische Vorbilder gesät werden, scheinen also stärker zu sein als die Fakten selbst. Hahnel sieht aber Möglichkeiten, um der zunehmenden Polarisierung entgegenzuwirken und die unterschiedlichen politischen Lager erfolgreicher gemeinsam anzusprechen. Die Kommunikation zum Klimawandel zielt nämlich meist stärker auf das Wertesystem von liberalen und weniger auf dasjenige von konservativen Bürgern und Bürgerinnen ab: «Durch eine ausgewogenere Kommunikation mit Einbezug von konservativen Werten wie Autorität, Lo-

yalität und Bewahrung der Reinheit der Natur könnten beide politischen Gruppen zum Handeln gegen den Klimawandel bewegt werden.» Zudem spiele der Absender solcher Botschaften eine wichtige Rolle: Neutrale Vermittelnde, wie zum Beispiel Wissenschaftler, genössen von beiden Seiten mehr Akzeptanz, sagt Hahnel. «Das zeigt nicht zuletzt die öffentliche Debatte um die Covid-19-Krise, in der Forschende mit ihren Einschätzungen bei beiden Lagern Gehör finden.»



Foto: zvg

«Wir unterliegen einem ständigen Drang zur Reduktion von Komplexität. Deshalb werden Ansichten der eigenen Gruppe gerne übernommen. Das entlastet uns.»

Ulf Hahnel

Oben: Die Mikroalgen (*Chlorella vulgaris*) im Becken sind Alleskönnner. Zuerst werden sie mit Abfällen gefüttert und produzieren Methangas, das verbrannt wird, um Strom zu produzieren. Das entstandene CO_2 wird ins Becken gepumpt (Prozess im Bild), um wiederum das Wachstum der Algen zu fördern. Zum Schluss werden die Algen dann geerntet und zu Biotreibstoff weiterverarbeitet. Foto: Pascal Goetgheluck

Unten: Mit Windrädern überbaute Landschaften wie hier der Windpark Randowhöhe im deutschen Brandenburg empfinden viele als hässlich. Um in den Wintermonaten erneuerbare Energien zu produzieren, ist die Windkraft gemäss Bundesamt für Energie jedoch unerlässlich. Ihr Anteil an der Stromproduktion soll bis ins Jahr 2050 von 0,2 auf 7 Prozent erhöht werden. Foto: Janis Chavakis

