

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 29 (2016)
Heft: [17]: Alpenstrom

Artikel: Die Zukunft der Wasserkraft
Autor: Kirchner, Almut / Ess, Florian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-633060>

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: 02.07.2025

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

Die Zukunft der Wasserkraft

Kurzfristig bewölkt mit mittelfristigen Aufhellungen. So lässt sich die Zukunft der Wasserkraft in einem Stromsystem mit mehr erneuerbaren Energien zusammenfassen.

Text:
Almut Kirchner
und Florian Ess
Grafiken:
Prognos

Die Stromversorgung ist im Umbruch. Die Vergangenheit der Elektrizitätswirtschaft in Europa war von thermischen Kraftwerken geprägt, die ihren Strom zu festgelegten Preisen und in Gebietsmonopolen verkaufen konnten. Dieses System wandelt sich seit einigen Jahren, hin zu erneuerbaren Energien in einem zunehmend dezentralen und international liberalisierten Strommarkt. In den letzten Jahren beeinflussen Entscheide zur Klima-, Kernenergie- und Kohlepolitik diese Entwicklung.

In den Alpenländern ist die Wasserkraft ein wesentlicher Bestandteil der Stromversorgung. Sie ist vom Umbruch direkt betroffen. Zwei wesentliche Charakteristika unterscheiden die Wasserkraft von der konventionellen Stromproduktion: Zum einen verursacht sie keine direkten CO₂-Emissionen – eine wichtige Eigenschaft in einem Stromsystem, das bei konsequenter Verfolgung der Klimaziele bis 2050 praktisch CO₂-frei produzieren muss. Zum anderen kann ein grosser Teil der Wasserkraftwerke bedarfsgerecht produzieren und mit Pumpspeicherwerken auch überschüssigen Strom speichern. Diese Flexibilität kann die Wasserkraft kurzfristig (innert Sekunden bis Minuten), mittelfristig (während Stunden bis Tagen) und auch langfristig (saisonal) zur Verfügung stellen. Damit ist sie ein massgeschneiderter Partner für die variable Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik.

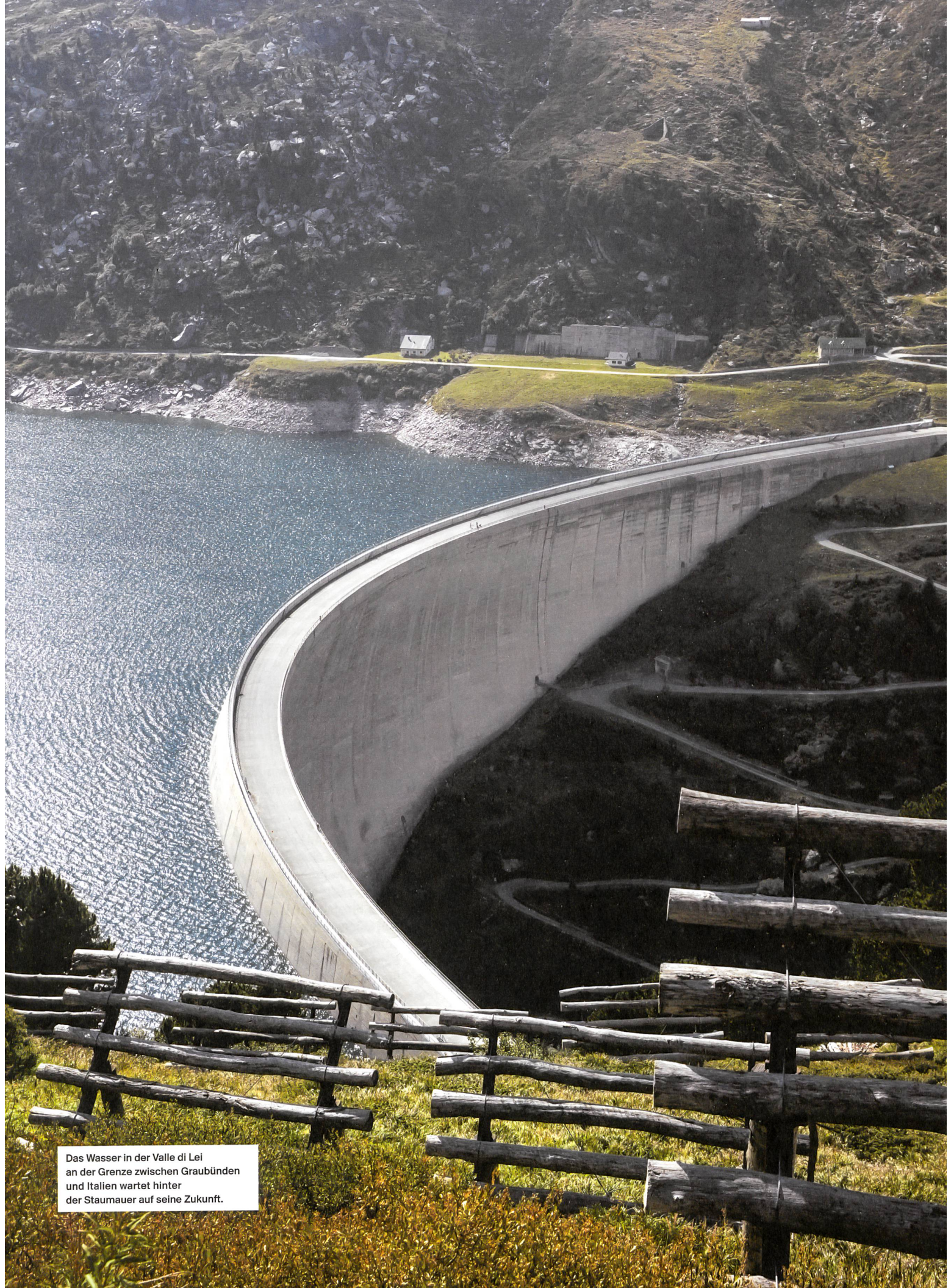
Der geplante Ausbau der erneuerbaren Energien in Europa beruht mehrheitlich auf Solar- und Windkraftwerken. Flexibilität ist ein zentraler Schlüssel, um möglichst hohe Anteile von Wind- und Photovoltaikstrom ins System zu integrieren und die CO₂-Emissionen weiter zu senken (siehe Seite 14, Abbildung 1. Flexibilitätsbedarf entsteht bei der «Überschusserzeugung» zur Mittagszeit und der ungedeckten Nachfrage in Zeiten geringer erneuerbarer Stromproduktion. Flexible Nachfrager und Erzeuger sind in der Lage, sich so anzupassen, dass die erneuerbare Stromerzeugung ins Gesamtsystem integriert werden kann.

Dazu können Wasserkraftwerke – neben anderen flexiblen Stromnachfragern und -erzeugern – einen Beitrag leisten, denn sie können sowohl Überschüsse speichern als auch Strom produzieren, wenn die erneuerbare Erzeugung nicht ausreicht (siehe Seite 14, Abbildung 2).

Fraglich ist, ob und wie ein passendes Marktregime diese Eigenschaften gebührend entlohnt. Gegenwärtig sieht es eher nicht danach aus: Die sinkenden Strompreise der letzten Jahre gefährden die Wirtschaftlichkeit der Wasserkraftwerke in der Schweiz. Dabei spielen zwei Tendenzen eine Rolle: Erstens sank das Strompreisniveau insgesamt, was vor allem Laufwasser- und Speicherkraftwerken empfindliche Erlöseinbussen brachte. Zweitens sanken auch die Preisunterschiede zwischen den teuersten und den billigsten Stunden (Spreads), was die Rentabilität der Pumpspeicherkraftwerke beeinträchtigt.

Brennstoffpreise sind entscheidend

Welches sind die zentralen Einflussfaktoren auf die zukünftige Entwicklung der Strompreise, und welche Tendenzen sind zu erwarten? In einem Strommarkt mit relevanten Anteilen an thermischen Kraftwerken (Kohle, Gas, Öl und Kernkraft) bestimmen vor allem die Kosten für die Brennstoffe – wichtig sind Erdgas und Kohle – den Strompreis. Die Preisbildung am Strommarkt erfolgt auf Basis der Grenzkosten der Kraftwerke, wobei in jeder Stunde das jeweils teuerste Kraftwerk, das eingesetzt wird, den Preis bestimmt. Durch die Ausweitung der Öl- und Gasförderung in den vergangenen Jahren und wegen der weltweiten Nachwirkungen der Wirtschaftskrise, verbunden mit einer geringeren Energienachfrage, sanken die Brennstoffpreise deutlich. Bis etwa 2020 ist kein wesentlicher Preisanstieg abzusehen. Allerdings ist mittel- bis langfristig nicht damit zu rechnen, dass die Brennstoffpreise auf diesem tiefen Niveau verharren. Wesentliche Gründe dafür sind die weiterhin steigende Nachfrage nach fossilen Energieträgern in den Schwellen- und Entwicklungsländern, die wirtschaftliche Erholung in den USA und in Europa und die hohen Kosten für die Gewinnung unkonventioneller Öl- und Gasvorkommen. Brennstoffpreise, →



Das Wasser in der Valle di Lei an der Grenze zwischen Graubünden und Italien wartet hinter der Staumauer auf seine Zukunft.

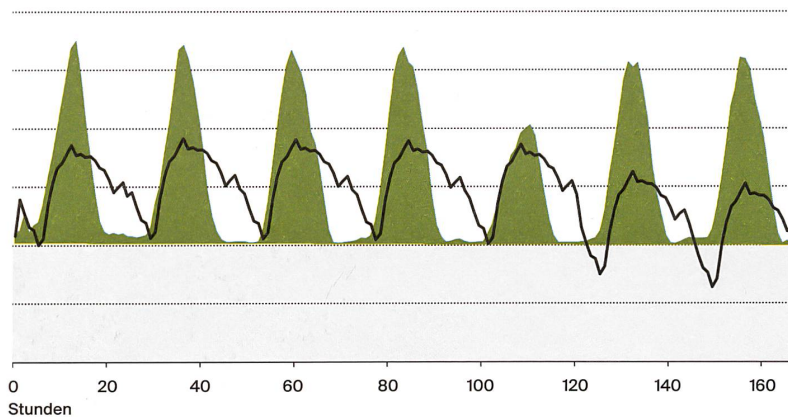


Abb. 1
Stromerzeugung und Stromnachfrage bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien, insbesondere bei einem hohen Anteil von Photovoltaikstrom in einem Sommermonat. Basis bilden Einspeisedaten und langfristige Ausbauüberlegungen für die Schweiz.
— Kraftwerke im Grundlastbetrieb
■ erneuerbare Energien
— Stromnachfrage

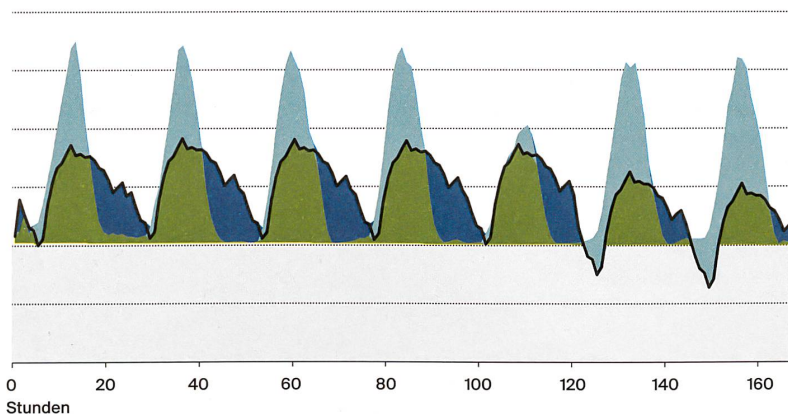


Abb. 2
Stromnachfrage und Stromerzeugung pro Stunde. Bereitstellung von Flexibilität, unter anderem durch Wasserkraftwerke, bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien.
— Kraftwerke im Grundlastbetrieb
■ erneuerbare Energien
■ Flexibilität Stromnachfrage
■ Flexibilität Stromerzeugung
— Stromnachfrage

→ die steigen, sorgen für höhere Strompreise und gemeinsam mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien für stärkere Preisstrukturen, das heisst Preisunterschiede im Tagesverlauf. All diese Effekte zusammen begünstigen die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftwerken.

Einen ähnlichen Effekt haben die CO₂-Preise. Auch sie liegen gegenwärtig auf tiefem Niveau. Der erwartete Ausbau erneuerbarer Energien und Effizienzgewinne alleine reichen aus heutiger Sicht nicht aus, um die langfristigen Klimaziele zu erreichen. Ein höherer CO₂-Preis begünstigt eine klimafreundlichere Stromproduktion und geringere CO₂-Emissionen der Industrie. Falls das Emissionshandelssystem zentrales Instrument der europäischen Klimapolitik bleibt, ist mit einem Anstieg der CO₂-Preise zu rechnen, wodurch höhere Strompreise und Preisstrukturen zu erwarten sind, da die Grenzkosten der preissetzenden Kraftwerke steigen.

Effekte in der Umbauphase

Erneuerbare Energien benötigen nicht nur ein flexibleres Stromsystem, sondern beeinflussen auch die Strompreise: Wind- und Photovoltaikanlagen haben keine Brenn-

stoffkosten und kommen mit Grenzkosten von null auf den Strommarkt. Damit verdrängen sie teurere thermische Kraftwerke. Früher sorgte die grosse Nachfrage am Mittag für hohe Strompreise. Doch mehr Photovoltaik sorgt für mehr Stromerzeugung am Mittag und senkt den bisherigen Höchstpreis in diesen Stunden. Dafür entsteht eine Vormittags- und Abendspitze wegen der dann geringen Sonneneinstrahlung. Vorübergehend kann dieser Effekt die Strompreisdifferenzen im Tagesverlauf verkleinern und das Preisniveau senken.

Mittel- bis langfristig ist aber zu erwarten, dass sich durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und durch den Anstieg der Brennstoff- und CO₂-Preise diese Preisdifferenzen wieder verstärken. Das kann zyklisch ablaufen: Wenn erneuerbare Energien die grossen konventionellen Kraftwerke ersetzen sollen, ist zunächst ein sinkendes Preisniveau zu erwarten. Viele kleine erneuerbare Einheiten können nicht punktgenau ausgebaut werden, sondern erfordern einen gewissen Vorlauf. Diese Aufbau- phase führt zwangsläufig zu temporären Überkapazitäten; auch wegen des vorhandenen grossen Bestands an thermischen Kraftwerken.

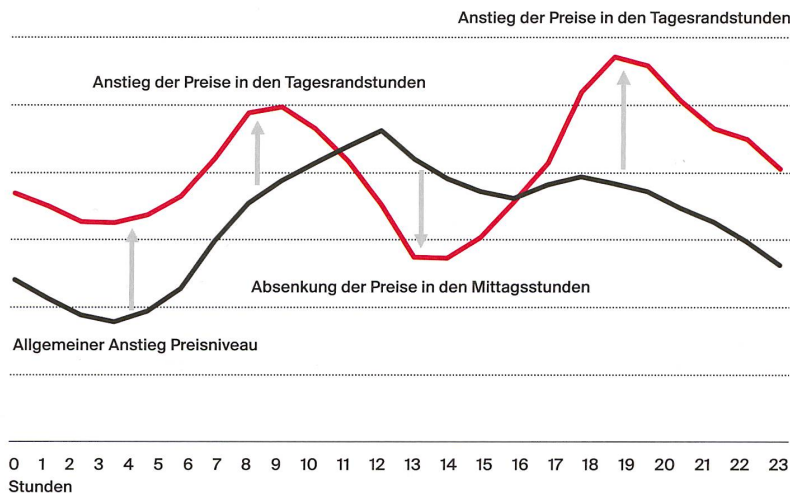


Abb. 3

Strompreise im früheren Tagesverlauf mit geringen Anteilen erneuerbarer Energien und einem möglichen künftigen Verlauf mit hohen Anteilen. Die Tagesstruktur ändert sich grundlegend: Der Anstieg der Brennstoff- und CO₂-Preise sowie des Stromverbrauchs führt zu einem allgemein höheren Preisniveau. Mehr Photovoltaik senkt den Preis in den Mittagsstunden. Zu Randzeiten steigt der Preis wegen der höheren variablen Kosten thermischer Kraftwerke und aufgrund des höheren Stromverbrauchs. Das Preisniveau steigt, und die Preisunterschiede im Tagesverlauf können sich im Vergleich zu früher sogar verstärken.

— zukünftige Tagesstruktur bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien
— Tagesstruktur bei tiefen Anteilen erneuerbarer Energien

Mittelfristige Stabilisierung

Doch nach 2020 ist ein deutlicher Rückgang der Überkapazitäten zu erwarten, weil in ganz Europa thermische Kraftwerke vom Netz genommen werden. Preisbestimmend sind dann zunehmend Gaskraftwerke mit hohen Brennstoffkosten, was zu höheren Strompreisen und verstärkten Preisunterschieden im Tages- und Jahresverlauf führt. Letzteres gilt insbesondere dann, wenn die erneuerbaren Energien weiter ausgebaut werden.

Weitere politische Rahmenbedingungen für konventionelle Kraftwerke – zum Beispiel ein möglicher Ausstieg aus der Kohle – beeinflussen den Strompreis ebenfalls und verstärken die skizzierte Entwicklung. Wenn grundlastbetriebene Kraftwerke mit geringen Brennstoffkosten früh vom Markt gehen, verstärkt dies die Preisspreizungen im Tages- und Jahresverlauf und erleichtert zudem die Integration erneuerbarer Energien.

Auch die Entwicklung des Stromverbrauchs kann diese Tendenzen verstärken: Bis vor Kurzem bestand breiter Konsens darüber, dass der Verbrauch aufgrund steigender Effizienz, etwa in den Bereichen Beleuchtung und Elektrogeräte, weiter sinken werde. Eine ambitionierte Klima- und Energiepolitik lässt den Strombedarf aus heutiger Sicht aber eher ansteigen, wenn Elektromobilität und Wärmepumpen im grossen Stil fossile Energien ersetzen sollen. Wenn die Stromnachfrage wächst, steigen tendenziell die Preise, insbesondere wenn die höhere Nachfrage in Spitzenlastzeiten fällt (siehe Abbildung 3).

Langfristige Entwicklungen

Langfristig betrachtet steigen naturgemäss die Unsicherheiten der skizzierten Entwicklungstendenzen. Unsicher ist zum einen, wie sich die globale Klimapolitik und die Nachfrage der Schwellen- und Entwicklungsländer nach fossiler Energie und damit verbunden die internationalen Energiepreise langfristig entwickeln. Offen ist das Ausmass der Substitution von fossilen Energieträgern durch Strom im Verkehr und bei der Wärmeversorgung. Zudem stellt sich die Frage, welche neuen Technologien etwa zur Stromspeicherung mit welchen Kosten zur Verfügung stehen und wie stark die zukünftige Stromversorgung dezentral organisiert wird. Flexible Stromverbraucher können dann eine wichtigere Rolle übernehmen. Dies

könnte in Zukunft die Integration von erneuerbaren Energien unterstützen. In einer langfristigen Perspektive stellt sich die grundsätzliche Frage, ob die derzeitige Organisation des Strommarktes aufrechterhalten bleibt. Offen ist, welche Rolle der Wasserkraft in einem neuen Marktregime zukommen wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die derzeitige Situation am Strommarkt und damit die wirtschaftlich angespannte Lage der Wasserkraft eine einschneidende, aber wohl vorübergehende Phase ist. Die erneuerbaren Energien benötigen flexible Partner wie Wasserkraftwerke. Steigende Brennstoff- und CO₂-Preise sowie eine höhere Nachfrage lassen das Preisniveau und die Preisdifferenzen ansteigen. Politische Entscheidungen, thermische Kraftwerke stillzulegen, werden diese Entwicklungen verstärken. Dabei ist mit unterschiedlichen Zyklen zu rechnen. Heute stecken wir in der Phase von Überkapazitäten und Tiefpreisen. Wenn die europäische Energie- und Klimapolitik aber konsequent weiterverfolgt wird, ist davon auszugehen, dass sich die Situation für die Wasserkraft wieder verbessert. ●



Almut Kirchner
ist Bereichsleiterin Energie- und Klimaschutzpolitik bei Prognos. Sie leitet seit über zehn Jahren die wissenschaftlichen Arbeiten der Energieperspektiven für die Schweiz.



Florian Ess
ist Berater im Bereich Energie- und Klimaschutzpolitik bei Prognos. Er bearbeitet in den Energieperspektiven vor allem den Sektor Strom und ist Spezialist für Wasserkraft.