

Energie sparen dank der Klimaerwärmung

Angesichts der Klimaerwärmung dürfte der Energieverbrauch in der Schweiz sinken. Damit verbunden sind ein Rückgang der CO₂-Emissionen und ein Wohlstandsgewinn der Haushalte.

Camille Gonseth, Philippe Thalmann, Marc Vielle

Abstract Die Klimaerwärmung bringt vielfältige Probleme mit sich. Zu erwarten sind auch gewisse positive Auswirkungen, insbesondere ein geringerer Heizbedarf im Winter. Ein durchschnittliches Klimaszenario ergibt für das Jahr 2060 einen im Vergleich zum Durchschnitt des Zeitraums 1980 bis 2009 um 16 Prozent niedrigeren potenziellen Energiebedarf für Gebäude. Ein Drittel dieses Potenzials geht durch direkte und indirekte «Rebound-Effekte» verloren. Übrig bleiben eine Senkung des CO₂-Ausstosses um 3,9 Prozent und ein leichter Wohlstandsgewinn für die Haushalte von 0,16 Prozent.

Der Klimawandel führt zu einem geringeren Heizbedarf in der Schweiz – im Gegenzug steigt der Kühlbedarf. Diese Vermutung bestätigt sich im Rahmen eines vom Bundesamt für Umwelt (Bafu) finanzierten Programms zu den Effekten der Klimaänderungen.¹ Zur Veranschaulichung der Entwicklung haben wir drei verschiedene Klimaszenarien herangezogen, die alle in dieselbe Richtung weisen (siehe *Methodologie-Kasten* und *Abbildung*).

¹ Ein Artikel über diese Arbeit erscheint demnächst in der Ausgabe vom Dezember 2017 der Schweizerischen Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik.

Im Folgenden gehen wir auf das mittlere Szenario (Szenario B) ein. Dieses rechnet für das Jahr 2060 in der Schweiz, je nach Region und Jahreszeit, mit einem Temperaturanstieg von 2,0 bis 2,9 Grad Celsius. Daraus ergibt sich gegenüber dem Referenzszenario ein Rückgang der Heizgradtage um 18,3 Prozent. Hingegen steigt die Zahl der Kühlgradtage um 364 Prozent.

Die Veränderung bei den Heizgradtagen korreliert direkt mit dem Energiebedarf, der notwendig ist, um denselben Wärmeekomfort zu erreichen. Dieser Bedarf sinkt in den Haushalten, in der Industrie und im Dienst-

leistungssektor um 18,3 Prozent. Der Energieverbrauch der Haushalte für Gebäude (inklusive Heizen) nimmt um 15,9 Prozent ab.

Bei der Klimatisierung ist die Umrechnung etwas komplizierter. Hier verwenden wir eine empirisch geschätzte lineare Beziehung zwischen Energiebedarf und Kühlgradtagen. Basierend darauf resultiert bei den Haushalten für 2060 ein steigender Energiebedarf von 0,6 Terawattstunden. Im Dienstleistungssektor steigt der Bedarf aufgrund der Klimatisierung um 1,4 Terawattstunden.

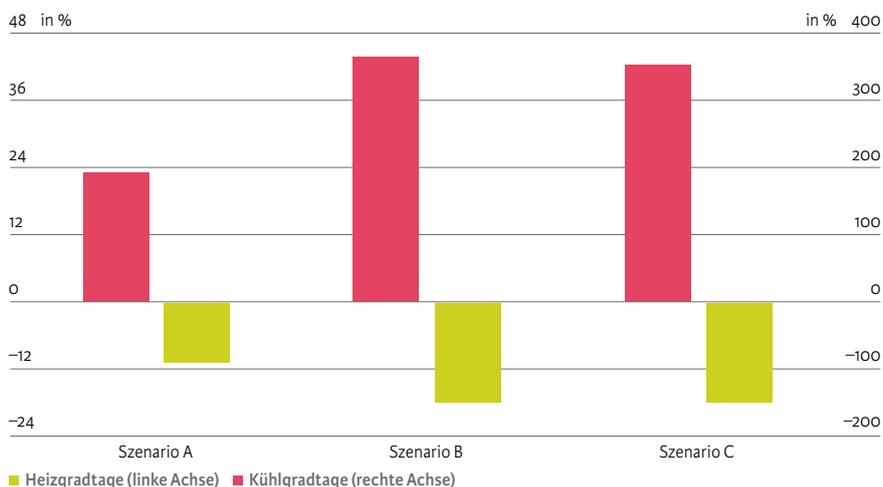
Während ein geringerer Energiebedarf beim Heizen als Effizienzgewinn interpretiert werden kann, stellt ein höherer Energieverbrauch bei der Klimatisierung einen Effizienzverlust dar. In den Szenarien zu den Klimaänderungen sind die Parameter zur Entwicklung der Energieeffizienz dem sich verändernden Energiebedarf angepasst.

Aufgrund von zahlreichen endogenen Anpassungen im Modell, insbesondere zum Niveau des angestrebten Wärmeekomforts, verringert sich der Energieverbrauch der Haushalte für die Gebäude insgesamt um lediglich 10,4 Prozent. Angesichts der theoretisch möglichen 15,9 Prozent bedeutet dies, dass ein Drittel des Energiesparpotenzials durch sogenannte Rebound-Effekte verloren geht.

Rebound-Effekte erhöhen den Energieverbrauch

Der erste Rebound-Effekt hat mit dem tiefen impliziten Preis für den Wärmeekomfort zu

Heiz- und Kühlgradtage im Jahr 2060 (Veränderung gegenüber Referenzszenario, anhand von drei Szenarien)



Von der Forschung in die Politik

Die «Volkswirtschaft» und die «Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik» verbessern den Wissenstransfer von der Forschung in die Politik: Aktuelle wissenschaftliche Studien mit einem starken Bezug zur schweizerischen Wirtschaftspolitik erscheinen in einer Kurzfassung in der «Volkswirtschaft».

tun: Dank der Erwärmung können Haushalte und Unternehmen denselben Komfort mit weniger Energie erreichen. Mit anderen Worten: Sie erhalten einen Anreiz, den Wärmekomfort zu erhöhen.

Neben diesem direkten Rebound-Effekt treten auch indirekte Effekte auf, wie eine Analyse der Entwicklung des Energieverbrauchs in der Schweizer Wirtschaft zeigt: Einerseits können die Haushalte dank Einsparungen bei den Heizkosten ihren Konsum an Waren und Dienstleistungen ausweiten. Die Herstellung und die Verwendung dieser zusätzlichen Produkte gehen somit mit einem höheren Energieverbrauch einher. Andererseits produzieren die Unternehmen mehr für den Export, da dank einer effizienteren Nutzung der Heizenergie ihre Wettbewerbsfähigkeit steigt. Beide Effekte haben einen Anstieg des Energiebedarfs zur Folge.

Wohlstandsgewinn für Haushalte

Was bleibt unter dem Strich von den potenziellen Gewinnen aufgrund der Klimaerwär-

mung übrig? Dank Nettoeinsparungen bei den Heiz- und Klimatisierungskosten in allen Sektoren können die Haushalte im Jahr 2060 zu konstanten Preisen 0,16 Prozent mehr konsumieren als im Referenzszenario. Das ist wenig, aber doch signifikant, wenn berücksichtigt wird, dass die simulierten Einflüsse sehr lokal sind.

Gegenüber dem Referenzszenario sinken die CO₂-Emissionen um 3,9 Prozent: Der Verbrauch von Erdölprodukten in der Schweiz geht um 4,8 Prozent zurück, derjenige von Erdgas bleibt mit einem Rückgang von 0,3 Prozent praktisch unverändert. Weil aber der Stromverbrauch um 2,8 Prozent zunimmt, hängt der Gesamteffekt auf die CO₂-Emissionen auch davon ab, wie die Elektrizität produziert wird. Unser Referenzszenario berücksichtigt den geplanten Atomausstieg und geht davon aus, dass der Mehrbedarf an Strom im Jahr 2060 zu zwei Dritteln durch Erdgas (dessen Verbrauch deshalb schweizweit nur wenig zurückgeht) und zu einem Drittel durch erneuerbare Energien (ohne Wasserkraft) gedeckt wird.

Zusammenfassend ist festzustellen: Die Schweiz profitiert von der Klimaerwärmung insofern, als sie weniger Energie benötigt, um den gleichen Wärmekomfort in Gebäuden zu gewährleisten. Die zahlreichen erwarteten und teilweise bereits spürbaren negativen Folgen der Klimaerwärmung wiegt dies jedoch nicht auf.



Camille Gonseth

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Städte- und Umweltökonomie, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)



Philippe Thalmann

Wirtschaftsprofessor, Leiter des Lehrstuhls für Städte- und Umweltökonomie, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)



Marc Vielle

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Städte- und Umweltökonomie, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)

Methodologie

Die Analyse beruht auf einem allgemeinen Gleichgewichtsmodell, das die Schweizer Wirtschaft detailliert erfasst: den Konsum, die Produktion sowie den Handel mit der übrigen Welt. Durch diesen innovativen Ansatz ist es möglich, vielfältige wirtschaftliche Interaktionen zu berücksichtigen, die in einer entwickelten Volkswirtschaft bestehen. Dies sind beispielsweise die sogenannten indirekten Rebound-Effekte: Die Haushalte, die weniger für das Heizen bezahlen, können das eingesparte Geld für andere Waren und Leistungen ausgeben. Diesen Effekten gilt es Rechnung zu tragen, wenn der Gesamteffekt der Klimaänderungen auf die Produktion, den Wohlstand, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen beurteilt wird.

Unser Modell (*Gemini-E3*) wurde so angepasst, dass es die vom Klimawandel am stärksten betroffenen Sektoren und die Anpassungsmöglichkeiten erfasst. Es beinhaltet 28 Sektoren (5 davon für Energie), gegenüber 18 in der Standardversion. Die Klimaän-

derungen sind als Änderung der meteorologischen Bedingungen gegenüber der Referenzperiode 1980 bis 2009 beschrieben. Die Prognosen beruhen auf Szenarien, die spezifisch für die Schweiz entwickelt wurden.^a Sie liefern regionalisierte tägliche Prognosen für die Änderungen von Temperatur und Niederschlag gegenüber der Referenzperiode.

Die verwendeten Prognosen beruhen auf *drei Szenarien* zu den Treibhausgasemissionen für zwei Jahre (2035 und 2060).^b Das erste Szenario geht von einer Reduktion von rund 50 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen bis 2050 aus. Bei den anderen zwei Szenarien ist dies nicht der Fall. Diese weisen einen sehr ähnlichen Emissionsverlauf auf, weichen jedoch im Zeitraum 2045 bis 2074 voneinander ab.

Die Prognosen liefern jeweils durchschnittliche Tagestemperaturen für 64 Wetterstationen und die zwei betrachteten Jahre. Indem man anschliessend diese Werte mit einem Referenzszenario ohne Kli-

mawandel vergleicht, erhält man die Veränderung der Heizgradtage (bzw. Kühlgradtage). *Heizgradtage* messen die kumulierten Temperaturunterschiede zwischen der gewünschten Innentemperatur (20 Grad Celsius) und der durchschnittlichen Tagesausserentemperatur für jene Tage, an denen Letztere unter 10 Grad Celsius liegt. *Kühlgradtage* messen die kumulierten Temperaturunterschiede zwischen der durchschnittlichen Tagesausserentemperatur und einem Wert, bei dem es keine Kühlung braucht (18,3 Grad Celsius), für jene Tage, die diesen Grenzwert überschreiten. Die Aggregation dieser Serien auf schweizerischer Ebene erfolgt aufgrund der räumlichen Verteilung der Wohnbevölkerung.

- CH2011. Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Technical Report, C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, 2011.
- Offizielle Bezeichnung: RCP3PD, A1B und A2; in diesem Artikel als Szenario A, B und C bezeichnet.