Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 113 (2022)
Heft: 10

Artikel: Wie hängt die Energiewende vom Ausland ab?
Autor: Schwarz, Marius
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1037156

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: 14.09.2025

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

Wie hängt die Energiewende vom Ausland ab?

Simulation des europäischen Energiesystems | Mit dem russischen Einmarsch in die Ukraine wurde klar, wie abhängig die Energieversorgungssicherheit der Schweiz von den Entwicklungen im Ausland ist. Um diese Abhängigkeit zu reduzieren, sind diverse technische, politische, regulatorische und gesellschaftliche Massnahmen nötig. Ein Energiesystemmodell berücksichtigt diese nun.

MARIUS SCHWARZ

Die Schweiz importierte gemäss dem BFE im Jahr 2020 rund 200 TWh an fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle, Kernbrennstoffe) und bezieht damit fast drei Viertel ihres Bruttoenergiebedarfs aus dem Ausland. Diese Abhängigkeit lässt sich mit diversen Massnahmen reduzieren, deren Ziel jedoch eine weitgehende Elektrifizierung der gesamten Wirtschaft sein muss. Dort, wo eine Elektrifizierung nicht möglich ist, müssen fossile Brennstoffe mit klimaneutralen Treib- und Brennstoffen (z. B. synthetischem Methan, grünem Wasserstoff oder Biogas) direkt substituiert werden. Elektrifiziert werden kann vor allem ein Grossteil der Wärmebereitstellung für Gebäude durch Wärmepumpen sowie der Personenverkehr mit Elektrofahrzeugen. Ein Einsatz von klimaneutralen Treib- und Brennstoffen wird vor allem in der Industrie und dem Flugverkehr notwendig sein.

Um die Elektrifizierung zu ermöglichen und synthetische Kraftstoffe (teilweise) im Inland herstellen zu können, muss die Schweiz die inländische erneuerbare Stromerzeugung drastisch ausbauen. Schon Mitte letzten Jahres hat der Bundesrat eine Revision des Energiegesetzes (EnG) und des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) vorgeschlagen. In dieser Revision, welche ab diesem Jahr im Parlament behandelt wird, schlägt der Bundesrat erstmals verbindliche Zielwerte für die jährliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (exklusive Wasserkraft) vor: 17 TWh/a bis 2035 und 39 TWh/a bis 2050. Für eine drastische Senkung von Energieimporten und das Einhalten des CO_2-Budgets der Schweiz[1)] könnten jedoch noch höhere

Bild: Tennet/Studio B. Bremen

Zielwerte notwendig sein. Die meisten Szenarien für die Zukunft des Schweizer Stromsystems, so auch die vom BFE veröffentlichten Energieperspektiven 2050+, weisen der Photovoltaik die Hauptaufgabe zu, diese Zielwerte zu erreichen. Der Bau von neuen Kernkraftwerken dürfte hierbei aufgrund des gesellschaftlich beschlossenen Ausstiegs und der zu hohen Stromgestehungskosten und Risiken keine geeignete Alternative darstellen.

Ein Ungleichgewicht entsteht

Die weitgehende Elektrifizierung und der Ausbau von Solarstrom führen jedoch zu einem Ungleichgewicht. So steigt der Strombedarf aufgrund der Elektrifizierung der Wärmeversorgung vor allem im Winter, die Stromerzeugung jedoch im Sommer. Da saisonale Stromspeicher aufgrund hoher Umwandlungsverluste und in der Schweiz fehlender Speicherorte (noch) keine geeignete Alternative darstellen, wird der Stromhandel mit den Nachbarländern und der Handel synthetischer Brennstoffe mit Partnern im Ausland immer wichtiger. Schon heute ist die Schweiz in den Wintermonaten auf Stromimporte angewiesen. Ob Stromimporte auch künftig möglich bleiben, ist unklar und hängt von der Entwicklung der Stromerzeugung und -nachfrage in den Nachbarländern sowie den politischen Rahmenbedingungen ab.

Die vier Schweizer Nachbarländer – Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich – sind alle Teil der EU und verfolgen mit dieser das Ziel der Klimaneutralität bis 2050. Dieses Ziel ist Teil des «European Green Deal» und ist im europäischen Klimagesetz verankert, ebenso wie die rechtsverbindliche Verpflichtung, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55% gegenüber 1990 zu senken. Die Kommission hat im Juli 2021 ihr Gesetzespaket «Fit for 55» zur Umsetzung dieser Ziele vorgelegt. Ein Teil des Pakets ist der verbindliche Anteil von erneuerbaren Energien am Energiemix der EU von 17,4% (Stand 2020) auf 40% zu erhöhen. Als Reaktion auf den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine hat die EU am 18. Mai 2022 den RepowerEU-Plan vorgestellt, mit dem Ziel, die Abhängigkeit von Importen von fossilen Brennstoffen aus Russland zu beenden. Teil des Plans ist die Anhebung des Anteils von erneuerbaren Energien am Energiemix um weitere 5% auf 45% sowie eine EU-Solarstrategie, mit dem Ziel, die installierte PV-Kapazität bis 2030 auf 600 GW zu erhöhen. Während kein explizites Ausbauziel für on- und offshore Windparks genannt wird, gehen die Szenarien der Entso-E von einer installierten Windkraftkapazität von über 1 TW aus. **Bild 1** zeigt die installierte Stromerzeugungskapazität für die Nachbarländer basierend auf dem Entso-E «Global Ambition Scenario» (links) und die Schweiz basierend auf unseren eigenen Szenarien (rechts) von heute bis 2050. Man beachte den enormen Unterschied in der Skala der Y-Achse – die Schweiz produziert «nur» 2,5% des Stroms in Europa.

Modellierungsplattform für Energiesysteme

Am Energy Science Center der ETH Zürich haben wir mit der Plattform «Nexus-e», mit der sich Energiesysteme modellieren lassen, den Einfluss des enormen Umbaus des Europäischen Stromsystems auf die Schweiz untersucht. In unserem Basisszenario[2] sehen wir, dass ein Schweizer Stromsystem basierend auf einem Mix aus Wasserkraft und Solarstrom im Normalfall[3] die inländische Nachfrage zu einem grossen Teil decken kann und dass der restliche Bedarf mit Wind, Biomasse (vor allem Kehrichtverbrennung) und Importen gedeckt werden kann. Zusätzlich kann die Schweiz den überschüssigen Strom aus PV und Laufwasserkraft im Sommer exportieren. Abregelungen können zu einem grossen Teil vermieden werden. Der Grund, warum der Stromhandel mit den Nachbarländern auch in Realität (und nicht nur in unseren Szenarien) so gut funktionieren könnte, ist, dass die Nachbarländer die Windkraft massiv ausbauen wollen **(Bild 1)** und diese mit der Solarstromerzeugung saisonal gut harmoniert. So erzeugen Windparks mehr Strom im Winter und PV-Anlagen mehr Strom im Sommer. **Bild 2** zeigt die monatliche Stromerzeugung 2050 in den Nachbarländern (gemäss Entso-E-Szenarien) und in der Schweiz (eigene Berechnungen).

Im Hinblick auf den RepowerEU-Plan haben wir untersucht, was ein noch schnellerer Ausbau von erneuerbaren Energien in den Nachbarlän-

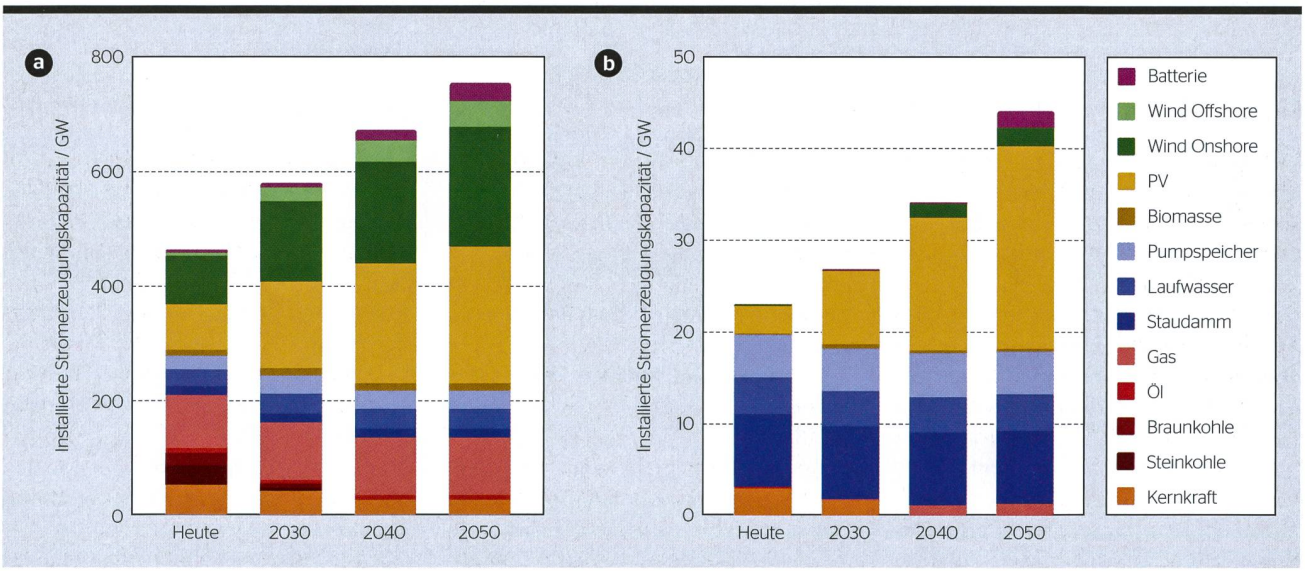

Bild: Entso-E TYNDP «Global Ambition Scenario» und eigene Berechnung.

Bild 1 Installierte Stromerzeugungskapazität von 2020 bis 2050 in **a)** den Nachbarländern (FR, DE, IT, AU) und **b)** der Schweiz.

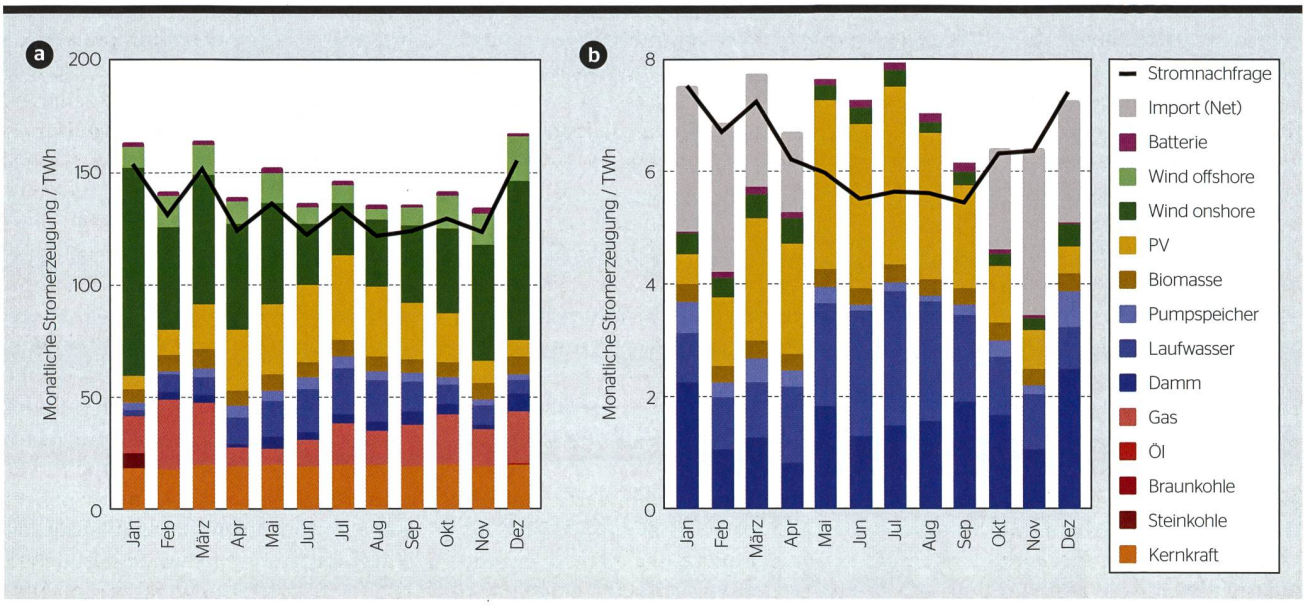

Bild 2 Monatliche Stromerzeugung: **a)** in den Nachbarländern (nach Entso-E), **b)** in der Schweiz.

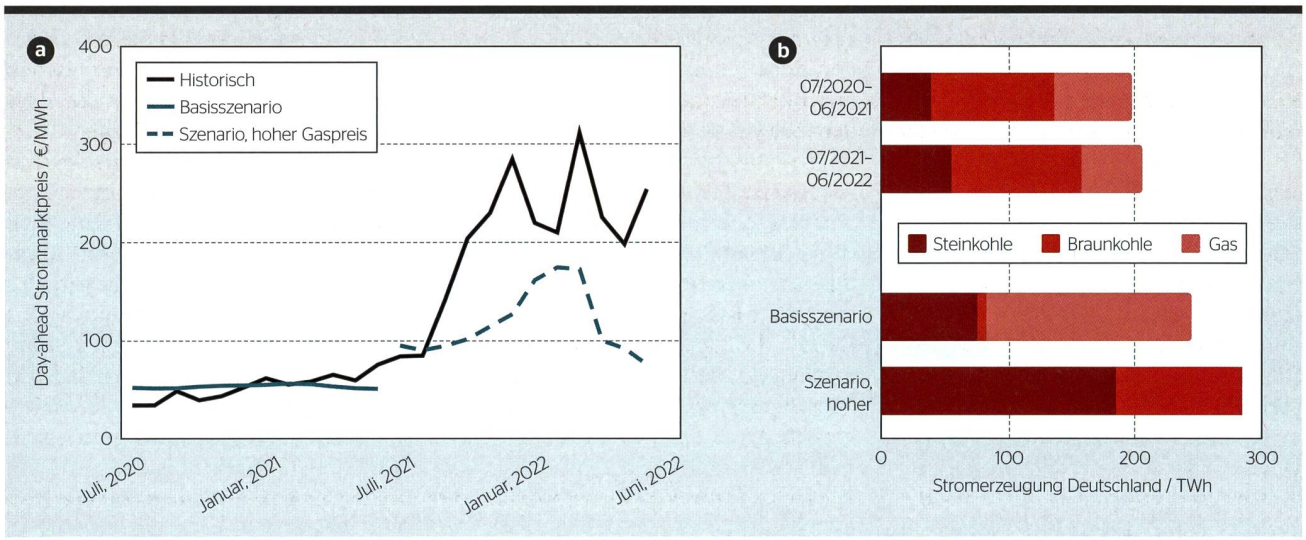

Bild 3 Auswirkungen von hohen Gaspreisen auf **a)** Strommarktpreise und **b)** Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern in Deutschland.

dern[4] für die Schweiz bedeuten würde. Resultat: Zunächst reduziert die zusätzliche Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie mit ihren niedrigen marginalen Kosten die Preise auf dem Strommarkt.[5] Stromhandelspreise sinken vor allem in Stunden mit viel Wind und hoher Sonneneinstrahlung, wodurch weitere Investitionen in diese Technologien weniger rentabel werden. Ein solcher «Kannibalisierungseffekt» ist auch in unseren Szenarien sichtbar: Je mehr erneuerbare Energien die umliegenden Länder zubauen, desto geringer fällt in unseren Szenarien der Zubau in der Schweiz aus. Inländische und ausländische Anlagen konkurrieren also miteinander. Dies gilt vor allem für Windkraftanlagen, welche auf dem freien Markt agieren und direkt von Preissignalen auf dem Markt betroffen sind. Photovoltaik auf Dächern ist hingegen meist nur indirekt betroffen, da die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen vorwiegend vom vermiedenen Strombezug aus dem Netz abhängt und Stromtarife über das Jahr konstant sind.[6]

Für Technologien, welche die Flexibilität des Stromsystems erhöhen, sehen wir eine ähnliche Abhängigkeit von Entwicklungen im Ausland. Je mehr Flexibilität im Ausland vorhanden ist, wie gesteuerte Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen, desto weniger wird in neue inländische Flexibilität investiert und desto geringer ist die Auslastung von bestehenden Flexibilitätsoptionen wie Pumpspeicherkraftwerken. Wie bei dezentraler Photovoltaik ist auch die Profitabilität von Solarstromspeichern nur indirekt betroffen.

Gaspreise und der Effekt auf das Stromsystem

Der Ukrainekrieg hat auch den Anstieg von Gaspreisen verschärft. Während Gaspreise schon seit letztem Sommer ansteigen, tragen die Unsicherheiten über die kurzfristige Verfügbarkeit von

Bilder: Entso-E TYNDP «Global Ambition Scenario» und eigene Berechnung. | Swiss Energie-Charts

Gas in Europa die Preise weiter an. Um besser zu verstehen, was steigende Gaspreise für das Schweizer Stromsystem bedeuten, haben wir Szenarien[7] für die kurz- und langfristigen Auswirkungen erstellt und analysiert.

Wir sehen vier kurzfristige Effekte von hohen Gaspreisen für das Schweizer Stromsystem: Erstens, wenn wir die Gaspreise von 30 €/MWh im Basisszenario auf 100 €/MWh erhöhen, steigen die Strompreise auf mehr als das Doppelte an. Im Vergleich zu den historischen Day-ahead-Preisen unterschätzen wir im Modell damit sogar die Preise **(Bild 3a)**. Ein Grund hierfür ist, dass wir die aktuellen Ausfälle der französischen Kernkraftwerke aufgrund notwendiger Revisionen unberücksichtigt lassen. Der zweite Effekt ist eine stärkere Auslastung von anderen Flexibilitätsoptionen wie Pumpspeicherkraftwerken. Diese ersetzen teure Spitzenlast-Gaskraftwerke im Ausland, um stündliche und tägliche Schwankungen auszugleichen. Drittens, die Gesamtkosten des Schweizer Stromsystems sinken leicht, da inländische Stromerzeuger wie Pumpspeicherkraftwerke von hohen Strompreisen profitieren. Zusätzlich sehen wir einen Ersatz von Gas durch Braun- und Steinkohle, wo und wenn möglich – trotz der Annahme von höheren CO_2-Zertifikatspreisen. Steigende Gaspreise führen also auch in unseren Szenarien zu einem «Revival» des Kohlestroms, und das nicht nur aus Sicht der Versorgungssicherheit, sondern auch aus einer ökonomischen Sicht **(Bild 3b)**.

Würde der Gaspreis langfristig auf diesem hohen Niveau bleiben, reagiert in unseren Szenarien die Schweiz auf die hohen Strompreise und baut die inländische Erzeugungskapazität schneller aus. So würden bereits bis 2030 2 GW Wind und 11,2 GW PV installiert. Durch diesen Ausbau kann auch ein Anstieg der Gesamtsystemkosten abgemildert werden.

Trotz der aktuellen Krise ist ein klares «Nein» zu Erdgas-Kraftwerken von den Regierungen in Europa jedoch nicht zu hören. Während in der Schweiz Spitzenlast-Kraftwerke basierend auf Erdgas zumindest in aktuellen Umfragen von GFS Bern keine Mehrheit mehr finden, wurde Erdgas (und Kernenergie) in den EU-Leitfaden für «grüne» Investitionen im Juli 2022 aufgenommen.

Welche Effekte sehen wir also in unseren Szenarien, wenn Nachbarländer noch stärker auf Gas (mit oder ohne CCS) als Übergangslösung setzen? In 2030 weist die von Gas geprägte Versorgung einen um durchschnittlich 20 % höheren Strompreis auf als im Basisszenario, weil Kraftwerke basierend auf fossilem und synthetischem Gas deutlich höhere marginale Stromerzeugungskosten aufweisen als erneuerbare Stromquellen. Wenn wir zusätzlich die heutigen Preise für Erdgas und CO_2 für 2030 annehmen, steigt der durchschnittliche Strompreis sogar um 240 % an **(Bild 4a)**. Dieser höhere Strompreis führt in unseren Szenarien zu einem Anstieg von inländischen Stromerzeugungseinheiten. Im Gegensatz zu rein höheren Gaspreisen treibt eine von Gas geprägte Versorgung in den Nachbarländern die Gesamtsystemkosten in die Höhe **(Bild 4b)**.

Auswirkungen eines fehlenden Stromabkommens

Die Abhängigkeit vom Ausland findet nicht nur über die Preise auf dem Strommarkt statt, sondern auch über die Möglichkeit, zu importieren und zu exportieren. Ob und wann die Schweiz Strom importieren kann, hängt neben der Verfügbarkeit von Strom im Ausland auch von der Regulierung des europäischen Stromhandels ab. Das Clean Energy Package, welches 2020 in Kraft getreten ist, legt die Regeln für den Stromhandel und den technischen Netzbetrieb fest. Es schreibt vor, dass bis Ende 2025 alle europäischen Übertragungsnetzbetreiber mindestens 70 % der relevanten Stromnetzkapazitäten für den grenzüberschreitenden Handel zur Verfügung stellen. Allerdings ist bis jetzt nicht geregelt, wie Drittstaaten wie die Schweiz in das 70-%-Kriterium einbezogen werden sollen. Im Extremfall könnten dadurch die grenzüberschreitenden Kapazitäten in Richtung Schweiz und somit

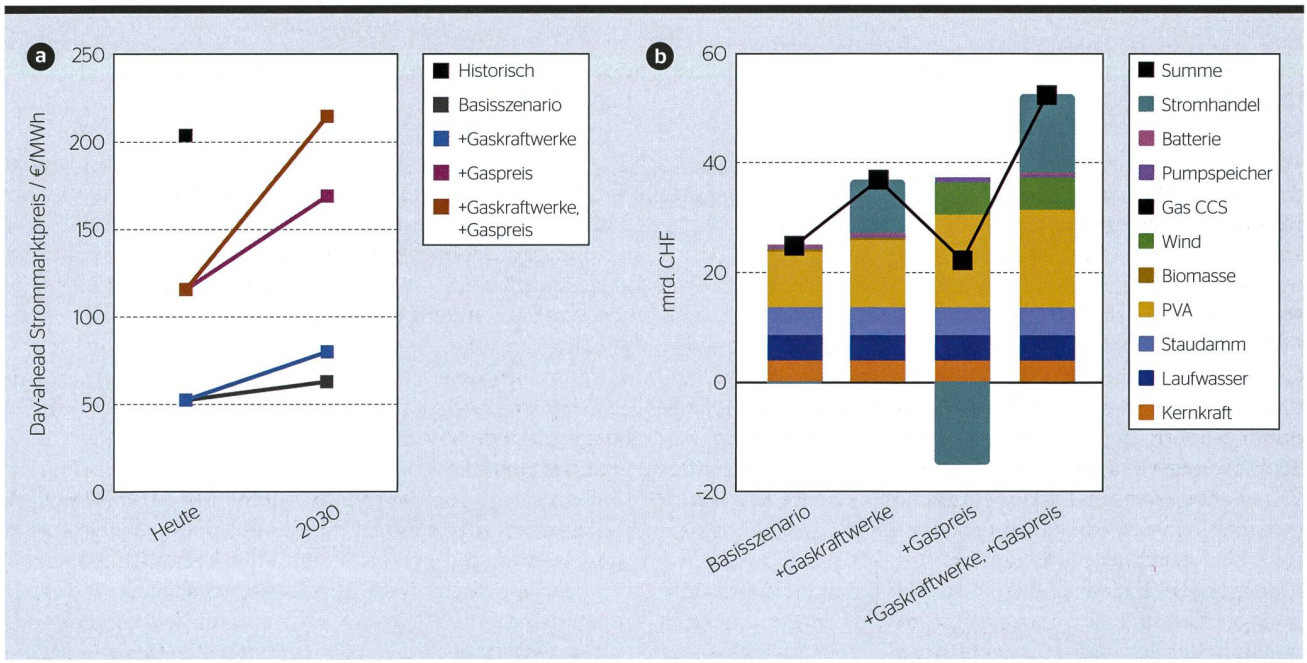

Bild: ETH Zürich

Bild 4 a) Strompreise 2020 und 2030, **b)** Gesamtsystemkosten bis 2030.

auch der Stromhandel begrenzt werden. Sollte es zu solch einer Einschränkung der heutigen Handelskapazität kommen, wäre in unseren Szenarien ein verstärkter Zubau von erneuerbarer Stromerzeugung in der Schweiz notwendig, um die inländische Stromnachfrage zu decken. Eine steigende Abregelung der Anlagen durch limitierte Exportmöglichkeiten sehen wir kaum, weil die inländischen Pump- und Batteriespeicher Stromspitzen in den Mittagsstunden abfangen und den Strom in der Nacht nutzen. Über das Jahr gesehen nehmen Importe daher stärker ab als Exporte, wodurch die Stromhandelsbilanz positiv wird.

Es könnte jedoch auch ganz anders kommen. Aufgrund eines fehlenden Stromabkommens mit der EU versucht die Schweizer Netzbetreiberin Swissgrid, privatrechtliche Verträge mit den europäischen Übertragungsnetzbetreibern abzuschliessen. So konnte kürzlich bereits eine Vereinbarung mit der Region Italien Nord abgeschlossen werden. Eine Vereinbarung mit den Übertragungsnetzbetreibern der Core-Region, welche 13 EU-Mitgliedstaaten umfasst, wird derzeit verhandelt. Sollten bilaterale Verträge mit allen europäischen Stromnetzbetreibern abgeschlossen werden, könnte es sogar zu einer Erhöhung des erlaubten grenzüberschreitenden Stromhandels kommen.[8)]

Dies ist nicht ganz unwahrscheinlich, denn ein funktionierendes Schweizer Stromnetz ist für die Nachbarländer wichtig. Die Schweiz ist mit 41 grenzüberschreitenden Verbindungen des Übertragungsnetzes mit den Nachbarländern verbunden und damit auch ein Stromtransitkorridor: 10 % des Stroms, der zwischen den europäischen Ländern ausgetauscht wird, fliesst durch die Schweiz. Zusätzlich helfen Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz, fluktuierende Stromerzeugung und -nachfrage in ganz Europa auszugleichen.

Wir haben auch die Möglichkeit einer Erhöhung der grenzüberschreitenden Kapazitäten betrachtet. In unseren Szenarien führt ein Ausbau des Stromhandels zu weniger inländischer Stromerzeugungskapazität und mehr Importen, jedoch auch zu geringeren Gesamtkosten. Stromhandel führt also zu geringeren Kosten, die unterschiedlichen volkswirtschaftlichen Effekte von inländischen Investitionen und Importen aus dem Ausland sollten jedoch auch berücksichtigt werden.

Im Herzen eines (energie-) unabhängigeren Europas

Im Winter 2020/21 importierte die Schweiz 2 TWh Strom[9)] von den europäischen Nachbarn Frankreich, Deutschland, Italien und Österreich, jedoch auch (pro Jahr) das 100-fache, also 200 TWh, an anderen Primärenergieträgern (vorwiegend Rohöl, Erdgas, Benzin, Kerosin und Uran) aus Ländern wie Russland, Libyen und Nigeria. Die Elektrifizierung des Energiesystems ermöglicht der Schweiz – und ganz Europa – eine Reduktion der Abhängigkeit von fossilen Primärenergieträgern und deren Importen, eine höhere politische Unabhängigkeit sowie eine Reduktion der Treibhausgasemissionen.

Eine Zusammenarbeit innerhalb Europas ist dafür erforderlich. Länder mit einer hohen Bevölkerungsdichte wie die Schweiz haben schlicht nicht die verfügbaren Ressourcen, um das Ziel der Energieautarkie mit der Erhaltung von Landwirtschaft und Biodiversität in Einklang zu bringen; andere Länder Europas mit mehr ungenutzter Fläche und mehr Ressourcen für erneuerbare Energien wie das sonnenreiche Spanien dafür schon, und können so Defizite inner-

RÉSUMÉ

Comment la transition énergétique dépend-elle de l'étranger ?
Simulation du système énergétique européen

Avec l'invasion russe en Ukraine, il est devenu clair à quel point la sécurité de l'approvisionnement énergétique de la Suisse est dépendante de ce qui se passe à l'étranger. Pour réduire cette dépendance, diverses mesures techniques, politiques, réglementaires et sociales sont nécessaires. Un modèle de système énergétique les prend désormais en compte.

Selon l'OFEN, la Suisse a importé en 2020 environ 200 TWh d'énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon, combustibles nucléaires) et se fournit ainsi à l'étranger pour près des trois quarts de ses besoins bruts en énergie. Cette dépendance peut être réduite par le biais de diverses mesures, dont l'objectif doit toutefois être d'étendre l'électrification de l'ensemble de l'économie. Là où une électrification n'est pas possible, les combustibles fossiles doivent être directement remplacés par des carburants et des combustibles neutres pour le climat (par exemple le méthane synthétique, l'hydrogène vert ou le biogaz). Il est avant tout possible d'électrifier une grande partie de la production de chaleur pour les bâtiments en utilisant des pompes à chaleur ainsi que le transport de personnes par le biais des véhicules électriques. L'utilisation de carburants et de combustibles neutres pour le climat sera surtout nécessaire dans l'industrie et le transport aérien.

L'électrification du système énergétique permet à la Suisse – et à l'ensemble de l'Europe – de réduire sa dépendance vis-à-vis des sources d'énergie primaire fossiles et de leurs importations, d'accroître son indépendance politique et de réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Une coopération au sein de l'Europe est toutefois nécessaire pour y parvenir.

Dans ce contexte, les prix élevés de l'électricité peuvent également être considérés comme une opportunité : ils rendent les investissements dans la production d'électricité plus rentables. Les conditions-cadre réglementaires et politiques doivent à présent être adaptées afin de ne pas laisser passer cette opportunité. Les investissements, par exemple dans les installations photovoltaïques alpines et agrivoltaïques, doivent être rendus possibles et les tarifs de rachat pour la production des petites installations photovoltaïques situées sur les toits doivent être adaptés aux réalités du marché de l'électricité. NO

halb Europas ausgleichen. Für ein erfolgreiches Miteinander ist ein gegenseitiges Verständnis zwingend. So hat nicht jedes Land in Europa die gleichen Herausforderungen. Während die Schweiz mit ihrem Fokus auf Wasser- und Sonnenkraft ein saisonales Ungleichgewicht hat, ist die Herausforderung in Deutschland der Ausgleich der stündlichen, täglichen und wöchentlichen Schwankungen in der Stromerzeugung aus Sonnen- und Windkraft (ohne die Flexibilität der Wasserkraft). Während ein vollständig energieautarkes Europa laut Studien zwar möglich ist, ist es aber nicht zwingend erforderlich. Ein diversifizierter Handel beispielsweise von synthetischen Kraftstoffen mit Partnern aus der gesamten Welt sollte immer auch Teil einer zuverlässigen Energieversorgung sein.

Die Schweiz muss den eingeschlagenen Weg nun weitergehen und CO_2-intensive Treib- und Brennstoffe sukzessive aus dem Energiesystem verdrängen. So ist auch die Verantwortung der aktuellen Gas- und Stromkrise nicht der Energiewende oder den erneuerbaren Energien zuzuordnen. Sie ist vielmehr auf die limitierte Verfügbarkeit von Gas aufgrund über Jahrzehnte gewachsener energiepolitischer Abhängigkeit und notwendige Revisionen veralteter Kernkraftwerke in Frankreich zurückzuführen. Die hohen Strompreise können auch als eine Chance gesehen werden: Sie machen Investitionen in Stromerzeugung profitabler. Regulatorische und politische Rahmenbedingungen müssen nun angepasst werden, damit diese Chance nicht ungenutzt bleibt. Investitionen z. B. in alpine und Agri-PV-Anlagen müssen ermöglicht werden und Einspeisevergütungen für kleinere PV-Anlagen auf Dächern den Realitäten auf dem Strommarkt angepasst werden.

Link
→ nexus-e.org

Autor
Dr. **Marius Schwarz** ist Post-Doctoral Researcher am Energy Science Center der ETH Zürich.
→ ETH Zürich, 8092 Zurich
→ mschwarz@ethz.ch

Der Autor möchte sich bei Pranjal Jain und dem gesamten Nexus-e-Team für die Unterstützung in der Entwicklung der Szenarien bedanken.

[1] Siehe Analyse auf climateactiontracker.org/countries/switzerland.

[2] Installierte Erzeugungskapazitäten in den Nachbarländern basierend auf dem Entso-E TYNDP Scenario «Global Ambition», wichtigste Annahmen und Daten sind im Nexus-e Input Data Report beschrieben.

[3] In diese Szenarien fokussieren wir uns auf ein Wetterjahr, und Kraftwerke fallen ausser für geplante Revisionen nicht aus. Extremszenarien mit Kombinationen von verschiedenen Wetterjahren für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, unterschiedlichem Wärmebedarf im Winter und Ausfällen von Kraftwerken sind in diesem Normalfall nicht berücksichtigt.

[4] Die Nachbarländer erzeugen darin 50 % mehr Strom aus Windkraft und PV als im Basisszenario.

[5] Der Marktpreis wird über das Prinzip der «Merit Order» bestimmt, ein nach den marginalen Kosten der Stromerzeugungseinheiten sortiertes Stromangebot. Der Schnittpunkt zwischen diesem sortierten Stromangebot und der Nachfrage bestimmt die letzte Stromerzeugungseinheit, die zur Deckung der Nachfrage verwendet wird. Der Marktpreis wird gleich den marginalen Kosten dieser letzten Stromerzeugungseinheit gesetzt.

[6] In der Schweiz werden PVA grösstenteils auf Wohn- und Dienstleistungsgebäuden mit einer Nennleistung von unter 100 kW installiert. Unter aktuellen regulatorischen Bedingungen hängt die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen vorwiegend vom Eigenverbrauch und dem vermiedenen Strombezug aus dem Netz ab. Die meisten Endkunden fallen im regulierten Markt (bis 100 MWh) unter die Tarife der Basisversorgung, welche konstante Preise über das Jahr verrechnen und mehr als 100 % für die Netznutzung und Abgaben auf die Strombeschaffungskosten aufschlagen müssen. Daher kommen Veränderungen in den Stromhandelspreisen nur abgeschwächt beim Endkunden an, tägliche oder saisonale Schwankungen zumeist gar nicht.

[7] Veränderung zum Basisszenario: Gaspreise: 90 statt 25 €/MWh CO_2-Preise: 90 statt 35 €/t CO_2.

[8] So gehen auch die Entso-E TYNDP Szenarien von einem Ausbau des Stromhandels aus, siehe hierfür auch powerswitcher.axpo.com.

[9] Hiermit sind 2 TWh Netto-Importe gemeint. Insgesamt importierte die Schweiz 18 TWh Strom aus dem Ausland, exportierte jedoch auch 16 TWh über den gleichen Zeitraum.