



Kurzbericht Netze

1 Ausgangslage

Im Bereich Stromnetze stellen sich in naher Zukunft grosse Herausforderungen. Das grösstenteils vor rund 50 Jahren erstellte Netz muss erneuert werden. Die Transportleistung stösst an Grenzen, da die Leitungen ursprünglich für bedeutend kleinere Strommengen ausgelegt wurden. Nach aktuellen Angaben der Swissgrid im Rahmen der Überprüfung der Mehrjahresplanung durch die Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom) beträgt der Investitionsbedarf für die Erneuerung und den Ausbau des Schweizer Übertragungsnetzes in den nächsten 10 Jahren rund 3.2 Milliarden Franken. Bis 2030 ist darüber hinaus mit zusätzlichem Investitionsbedarf zu rechnen. Auch der Bau von Grosskraftwerken, seien es GuD- oder Kernkraftwerke, erfordert eine Netzinfrastruktur mit erhöhter Kapazität, um die produzierte Energiemenge aufnehmen zu können. Wird auf neue Kraftwerke in der Schweiz verzichtet, müssen die Netze für Importe ausgebaut werden. Daneben ist eine enge netztechnische Anbindung der Schweiz an Europa für die Versorgungssicherheit und die Funktion der Schweiz als Stromdrehscheibe zentral. Die Schweiz hat die Chance, sich mit ihren Pumpspeicherkraftwerken als Batterie Europas zu positionieren und zur Integration von erneuerbaren Energien beizutragen. Auch dies erfordert eine entsprechende Netzinfrastruktur.

Doch allein der Ausbau der Transportkapazitäten genügt nicht. Neue technische Herausforderungen kommen hinzu: Eine wachsende Zahl dezentraler Kraftwerke speist Strom aus erneuerbaren Energien ins Netz ein. Häufig ist deren Stromproduktion von der momentanen Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen abhängig (dargebotsabhängig) und damit fluktuierend (beispielsweise bei Windenergie- oder Photovoltaikanlagen), was die Steuerung des Systems Produktion-Netze-Verbrauch vor zusätzliche Herausforderungen stellt. Mittels Informations- und Kommunikationstechnologien soll die Stromversorgung (Produktion, Transport, Verteilung und Verbrauch) deshalb in Richtung eines flexiblen und intelligenten „Smart Grids“ vorangetrieben werden.

Bei den im Folgenden beschriebenen Resultaten handelt es sich teilweise um erste grobe Abschätzungen, die im weiteren Verlauf der Arbeiten mit detaillierten Analysen präzisiert und gegebenenfalls angepasst werden.

2 Strategisches Netz

Das Stromnetz ist für die Versorgungssicherheit von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund wurde durch das UVEK im April 2010 die Strategieguppe „Netze und Versorgungssicherheit“ eingesetzt. Diese Gruppe von Fachleuten nimmt thematisch den Faden der ehemaligen Arbeitsgruppe "Leitungen und Versorgungssicherheit" (AG LVS) auf, die Alt-Bundesrat Moritz Leuenberger nach dem Blackout im Bahnstromnetz der SBB vom 22. Juni 2005 eingesetzt hatte. Die 2009 aufgelöste AG LVS analysierte die bestehenden Übertragungsnetze und definierte die Strategischen Netze für die allgemeine Stromversorgung und die Bahnstromversorgung. Gestützt darauf legte der Bundesrat im März 2009 das „Strategische Übertragungsnetz 2015“ sowie die möglichst bis 2015 zu realisierenden Leitungsbauprojekte im Sachplan



Übertragungsleitungen (SÜL) fest. Im Strategischen Netz 2015 sind insgesamt 39 Aus- und Umbauprojekte im schweizerischen 380- und 220-kV-Netz als notwendig ermittelt worden. Bei der Entwicklung des Strategischen Übertragungsnetzes waren die Erhaltung der Versorgungssicherheit sowie der zentralen Stromdrehfunktion der Schweiz unter Einbezug der flexiblen Wasserkraftwerke die wesentlichen Vorgaben. Momentan laufen Arbeiten zur Erarbeitung des Strategischen Netzes 2020.

Um die erforderlichen strategischen Ausbaumassnahmen rechtzeitig realisieren zu können, muss der Netzausbau beschleunigt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Gewährleistung der Funktionalitäten des Netzes mit gewissen Zielkonflikten verbunden ist. Zum Beispiel soll das Netz einerseits kosteneffizient sein, andererseits ist eine hohe Versorgungssicherheit immer auch mit entsprechenden Investitionen verbunden. Aufgrund von politischen, technischen, volkswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Kriterien muss daher eine gesamtschweizerische Strategie für den Netzausbau festgelegt werden.

3 Kapazitätsengpässe bei dezentraler Stromerzeugung

Die Auswirkungen eines Szenarios mit hohem Anteil an dezentralen Stromerzeugungsanlagen auf die Netzbelastung und die daraus resultierenden Kosten wurden in einer im März 2010 abgeschlossenen Studie untersucht. Die Studie kam zum Schluss, dass aus Sicht der Netzkapazitäten ein starker Zubau dezentraler Erzeugung grundsätzlich möglich ist und dass die Auswirkungen auf die Netzbelastung von der Verteilung der dezentralen Erzeugungsanlagen über das Netzgebiet abhängig sind. Bei gleichmässiger Verteilung der Erzeugungsanlagen kann sich eine geringfügige Entlastung der Netze ergeben, die im Einzelfall durch Rückbau oder durch Aufschub von Ausbaumassnahmen zu einer geringfügigen Netzkostenreduktion führen kann. Bei räumlich konzentrierter Verteilung der Erzeugungsanlagen sind hingegen bei einem angenommenen Anteil der dezentralen Erzeugung von 25% an der gesamten Stromerzeugung in der Regel Netzausbauten oder -verstärkungen erforderlich, die zu entsprechenden Mehrkosten führen. Die Grenze des Zubaus, ab denen Netzverstärkungen erforderlich sind, hängt massgeblich von der Zusammensetzung des Kraftwerksparks ab und ist je nach Netzebene verschieden. In grober Näherung kann man jedoch davon ausgehen, dass ein Zubau bis zu etwa 40% der in dem in der Studie betrachteten Szenario „Energieperspektiven 2035, Szenario III, Angebotsvariante D+E“ prognostizierten Erzeugungsleistung ohne nennenswerte Mehrkosten im Netz möglich ist. Das bedeutet, dass etwa 8 TWh an dezentraler Erzeugung installiert werden können, ohne dass ein bedeutender Einfluss auf die Netzkosten zu verzeichnen ist. Darüber hinaus können die Mehrkosten näherungsweise linear interpoliert werden. Im in der Studie betrachteten Szenario mit einem Anteil der dezentralen Erzeugung von 25%, was ca. 20 TWh entspricht, ist mit Mehrkosten für Netzausbau und Systemdienstleistungen in Höhe von ca. 15% der tarifrelevanten Netzkosten zu rechnen ist. Dies entspricht einer Erhöhung um knapp 1,5 Rp./kWh. Auf den heutigen Verbraucherstrompreis bezogen entspricht dies einer Steigerung um ca. 7%. Ziel sollte neben einer effizienten Netzintegration daher auch sein, den Betreibern dezentraler Erzeugungsanlagen geeignete Anreize zu vermitteln, die durch sie hervorgerufenen Kostensteigerungen zu begrenzen, z.B. durch Beteiligung an der Erbringung von Systemdienstleistungen. Dies kann als Teilbereich eines Smart Grid realisiert werden (siehe Abschnitt 5).

4 Auswirkungen der Bundesratsvarianten auf den Netzausbaubedarf

In einer vom BFE im Anschluss an die Ereignisse in Fukushima in Auftrag gegebenen Kurzanalyse wurde die Auswirkungen der Bundesratsvarianten auf den Ausbaubedarf im Schweizer Netz und bei grenzüberschreitenden Leitungen untersucht. Die Kurzanalyse umfasste aufgrund



des zur Verfügung stehenden Zeitrahmens nur Berechnungen zu ausgewählten Angebotsvarianten. Diese sind in Tabelle 1 in roter Schrift markiert. Für die übrigen Varianten können bezüglich des Netzausbaubedarfs basierend auf den durchgeführten Berechnungen und auf einer früheren Studie zu dezentraler Einspeisung qualitative Grobabschätzungen getroffen werden.

Angebotsvariante Bundesrat	1		2			3		
	A	B	C & E	D & E	E	C & E	D & E	E
Angebotsvariante Perspektiven 2035								
Varianten	Nuklear	Fossil-zentral und Nuklear	Fossil-zentral und EE	Fossil-dezentral und EE	EE	Fossil-zentral und EE	Fossil-dezentral und EE	EE
„Weiter wie bisher“	Sehr hohe Netzbelastungen vor allem an der Nord- und Südgrenze sowie in der Region Wallis	Ähnlich wie Variante 1A	Ähnlicher Ausbaubedarf wie in Variante 1B	Voraussichtlich geringerer Ausbaubedarf als in Variante 2 C&E; Smart Grids notwendig	Ähnlicher Ausbaubedarf wie in Variante 3E; Smart Grids notwendig			
„Neue Energiepolitik“			Ähnlicher Ausbaubedarf wie in Variante 1B	Voraussichtlich geringerer Ausbaubedarf als in Variante 2C&E; Smart Grids notwendig	Ähnlicher Ausbaubedarf wie in Variante 3E; Smart Grids notwendig	Ähnlich wie Variante 1A im Referenzszenario; Netzbelastung an der Nordgrenze sinkt, in Westschweiz und Unterwallis höhere Belastungen	Voraussichtlich geringerer Ausbaubedarf als in Variante 3C&E; Smart Grids notwendig	Hohe Belastungssituation vor allem bei Import aus Deutschland; Smart Grids notwendig

Tabelle 1: Netzausbaubedarf in den verschiedenen Angebotsvarianten.

Die betrachteten „äusseren“ Eckvarianten bilden die Bandbreite der möglichen Auswirkungen auf den Ausbaubedarf im Übertragungsnetz in einer ersten Näherung gut ab. Die nicht betrachteten Varianten wirken sich aufgrund der höheren Einspeisung in unteren Spannungsebenen in dezentralen Varianten bzw. aufgrund der längeren Laufzeiten der KKW in Angebotsvariante 2 im Vergleich zur Angebotsvariante 3 weniger kritisch auf das Übertragungsnetz aus.

Bezüglich Stromangebot und -nachfrage wurden die folgenden Annahmen getroffen:



- Maximallast von 11 GW im Jahr 2035 (sowohl im Referenzszenario als auch in Szenario IV)
- Schweizer Wasserkraftwerke tragen im Jahr 2035 mit ca. 55% ihrer installierten Leistung bzw. ca. 9 GW zur Spitzenlastdeckung bei
- Deckung der resultierenden Lücke von 2 GW durch:
 - KKW Leibstadt und KKW Gösgen in Variante 1 A
 - 4 neue Gaskraftwerke à 550 MW in Cornaux, Utzenstorf, Schweizerhalle und Grynau in Variante 3 C&E
 - Importe aus Deutschland, Frankreich und Italien in Variante 3 E

Bei allen untersuchten Varianten zeigen sich Netzengpässe im Schweizer Übertragungsnetz, die nicht durch die heute geplanten Ausbauten gemäss strategischem Netz 2020 entschärft werden können. Problematisch ist die Situation speziell dann, wenn Kernkraftwerke (insbesondere Beznau und Mühleberg) nicht ersetzt werden bzw. wenn in grossem Stil importiert werden soll. Die kritischen Stellen liegen vorwiegend an der Nordgrenze sowie in den meisten Fällen an der Südgrenze (ausser bei Importen aus Italien) der Schweiz.

Prinzipiell scheint ein Szenario mit Importen machbar, bedingt aber einen Netzausbau, ohne den Einschränkungen bei den kommerziellen Entscheidungen der Schweizer Produzenten hingenommen werden müssten. Dies wiederum hätte direkt einen Einfluss auf die Schweizer Strompreise.

Bei einer vermehrten dezentralen Einspeisung stellen sich vor allem auf den unteren Spannungsebenen Herausforderungen. Um diese Herausforderungen meistern zu können, ist ein Umbau der Netze Richtung Smart Grids notwendig.

Die Netzbelastungen in den verschiedenen Varianten basieren auf der Annahme einer Maximallast von 11 GW im Jahr 2035. Sollte sich eine höhere Maximallast ergeben, könnten zusätzliche Kraftwerkskapazität und damit voraussichtlich weiterer Netzausbau notwendig werden. Eine flexiblere Laststeuerung in einem Smart Grid könnte allerdings dazu beitragen, dass der Anstieg der Maximallast auch bei einem Anstieg des Jahresenergieverbrauchs in Grenzen gehalten werden kann.

5 Smart Grids

Smart Grids bergen ein grosses Potenzial im Hinblick auf die Optimierung der Nutzung und des Betriebs des Stromsystems, die Minimierung der Kosten und des Umwelteinflusses und die Gewährleistung einer weiterhin hohen Versorgungssicherheit:

Durch die in einem Smart Grid vorhandene bidirektionale Kommunikation kann eine direkte Interaktion zwischen Verbrauchern, anderen Netznutzern und Energieversorgern hergestellt werden. Je nach Ausgestaltung und Einsatz kann das unmittelbare Feedback zum Verbrauch und die Möglichkeit der Verbrauchssteuerung beim Endkunden Anreize für einen effizienteren Umgang mit Energie schaffen. Studien gehen dabei je nach dem von Einsparungen im einstelligen Prozentbereich aus. Smart Grids ermöglichen zudem eine gezieltere Netzbewirtschaftung, was sich in einem sichereren und kosteneffizienteren Netz niederschlägt. Auch bei der Integration von erneuerbaren Energien und Elektroautos ins Stromsystem kommt Smart Grids eine entscheidende Rolle zu hinsichtlich der Glättung fluktuierender Stromangebote aus Wind- und Solarstrom und damit die Stabilisierung und Optimierung der Netze. Und nicht zuletzt können auf der Plattform Smart Grids innovative Energiedienstleistungen angeboten werden, was einen positiven Einfluss auf den Wettbewerb im Endkundenbereich hat.



Smart Grids sind ein Lösungsansatz für diese Herausforderungen. Dabei geht das Stromnetz eine Symbiose mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien ein und wird so intelligenter und flexibler steuerbar.

Die vielfältigen Potenziale im Bereich Smart Grids sollen im Impact Assessment, das ab Mai 2011 durchgeführt wird, abgeschätzt werden. Abhängig von den Ergebnissen des Impact Assessment wird das UVEK die notwendigen regulatorischen Rahmenbedingungen erarbeiten. Ausserdem strebt das BFE an, gemeinsam mit den schweizerischen Interessensvertretern eine Smart Grids Roadmap zu entwickeln.

6 Neue Netztechnologien und Netzverluste

Neue Technologien wie Smart Grids, Hochspannungskabel und Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) werden zukünftig vermehrt eingesetzt werden. Diese Technologien werden auch die Verluste im Stromnetz beeinflussen.

Beispielsweise könnte ein zukünftig höherer Anteil von teilverkabelten Abschnitten im Hochspannungsnetz die Netzverluste reduzieren. Da allerdings der überwiegende Anteil der Netzverluste auf der Mittel- und Niederspannungsebene anfällt, ist nicht zu erwarten, dass sich die Netzverluste durch einen höheren Kabelanteil im Hochspannungsnetz signifikant verringern werden.

Die HGÜ-Technik ermöglicht über grosse Entfernungen eine effizientere Energieübertragung als dies mit Wechselstromtechnik der Fall wäre. Der Vorteil der höheren Effizienz pro km wird allerdings durch die grösseren Übertragungsdistanzen wieder kompensiert. Zudem muss beachtet werden, dass die Umformerstationen (von Wechsel- nach Gleichstrom und umgekehrt) zusätzlich Verluste bedingen. Daher ist nicht zu erwarten, dass die Netzverluste durch HGÜ-Technik signifikant sinken werden.

Insgesamt scheinen die zu erwarteten Reduktionen der Netzverluste durch neue Netztechnologien also eher gering zu sein.

7 Fazit

Die Herausforderungen im Bereich Stromnetze sind vielfältig. In den kommenden Jahren stehen bedeutende Investitionen in die Netze an. Eine gesamtschweizerische Netzausbaustrategie ist daher von wesentlicher Bedeutung. Um die erforderlichen Ausbaumassnahmen zügig umsetzen zu können, muss zudem der Netzausbau beschleunigt werden. Auch der Ausbau der dezentralen Erzeugung und erneuerbaren Energien stellt das Netz vor neue Herausforderungen. Diese können in einem Smart Grid durch direkte Interaktion zwischen Erzeugern, Verbrauchern und anderen Netznutzern gemeistert werden.