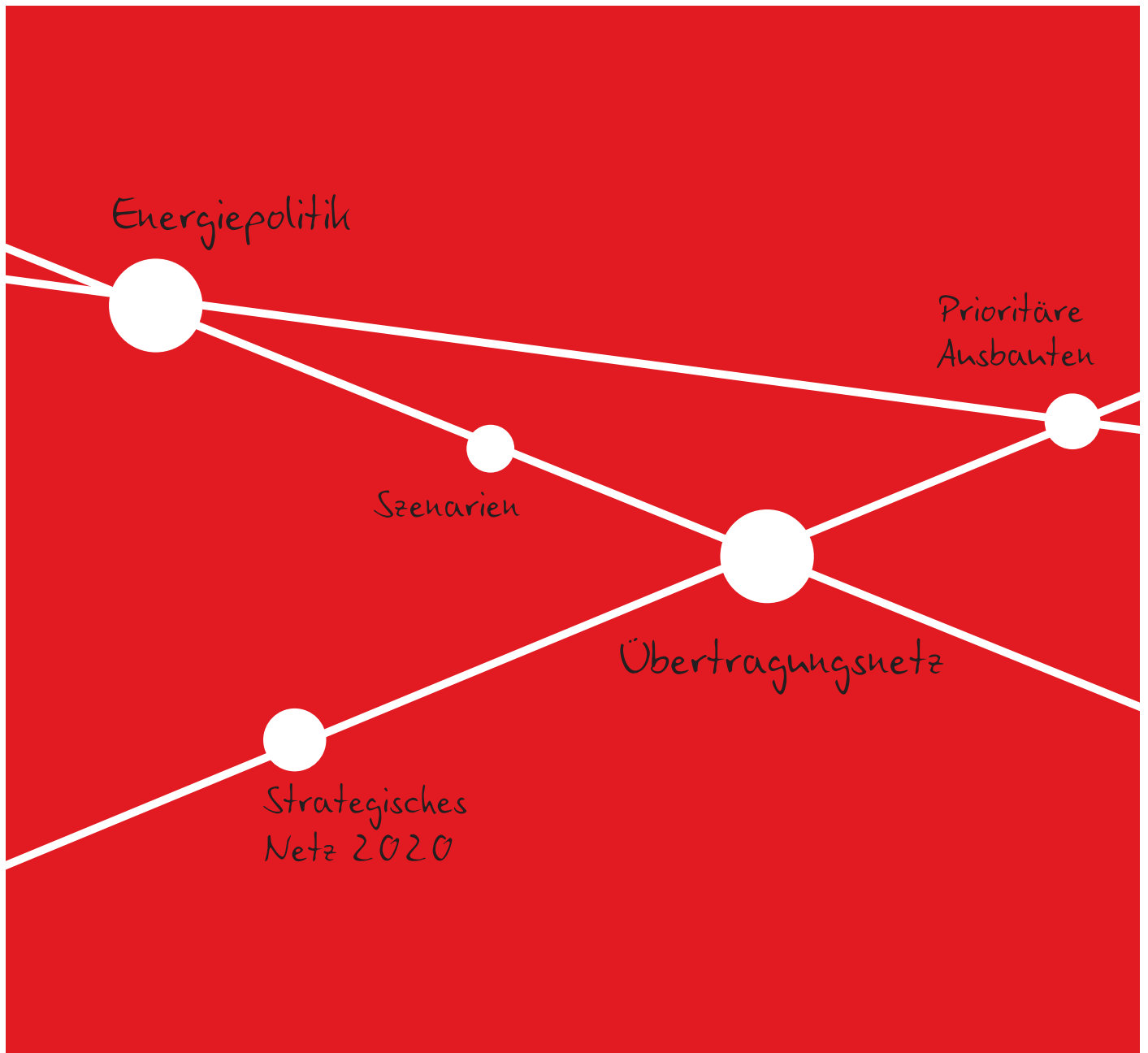


Neue Energiepolitik.

Erneuerungen und Ausbauten des Übertragungsnetzes.



Begriffe und Zahlen

Fossil-thermische Kraftwerke

Fossil-thermische Kraftwerke nutzen fossile Energieträger wie beispielsweise Erdgas, Kohle oder Erdöl zur Produktion von Strom. Wird gleichzeitig auch die Wärme genutzt (z. B. für die Heizung von Wohnhäusern), so erreichen sie einen hohen Wirkungsgrad. Sie stossen aber auch viel CO₂ aus. In der Schweiz sind keine fossil-thermischen Grosskraftwerke in Betrieb, einzelne Projekte befinden sich in Planung. Zu den fossil-thermischen Kraftwerken zählen Gas- und Dampf-Kombikraftwerke oder auch Wärmekraftkopplung-Anlagen.

Gas- und Dampf-Kombikraftwerke (Kombikraftwerk)

Ein Gas- und Dampf- (GuD)-Kombikraftwerk ist ein Kraftwerk, in dem in einer Gasturbine Gas verbrannt und damit die Turbine angetrieben wird. Die Turbine treibt einen Generator an, in dem Strom erzeugt wird. Die aus der Gasturbine ausströmenden heissen Gase werden wiederum benutzt, um Wasserdampf zu erzeugen. Der Wasserdampf wird nun von der nachgeschalteten Dampfturbine verarbeitet. So wird nochmals Strom erzeugt. Wenn gleichzeitig die Abwärme genutzt wird, um z. B. Wohnhäuser zu heizen, erreicht dieser Kraftwerkstyp unter den fossil-thermischen Kraftwerken den mit Abstand höchsten Wirkungsgrad. Kombikraftwerke können als eine fossile und – aufgrund ihrer Leistung von etwa 200 bis 500 MW – gleichzeitig als zentrale Energieproduktion bezeichnet werden.

Wärmekraftkopplung-Anlagen (WKK)

Unter Wärmekraftkopplung (WKK) wird vereinfacht eine Heizung verstanden, die gleichzeitig Strom produziert oder auch ein Stromkraftwerk, das gleichzeitig Wärme liefert. Der Verbraucher wird so mit den beiden wichtigsten Energiearten, Strom und Wärme, gleichzeitig versorgt. Die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme wird meist zur Bereitstellung von Heizwasser, Dampf oder Trocknungswärme verwendet. Im Bericht des Bundesamtes für Energie (BFE) «Grundlagen der Energiestrategie» werden die WKK in Zusammenhang mit fossiler und dezentraler Produktionsart genannt. Dezentral deswegen, da Anlagen dieses Typs wesentlich kleiner sind als grosse Kohle- oder Kombikraftwerke und damit nahe bei den Verbrauchern im Verteilnetz angesiedelt werden können. In Verbindung mit Technologien wie SmartGrid werden die zukünftigen WKKs teilweise Bandenergie liefern können.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind im Gegensatz zu fossilen Energien solche Energien, die aus nachhaltigen Quellen gewonnen werden, d. h. aus nachwachsenden bzw. grundsätzlich unerschöpflichen Energiequellen. Zu den derzeit nutzbaren erneuerbaren Energien zählen Bioenergien (Biodiesel, Biogas, Biomasse), Erdwärme (Geothermie), Gezeitenkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Windenergie. In der politischen Diskussion wird weiter differenziert in «neue erneuerbare Energien», zu denen alle erneuerbaren Energien mit Ausnahme von Wasserkraftwerken über 10 MW zählen. Aufgrund ihrer schwierig vorhersehbaren Produktionsmenge liefern die erneuerbaren Energien, insbesondere Solar- und Windenergie, keine Bandenergie.

Bandenergie

Bandenergie ist für die Versorgungssicherheit und für die Netzsicherheit zentral. Bandenergie ist diejenige Energie, die in gleicher Menge rund um die Uhr produziert wird. Damit kann der Grundbedarf an Energie abgedeckt werden. Bandenergie wird heute in der Schweiz vor allem von Kern- und in kleinerem Umfang von Laufwasserkraftwerken geliefert.

Zeitpunkt KKW-Abschaltung und Energiemenge

Kernkraftwerk	Zeitpunkt Abschaltung*	Produzierte Energiemenge (2009)	Installierte Netto-Leistung
KKW Beznau I	2019	5 800 GWh**	365 MW
KKW Beznau II	2022		365 MW
KKW Mühleberg	2022	3 000 GWh	373 MW
KKW Gösgen	2029	8 000 GWh	985 MW
KKW Leibstadt	2034	9 400 GWh	1190 MW

Quellen: «Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates» (BFE, Mai 2011); Jahresberichte der KKW-Betreiber Alpiq, BKW, Axpo.

* Annahme: KKW's werden nach einer Laufzeit von 50 Jahren abgeschaltet.

** GWh = Gigawattstunde (eine Milliarde Wattstunde).

Erneuerung und Ausbau des Übertragungsnetzes – unerlässlich und dringend

Das Schweizer Übertragungsnetz ist teilweise veraltet und muss erneuert und ausgebaut werden. Mehr als zwei Drittel des Übertragungsnetzes ist über 40 Jahre alt und hat damit die Lebensdauer erreicht. Zudem wurde das bisherige Netz nicht aus einer nationalen Sicht geplant. Das strategische Netz 2020 sieht vor, zwischen 4 und 6 Milliarden Franken in das Übertragungsnetz zu investieren, drei Viertel davon in die Netz-erneuerung und ein Viertel in den Ausbau.

Strategisches Netz 2020

Der Bundesrat hat im März 2009 das «strategische Netz 2015» für die Stromversorgung festgelegt, das seitdem zum «strategischen Netz 2020» weiterentwickelt wurde. Das strategische Netz 2020 beseitigt die bestehenden und prognostizierten Engpässe im Übertragungsnetz, die vor allem im Zusammenhang mit dem geplanten Kraftwerksausbau, insbesondere der grossen Pumpspeicherkraftwerke, zu erwarten sind. Das strategische Netz 2020 wurde aus Sicht der bisherigen Energiepolitik geplant. Im Rahmen des europäischen Verbandes der Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E) wurden die Ausbauprojekte des strategischen Netzes zusammen mit den benachbarten Übertragungsnetzbetreibern koordiniert und abgestimmt. Eine Aktualisierung auf Basis der Angaben des Bundesrates vom Mai 2011 und weiterer Randbedingungen ist notwendig und wird von Swissgrid bis 2013 ausgeführt. Die Bedeutung der durch das BFE beschriebenen Stromangebotsvarianten für das Übertragungsnetz wird im vorliegenden Papier aufgezeigt.

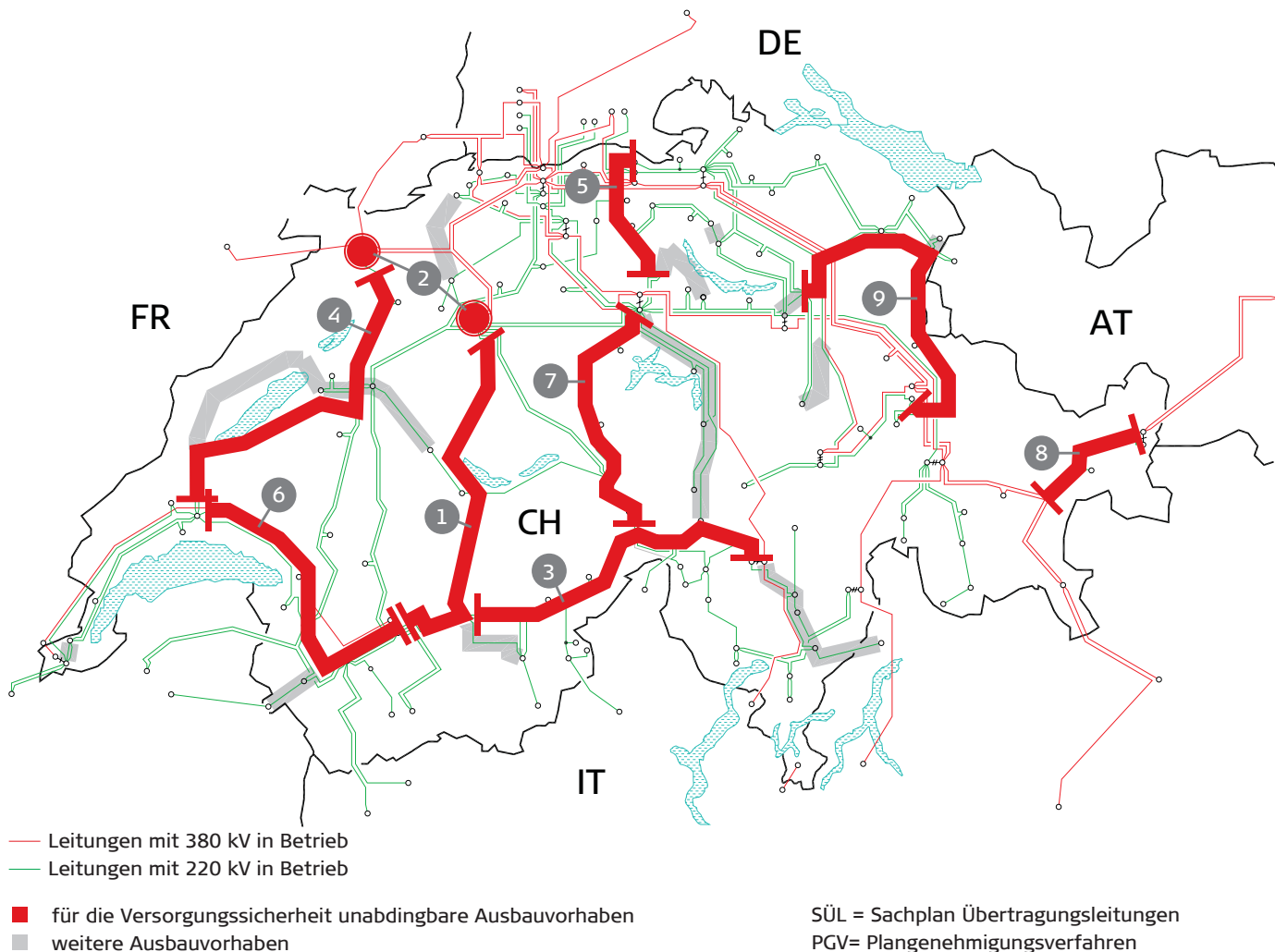
Neue Energiestrategie hat Auswirkungen auf Übertragungsnetz

- » Das gewählte Energieszenario, die Nachfrageentwicklung und der künftige Energiemix haben Auswirkungen auf das Übertragungsnetz und verlangen teilweise nach einer Neupriorisierung der geplanten Um- und Ausbauprojekte.
- » Je nach verfolgter Energiestrategie ist aus Sicht des Übertragungsnetzes der Fokus der Ausbauten wie folgt zu legen:
 - Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar»: Prioritär müssen diejenigen Ausbauten getätigt werden, welche die Energie zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen und zurück zu den Verbraucherzentren transportieren.
 - Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar» und Variante «Erneuerbar»: Durch den benötigten Import von Bandenergie müssen zwingend die Leitungen vom Mittelland in Richtung nördliche Nachbarn ausgebaut werden. Zudem müssen die bereits priorisierten und geplanten Ausbauten wie beispielsweise der Anschluss der Pumpspeicherkraftwerke realisiert werden. Ebenfalls gilt es für den Anschluss von grossen erneuerbaren Energiequellen wie beispielsweise Windparks die entsprechenden Zuleitungen zu bauen.
- » Swissgrid wird bis 2013 eine strategische Netzplanung 2035 erarbeiten, welche detailliert die Auswirkungen der neuen Energiestrategie auf die Leitungsprojekte analysiert.
- » Gewisse Erneuerungen und Ausbauten am Übertragungsnetz müssen jedoch unabhängig von der gewählten Energiestrategie realisiert werden.

Wichtig:

- » Der Um- und Ausbau des teilweise veralteten Schweizer Übertragungsnetzes ist seit langem überfällig.
- » Das strategische Netz 2020 sieht die Beseitigung der bestehenden Engpässe und den Anschluss der geplanten Pumpspeicherkraftwerke an die erneuerbaren Energien in Europa vor.
- » Unabhängig von der Energiestrategie müssen gewisse Massnahmen – wie insbesondere die starke Verkürzung der Bewilligungsverfahren – ergriffen werden, um die im strategischen Netz 2020 definierten Programme zu realisieren.
- » Gewisse Programme für die Erneuerung und den Ausbau des Schweizer Übertragungsnetzes sind unabhängig der gewählten Energiestrategie unerlässlich und müssen mit höchster Priorität realisiert werden (siehe Karte auf nachfolgender Seite).
- » Im vorliegenden Papier sind Ausführungen zu SuperGrid-Gleichstromverbindungen durch die Schweiz nicht berücksichtigt. Die Evaluation solcher SuperGrid-Leitungen befindet sich momentan erst in der Vorstudienphase und wird unter anderem durch die ENTSO-E (Vereinigung der europäischen Übertragungsnetzbetreiber) koordiniert. Swissgrid ist Mitglied der ENTSO-E.

Unerlässliche und dringende Um- und Ausbauprogramme unabhängig von der gewählten Energiestrategie



1. Gemmi+ (Bickigen – Chippis, Chamoson – Chippis)

Projektbeschreibung: Erhöhung der Betriebsspannung und Ersatz der bestehenden Leitung mit neuem Leitungstrasse

Zweck: Behebung Engpässe, Kapazität für den Abtransport der Energie aus Wasserkraft vom Wallis ins Mittelland schaffen

Stand: Unterlagen für PGV sind kurz vor Abschluss (Bickigen – Chippis), vor Bundesverwaltungsgericht (Chamoson – Chippis)

2. Transformation Bickigen / Bassecourt

Projektbeschreibung: Verschiebung Trafo (380 kV / 220 kV) von Bassecourt nach Bickigen. Erstellen neuer Trafo (380 kV / 132 kV) in Bassecourt

Zweck: Beseitigung von Engpässen. So kann die Importkapazität erhöht werden an der Schweizer Nordgrenze (Deutschland, Frankreich, Österreich)

Stand: Bewilligungen wurden erteilt, im Bau. Fertigstellung 2012 / 2013

3. Gomst+

Projektbeschreibung: Neubau Doppelleitung zwischen Chippis und Lavorgo

Zweck: Beseitigung von Engpässen, Abtransport Produktionsleistung aus dem Wallis, Synergien mit der SBB

Stand: SÜL-Verfahren (Airolo – Lavorgo und Chippis – Mörel), Bewilligung erteilt und Behandlung von Rekursen beim Bundesverwaltungsgericht eingeleitet (Mörel – Ulrichen), bereits gebaut (Ulrichen – Airolo)

4. Bassecourt – Mühleberg – Romanel

- Projektbeschreibung:** Spannungsumstellung Bassecourt – Mühleberg und Romanel – Method (220 kV – 380 kV). Neubau Mühleberg – Method. Neuer Transformator Mühleberg (380 kV – 220 kV)
- Zweck:** Beseitigung von Engpässen. So kann die Importkapazität erhöht werden an der Schweizer Nordgrenze (Deutschland, Frankreich, Österreich). Abtransport Wasserkraft vom Wallis in Richtung Norden
- Stand:** Bewilligungsverfahren (Transformator Mühleberg und Spannungsumstellung Bassecourt – Mühleberg und Romanel – Method), SÜL-Verfahren (Mühleberg – Method)

5. Beznau – Mettlen

- Projektbeschreibung:** Umbau Beznau – Obfelden und Spannungsumstellung Obfelden – Mettlen
- Zweck:** Erhöhung Importkapazität aus dem Norden
- Stand:** Detailprojekt (Niederwil – Obfelden), Projektierungsphase (Beznau – Birr)

6. Abtransport Unterwallis

- Projektbeschreibung:** Spannungsumstellung Chamoson – Romanel von 220 kV auf 380 kV
- Zweck:** Beseitigung von bestehenden Engpässen. Abtransport Wasserkraft aus dem Wallis
- Stand:** PGV (Abzweig Chavalon und Abzweig Bâtiatz), Vorstudie (Romanel – Chamoson)

7. Mettlen – Ulrichen

- Projektbeschreibung:** Neubau bestehender Leitung (220 kV – 380 kV)
- Zweck:** Beseitigung von bestehenden Engpässen und Abtransport der Energie aus Wasserkraftwerken
- Stand:** Vorprojekt (Innertkirchen – Grimsel – Ulrichen), SÜL-Verfahren (Littau – Innertkirchen)

8. Pradella – La Punt

- Projektbeschreibung:** Ersatz des 220 kV Stranges durch einen 380 kV Strang (Pradella – Zernez), Neubau eines zusätzlichen 380 kV Stranges (Zernez – La Punt)
- Zweck:** Erhöhung Importkapazität aus dem Norden und Abtransportkapazität der Bündner Wasserkraft
- Stand:** Eingabeprojekt (Mitte 2012)

9. Mettlen – Rüthi / Rüthi – Bonaduz / Meiningen – Rüthi

- Projektbeschreibung:** Spannungsumstellung von 220 kV auf 380 kV (Mettlen – Siebnen, Grynau – Rüthi – Bonaduz und Rüthi – Meiningen in Österreich)
- Zweck:** Erhöhung Importkapazität aus dem Norden
- Stand:** PGV (Unterwerk Rüthi), Projektidee (Leitungsbau in Österreich und Deutschland)

Zudem sind auch die Anschlüsse an die Pumpspeicherkraftwerke vorzunehmen (Nant de Drance, Linth-Limmern, Kraftwerke Oberhasli und Lago Bianco). Werden die Pumpspeicherkraftwerke nicht an das Übertragungsnetz angeschlossen, so können sie den Betrieb nicht aufnehmen.

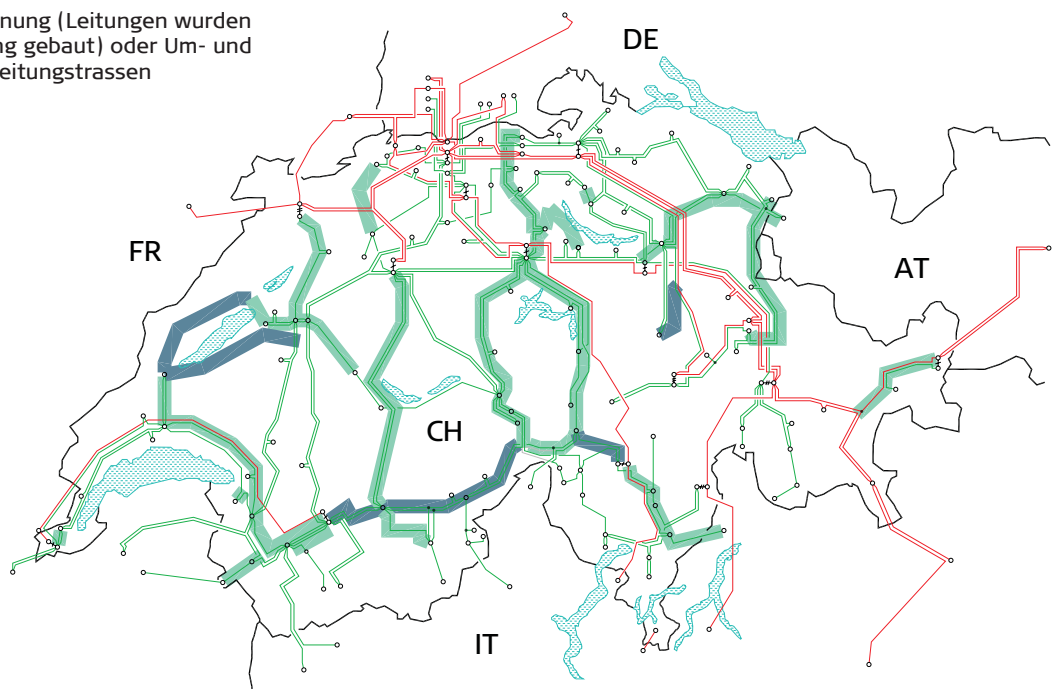
Bewilligungsverfahren müssen beschleunigt werden

- » Damit die dringenden Erneuerungs- und Ausbauten des Übertragungsnetzes zeitgerecht realisiert werden können, müssen die Bewilligungsverfahren beschleunigt werden. Heute dauern die Verfahren für den Bau eines Leitungsprojektes meist über 10 Jahre. Verzögerungen bis 30 Jahre sind möglich.
- » Werden die Erneuerungen und Ausbauten nicht realisiert, so hat dies unabhängig von der durch den Bund gewählten Energievariante Auswirkungen auf das Übertragungsnetz und die Schweizer Volkswirtschaft. Die Schweiz erwirtschaftete 2010 rund 1.3 Milliarden Franken im Strommarkt. Ohne Netzausbau könnten beispielsweise die geplanten Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz zu wenig für die Speicherung von erneuerbarer Energie genutzt werden. Dies bedeutet nicht nur einen Wertschöpfungsverlust für die Schweizer Volkswirtschaft sondern hätte auch Auswirkungen auf die Erreichung der Klimaziele in der Schweiz und in Europa.
- » Die Strategieguppe „Netze und Versorgungssicherheit“ des Bundes hat in ihrem Bericht im Juni 2011 Massnahmen zur Verfahrensbeschleunigung vorgeschlagen. Diese setzen an der strategischen Netzplanung sowie auf organisatorischer und gesetzlicher Ebene an. Wichtig ist, dass diese Gruppe ihre bisher erfolgte Arbeit weiterführen kann und die vorgeschlagenen Massnahmen mit höchster Priorität umgesetzt werden.
- » Das strategische Netz 2020 sieht Spannungserhöhungen, Umbauten und Neubauten vor. Die Neubauten auf der grünen Wiese machen dabei nur einen kleinen Anteil aus (siehe Karte).

Höchstspannungsnetz Schweiz: Ausbauten strategisches Netz 2020

- Leitungen mit 380 kV in Betrieb
- Leitungen mit 220 kV in Betrieb

- Erhöhung der Betriebsspannung (Leitungen wurden bereits für höhere Spannung gebaut) oder Um- und Neubau auf bestehenden Leitungstrassen
- Neubau



Wichtig:

- » Bewilligungsverfahren und Bau einer Übertragungsleitung dauern heute bis zu 30 Jahre.
- » Damit die dringenden und unerlässlichen Ausbauten rechtzeitig realisiert werden können, müssen die Bewilligungsverfahren beschleunigt werden.
- » Die Strategieguppe Netze und Versorgungssicherheit hat in ihrem Bericht im Juni 2011 Massnahmen zur Verfahrensbeschleunigung formuliert. Diese sehen Verbesserungen in den Prozessen und in der Zusammenarbeit mit den Bundesämtern vor. Zudem sind Gesetzesänderungen notwendig.
- » Bei den geplanten Erneuerungs- und Ausbauten des strategischen Netzes 2020 handelt es sich nur zu einem kleinen Teil um Neubauprojekte auf der grünen Wiese.

Energiepolitik des Bundesrates

Der Bundesrat unterscheidet in der Darstellung seiner Energiepolitik zwischen Stromangebotsszenarien, Nachfrageentwicklungen und Stromangebotsvarianten.

Stromangebotsszenarien

Der Bundesrat hat das UVEK am 23. März 2011 beauftragt, die «Energieperspektiven 2035» aus dem Jahr 2007 anhand von drei Szenarien zu aktualisieren:

- » **Szenario 1:** Weiterführen der bisherigen Stromproduktion mit allfälligem vorzeitigem Ersatz der ältesten drei Kernkraftwerke (KKW) im Sinne der grösstmöglichen Sicherheit.
- » **Szenario 2:** Kein Ersatz der bestehenden Kernkraftwerke am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer.
- » **Szenario 3:** Vorzeitiger Ausstieg aus der Kernenergie. Bestehende Kernkraftwerke werden vor Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer abgestellt.

Der Bundesrat hat am 25. Mai 2011 vorgeschlagen, schrittweise aus der Kernenergie auszusteigen und somit Szenario 2 zu verfolgen. Die Kernkraftwerke werden nach Ablauf ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer stillgelegt und nicht ersetzt.

Nachfrageentwicklungen

Beim Szenario 2 werden gemäss dem Bundesamt für Energie (BFE) zwei Nachfrageentwicklungen betrachtet: «weiter wie bisher» und «neue Energiepolitik».

- » **Weiter wie bisher:** Mit der Weiterführung der bisherigen Energiepolitik steigt der Stromverbrauch trotz effizienteren Geräten bis 2050 weiter an. Bereits eingeführte und umgesetzte Massnahmen zur Energieeffizienz und für die Förderung erneuerbarer Energien (Bsp. kostendeckende Einspeisevergütung KEV) sind in dieser Nachfrageentwicklung bereits berücksichtigt. Der Landesverbrauch steigt bis 2050 auf 86 000 GWh pro Jahr an.
- » **Neue Energiepolitik:** Ziel ist es, die gesamte Endenergienachfrage erheblich zu reduzieren. Im Jahr 2050 soll die Einsparung rund 24 000 GWh betragen. Dies entspricht drei Mal der jährlichen Energieproduktion des KKW Gösgen. Der Landesverbrauch steigt bis 2017 an und sinkt anschliessend. 2050 beträgt er rund 62 000 GWh pro Jahr.

Stromangebotsvarianten

Durch die Abschaltung der Kernkraftwerke am Ende ihrer Betriebsdauer entsteht ab 2019 eine Deckungslücke, die geschlossen werden muss. In beiden Nachfrageentwicklungen schlägt das BFE drei Varianten vor, um die Deckungslücke zu kompensieren:

1. Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar»:

Ausbau von fossil-zentralen Kraftwerken (Kombikraftwerke) und erneuerbaren Energiequellen.

2. Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar»:

Ausbau von fossil-dezentralen Kraftwerken (WKK) und erneuerbaren Energiequellen.

3. Variante «Erneuerbar»:

Ausbau der erneuerbaren Energiequellen.

Stromangebotsvarianten und Ausbau Übertragungsnetz

Die Varianten des Bundesrates haben Auswirkungen auf das Schweizer Übertragungsnetz und dessen Erneuerungs- und Ausbaubedarf. Das vorliegende Papier zeigt die Auswirkungen der Bundesratsvarianten auf das Schweizer Übertragungsnetz (380 kV und 220 kV) auf. Als Basis dienen das Dokument des BFE «Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates (Mai 2011)» sowie Angaben der Kraftwerksbetreiber. Um erste Aussagen zum Übertragungsnetz zu machen, wurden verschiedene vereinfachende Annahmen getroffen. Eine detaillierte Planung des Netzes 2035 wird erstellt und 2013 kommuniziert.

Stromangebotsvarianten und die Bedeutung für das Übertragungsnetz

Aus Netzplanungssicht betrachtet können die Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar» und die Variante «Erneuerbar» als identisch angesehen werden. Die Eigenschaften der fossil-dezentralen Kraftwerke, die den Unterschied zwischen diesen beiden Varianten ausmachen, unterscheiden sich aus Perspektive der Netzplanung des Übertragungsnetzes nur unwesentlich. Die Differenz, d.h. der WKK-Anteil, ist gering und verteilt sich auf das ganze Land. Die Einspeisung der produzierten Energie erfolgt ins Verteilnetz und nicht ins Übertragungsnetz.

Swissgrid legt im vorliegenden Papier den Fokus auf die durch den Bundesrat vorgegebene Richtung und analysiert die Auswirkungen auf das Übertragungsnetz gemäss Szenario 2 primär basierend auf der Nachfrageentwicklung «neue Energiepolitik». Es wird jedoch jeweils ein kurzer Vergleich zur Entwicklung „weiter wie bisher“ vorgenommen.

Zu beachten:

- » Swissgrid untersucht mit dem Fokus «neue Energiepolitik» die Auswirkungen von folgenden Stromangebotsvarianten auf das Übertragungsnetz:
 - Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar».
 - Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar» und Variante «Erneuerbar» (werden zusammenfassend analysiert).
- » Der betrachtete Zeitraum ist 2035, falls dies nicht anders vermerkt wird. Dann sind gemäss Szenario 2 in der Schweiz alle KKW abgeschaltet.
- » Für die adäquate Netzentwicklung ist die zu transportierende Leistung ausschlaggebend. Daher wurden die Energietabellen im Dokument «Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates (Mai 2011)» des BFE in Leistung übersetzt. So kann der effektive Transportbedarf im Schweizer Übertragungsnetz abgeschätzt und der daraus resultierende maximale Exportbedarf sowie der maximale Importbedarf berechnet werden.¹
- » Für den maximalen Importbedarf werden der Landesverbrauch und die Pumpleistung mit der immer zu garantierenden Bandleistung (Laufwasser, KKW, Kombikraftwerke und 40% der WKK) als Basis genommen.
 - Der maximale Exportbedarf entspricht der Summe sämtlicher Energiequellen abzüglich des Landesverbrauchs während der Sommermonate. Dabei werden nur 40% der installierten Leistung der WKK bzw. 50% der installierten Leistung der erneuerbaren Energien betrachtet, aufgrund der Unstetigkeit dieser beiden Quellen.
 - Die Exportkapazität wird benötigt, damit die Speicherkraftwerke ihre Produktion nicht einschränken müssen. Dies hätte negative Auswirkungen auf die Volkswirtschaft.

¹Die Formel für die Übersetzung von Energie in Leistung lautet: Leistung = Energie / jährliche Einsatzstunden. Die Angaben der Wasserkraftwerke und Pumpen stammen von den Kraftwerksbetreibern.

Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar»

In der «neuen Energiepolitik» wird bei der Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar» die durch die KKW-Abschaltung fehlende Energie mit dem Bau von 5 bis 6 Kombikraftwerken sowie mit einer Erhöhung der erneuerbaren Energien und der fossilen WKK kompensiert. Im Jahre 2050 wird die Bruttoerzeugung zu mehr als 50% mit Wasserkraft gedeckt aufgrund des Ausbaus der Pumpspeicherkraftwerke zwischen 2015 und 2020.

Zur vereinfachenden Darstellung wurde in dieser Variante der Gas-Marktpreis nicht berücksichtigt. Bei einem hohen Marktpreis oder einem geringen Strompreis in Europa würden die Kombikraftwerke wohl wenig genutzt werden. Aus Sicht des Übertragungsnetzes und der Versorgungssicherheit ist dann die Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar», respektive die Variante «Erneuerbar» zu betrachten.

Leistungen bei der Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar»

	2009	2020		2035	
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
Kernkraftwerke	3300	2900	2900	0	0
Wasserkraft	8000	13000	13000	13000	13000
Kombikraftwerke (GuD) und fossile Wärme­kraft­kopplungs-Anlagen (WKK)	500	1300	1800	4500	6500
GuD	0	600	1100	2800	5000
WKK	500	700	700	1700	1500
Erneuerbare	700	1700	1700	5300	5300
Total Produktion	12500	18900	19400	22800	24800
Pumpen	1800	6100	6100	6900	6900
Landesverbrauch	10600	11300	12100	10700	13200
maximaler Importbedarf	4900	9600	9900	10100	10500
maximaler Exportbedarf	3400	8600	8500	10600	10700

■ Neue Energiepolitik ■ Weiter wie bisher

Quelle: «Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates» (BFE, Mai 2011)

Auswirkungen auf das Übertragungsnetz und die Versorgungssicherheit

- » Die Kombikraftwerke liefern Bandenergie wie die KKW und sorgen dafür, dass die Schweiz den Grundbedarf an Strom grösstenteils aus eigener Kraft decken kann und keine zusätzliche Bandenergie importieren muss. Dies gewährleistet die hohe Versorgungssicherheit der Schweiz mit eigener elektrischer Energie.
- » Aus Sicht des Übertragungsnetzes ist die Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar» mit der bisherigen Energiepolitik vergleichbar. Die Schweizer (Pump-)Speicherkraftwerke können die Batteriefunktion in Europa erfüllen, sofern die bestehenden Netzengpässe zwischen den Alpen und dem Mittelland behoben werden.
- » Das Übertragungsnetz kann die eingespiesene Produktion mit dem Ausbau des strategischen Netzes 2020 tragen, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:
 - Die Kombikraftwerke werden in der Nähe der grossen Verbrauchszentren erstellt und an unterschiedlichen Standorten, d.h. nicht konzentriert, gebaut.
 - Die Kombikraftwerke werden an die bestehenden 380 kV-Knoten und an starke 220 kV-Knoten angeschlossen (idealerweise an den heutigen KKW-Standorten).

Notwendige Netzausbauten und -erneuerungen (inklusive strategisches Netz 2020)

- » Prioritär müssen die Ausbauten des strategischen Netzes 2020 getätigt werden, welche die Energie zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen und zurück zu den Verbraucherzentren transportieren. Die Pumpspeicherkraftwerke können damit auch für die Speicherung von erneuerbarer Energie aus Europa verwendet werden und erbringen der Schweiz einen volkswirtschaftlichen Nutzen.
- » Einzelne Leitungen müssen verstärkt oder durch neue ersetzt werden, falls die Kombikraftwerke nicht an einem 380 kV-Knoten oder an einem starken 220 kV-Knoten gebaut werden können.
- » 2050: Der starke Anstieg der erneuerbaren Energien in Verbindung mit einem reduzierten Verbrauch führt zu einer Zunahme des benötigten Exportbedarfs:
 - Sind die Speichertechnologien so weit fortgeschritten, dass erneuerbare Energien am Produktionsort gespeichert werden können, so können sie als Bandenergie genutzt werden. Dies erhöht die Versorgungssicherheit.
 - Falls eine Speicherung auf Stufe Verteilnetz nicht erfolgen kann, stellen die Übertragungsleitungen die Verbindung zu den Pumpspeicherkraftwerken her. Diese werden dann in erster Linie für die Speicherung von Energie aus der Schweiz eingesetzt. Es bedarf einer Verstärkung des Netzes in Richtung Süden. Es wird davon ausgegangen, dass die Leistung der erneuerbaren Energien 50% und die Leistung der WKK-Anlagen 40% der installierten Leistung beträgt. Sollten diese Anteile höher ausfallen, würde ein noch stärkerer Ausbau des Netzes in Richtung Süden benötigt werden.
 - Alternativ müsste die Wasserkraftproduktion zeitweise eingeschränkt werden.

Veränderung für das Netz bei der Nachfrageentwicklung «weiter wie bisher» und dem damit verbundenen erhöhten Energieverbrauch

Bei der Entwicklung „weiter wie bisher“ steigt die Anzahl der Kombikraftwerke, da der Verbrauch höher ausfällt als bei der Entwicklung «neue Energiepolitik». Entsprechend sind für die Versorgungssicherheit keine grossen Unterschiede zu erwarten. Es wären bis 2050 rund 9 Kombikraftwerke zu erstellen. Falls diese nicht gleichmässig verteilt an das bestehende Übertragungsnetz angebaut werden können, müssen schwächere Leitungen verstärkt, zusätzliche Anschlüsse gebaut oder auch Parallelleitungen erstellt werden.

Wichtig:

- » Bei der Variante „Fossil-zentral und Erneuerbar“ müssen in erster Linie diejenigen Ausbauten des strategischen Netzes 2020 getätigt werden, die Energie zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen und zurück zu den Verbraucherzentren transportieren. Nur so können die erneuerbaren Energien bei Überproduktion zwischengespeichert werden.
- » Falls die Kombikraftwerke nicht an einem 380 kV-Knoten oder an einem starken 220 kV-Knoten gebaut werden können, müssen zudem einzelne Leitungen verstärkt oder durch neue ersetzt werden.

Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar» und Variante «Erneuerbar»

In der Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar» wird gegenüber der Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar» ein erhöhter Zubau von WKK-Anlagen angenommen. Dies bei gleichbleibenden Zahlen für den Ausbau der Wasserkraft und der erneuerbaren Produktion. Trotz Investitionen in WKK-Anlagen und in erneuerbare Energien muss Energie über das ganze Jahr gesehen importiert werden. Dies liegt daran, dass Solar- und Windkraftwerke keine Bandenergie liefern. Da die Produktion aus erneuerbaren Quellen gar nicht und jene aus fossil-dezentralen Quellen nur bedingt als Bandenergie auf Stufe Übertragungsnetz berücksichtigt werden kann, sind zu bestimmten Zeiten weiterhin Importe aus dem Ausland nötig.

Leistungen bei der Variante «Fossil-dezentral und Erneuerbar»

	2009	2020		2035	
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
Kernkraftwerke	3300	2900	2900	0	0
Wasserkraft	8000	13000	13000	13000	13000
Kombikraftwerke (GuD), fossile Wärme­kraft­kopplungs-Anlagen (WKK)	500	900	900	2000	2000
GuD	0	0	0	0	0
WKK	500	900	900	2000	2000
Erneuerbare	700	1700	1700	5300	5300
Total Produktion	12500	18500	18500	20300	20300
Pumpen	1800	6100	6100	6900	6900
Landesverbrauch	10600	11300	12100	10700	13200
benötigtes Importpotential	4900	10100	10900	12800	15300
benötigtes Exportpotential	3400	8100	7400	7900	5900

Leistungen bei der Variante «Erneuerbar»

	2009	2020		2035	
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
Kernkraftwerke	3300	2900	2900	0	0
Wasserkraft	8000	13000	13000	13000	13000
Kombikraftwerke (GuD), fossile Wärme­kraft­kopplungs-Anlagen (WKK)	500	500	500	1000	1000
GuD	0	0	0	0	0
WKK	500	500	500	1000	1000
Erneuerbare	700	1700	1700	5300	5300
Total Produktion	12500	18100	18100	19300	19300
Pumpen	1800	6100	6100	6900	6900
Landesverbrauch	10600	11300	12100	10700	13200
benötigtes Importpotential	4900	10300	11100	13200	15700
benötigtes Exportpotential	3400	7900	7300	7500	5500

■ Neue Energiepolitik ■ Weiter wie bisher

Quelle: «Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates» (BFE, Mai 2011)

Auswirkungen auf das Übertragungsnetz und die Versorgungssicherheit

- » Solar- und Windkraft liefern keine Bandenergie. Somit muss die Bandenergie aus dem Ausland importiert werden, wenn die Produktion aus WKK-Anlagen und erneuerbaren Energien zu gering ausfällt.
- » Mit dem Bau der WKK-Anlagen wird vermehrt Energie auf Stufe Verteilnetz produziert, wo sie auch konsumiert wird. Dies stellt für das Übertragungsnetz grundsätzlich eine Entlastung dar.
- » Die Netzkapazitäten zu den Pumpspeicherkraftwerken werden hauptsächlich für die Speicherung von erneuerbaren Energien aus der Schweiz benutzt, deshalb ist eine Speicherung von importierter Energie nur noch eingeschränkt möglich. Die Pumpspeicherkraftwerke werden vermehrt als Batterie der Schweiz genutzt anstatt als Batterie Europas.
- » Der Import steigt mit den Varianten «Fossil-dezentral und Erneuerbar» wie auch «Erneuerbar» stark an. Das strategische Netz 2020 ist für einen solch hohen Importbedarf nicht gerüstet und muss weiter ausgebaut werden.

Notwendige Netzausbauten und -erneuerungen (inklusive strategisches Netz 2020)

- » Durch den benötigten Import von Bandenergie müssen zwingend die Leitungen vom Mittelland in Richtung nördliche Nachbarn ausgebaut werden.
- » Der Pumpbetrieb und die Kompensation des KKW-Wegfalls durch Importe müssen sich die Netzkapazität teilen, was zu einer Einschränkung der Funktion «Schweiz als Batterie Europas» führt. Zudem müssten die benachbarten Übertragungsnetzbetreiber im Norden, Westen und Osten (RTE, Amprion, EnBW und APG) auch massiv in ihre Netze investieren, ohne einen systemrelevanten Mehrwert – wie es bei einer Nutzung der Schweizer Pumpkapazitäten der Fall wäre – zu erhalten.
- » Für den Anschluss von grossen erneuerbaren Energiequellen wie beispielsweise Windparks müssen zusätzliche Leitungen gebaut werden. Im Gegensatz zu den Kombikraftwerken können diese Kraftwerke aufgrund der fehlenden natürlichen Ressourcen für die Energieproduktion (bspw. Sonne oder Wind) oftmals nicht in der Nähe der grossen Verbrauchszentren oder am bestehenden Übertragungsnetz gebaut werden.
- » Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien müssen Teile der bestehenden überregionalen Leitungen auf 220 kV angehoben bzw. umgebaut werden.
- » 2050: Eventuell sind auch in diesem Szenario unter Annahme der Nachfrageentwicklung «neue Energiepolitik» die Netze in Richtung Süden zu verstärken, um die Wasserkraftproduktion nicht zeitweise einschränken zu müssen. Ausserdem wird davon ausgegangen, dass die Leistung der erneuerbaren Energien 50 % und die Leistung der WKK-Anlagen 40 % der installierten Leistung beträgt. Sollten diese Anteile höher ausfallen, würde ein noch stärkerer Ausbau des Netzes in Richtung Süden benötigt werden.

Veränderung für das Netz bei der Nachfrageentwicklung «weiter wie bisher» und dem damit verbundenen erhöhten Energieverbrauch

Bei der Entwicklung „weiter wie bisher“ ist zusätzlich zu den Ausbauten des strategischen Netzes 2020 weiterer Ausbaubedarf vorhanden. Ohne zusätzlichen Ausbau können die benötigten Import- und Exportkapazitäten nicht garantiert werden. Dies gefährdet die Versorgungssicherheit der Schweiz. Ob die nördlichen Nachbarländer die notwendigen Leitungskapazitäten für den Energietransport an die Schweizer Grenze zur Verfügung stellen können, ist ungewiss. Die benachbarten Netzeigentümer an der nördlichen Grenze (Deutschland, Frankreich, Österreich) müssten entsprechend massiv in ihre Netze investieren. Auch eine Reduktion des Exportes nach Italien könnte in Betracht gezogen werden, um Leitungskapazitäten in der Schweiz für die eigene Versorgungssicherheit frei zu halten. Dies hätte negative Auswirkungen auf die Schweizer Volkswirtschaft.

Wichtig:

- » Durch den benötigten Import von Bandenergie müssen in den Varianten «Fossil-dezentral und Erneuerbar» und «Erneuerbar» zwingend die Leitungen vom Mittelland in Richtung nördliche Nachbarn ausgebaut werden.
- » Die in Variante «Fossil-zentral und Erneuerbar» und «Erneuerbar» bereits hoch priorisierten und geplanten Ausbauten wie z.B. der Anschluss der Pumpspeicherkraftwerke müssen ebenfalls realisiert werden.
- » Werden grosse erneuerbare Energiequellen wie beispielsweise Windparks erstellt, so sind Zuleitungen zu bauen.

Aktuelle Fragen und Antworten zum Übertragungsnetz

Sind die geplanten Ausbau- und Erneuerungsvorhaben des strategischen Netzes 2020 noch aktuell?

Das strategische Netz 2020 wurde mit dem Fokus Eliminierung bestehender struktureller Engpässe und Anbindung der geplanten Pumpspeicherkraftwerke an Nordeuropa entwickelt. Diese Rahmenbedingungen sind auch mit der neuen Energiepolitik vorhanden. Momentan ist Swissgrid dabei, eine detaillierte Netzausbauplanung auf den Zeithorizont 2035 zu entwerfen. Dabei werden die Erneuerungs- und Ausbauvorhaben des strategischen Netzes 2020 überprüft und allenfalls neu priorisiert.

Erfordert die Zunahme der dezentralen Energieproduktion nur einen verstärkten Ausbau der Verteilnetze ohne gleichzeitigen Ausbau des Höchstspannungsnetzes?

Die derzeitigen Stromversorgungsnetze wurden im Wesentlichen basierend auf einer zentralen Versorgung durch Grosskraftwerke, die auf der Höchstspannungsebene einspeisen, konzipiert. Dezentrale Erzeugungsanlagen, die auch in die unteren Netzebenen einspeisen, führen dazu, dass aus dem ursprünglich unidirektionalen Energiefluss ein bidirektionaler wird, wodurch sich die Aufgaben des Übertragungsnetzes erweitern. Dies hat Auswirkungen auf den Um- und Ausbau des Übertragungsnetzes.

Im Übertragungsnetz gleichen sich etwa die fluktuierenden Einspeisungen aus Wind und Sonne teilweise aus, welche durch die regional unterschiedlichen Wetterbedingungen entstehen. Je mehr Erneuerbare über ein gemeinsames Netz miteinander verbunden sind, desto zuverlässiger ist die Versorgung aus diesen Quellen.

Mit zunehmender Menge an dezentraler Erzeugung treten grundlegende Systemfragen wie Netzmanagement, Kapazitätsplanung, Stabilität und vor allem die Versorgungssicherheit in den Vordergrund.

Die dezentralen Energiequellen WKK oder auch dezentrale erneuerbare Energien liefern zudem nur wenig Bandenergie. Im Falle von fehlender Produktion der erneuerbaren Energie muss weiterhin importiert werden. Dazu ist ein Ausbau des Übertragungsnetzes nötig. Zudem produzieren erneuerbare Quellen wie Wind- oder Sonnenenergie schwierig zu prognostizierende Mengen an Energien. Dies erfordert die Energiespeicherung in den Pumpspeicherkraftwerken, falls eine Speicherung auf Stufe Verteilnetz auch künftig nicht zu realisieren ist. D.h. die Zu- und Ableitungen zu den bestehenden und geplanten Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen müssen zwingend ausgebaut werden.

Kann das Übertragungsnetz bei einem Umstieg auf die dezentrale Stromproduktion zeitgerecht um- und ausgebaut werden?

Die Erneuerung und der Ausbau des Übertragungsnetzes stellen eine grosse Herausforderung dar. Zum heutigen Zeitpunkt ist eine zeitgerechte Fertigstellung nicht sichergestellt. Einerseits dauern die Bewilligungsverfahren zu lange und andererseits muss die Finanzierung geklärt werden.

Die Strategieguppe «Netze und Versorgungssicherheit» hat unter der Leitung des BFE im Juni 2011 Massnahmen zur Verfahrensbeschleunigung beim Bund eingereicht. Diese Massnahmen sehen Verbesserungen auf organisatorischer, gesetzlicher und kommunikativer Ebene sowie in der strategischen Netzplanung vor. Es gilt nun, diese Massnahmen mit höchster Priorität zu realisieren.

Der Ausbau und die Erneuerung des Übertragungsnetzes müssen durch die öffentliche Hand oder den Kapitalmarkt finanziert werden. In letzterem Fall bedarf es hierzu der Schaffung von finanziellen und regulatorischen Rahmenbedingungen und Anreizen für Investoren. Zudem ist eine Anpassung der heutigen Aktionärsstruktur vorzunehmen mit dem Ziel, eine langfristig stabile und günstige Finanzierung zu sichern.

Die vom Bundesrat gewählte Strategie sieht eine grosse Energieeinsparung vor. Dies bedeutet auch, dass weniger Energie transportiert werden muss. Weshalb soll das Übertragungsnetz dennoch weiter ausgebaut werden?

Das Schweizer Übertragungsnetz hat hauptsächlich eine horizontale Funktion zur Gewährleistung des Transports zwischen den grossen Schweizer Wasserkraftwerken und den Verbrauchern sowie Produzenten in der Schweiz und Europa. Für die Behebung bestehender struktureller Engpässe und den Zubau neuer Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke in der Schweiz bildet das strategische Netz 2020 eine robuste Basis. Je nach Bandenergieanteil in der Schweiz können sich die Prioritäten der Ausbauten verschieben. Die Energieeinsparung hat dabei aber im Verhältnis nur einen marginalen Einfluss.

Die ständerätliche Energiekommission zeigt sich offen für Kernkraftwerke mit neueren Technologien. Was bedeutet dies für den geplanten Netzausbau?

Unabhängig von der gewählten Energiestrategie müssen gewisse Um- und Ausbauten mit höchster Priorität realisiert werden. Bis 2035 werden voraussichtlich alle Kernkraftwerke in der Schweiz abgeschaltet sein. Es ist davon auszugehen, dass bis 2035 keine Kernkraftwerke mit neueren Technologien in der Schweiz gebaut werden können und somit die vom BFE vorgestellten Varianten zur Deckung der Energielücke als Planungsgrundlage für 2035 verwendet werden können. Da der Zeithorizont im vorliegenden Papier bei 2035 liegt, ändert sich entsprechend nichts an den Aussagen. Swissgrid erarbeitet momentan die strategische Netzplanung 2035 und führt dabei auch noch längerfristige Planungsprognosen durch. Dabei werden sowohl die aktuellen wie auch mögliche künftige Bedingungen berücksichtigt.

Welche Auswirkungen hat die KKW-Abschaltung in Deutschland auf die Versorgungssicherheit der Schweiz?

Die Abschaltung von bisher 8 KKW in Deutschland bringt im Moment noch keine Probleme für das Schweizer Netz mit sich. Ob es im nächsten Winter zu Netzengpässen in Deutschland kommt, die den Import in die Schweiz limitieren, wird mit den benachbarten Netzbetreibern abgeklärt. Aus heutiger Sicht können folgende Feststellungen gemacht werden:

- » Deutschland wird verstärkt vom Exporteur zum Importeur. Das heisst, in der Schweiz steigen die Strompreise für den Import.
- » Es gibt deutlich höhere Nord-Süd-Transitflüsse durch Deutschland als vor Abschaltung der 8 KKW.
- » Die Betriebsspannungen in Süddeutschland sind vergleichsweise tief.
- » Eine Kapazitätsreduktion an der Schweizer Grenze könnte als Massnahme notwendig werden.

Bei welchen Strecken ist eine Verkabelungslösung geplant?

Welche Strecken oder auch Streckenabschnitte verkabelt werden können, muss in den jeweiligen Netzprojekten evaluiert werden. Swissgrid plant die Realisierung von ein bis zwei Pilotprojekten, um die Auswirkungen einer Verkabelung auf Höchstspannungsebene auf den sicheren Betrieb des Schweizer Netzes zu prüfen. Ergänzend hat Swissgrid im Frühjahr 2011 eine Meta-Studie zum Thema «Freileitung und Erdverkabelung» in Auftrag gegeben, die alle vorhandenen Erkenntnisse aus europäischen Studien zusammenträgt. Die Ergebnisse und das weitere Vorgehen von Swissgrid werden im 4. Quartal 2011 vorgestellt.

swissgrid ag

**Dammstrasse 3
Postfach 22
CH-5070 Frick**

**Werkstrasse 12
CH-5080 Laufenburg**

**Avenue Paul-Cérésole 24
CH-1800 Vevey**

**Telefon +41 848 014 014
Fax +41 58 580 21 21**

**info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch**

Ausgabe September 2011