

2.14 Auswirkungen des Klimawandels auf das Energiesystem der Schweiz

Gestützt auf internationale und nationale Studien lassen sich bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf das Schweizer Energiesystem folgende qualitative Trends ableiten: Der erwartete Einfluss des Klimawandels ist im Vergleich zu demographischen, wirtschaftlichen und technologischen Entwicklungen weitestgehend von untergeordneter Bedeutung, zumindest kurz- (2030) bis mittelfristig (2050). Sowohl auf der Nachfrage- als auch auf der Angebotsseite halten sich positive und negative Auswirkungen die Waage beziehungsweise überwiegen die günstigen Effekte leicht. Gefahren für die Energieinfrastruktur sind trotzdem erkennbar. Langfristig (zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts) bestehen noch erhebliche Unsicherheiten.

Konstantinos Boulouchos (ETH Zürich)

Energienachfrage und -nutzung

Kühlen und Heizen

Die projizierte direkte Erwärmung in der Schweiz von 1,5 bis 4 Grad Celsius (sowohl regional- als auch jahresgemittelt) wird in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts (um 2085 herum) zu einer Abnahme des Heizwärmebedarfs um 7 bis 20 Prozent führen; wenn ein konstanter Gebäudetechnikstandard vorausgesetzt wird. Entsprechend würde sich eine Zunahme des Strombedarfs für Kühlung ergeben. Beide Effekte sind relativ klein und würden sich vermutlich bis zu einem gewissen Grad energetisch kompensieren. Allerdings trägt die Reduktion des Wärmebedarfs direkt zur Absenkung des CO₂-Ausstosses bei, während die Zunahme des Kühlbedarfs durch den fürs Jahr 2050 erwarteten CO₂-armen Schweizer Strommix wohl einen entsprechend kleineren Effekt haben dürfte (CH2014-Impacts 2014). Insgesamt jedoch würde der direkte Effekt der Klimaerwärmung auf den CO₂-Ausstoss, verglichen mit den Herausforderungen vor allem im Verkehrsbereich aber auch mit der Technikentwicklung im Gebäudebereich, von klar untergeordneter Bedeutung sein. Je nach Klimaszenario sind dabei maximale CO₂-Einsparungen von 0,9 bis 3,7 Prozent zu erwarten. Geht man aber von einer erfolgreichen Umsetzung der Energiestrategie 2050 (BFE & Prognos 2012) aus und damit von einer weit höheren Energieeffizienz der Gebäude, würden die durch den Klimawandel bedingten Einsparungen beim Heizwärmebedarf deutlich kleiner. Hingegen sind in der Zukunft effiziente Kühlsysteme vor allem im Dienstleistungssektor erforderlich, da dort höhere Abwärmemengen aus der massiv zunehmenden Nutzung von IT-Systemen erwartet werden.

Ein positiver Aspekt einer Verschiebung vom Winter- zur Sommerelektrizitätsnachfrage ist die bessere Ausgeglichenheit des Elektrizitätsbedarfs zwischen Sommer und Winter. Diese wird der zukünftigen Angebotsstruktur des

Schweizer Elektrizitätssystems etwas entgegenkommen, da mit einem höheren Anteil an Photovoltaik-Produktion gerechnet wird, was insbesondere im Sommer zu einer Zunahme der Elektrizitätserzeugung führt.

Verkehr

Im Sektor Verkehr lässt sich als direkter Effekt der Klimaänderung – nebst dem Zusatzaufwand für die Fahrzeugklimatisierung – eine Zunahme des Verkehrs von den Ballungszentren aus voraussagen: einerseits hin zu den immer höher liegenden Wintersportdestinationen (sofern der Wintersport den langfristigen Klimawandel überlebt; s.a. Kap. 2.11 Tourismus, S. 117), andererseits hin zu Regionen ausserhalb der Städte im Sommer (OcCC & ProClim 2007). Mit einer Verkehrszunahme verbunden ist die Zunahme des Treibstoffverbrauchs. Das Ausmass dieser Erhöhung der Energienachfrage muss über die Zeit beobachtet werden, ist schwer zu quantifizieren und fällt gegenüber den übrigen Treibern (Raumplanung, Bevölkerung- und Wirtschaftsentwicklung) weniger ins Gewicht.

Energieangebot

Auf der Seite des Energieangebots lassen sich verschiedene Folgen des Klimawandels – insbesondere mit Bezug auf die Elektrizitätserzeugung – ausmachen. Dabei ist zu beachten, dass die Schweiz auch stark durch Veränderungen im europäischen Energieangebot betroffen ist, die möglicherweise bedeutender sind, als der Einfluss des Klimawandels.

Wasserkraft

Für den mit Abstand wichtigsten Beitrag zur Elektrizitätsproduktion, nämlich denjenigen der Wasserkraft, sa-

gen neuere Studien (CH2014-Impacts 2014) bis etwa 2050 geringfügige, wahrscheinlich leicht positive Erträge im Jahresmittel von 0,9 bis 1,9 Prozent voraus – allerdings mit gewissen regionalen Unterschieden. Wichtiger jedoch ist die projizierte Erhöhung der Winterstromproduktion um etwa zehn Prozent und die gleichzeitige Abnahme der Sommerstromproduktion um vier bis sechs Prozent, unter anderem aufgrund der Veränderungen des saisonalen Wasserangebots. Von Vorteil ist, dass diese saisonale Verschiebung den Ertragsüberschuss im Sommerhalbjahr verringern würde, der aufgrund des erwarteten hohen Beitrags der Photovoltaik in Zukunft steigen dürfte. Allerdings existieren noch keine belastbaren Aussagen für die Zeit nach 2050, für die eine Abnahme des Gletschervolumens um 60 bis 80 Prozent befürchtet wird (CH2014-Impacts 2014, Szenario mit mittleren Emissionen SRES-A1B). Zudem könnten veränderte Geschiebefrachten erhöhte Anforderungen an die Infrastruktur stellen. Es sind technische Möglichkeiten zur diesbezüglichen Anpassung bekannt, die jedoch einen entsprechenden Einsatz finanzieller Mittel erfordern würden.

Thermische Grosskraftwerke

Höhere Temperaturen führen in der Regel zu einer Leistungsabnahme und in geringerem Ausmass zu einer Verringerung des Wirkungsgrades thermischer Grosskraftwerke, insbesondere bei einer verminderten Verfügbarkeit von Kühlwasser im Spätsommer. Da jedoch in der Schweiz von einer Abschaltung der Kernkraftwerke noch deutlich vor 2050 ausgegangen werden kann und Kohlekraftwerke nicht in Betracht gezogen werden, dürfte dieses Problem langfristig von geringer Bedeutung sein. Sollten in Zukunft Gaskraftwerke zur Deckung des inländischen Energiebedarfs erforderlich werden, so würden sie vorzugsweise im Winterhalbjahr eingesetzt, in dem die Kühlproblematik leichter zu beherrschen ist.

Photovoltaik

Von Bedeutung könnte die erwartete Temperaturerhöhung durch den Klimawandel für die Photovoltaik sein, deren Potenzial gegen Mitte des Jahrhunderts auf etwa 20 Prozent des Schweizer Strombedarfs geschätzt wird. Eine Temperaturerhöhung von einem Grad Celsius führt üblicherweise zu einer Abnahme des Wirkungsgrades um etwa 0,5 Prozent (IPCC 2014/WGII/Chap.10), abhängig von der Photovoltaik-Technik. Der Effekt ist absolut gesehen nicht sehr gross, zumal Techniken wie Hybridkollektoren mit rückseitiger Kühlung der Solarpanels zur gleichzeitigen Wärmenutzung, zum Beispiel für Warmwasser, gerade auf den Markt kommen. Relevant könnten jedoch in der Schweiz Extremereignisse, wie zum Beispiel Hagel,

werden, die Schutzmassnahmen für die betroffenen Infrastrukturen erforderlich machen würden.

Biomasse

Obwohl regional unterschiedlich (in höheren Lagen durch die Erwärmung grössere, in tieferen Lagen durch sommerliche Trockenheit kleinere Produktion) ist in der Tendenz mit einer aufgrund des Klimawandels höheren Biomasseverfügbarkeit zu rechnen. Das heutige ökologisch vertretbare Energienutzungspotenzial macht etwa 10 bis maximal 15 Prozent der gegenwärtigen Endenergie der Schweiz aus (OcCC & ProClim 2007). Die Biomassenutzung ist ein wesentlicher Teil der Energiestrategie 2050. Allerdings ist für eine optimale Nutzung des Biomassesortiments darauf zu achten, dass diese wertvolle chemische Energie nicht einfach zur Deckung des Wärmebedarfs, sondern für die kombinierte Strom-/Wärmeerzeugung und/oder – zum Beispiel in Form von synthetischem Methan – für den Ersatz fossiler Treibstoffe verwendet wird.

Wind

Gemäss Energiestrategie 2050 wird ein Beitrag der Windenergie zur Deckung des Schweizer Elektrizitätsbedarfs von etwa vier Terawattstunden jährlich angestrebt. Quantitative Schätzungen zum Einfluss des Klimawandels sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt. Die projizierte Häufigkeit von Extremereignissen lässt einen zusätzlichen Aufwand für die Gewährleistung der Robustheit und Funktionstüchtigkeit der Anlagen erwarten; dies gilt auch für die Infrastruktur in den Bereichen Wasserkraft und allgemein Verkehr und Energie.

Fazit

Zumindest bis etwa Mitte des Jahrhunderts sind die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf das Schweizer Energiesystem sehr moderat und in der Tendenz voraussichtlich mehrheitlich positiv. Grössere Herausforderungen sind erkennbar einerseits bei den Anforderungen an die Energieinfrastruktur und andererseits in Zusammenhang mit dem langfristigen Beitrag der Wasserkraft.

Referenzen

- BAFU (2012) **Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder.** Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012. www.bafu.admin.ch/klimaanpassung
- BAFU (2014) **Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz.** Aktionsplan 2014 – 2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014. www.bafu.admin.ch/klimaanpassung
- BAFU (2015) **Treibhausgasinventar 2015.** www.bafu.admin.ch/treibhausgasinventar
- BFE, Prognos (2012) **Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000–2050.** Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem.
- BFE (2014) **Schweizer Gesamtenergiestatistik 2014.** www.bfe.admin.ch
- CH2014-Impacts (2014) **Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland.** Published by OCCR, FOEN, MeteoSwiss, C2SM, Agroscope, and ProClim, Bern, Switzerland, 136 pp.
- IPCC (2014) **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (WGII).** Chapter 10 «Key economic sectors and services». www.ipcc.ch/report/ar5/wg2
- OcCC, ProClim (eds.) (2007) **Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.** Bern.