



# 1 Strom – Schlüssel für eine nachhaltige Energieversorgung

## Worum geht es?

Die Gestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung ist heute in der Schweiz ein allgemein anerkanntes politisches und gesellschaftliches Ziel. Das Verständnis von Nachhaltigkeit ist aber durch unterschiedliche Werte und Einstellungen geprägt. Entsprechend uneinheitlich sind die Vorstellungen, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussehen soll, welche Ziele konkret angestrebt werden sollen und wie diese zu erreichen sind. Da die heutigen Entscheide weit in die Zukunft reichende Wirkungen haben, muss die Frage, was nachhaltige Energieversorgung bedeutet und wie sie erreicht werden kann, dringend geklärt werden.

Diese Feststellung gilt zunächst für Energie allgemein und über die Schweiz hinaus. Das Streben nach einem menschenwürdigen Leben für alle führt global gesehen zu weiterer wirtschaftlicher Entwicklung und damit verbunden zu einer Zunahme der Nachfrage nach Energiedienstleistungen. Die fossilen Energiequellen, die zur Befriedigung dieser Nachfrage noch immer überwiegend eingesetzt werden, sind die Hauptverursacher des vom Menschen verursachten Klimawandels. Dauerhaft und klimaschonend kann die Nachfrage nach Energiedienstleistungen daher nur befriedigt werden, wenn die Energieversorgung und die damit verbundenen Nutzungsstrukturen grundlegend umgebaut werden.

Dabei stehen zwei Stossrichtungen im Vordergrund: Die Nachfrage nach Energie muss erstens durch

eine effizientere Nutzung und freiheitlich vollzogene Selbstbeschränkung (Suffizienz) minimiert werden; zweitens muss sich die Energieversorgung künftig auf erneuerbare Energiequellen stützen. Dieser Umbau des Energiesystems erfordert immense Investitionen; er wird die Energiewirtschaft und die Konsumstrukturen grundlegend verändern. Gefragt sind daher vorausschauende, international abgestimmte politische Rahmenbedingungen.

Die Frage, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussehen soll, stellt sich auch für die Schweiz. Hierbei spielt die Stromversorgung eine besondere Rolle: In den kommenden Jahrzehnten erreichen die schweizerischen Kernkraftwerke das Ende ihrer Lebensdauer, zudem laufen die Bezugsrechte für Strom aus französischen Kernkraftwerken aus – mit geringer Aussicht auf Erneuerung. Rund die Hälfte des heutigen Stromangebots steht dann nicht mehr zur Verfügung. Gleichzeitig wird die Nachfrage trotz Effizienzsteigerungen voraussichtlich weiter zunehmen: durch die Anwendung neuer Technologien, die Strom benötigen, durch die wachsende Bevölkerung, durch steigende Konsummöglichkeiten und durch die Substitution fossiler Energiequellen in den Bereichen Raumwärme (Wärmepumpen) und Mobilität (Elektrofahrzeuge). Schliesslich muss auch das Stromnetz angepasst werden, damit fluktuierende erneuerbare Energiequellen integriert werden können.

Durch den Unfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima nach dem Tsunami vom 11. März 2011

gewinnt die Frage, wie die Schweiz in den nächsten Jahrzehnten ihre Stromversorgung auf nachhaltige Weise sicherstellen will, weiter an Dringlichkeit. Die Kerntechnik hat – zumindest vorübergehend – an Akzeptanz in der Bevölkerung und an Rückhalt in der Politik verloren; die Bereitschaft zur vielbeschworenen «Energiewende» scheint gestiegen. Es sind Entscheidungen verlangt, die langfristige gesellschaftliche Auswirkungen haben werden. Diese Entscheidungen müssen ohne gesichertes Wissen gefällt werden. Zudem müssen immer gewisse Risiken eingegangen werden und es ist unklar, wie das dynamische System Mensch – Umwelt reagieren wird. Die Entscheidungen müssen so gefällt werden, dass die Stromversorgung für die nächsten Jahrzehnte gesichert bleibt und Anpassungen an veränderte Rahmenbedingungen möglich sind.

Vor diesem Hintergrund stellen sich eine Reihe von Fragen: Mit welchem neuen Angebot soll die Nachfrage gedeckt werden? Sollen die Produktionskapazitäten vollständig im Inland geschaffen werden, oder will die Schweiz vermehrt auf Importe zurückgreifen? Was bedeutet dies für die jeweils benötigte Netzinfrastruktur? Steht die Stromproduktion, die heute im Inland praktisch keine CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht, dann noch in Einklang mit den klimapolitischen Zielen? Ist sie kompatibel mit den Entwicklungen in der EU, die ihrerseits vor ähnlichen Problemen wie die Schweiz steht? Werden damit die Bemühungen um Effizienzgewinne und Suffizienz gestützt oder geschwächt?

Und wie steht es um das Investitionsverhalten im liberalisierten Markt, bei dem Produktion, Übertragung und Verteilung entbündelt sind? Wie sehen die zukünftigen Geschäftsmodelle der Stromwirtschaft aus? Sind sie verträglich mit einer dezentralen, erneuerbaren Stromproduktion, mit einer effizienteren Nutzung des Stroms durch die Konsumenten oder mit dem Erhalt und Ausbau der Netzinfrastruktur? Wie kann sich die Schweiz mit erneuerbarem Strom versorgen und gleichzeitig mit der EU den intensiven Stromhandel weiter pflegen?

Diese Liste von Fragen widerspiegelt die ganze Komplexität des Elektrizitätssystems. Materiell besteht dieses System aus Produktionsanlagen, Netzen, Verbraucherinstallationen sowie den damit einhergehenden Stoff- und Energieströmen, Emissionen usw. Ebenso wichtig ist aber die gesellschaftliche Organisation des Elektrizitätssystems, die sich durch vielfältige Rückkopplungen auszeichnet. Zur gesellschaftlichen Organisation gehören ein Strommarkt, individuelle und organisierte Akteure mit unterschiedlichen Interessen und Gestaltungspotenzialen, politische Instrumente, internationale Vernetzungen und nicht zuletzt die Entwicklung neuer Technologien.

Die zukünftige Gestalt der Schweizer Stromversorgung hängt wesentlich von technologischen Entwicklungen ab, die grossenteils ausserhalb des Einflusses der Schweiz liegen. Mehr noch aber ist sie das Resultat der individuellen Präferenzen der Stromkonsumenten sowie des Investitionsverhaltens der Stromproduzenten und Netzbetreiber. Und sie ist das Resultat politischer, teils auch juristischer Entscheidungen, welche die effiziente Stromnutzung, die erneuerbare Stromerzeugung, die Regulierungs- und Speicherproblematik, den Netzausbau sowie die weitere Liberalisierung des Strommarkts betreffen.

### **Ziele, Aufbau, Vorgehen**

Da die heutigen Entscheide im Strombereich über Jahrzehnte hinweg Auswirkungen haben werden, zeigen die Entscheide, die von der Gesellschaft, der Wirtschaft und der Politik in den kommenden Jahren gefällt werden, bereits, wie sich unsere Gesellschaft eine nachhaltige Elektrizitätsversorgung vorstellt. Heutige Entscheide schaffen sogenannte Pfadabhängigkeiten. Doch auf welcher Grundlage werden die Weichenstellungen vorgenommen?

Die Akademien Schweiz möchten in dieser Situation explizit die Rolle eines unabhängigen Wissensvermittlers einnehmen. Ihr Ziel ist es, mit der vorliegenden Schrift einen Beitrag zur Meinungsbildung der politischen Instanzen und der Öffent-

lichkeit zu leisten, indem sie mögliche mittel- und längerfristige Entwicklungen anhand aktueller Forschungserkenntnisse darstellen. Sie können die relevanten Grundlagen bündeln und aufbereiten, damit Antworten auf die oben gestellten Fragen gefunden werden können. Dies erleichtert informierte Entscheidungen im Wissen um deren Konsequenzen im Rahmen der eigenen, individuell oder gesellschaftlich geprägten Werthaltungen. Sofern die zugrunde liegende Werthaltung klar deklariert wird, können die Akademien auch eigene Einschätzungen und Empfehlungen abgeben, wie die nachhaltige Stromversorgung zu gestalten und zu erreichen ist.

Der Bericht ist entlang der Elemente aufgebaut, welche die Stromversorgung bestimmen. Er beschäftigt sich zunächst in Kapitel 2 mit den Faktoren, welche die Stromnachfrage in den nächsten Jahrzehnten beeinflussen werden, sodann in Kapitel 3 mit den verfügbaren Technologien zur Stromproduktion und deren Perspektiven, schliesslich in Kapitel 4 mit den Entwicklungen im Bereich der Netzinfrastruktur und deren Bedeutung für den Stromaustausch. Die Kapitel beleuchten zudem die politischen Instrumente, die zur Beeinflussung des jeweiligen Bereichs eingesetzt werden können. Der Bericht behandelt den Zeitraum bis 2050. Die Jahre 2020 und 2035 markieren, wo möglich, die kurz- bzw. mittelfristige Entwicklung. Selbstverständlich nimmt die Verlässlichkeit der Aussagen mit steigendem Zeithorizont ab.

Kapitel 5 gibt einen Überblick über die derzeitigen Konzepte von Nachhaltigkeit und ihrer Umsetzung mit Bezug auf die Stromversorgung einschliesslich quantitativer Beispiele. Das abschliessende Kapitel 6 diskutiert die Voraussetzungen und Folgen verschiedener möglicher Pfade, welche die Schweiz hin zur nachhaltigen Stromversorgung einschlagen kann. Dabei wird auch auf die vom Bundesrat im Mai 2011 vorgestellte «Neue Energiepolitik» eingegangen. Der Bericht schliesst mit einer Reihe von Empfehlungen, die es aus Sicht der Akademien Schweiz beim Beschreiten eines Pfades hin zu einer nachhaltigen Stromversorgung zu berücksichtigen gilt.

Die Kapitel 2 bis 5 wurden in enger Zusammenarbeit mit den aufgeführten Experten erstellt.

*Diese haben in unterschiedlicher Art und Tiefe mitgewirkt und sind durch den Inhalt und die Schlussfolgerungen des Berichts nicht gebunden.*

Kapitel 6 wurde durch den Steuerungsausschuss verfasst.

Die Erarbeitung des Berichts erfolgte unter Leitung eines von den Akademien eingesetzten Steuerungsausschusses mit neun Mitgliedern. Insgesamt über 50 Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung verfassten die Grundlagen für die einzelnen Kapitel. Dabei wurden wissenschaftliche Erkenntnisse und neue einschlägige Arbeiten berücksichtigt. Auf eigene Forschungsarbeiten wurde verzichtet. Der Bericht wurde zunächst kapitelweise erstellt und dann insgesamt einem mehrstufigen Review-Prozess unterworfen. So fanden im Juli 2011 und im Januar 2012 Workshops mit rund 40 der an der Berichtsarbeit beteiligten Autoren und weiteren Experten statt.