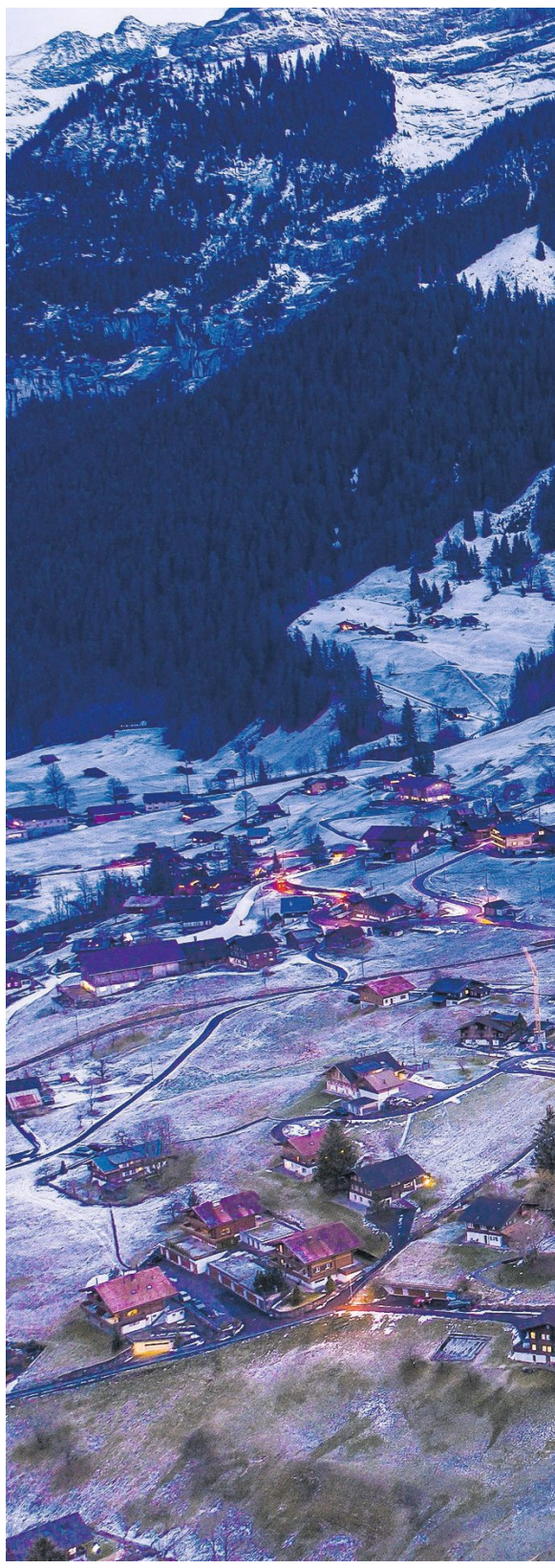
Wie wir die Klimawende

Der Klimawandel lässt sich nur dann in den Griff bekommen, wenn die Welt möglichst bald unter dem Strich keine Treibhausgase mehr produziert. Was aber bedeutet «netto null» für die Schweiz? Wo steht unser Land heute, und welches sind die wichtigsten Schritte hin zu diesem Ziel? **Von Reto Knutti**



Gehen in Grindelwald bald die Lichter aus? Ob es im Wi

Netto null» ist das Schlagwort in der Klimadebatte. Aus gutem Grund: Um den Klimawandel zu begrenzen, darf die Welt unter dem Strich keine Treibhausgase mehr ausstossen. Netto null ist nicht verhandelbar, sondern folgt aus der Ratifizierung des Übereinkommens von Paris. Demnach soll die Erwärmung auf «deutlich unter 2 Grad» und wenn möglich auf 1,5 Grad begrenzt werden. Heute sind wir bei gut 1 Grad Erwärmung. Wir dürfen also nur noch eine gewisse Menge an Treibhausgasen in die Atmosphäre ausstossen und müssen dann auf netto null oder sogar negative Emissionen einschwenken. Aber was bedeutet das konkret, und sind wir auf Kurs? Eine Auslegeordnung für anstehende Debatten.

Das Prinzip netto null

Das Ziel netto null ist mittlerweile breit anerkannt und basiert auf dem im Grundsatz einfachen Prinzip, dass jede Tonne CO_2 langfristig etwa gleich viel zur Erwärmung beiträgt, egal wann und wo sie ausgestossen wird. Netto null ist damit eine einfache Milchbüchleinrechnung: Ist die erlaubte Menge emittiert, muss jede zusätzlich ausgestossene Tonne CO_2 der Atmosphäre wieder entzogen werden, zum Beispiel durch technische CO_2-Bindung oder CO_2-Aufnahme in Wäldern oder Böden. Dies gilt für die gesamte Welt. Was aber bedeutet netto null in der praktischen Umsetzung für ein Land, eine Stadt, eine Person?

Um Emissionsziele festlegen zu können, müssen Systemgrenzen definiert werden: Was gehört dazu und was nicht? In der internationalen Klimapolitik werden heute nur Emissionen innerhalb der Landesgrenzen einem Land zugerechnet, nicht aber die Emissionen bei der Produktion importierter Güter. Das hat praktische Gründe: Emissionen anhand der Landesgrenzen lassen sich klar zuordnen. Zudem kann ein Land die Emissionen durch politische Massnahmen vor allem im Inland steuern.

Vergessen geht dabei, dass beispielsweise der Klima-Fussabdruck der Schweiz eigentlich mehr als doppelt so gross ist, wie der Inlandwert glauben lässt, Tendenz steigend. Luft- und Schifffahrt fehlen zudem völlig. Diese Systemgrenzen sinnvoll festzulegen, ist eine politische Aufgabe. Für eine Stadt ist das noch schwieriger. Gehört das Pendeln von ausserhalb zur Stadt dazu? Wird durch Flugreisen produziertes CO_2 auch berücksichtigt? Ist Kompensation oder Sequestrierung erlaubt, und falls ja: innerhalb der Stadt oder auch anderswo, sogar im Ausland? Wie geht die Stadt mit Emissionen um, die sie wenig beeinflussen kann, weil sie durch nationale oder kantonale Regeln bestimmt sind?

Das Netto-null-Ziel bezieht sich meist auf CO_2. Für die Einhaltung der Klimaziele sind aber auch weitere Treibhausgase wichtig. CO_2 ist der grösste Verursacher der Erwärmung und stammt vorwiegend aus fossilen Brenn- und Treibstoffen sowie zu kleinen Teilen aus Landnutzungsänderungen und aus der Zementherstellung. Die weiteren Treibhausgase sind Methan und Lachgas, die vor allem durch Landwirtschaft und Viehhaltung entstehen, sowie die synthetischen Gase HFC, PFC, SF_6 und NF_3. Auch die Konzentration dieser Treibhausgase darf in der Atmosphäre irgendwann nicht mehr weiter ansteigen. Ein Netto-null-Ziel muss klarstellen, ob es nur auf CO_2 oder auf alle Gase abzielt.

Reto Knutti

Der Autor ist Professor für Klimaphysik an der ETH Zürich und Präsident des Forums Pro Clim der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz. Pro Clim versteht sich als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit und berät die Politik in Fragen des globalen Klimawandels.

Der Fahrplan zu netto null

Wenn die weltweiten Emissionen begrenzt sind, welche Menge steht der Schweiz noch zu? Erhält jede Person ein gleich grosses CO_2-Restbudget? Oder steht den Industrienationen aufgrund ihrer bisherigen Emissionen weniger zu? Das Uno-Prinzip der «gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung» besagt, dass, ob klein oder gross, alle mithelfen müssen und dass denjenigen Ländern eine Schlüsselrolle zukommt, die pro Kopf am meisten Treibhausgase ausstossen und die grössten technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten für Lösungen haben. Die Schweiz gehört klar zu diesen Ländern, insbesondere wenn man die Menge konsumbedingter Emissionen im Ausland berücksichtigt. Eine wichtige Rolle kommt auch dem Schweizer Finanzsektor zu, der mit seinen Entscheidungen Investitionen beeinflusst, die diejenigen im eigenen Land um ein Vielfaches übersteigen.

Für die Schweiz wie für andere Industrieländer hat sich als Emissionsziel eine ungefähre Halbierung der Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 und netto null Treibhausgase vor 2050 etabliert. Diese Position vertritt seit August auch der Bundesrat, sie entspricht ungefähr dem Klimaziel von Paris. Was das für die Schweiz tatsächlich bedeutet, hängt massgeblich vom Tempo ab: Je länger wir die Reduktion hinausschieben, desto schneller müssen wir anschliessend reduzieren. Stossen wir mehr aus, als im Emissionsziel festgelegt ist, oder können wir Restemissionen nicht eliminieren, werden «negative Emissionen» nötig, und wir müssen CO_2 aus der Luft binden.

Ist die Schweiz auf Kurs?

Nein. Das revidierte CO_2-Gesetz von 2013, entstanden noch unter dem Kyoto-Protokoll, sieht eine Reduktion der Treibhausgase von 20 Prozent im Inland im Jahr 2020 gegenüber 1990 vor. Bis 2017 wurde eine Reduktion von 12 Prozent (ohne Waldsenken) gegenüber 1990 erzielt. Das Ziel wird wahrscheinlich verfehlt. Am stärksten reduziert wurde im Gebäudesektor, während die Verkehrsemissionen bestenfalls stagniert haben. Deutlich zugenommen haben die «grauen» Emissionen, also Emissionen durch Güter und Dienstleistungen, die im Ausland für uns produziert und in der Schweiz konsumiert werden. Damit haben wir einen Teil unserer Emissionen ins Ausland verlagert.

Die bisher erreichte Reduktion von 12 Prozent über einen Zeitraum von 27 Jahren ist sehr bescheiden. In etwa der gleichen Zeitspanne muss die Schweiz gemäss Zielen des Bundesrates bei netto null sein. Ähnliche Ziele haben sich mindestens weitere 15 Staaten gesetzt, darunter die Niederlande, Frankreich, Dänemark, Schweden, Norwegen, Neuseeland und Grossbritannien. Fast täglich werden es mehr. Auch in der EU wird über dieses Ziel diskutiert. Einige gehen noch weiter: Die Stadt Zürich und der Kanton Baselland wollen den Treibhausgas-Ausstoss schon bis 2030 auf netto null reduzieren.

Wie ist netto null zu erreichen?

Klar ist, dass netto null eine vollständige Abkehr von fossilen Brenn- und Treibstoffen bedeutet, insbesondere im Strassenverkehr und bei den Gebäuden. Zudem braucht es wahrscheinlich synthetische Treibstoffe für die Luftfahrt sowie die Einlagerung von Restemissionen, die sogenannte Sequestrierung.

Negative Emissionen: Durch natürliche Verwaldung, eine gezielte Aufforstung oder das technische Binden von CO_2 aus der Luft mit anschliessender Einlagerung in den Boden kann der Atmosphäre CO_2 entzogen werden. All diese Massnahmen können jedoch den CO_2-Ausstoss bei weitem nicht kompensieren und sind keine Alternative für den Ersatz von fossilen Brenn- und Treibstoffen. Die Waldfläche kann nicht beliebig ausgedehnt werden. Künstliche Abscheidung und Sequestrierung existieren erst in Pilotprojekten und funktionieren heute nur mit kleinen Mengen und zu hohen Kosten. Damit lassen sich in Zukunft wohl höchstens schwer vermeidbare Restemissionen aus der Luftfahrt, Zementherstellung oder Landwirtschaft kompensieren.

Im Ausland kompensieren: Kurzfristig kann es ökonomisch sinnvoll sein, Emissionen im Ausland zu reduzieren, weil dies pro Tonne CO_2 zurzeit mindestens zehnmal günstiger ist als im Inland. Die Auslandkompensation wird jedoch teurer und wird bald gar nicht mehr möglich sein, weil alle Länder ihre Emissionen auf netto null begrenzen müssen. Hinzu kommt, dass neben dem Geld für den Kauf fossiler Energien zusätzlich Geld für die Kompensation ins Ausland fliesst – statt in Innovationen hierzulande. Und schliesslich muss die Schweiz im eigenen Land alle Emissionen auf null bringen, nachdem sie zuvor die Reduktion im Ausland bezahlt hat.

Die wichtigsten Massnahmen

Gebäude: Bei den Gebäuden zeigt die 2014 eingeführte und schrittweise erhöhte CO_2-Lenkungsabgabe auf Brennstoffen zusammen mit dem Gebäudeprogramm eine klare Wirkung. Die witterungsbereinigten CO_2-Emissionen sind seit 1990 um knapp 30 Prozent gesunken. Allerdings wird immer noch mehr als jede zweite Ölheizung durch eine neue Ölheizung ersetzt. Der Ständerat schlägt vor, dass bei fossilen Heizungen in Altbauten ab 2023 strenge Grenzwerte gelten sollen. Dem Gebäudesektor kommt eine Schlüsselrolle zu: Die technischen Lösungen existieren schon lange und erfordern weder Verhaltensänderung noch Verzicht. Es ist eine Frage der politischen Instrumente, um diesen Umbau sozialverträglich auszugestalten und zu beschleunigen. Die Stossrichtung stimmt, aber die Renovationsraten müssen massiv gesteigert werden.

Mobilität: Die Mobilität schlägt mit dem Strassenverkehr (26 Prozent) und Flugverkehr (19 Prozent, inklusive indirekte Effekte von CO_2 in grosser Höhe) am stärksten zu Buche. Treibstoffe für Motorfahrzeuge unterliegen zurzeit keiner CO_2-Abgabe, ein kleiner Teil der Emissionen muss im Inland kompensiert werden. Der CO_2-Ausstoss aus dem Strassenverkehr ist seit 1990 etwa konstant; Einsparungen durch effizientere Motoren werden wettgemacht durch mehr Fahrzeuge, mehr Kilometer, kleinere Belegung sowie schwerere und stärkere Fahrzeuge. Inzwischen nimmt der CO_2-Ausstoss pro Kilometer für Neufahrzeuge wieder zu, trotz schärferen Normen. Der Anteil der auf der Strasse transportierten Güter steigt, und die Verkehrsperspektiven des Bundes sagen ein weiteres Wachstum des Verkehrsvolumens voraus.

Eine Kombination aus der Förderung des öffentlichen Verkehrs und des Fuss- und Veloverkehrs, einer Lenkungsabgabe auf Benzin, Mobility-Pricing, einer stärkeren Besteuerung schwerer Fahrzeuge sowie eine Verbesserung der Ladeinfrastruktur sind unvermeidlich, um den Privatverkehr zu reduzieren und den zwingenden Umstieg auf Elektro- und Wasserstoffantriebe sowie erneuerbare synthetische Treibstoffe zu erreichen. Letztere sind zwar noch teuer, werden aber vermutlich im Langstrecken- und Güterverkehr unentbehrlich werden.

Beim Flugverkehr herrscht weitgehend Ratlosigkeit. Er wächst weltweit wie in der Schweiz mit etwa 5 Prozent pro Jahr. Ein Ende ist nicht in Sicht, obwohl alle von «Flugscham» und Nachtzügen reden. Eine Flugticket-Abgabe von 30 bis 120 Franken scheint in Griffnähe. Die Hälfte des Ertrages soll – ähnlich der CO_2-Lenkungsabgabe – der Bevölkerung zurückerstattet werden, um die soziale Verträglichkeit zu verbessern. Die Effektivität ist jedoch stark umstritten: Mit den vorgeschlagenen Beträgen ist die Lenkungswirkung wahrscheinlich zu gering und würde durch weiteres Wachstum mehr als kompensiert. Eine interessante Perspektive wäre eine Abgabe mit Teilzweckbindung, mit der die Entwicklung und Skalierung von synthetischen Treibstoffen oder die Sequestrierung finanziert würde – kombiniert mit Vorgaben für die Fluggesellschaften, diese CO_2-neutralen Treibstoffe einzusetzen oder entsprechend CO_2 zu sequestrieren. Auch die

Nicht alle Lösungen sind bereit, aber das darf uns nicht davon abhalten, den Schutz des Klimas konsequent voranzutreiben.

schaffen

MARTIN MOXTER / WESTEND61 / KEYSTONE

nter künftig zu Lücken in der Stromversorgung kommt, ist umstritten. (9. Februar 2019)

Industrie, die mit Effizienz nur noch wenig erreichen kann, hofft auf neue Technologien wie synthetische Brennstoffe.

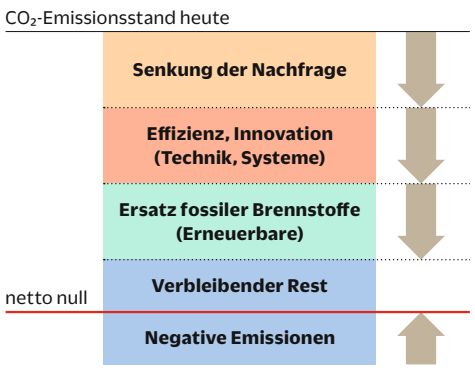
Energie: Elektrisch betriebene Fahrzeuge und Wärmepumpen in Gebäuden erhöhen die Nachfrage nach Elektrizität. Zusammen mit der geplanten Abschaltung von Kernkraftwerken und der Abkehr von Kohle und Gas ergeben sich dabei mögliche Engpässe in der Stromversorgung, vor allem im Winter. Wie gross eine solche Versorgungslücke tatsächlich wäre, ist umstritten und hängt auch von Entscheiden auf europäischer Ebene ab. Investitionen in erneuerbare Energie, in Netzinfrastruktur und Speichersysteme sowie die Schaffung technischer und regulatorischer Möglichkeiten, um den Verbrauch gewisser Geräte wie Wärmepumpen dynamisch anzupassen, sind aber unvermeidlich.

Obwohl Kernkraft praktisch CO_2-frei ist, sind neue Anlagen in der Schweiz kaum mehrheitsfähig. Kernkraftwerke können wegen ihrer immensen Kosten nur mit Staatsgarantie gebaut werden, von der Planung bis zur Fertigstellung dauert es rund 20 Jahre, und die Kosten und technischen Herausforderungen für den Rückbau der Anlagen und die Lagerung der radioaktiven Abfälle sind enorm. Wie auch immer die Energiewende gelingen soll, sie wird etwas kosten. Aber das widerspiegelt nur die immer wieder geforderte Internalisierung der externen Kosten. Das heisst, dass die Preise für Energie nicht nur die Erzeugung, sondern auch die verursachten Schäden einschliessen müssen.

Landwirtschaft: Die Landwirtschaft trägt durch Methan-Emissionen von Nutztieren, aber auch CO_2- und Lachgasemissionen zum Ausstoss von Treibhausgasen bei. Als Massnahmen dagegen wird über die Vermeidung von Food-Waste, Futterzusätze zur Methanreduktion, Biogasanlagen, Kohlenstoffspeicherung durch Humusaufbau und reduzierte Bodenbearbeitung sowie die Kombination von Landwirtschaft mit der Nutzung von Bäumen auf der gleichen Fläche diskutiert. Die sogenannten Vermeidungskosten sind in der Landwirtschaft oft hoch. Den effektivsten Beitrag zum Klimaschutz stellt eine Reduktion der tierischen Produktion und des Konsums tierischer Produkte in der Ernährung dar. Dies ist allerdings eine individuelle Entscheidung und nur beschränkt von aussen steuerbar. Zudem ist bei den in der Schweiz konsumierten Nahrungsmitteln über die Hälfte des Treibhausgasausstosses auf importierte Produkte zurückzuführen, Tendenz steigend.

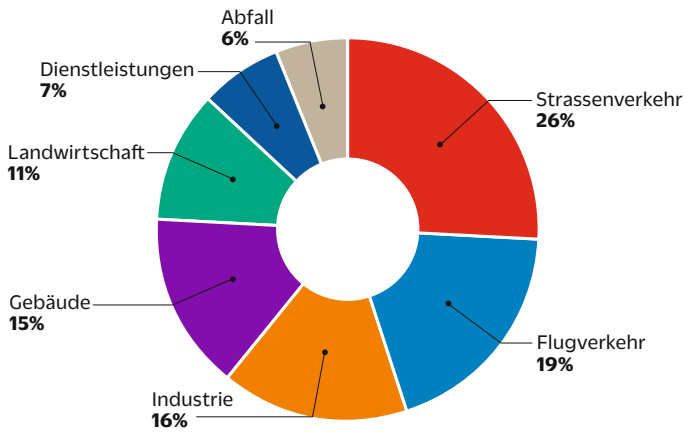
Emissionsfreie Zukunft

Die erforderlichen Schritte, um einen Netto-null-CO_2-Ausstoss zu erreichen



Wer wie viel ausstösst

Treibhausgasemissionen nach Sektor



Quelle: Bafu/Bazl

Die Zeit drängt

Die beobachtete bisherige Erwärmung ist bereits höher als 1 Grad Celsius, und mit den heutigen Temperaturtrends werden wir 1,5 Grad in weniger als 20 Jahren erreichen. Allein die heute existierende globale Infrastruktur bringt uns, wenn sie wie im üblichen Zeitrahmen amortisiert und erneuert oder ersetzt wird, auf 1,5 Grad, selbst wenn ab morgen kein einziger Verbrennungsmotor verkauft und keine einzige Ölheizung mehr eingebaut würde. Das zeigt, dass alte Infrastruktur rascher als üblich ersetzt werden muss und dass die ambitionierten Klimaziele nur mit sofortigen Kursänderungen erreichbar sind. Die Anteile von Technologie contra Lebensstilwandel und Suffizienz ist dabei umstritten.

In Anbetracht des schon beschlossenen Inlandziels von 20 Prozent Reduktion bis 2020 ist der eben verabschiedete Vorschlag des Ständerates von 30 Prozent im Inland bis 2030 als ungenügend einzustufen. Wir wären damit nur zu 1 Prozent Reduktion pro Jahr bereit, aber verlangen von der nächsten Generation ab 2030 mehr als das Dreifache. Ist das gerecht?

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Notwendigkeit von netto null klar. Aber netto null ist kein exakter Fahrplan, sondern eine Vision für die nächsten Jahrzehnte, die auch der Wirtschaft ein Ziel vorgibt. Die Politik ist gefordert, klare, stabile und konsequente Rahmenbedingungen sowie eine austarierte Kombination von Steuern, Lenkungsabgaben, Vorschriften und Subventionen zu finden, damit der erwünschte Effekt erzielt wird und die Massnahmen mehrheitsfähig, sozial und generationenübergreifend verträglich sind. Das wird ohne Zweifel einiges kosten, aber langfristig ist dies günstiger, als die nächste Generation für die Schäden bezahlen zu lassen. Je länger wir warten, desto teurer wird es.

Nicht alle Lösungen sind bereit, aber das darf uns nicht davon abhalten, den Schutz des Klimas konsequent voranzutreiben. Immer noch diskutieren wir allzu häufig über den genauen Zeitpunkt und die Machbarkeit des 1,5- oder 2-Grad-Ziels anstatt über die heute dringend zu treffenden Massnahmen Richtung netto null. Massnahmen, die oft kollidieren mit Gewohnheiten und Annehmlichkeiten, aber auch mit Business-Modellen, die nur ungern aufgegeben oder geändert werden. Die Schweiz ist bis jetzt nicht auf Kurs, aber vieles ist in greifbarer Nähe, gefordert sind klare Rahmenbedingungen sowie gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und politischer Gestaltungswille.