

Energieperspektiven 2035 Management Summary

15. Januar 2007



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Dieses Management Summary ist eine Zusammenfassung des Syntheseberichts Energieperspektiven 2035, Bundesamt für Energie, Januar 2007, 147 Seiten.

Der Synthesebericht Energieperspektiven 2035 liegt in deutscher und französischer Sprache vor und wird Ende Februar 2007 publiziert. Die Publikation der Begleitbände (Bände II bis V) erfolgt im Frühjahr 2007.

Sämtliche Berichte sind zugänglich unter:
www.energie-perspektiven.ch

Impressum

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern
Telefon 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00
contact@bfe.admin.ch
www.bfe.admin.ch,
www.energie-perspektiven.ch

Drängende Fragen – energiepolitischer Handlungsbedarf

Die Schweiz steht vor wichtigen energiepolitischen Herausforderungen. Die Versorgungssicherheit, die begrenzten fossilen Reserven, der globale Klimawandel, das absehbare Ende der Betriebsdauer der schweizerischen Kernkraftwerke und das Auslaufen der langfristigen Stromimportverträge erfordern über kurz oder lang politische Weichenstellungen. Es gilt, verschiedene Fragen zu beantworten: Wie wird die wachsende einheimische Stromversorgungslücke gedeckt? Können die Klimaschutzziele eingehalten werden und welche gelten ab 2012? Welche Ziele soll EnergieSchweiz langfristig anvisieren?

Gemessen werden die künftigen Lösungen an den Grundsätzen der Nachhaltigkeit, der Versorgungssicherheit, der Wettbewerbsfähigkeit, des Klima- und Umweltschutzes. Gefordert sind vorab Bund und Kantone, die sich laut Verfassung für eine „ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch“ einsetzen müssen. In seinem Bericht zur „Strategie Nachhaltige Entwicklung“ hat der Bundesrat vor vier Jahren die 2000-Watt-Gesellschaft als langfristiges Ziel verankert.

Politische Entscheide sind bereits in nächster Zeit zu fällen. Die Landesregierung muss ihre Strategie für die Versorgungssicherheit und die Klimapolitik nach 2012 festlegen. Dazu gehören die Rahmenbedingungen für die Förderung der Energieeffizienz und die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien. Andererseits sind Entscheide vorzubereiten, die erst in einigen Jahren fällig sein werden. So stehen die Überlegungen der Stromwirtschaft für den Bau neuer Kernkraftwerke im Raum. Weiter muss für die Lagerung radioaktiver Abfälle ein geeigneter Standort festgelegt werden. Alle

diese Entscheide benötigen besonders in der direkten Demokratie sehr viel Zeit und haben langfristige Auswirkungen auf Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesamt für Energie (BFE) vor drei Jahren die „Arbeitsgruppe Energieperspektiven 2035“ gebildet, welche die Handlungsspielräume für die künftige Energiepolitik auszuloten hatte. Diskussionsbasis bildeten verschiedene Energie-Szenarien. Sie wurden von bundesexternen Wissenschaftlern zusammen mit dem BFE und mit Beiträgen anderer Bundesämter (Staatssekretariat für Wirtschaft, Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Zivilluftfahrt) erarbeitet. Dabei wurden die neusten Erkenntnisse, Daten und Fakten zusammengetragen und weiter entwickelt. Darauf gestützt skizzierten die Experten die Auswirkungen unterschiedlicher Entscheidungen in Form von „Wenn-Dann-Aussagen“. Die Arbeitsgruppe mit Mitarbeitenden des BFE und externen Experten begleitete diesen Prozess und bewertete die Folgen der Szenarien für die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Politik. Im Schlussbericht zu den Energieperspektiven 2035 wird aufgezeigt, unter welchen Bedingungen, mit welchen Massnahmen und in welcher Art und Weise die Energiepolitik gestaltet und beeinflusst werden kann. Dabei werden auch die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Szenarien und Zielkonflikte zwischen Versorgungssicherheit, Wirtschafts-, Sozial- und Umweltverträglichkeit sowie zwischen kurz- und langfristigen Überlegungen aufgezeigt.

Wenn-Dann-Aussagen – keine Prognosen

Die Arbeitsgruppe traf zunächst eine Reihe von Grundannahmen zur Entwicklung von Energiepreisen, Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum sowie zur Verkehrs- und Klimaentwicklung bis 2035. Sie stützte sich dabei auf nationale und internationale Studien. Über die Annahmen bestand nach intensiven Diskussionen weitgehender Konsens.

Während der Expertenarbeiten veränderten sich etliche Rahmenbedingungen erheblich. Diese Entwicklungen wurden soweit als möglich berücksichtigt. Zudem wurden die aktuellen politischen Diskussionen zu Klimarappen, Förderung des grünen Stroms und CO₂-Abgabe durch die Perspektivarbeiten laufend mit Analysen unterstützt.

Angesichts der Preissteigerungen auf den Rohölmärkten wurden die Folgen von hohen Preisen abgeschätzt. Dauerhaft hohe Ölpreise über 100 Dollar pro Fass bis 2035 sind aufgrund der Ressourcenlage nicht erklärbar, hingegen sind entsprechende Spitzen aus spekulativen oder politischen Gründen durchaus denkbar. Hohe Preise für fossile Energien führen zu einem erheblichen Geldabfluss in die Exportländer. Dies hätte in der Schweiz – wie auch in den EU-Ländern – einen Wohlfahrtsverlust zur Folge. Andererseits kann eine marktbedingte Verteuerung eine gewisse Wirkung erzielen, die jedoch ohne flankierende Massnahmen unzureichend ist, um die mittel- und langfristigen Klima-Ziele zu erreichen.

Die Grundannahmen

- Bevölkerungswachstum: Von 7.2 Millionen im Jahr 2001 auf 7.6 Millionen Menschen im Jahr 2035 (Quelle: Bundesamt für Statistik)
- Wachstum der Wirtschaft: Jährlich ca. 1% (Quelle: Staatsekretariat für Wirtschaft). Untersucht wurden auch die Folgen eines um 0.5% höheren Wachstums.
- Beschäftigtenzahl: Stagnierend (Quelle: Staatsekretariat für Wirtschaft)
- Zunahme der Verkehrsleistung: Jährlich ca. 1% beim Personenverkehr und 1.7% beim Güterverkehr (Quelle: Bundesamt für Raumentwicklung)
- Zunahme der Gebäudefläche: Jährlich ca. 1% (Quelle: Wüest & Partner)
- Klima: Klimaerwärmung bis 2050 um 1.2 Grad und Rückgang der Niederschläge.
- Internationale CO₂-Ziele: Da es noch keine Ziele für die Zeit nach 2012 („Post-Kyoto“) gibt, wurden je nach Szenario verschiedene Vorgaben gemacht.
- Erdölpreise: Untersucht wurde eine Preisentwicklung von 30 Dollar/Fass auf 48 Dollar/Fass bis 2050 (Quelle: internationale und nationale Studien) sowie eine Variante mit einem dauerhaften Rohölpreis von 50 Dollar/Fass (reale Preise mit Basis 2003)

Vier Szenarien – vier Denkmodelle für die Politik

In den Szenarien I und II untersuchte die Arbeitsgruppe die technischen, energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Folgen von verschiedenen Politikvarianten.

Bei den Szenarien III und IV wurde untersucht, was es braucht, um bestimmte Ziele zu erreichen, beispielsweise die Senkung der CO₂-Emissionen um 34% oder 48% bis 2035 gegenüber dem Jahr 2000 bei CO₂-freier Stromproduktion. Dabei werden Verbrauchs- und CO₂-Ziele definiert. Weiter wird vorausgesetzt, dass das Bewusstsein für die notwendige Kursänderung überall wächst, dass sich die industrialisierten Länder vergleichbar stark engagieren – indem sie etwa die Energiepreise massiv erhöhen – und dass dadurch die technische Entwicklung in der Energieeffizienz und den erneuerbaren Energien weltweit beschleunigt wird.

Eine Sonderstellung nimmt die Elektrizität ein, obwohl diese Energieform nur knapp einen Viertel des gesamten Energiebedarfs abdeckt. Im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern kann Strom kaum durch andere Energieträger ersetzt werden. Zudem spielt die Elektrizität bei der technologischen Entwicklung eine immer grössere Rolle. Für jedes Szenario werden verschiedene Varianten gezeigt, mit denen die wachsende Lücke zwischen Stromproduktion und -nachfrage gedeckt werden kann. Im Vordergrund stehen Kernkraftwerke (KKW), Gaskraftwerke (GuD), Erneuerbare Energien, dezentrale Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK) und Stromimporte aus dem europäischen Verbundnetz.

Szenario I – „Weiter wie bisher“ (Referenzszenario)

Ausgangslage: Die bisherige Energiepolitik mit Grenzwerten für den Energieverbrauch im kantonalen Baurecht, Luftreinhalteverordnung und Leistungsabhängiger Schwerverkehrsabgabe wird weitergeführt. Die Gebäudestandards werden dem erwarteten technischen Fortschritt angepasst. Das Programm EnergieSchweiz mit jährlich 45 Millionen Franken wird fortgesetzt. Zudem stehen weiterhin Globalmittel der Kantone zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energieträgern in Höhe von ca. 40 Millionen Franken pro Jahr zur Verfügung. Diese werden von den Kantonen verwaltet.

Endenergienachfrage: Sie steigt bis 2035 um 2% gegenüber 2000. Die Nachfrage nach fossilen Energieträgern nimmt um 11% ab, jene nach Elektrizität steigt um 29%. Auch der Erdgas-Anteil erhöht sich. Der Marktanteil von Heizöl und Heizölprodukten geht zurück, was vor allem auf den sinkenden Verbrauch im Gebäudebereich zurückzuführen ist. Der Treibstoffkonsum hingegen steigt weiter, wobei sich ein Trend zu Diesel feststellen lässt.

Strom: Dank steigender Effizienz wächst der Stromkonsum bis 2035 jährlich nur noch um 0.8% statt wie in den letzten zehn Jahren um rund 1.8%. Ab 2018 öffnet sich eine einheimische Versorgungslücke, die 2035 eine Grössenordnung von rund 22.3 Terawattstunden (TWh) erreicht. Diese ist nebst dem Nachfragewachstum auf das Abschalten der älteren drei Kernkraftwerke (KKW) und das Auslaufen langfristiger Stromlieferverträge mit französischen KKW zurückzuführen.

Auf der Produktionsseite wird das Gaskraftwerk in Chavalon in Betrieb genommen. Die verbleibende Stromlücke kann durch Importe und weitere Gaskraft-

werke (GuD) und/oder KKW geschlossen werden. Die GuD werden zur weitgehenden Nutzung der Abwärme und zur Kompensation der CO₂-Emissionen verpflichtet. Erneuerbare Energien werden im Rahmen der bisherigen Fördermassnahmen zugebaut. Zur Deckung der Versorgungslücke bei der Elektrizität stehen vier unterschiedliche Varianten zur Diskussion.

Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke:

- 2 KKW der neuen Generation à 1'600 MW ab 2031. Bis zu deren Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 5 GuD (1 x 357 MW und 4 x 550 MW) ab 2020 und 1 KKW ab 2031.
- 7 GuD (1 x 357 MW und 6 x 550 MW) ab 2020.
- Die Lücke wird vollständig mit Importen gedeckt.

CO₂: Der CO₂-Ausstoss aus Brenn- und Treibstoffen (ohne Stromproduktion) sinkt zwischen 2000 und 2035 um 12%. Die Entwicklung verläuft in den einzelnen Sektoren unterschiedlich: Beim Individualverkehr werden die Effizienzgewinne durch stärkere Motoren und Mehrverkehr mehr als kompensiert. Der Wärmebedarf von Gebäuden wird dagegen durch eine verbesserte Gebäudequalität erheblich reduziert. In der Industrie wird die (Ab-)Wärme effizienter genutzt. Wird die Stromlücke mit 7 GuD geschlossen, dann steigen die CO₂-Emissionen gegenüber 2000 um ca. 4%. Mit 5 GuD werden die in den anderen Bereichen erzielten CO₂-Reduktionen durch den Mehrausstoss neutralisiert. Wird die Stromlücke durch KKW gedeckt, sinken die CO₂-Emissionen um 12%.

Bewertung: Der Endenergieverbrauch pro Kopf nimmt im Szenario I bis 2035 um 3% ab. Das ist auf den effizienteren Einsatz der Energie bei Gebäuden, Geräten, in Industrie und Gewerbe zurückzuführen. Der seit den 1980er Jahren herrschende Trend, wonach der Energiekonsum langsamer als die Wirtschaft wächst, setzt sich fort. Das trifft aber nicht auf die Elektrizität zu. Der Stromkonsum steigt auch künftig im Gleichschritt mit der Wirtschaft und verursacht eine Deckungslücke, die 36% des heutigen inländischen Bedarfs entspricht. Der Bedarf pro Kopf erhöht sich stark. Dazu kommt: Verteuert sich das Erdöl rascher, legt das Bruttoinlandprodukt überdurchschnittlich zu oder erwärmt sich das Klima mehr als erwartet, dann steigt auch der Stromkonsum stärker an. Die mittel- und langfristigen Klima-Ziele werden in diesem Szenario verfehlt, je nach Art der Stromproduktion mehr oder weniger deutlich.

Szenario I „Weiter wie bisher“ (2000 bis 2035)

Endenergieverbrauch	→	+1.7 %
Stromverbrauch	↑	+29.1 % (jährlich +0.8 %)
Stromlücke	↑	22.3 TWh
CO ₂ Emissionen insgesamt ¹⁾	→	+4 % bis -12 %
CO ₂ Emissionen nur Treibstoffe	↘	-3.7 %
Erneuerbare Energien	→	
Energieeffizienz	→	
Klima	☹	

1) abhängig davon, wie Stromlücke geschlossen wird (siehe Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke)

Szenario II – „Verstärkte Zusammenarbeit“

Ausgangslage: In diesem Szenario verstärken Politik und Wirtschaft ihre Zusammenarbeit, um eine höhere Energieeffizienz zu erreichen. Zu den wichtigsten Instrumenten gehören eine CO₂-Abgabe auf Brennstoffen sowie ein Bonus-Malus-System für Personenwagen. Jährlich werden 330 Millionen Franken für die Förderung des „grünen“ Stroms verwendet. Weitere 200 Millionen Franken aus dem Klimarappen sowie aus EnergieSchweiz und Globalmitteln fließen in die Effizienzsteigerung und die Förderung der erneuerbaren Energien. 30 Millionen Franken werden in den Kauf ausländischer CO₂-Zertifikate investiert zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen im Ausland. Die technischen Möglichkeiten werden mit freiwilligen Massnahmen und schnellerer Anpassung der Normen besser ausgeschöpft als im Szenario I.

Endenergienachfrage: Sie nimmt im Jahr 2035 gegenüber 2000 um 4% ab: Nach einem Anstieg bis 2010 kehrt sich der Trend um, und die Gesamtnachfrage geht langsam zurück. Die Nachfrage nach fossiler Energie sinkt um 20%, jene nach Elektrizität steigt um rund 23%. Der Anteil der erneuerbaren Energien wächst.

Strom: Der Stromverbrauch steigt bis 2035 jährlich um knapp 0.6%. Während die Nachfrage im Verkehrssektor ungebremst wächst, schwächt sich das Wachstum im Dienstleistungssektor ab. Die einheimische Deckungslücke öffnet sich ab 2018 und erreicht am Ende des Betrachtungszeitraums 18.6 TWh.

Beim Stromangebot können bis zum Jahr 2035 dank der verstärkten Förderung 5.7 TWh an erneuerbaren Energien Wasserkraft, Biomasse, Wind, Erdwärme, Sonne) zugebaut werden, was mehr als eine Verdreifachung des Zubaus gegenüber Szenario I bedeutet.

Die Stromlücke kann mit folgenden vier Varianten geschlossen werden:

Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke:

- 2 KKW der neuen Generation à 1'600 MW ab 2031 und Erneuerbare Energien (5.7 TWh). Bis zur Inbetriebnahme der KKW erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 3 GuD (1 x 357 MW und 2 x 550 MW) ab 2020, 1 KKW ab 2031 und Erneuerbare Energien.
- 5 GuD (1 x 357 MW und 4 x 550 MW) ab 2020 und Erneuerbare Energien
- Die verbleibende Lücke wird mit Importen und Neuen Erneuerbaren Energien gedeckt.

CO₂: Der Verbrauch von Brenn- und Treibstoffen (ohne Stromproduktion) geht beim Szenario II bis 2035 um 21% zurück. Das Kyoto-Ziel wird aber trotzdem nicht erreicht, weil die Reduktionen erst nach 2012 eintreten. Die Verbrauchsreduktionen werden voraussichtlich auch den mittel- und langfristigen Klima-Zielen nicht genügen. Je nachdem, wie die Deckungslücke geschlossen wird, verändert sich das Bild: Werden 2 KKW gebaut, so verbessert sich die CO₂-Bilanz um 21%. Werden stattdessen 3 GuD und ein KKW betrieben, reduzieren sich die Emissionen um 14%, bei 5 GuD beträgt die Reduktion nur noch 9%. Immerhin stösst ein GuD von 550 MW jährlich zwischen 0.8 und 1.1 Millionen Tonnen CO₂ aus.

Bewertung: Szenario II zeigt, was eine aktivere Energiepolitik zur Ausschöpfung der technisch machbaren und betriebswirtschaftlich rentablen Möglichkeiten beitragen kann. Ab 2010 sinken der Gesamtenergiekonsum und der Pro-Kopf-Konsum dank den stetigen Anstrengungen bei Effizienz. Die Erneuerbaren Energien wachsen langsam aber stetig. Der Stromverbrauch wächst schwächer als im Szenario I, die Deckungslücke beträgt aber immer noch 30% der heutigen inländischen Stromnachfrage. Die CO₂-Emissionen werden dank besserer Effizienz und steigendem Anteil an Erneuerbaren Energien bei Gebäuden und der Stromproduktion verringert. Je nach Angebotsvariante sinkt die CO₂-Belastung um 9% bis 21%. Trotzdem sind die mittel- und langfristigen Klima-Ziele ohne den Zukauf von CO₂-Zertifikaten im Ausland nicht zu erreichen.

Szenario II „Verstärkte freiwillige Zusammenarbeit Staat-Wirtschaft“ (2000 bis 2035)

Endenergieverbrauch	→	-4.2 %
Stromverbrauch	↗	+22.5 % (jährlich +0.6 %)
Stromlücke	↑	18.6 TWh
CO ₂ Emissionen insgesamt ¹⁾	↘	-9 % bis -21 %
CO ₂ Emissionen nur Treibstoffe	↘	-14.7 %
Erneuerbare Energien	↗	
Energieeffizienz	↗	
Klima:	☹	

1) abhängig davon, wie Stromlücke geschlossen wird (siehe Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke)

Szenario III – „Neue Prioritäten“

Ausgangslage: Im Gegensatz zu den Szenarien I und II werden in den Szenarien III und IV – ähnlich wie in der Europäischen Union – Ziele vorgegeben. Diese beinhalten eine Reduktion des Energiekonsums pro Kopf und der CO₂-Emissionen um 34% bis 2035. Im Wärmebereich steigt der Anteil der Erneuerbaren Energieträger auf 24% und beim Treibstoff auf 10%. Eine neue Energielenkungsabgabe mit Rückerstattung der Erträge verteuert ab 2012 die Energiepreise für die Konsumenten: Um 100% bei den fossilen Energieträgern und um 30% bei der Elektrizität. Ferner werden Vorschriften erlassen, damit schrittweise nur noch die effizientesten Techniken genutzt werden. Vorausgesetzt wird, dass die Energiepreise global erhöht, dass Geräte und Fahrzeuge sowie Gebäude und Heizungen energetisch besser werden, das Bewusstsein für eine Kursänderung überall wächst, die industrialisierten Länder sich vergleichbar stark engagieren und dass dadurch die technische Entwicklung weltweit beschleunigt wird.

Endenergienachfrage: Sie sinkt um 14%. Der Verbrauch an fossilen Energieträgern (ohne Berücksichtigung der Stromproduktion) nimmt um 34% ab, der Stromkonsum aber immer noch um 13% zu. Alle Sektoren reduzieren ab 2012 ihren Energieverbrauch deutlich. Besonders auffällig ist der Rückgang im Verkehrssektor, eine direkte Auswirkung der Energielenkungsabgabe. Die erneuerbaren Energien legen sowohl im Brenn- als auch im Treibstoffbereich gegenüber Szenario I deutlich zu.

Strom: Die Nachfrage nimmt bis 2015 noch deutlich zu, liegt dann bis 2035 gegenüber 2000 noch um 14% über dem Wert des Jahres 2000. Auch in diesem Szenario ist die Deckungslücke ab 2018 nicht zu verhindern. Sie wächst bis 2035 auf 13.5 TWh. Für die De-

ckung der einheimischen Stromversorgungslücke stellt die Arbeitsgruppe verschiedene Angebotsvarianten zur Diskussion.

Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke:

- 1 KKW der neuen Generation à 1'600 MW ab 2031. Bis zu dessen Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 bedeutende Stromimporte.
- 4 GuD (1 x 357 MW und 3 x Holz-/Erdgas GuD à 550 MW) ab 2020.
- Dezentrale Wärmekraftkoppelungsanlagen (WKK).
- Erneuerbare Energien und Ausbau der grossen Wasserkraftwerke (GWK).

CO₂: Die CO₂-Emissionen sinken bis 2035 um rund 32%. Zur Reduktion tragen die Effizienzmassnahmen und die Zunahme der Erneuerbaren Energien im Raumwärme- und Treibstoffbereich bei. Werden bei der Variante mit vier GuD diese zu je einem Fünftel mit Holzgasfeuerung betrieben, so können die Emissionen gegenüber 2000 um 32% reduziert werden.

Bewertung: Szenario III zeigt die Chancen, welche der konsequente Einsatz der besten, zur Verfügung stehenden Technik bietet. Zwar wird ein Teil der Wirkung durch die steigende Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen wieder kompensiert, doch können damit anspruchsvolle Klima-Ziele erreicht werden. Falls die Stromlücke, die in diesem Szenario 22% des heutigen Landesverbrauchs entspricht, vollständig mit Erneuerbarer Energie gedeckt werden soll, ist ein Ausbau der Grosswasserkraft notwendig oder man muss einen breiten Durchbruch der Geothermie zur Stromerzeugung unterstellen, was allerdings heute noch nicht gesichert ist. Vorausgesetzt wird ferner eine ökologische Steuerreform mit einer Verdoppelung der Endenergiepreise. Mit den Erträgen der Abgabe, die an Wirtschaft und Bevölkerung zurück verteilt werden, wird die inländische Kaufkraft erhalten. Dies im Unterschied zu Rohölpreiserhöhungen, bei der die Mittel ins Ausland abfliessen. Auch das europäische Umfeld muss am gleichen Strick ziehen. Sonst wird das System (wie etwa beim Tanktourismus) unterlaufen und die Konkurrenzfähigkeit energieintensiver Unternehmen in der Schweiz beeinträchtigt.

Szenario III „Neue Prioritäten“ (2000 bis 2035)

Endenergieverbrauch	↘	-14.4 %
Stromverbrauch	↗	+13.3 % (jährlich +0.4 %)
Stromlücke	↗	13.5 TWh
CO ₂ Emissionen insgesamt ¹⁾	↘	-26 % bis -36 %
CO ₂ Emissionen nur Treibstoffe	↘	-30 %
Erneuerbare Energien	↑	
Energieeffizienz	↑	
Klima	😊	

¹⁾ abhängig davon, wie Stromlücke geschlossen wird (siehe Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke)

Szenario IV – „Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft“

Ausgangslage: Im Szenario „Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft“ sind folgende Ziele erreichbar: Die CO₂-Emissionen können bis 2035 um 48% und der Endenergieverbrauch pro Kopf um 31% reduziert werden. Ferner soll der Anteil der Erneuerbaren Energieträger an der Wärmenachfrage auf 28% und an der Treibstoffnachfrage auf 11% gesteigert werden. Die Energielenkungsabgabe ist gegenüber Szenario III erhöht. Die Erdölabhängigkeit wird global abgebaut, neue energieeffiziente Technologien kommen auf den Markt. Die Trennung zwischen Wohnen und Arbeiten schwimmt bei einem Trend zu mobilen, papierlosen Arbeitsplätzen immer mehr. Es wird verdichtet und kompakter gebaut, der öffentliche Verkehr wird stark aufgewertet.

Endenergienachfrage: Sie nimmt bis 2035 gegenüber dem Jahr 2000 um 27% ab. Bis etwa 2010 steigt sie zwar noch leicht an, sinkt dann aber kontinuierlich. Fossile Energieträger werden zunehmend durch erneuerbare Energieträger ersetzt. Der Verbrauch der fossilen Energieträger sinkt um 48%. Holz und übrige feste Biomassen, Solarwärme, Umgebungswärme, biogene Treibstoffe erfahren eine Verdopplung.

Strom: Der Stromverbrauch sinkt bis 2035 um 2%. Die Deckungslücke beträgt dank massiver Erhöhung der Stromeffizienz nur mehr 5 TWh. Sie kann ausschliesslich durch die zusätzliche Förderung der erneuerbaren Energien gedeckt werden. Allerdings braucht es bis 2025 einen Durchbruch der Stromerzeugung aus Geothermie. Der Stromverbrauch pro Kopf wird durch den Einsatz effizientester Geräte ohne Komfortverluste auf den Stand von 1990 reduziert.

Für die Deckung der einheimischen Stromversorgungslücke stellt die Arbeitsgruppe vier verschiedene Angebotsvarianten zur Diskussion.

Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke

- 1 KKW der neuen Generation à 1'600 MW ab 2031. Bis zu dessen Inbetriebnahme erfolgen ab 2020 Stromimporte.
- 3 GuD (1 x 357 MW und 2 x GuD à 550 MW; evtl. mit Abführung von CO₂) ab 2020.
- Dezentrale Wärmekraftkopplungsanlagen.
- Erneuerbare Energien und moderater Ausbau der Wasserkraft.

CO₂-Emissionen: Der Verbrauch der fossilen Energieträger (ohne Stromproduktion) sinkt um 6%. Wegen des geringen Brennstoffverbrauchs reduziert sich die Auslandabhängigkeit weiter. Der Wärmebedarf in neuen Gebäuden kann bis auf 30% des heutigen Verbrauchs verringert werden. Ähnliches gilt für die Industrie. Die stark erhöhte Energieeffizienz bei den Motorfahrzeugen und der Umstieg auf den Öffentlichen Verkehr führen im Mobilitätssektor zu einer bedeutenden Abnahme des Energieverbrauchs. Erneuerbare Treibstoffe werden immer wichtiger. Je nach Angebotsvariante gehen die CO₂-Emissionen um 41% bis 49% zurück.

Bewertung: Szenario IV zeigt, dass mit einer Priorisierung der Ressourcenschonung und dem verstärkten Einsatz innovativer, bereits jetzt absehbarer Technologien bei der Energieeffizienz ein Kurswechsel möglich ist. Wird die technologische Entwicklung rascher vorangetrieben, führt dies zu Veränderungen im Investitions-, Konsum-, Arbeits- und Mobilitätsverhalten. Weiter verlagert sich die Wirtschaftstätigkeit von einer energie- und materialintensiven zu einer dienstleistungs- und wissensorientierten Produktion. Bei der Effizienz findet ein qualitativer Sprung statt. Der Pro-Kopf-Endverbrauch reduziert sich gegenüber 2000 um einen Drittel. Die mittel- und langfristigen Klimaziele werden erreicht, die CO₂-Emissionen gehen um mindestens 40% zurück. Die Deckungslücke im Strombereich entspricht weniger als 10% des heutigen Landesverbrauchs und ist somit deutlich geringer als in den anderen Szenarien. Die Produktionskapazitäten müssen erst zu einem späteren Zeitpunkt ausgebaut werden.

Szenario IV „auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft“ (2000 bis 2035)

Endenergieverbrauch	↓	-27.4 %
Stromverbrauch	→	-2.1 % (jährlich -0.06 %)
Stromlücke	↗	5 TWh
CO ₂ Emissionen insgesamt ¹⁾	↓	-41 % bis -49 %
CO ₂ Emissionen nur Treibstoffe	↓	-42 %
Erneuerbare Energien	↑	
Energieeffizienz	↑	
Klima	😊	

¹⁾ abhängig davon, wie Stromlücke geschlossen wird (siehe Angebotsvarianten zur Füllung der Stromlücke)

Stellenwert des Berichts – Risiken und Chancen erkennen

Die fünfbändige Dokumentation der Energieperspektiven 2035 (Synthese, Szenarien, volkswirtschaftliche Auswirkungen, Exkurse, Elektrizitätsangebot) ist eine umfassende Auslegeordnung für die energie- und klimapolitische Diskussion. Sie enthält auch die in dieser Zusammenfassung nicht dargestellten, technisch-ökonomisch interessanten Mix-Varianten der Lückenschliessung beim Strom, Überlegungen zur Versorgungssicherheit sowie zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen. Die Arbeit basiert auf Expertenberichten für die einzelnen Verbrauchssektoren, Energietechniken und gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen. Die Szenarien unterscheiden sich nicht nur in den

wirtschaftlich-demografischen Rahmenentwicklungen, sondern auch durch die Intensität, mit der die künftige Energiepolitik von Politik und Wirtschaft gestaltet wird.

Die Arbeitsgruppe hat die Wirkung der verschiedenen Instrumente und Massnahmen zur Beeinflussung des Energieverbrauchs untersucht und quantifiziert. Sie hat auch Konzepte aufgenommen, welche den Rahmen der heutigen Gesetze sprengen. Unterschiedliche Lösungsansätze zur Deckung der inländischen Stromlücke, die bis 2035 je nach Szenario unterschiedlich gross ist, wurden miteinander verglichen.

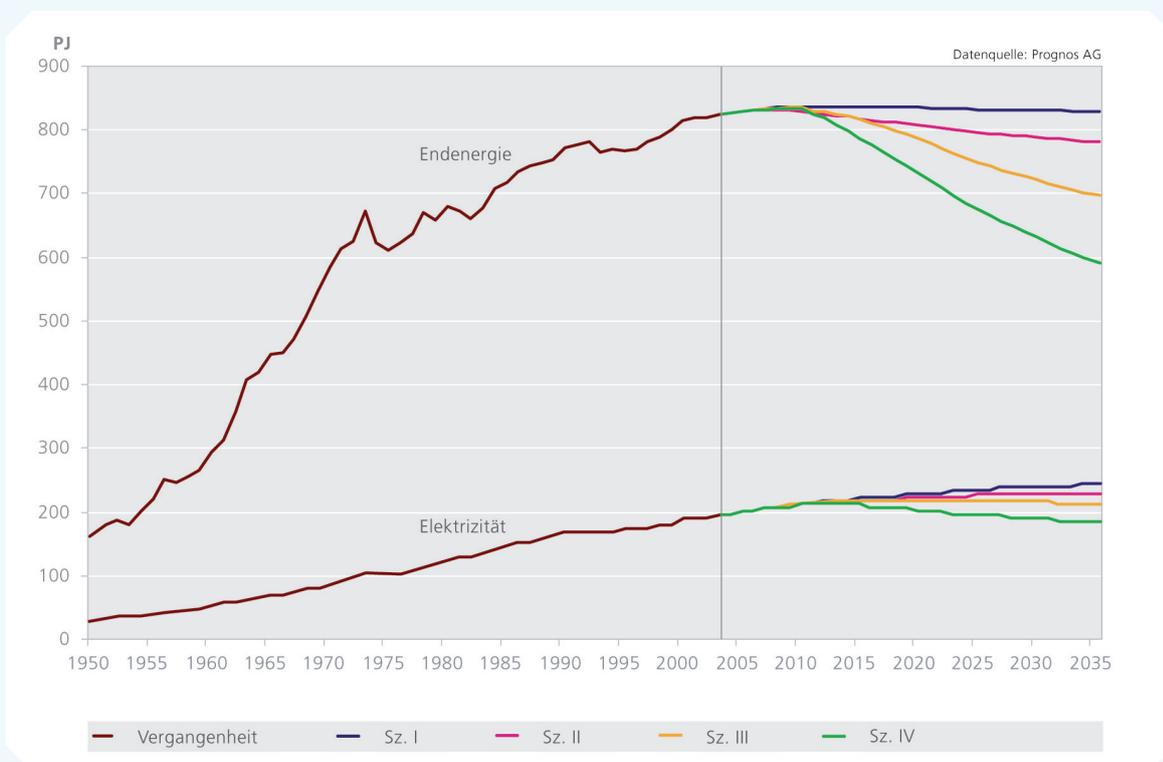


Abbildung: Energie- und Elektrizitätsnachfrage nach Szenarien in Petajoule PJ, Rahmenentwicklung Trend

Bei allen Szenarien legte die Arbeitsgruppe grosses Gewicht auf die wirtschaftlichen Aspekte. Sie kommt zum Schluss, dass klimapolitische Massnahmen in den Szenarien III und IV durchaus attraktive Möglichkeiten für Investoren beinhalten: Durch Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien können in Haushalten, Industrie und bei den Dienstleistungen langfristig mehr Betriebskosten eingespart werden als Kapitalkosten anfallen. Die höheren Energiepreise haben zwar je nach Szenario unterschiedliche, jedoch relativ geringe (negative) Auswirkungen auf Arbeitslosigkeit, Konsum und Export. Auch der Strukturwandel zu weniger CO₂-intensiven Branchen ist durchwegs sehr bescheiden. Das Bruttoinlandprodukt (BIP) wird in allen Szenarien um weniger als 1% beeinträchtigt, was zeigt, dass eine nachhaltige Energiepolitik keineswegs im Widerspruch zur wirtschaftlichen Entwicklung steht. Die Szenarien III und IV erfordern jedoch eine international harmonisierte Energiepolitik.

Auch die Szenarien I und II sind denkbare Pfade. Die Energieversorgung wird dabei nicht teurer, jedoch anfälliger auf Versorgungskrisen und belastender für die Umwelt.

Bezüglich der Versorgungssicherheit ist zu beachten, dass beim Strom die Leistung sofort verfügbar sein muss. Anders beim Erdgas, bei dem sich Engpässe erst nach Stunden bis Tagen, beim Erdöl nach mehreren Monaten und bei Kernbrennstoffen erst nach Jahren bemerkbar machen. Verschiedene Vorfälle bei der europäischen Gas- und Stromversorgung zeigen, dass die Abhängigkeit von Importen oder die starke räumliche Trennung von Produktion und Verbrauch (Strom) zu kurzfristigen Versorgungsproblemen und Preissprüngen führen können.

Im Verkehrsbereich ist der ständig wachsende Energieverbrauch sehr schwer zu beeinflussen. Bei den Gebäuden sinkt der Verbrauch dagegen stetig und das bestehende Effizienzpotenzial ist, mit Ausnahme der Sanierung bestehender Gebäude und Heizungen, vergleichsweise leicht erschliessbar. Weil zunehmend das Erdöl durch Wärmepumpen abgelöst wird und wegen der wachsenden Vielfalt von Geräten und Anwendungen, wird der Verbrauch von Elektrizität ohne starke Anreize weiter ansteigen.

Szenario		Haushalte	Dienstleistungen 1)	Industrie	Verkehr 2)	Total	△ 2035/2000 in %
	2000	12.1	4.9	5.8	17.1	39.9	
I	2035	9.1	3.9	5.3	16.5	34.7	-13
II	2035	8.5	3.3	5.0	14.6	31.4	-21
III	2035	6.5	2.8	4.5	12.0	25.8	-35
IV	2035	5.1	2.1	3.7	9.9	20.8	-48

1) inklusive Kleingewerbe, Landwirtschaft 2) ohne Auslandsflugverkehr Quelle: Prognos AG

Tabelle: CO₂-Emission aus der Endenergienachfrage nach Szenarien und Sektoren in 2035, in Mio. Tonnen (Total Veränderungen in %)

Der Trend einer abnehmenden Erdölnachfrage setzt sich fort. Vor dem Hintergrund der mittel und langfristigen Klima-Ziele ist die vor Jahren eingeleitete Entwicklung indessen ungenügend. Die von der Schweiz vereinbarten Klima-Ziele bleiben ohne weitere Massnahmen unerreichbar. Dazu kommen Versorgungsrisiken, die aus geostrategisch motivierten Konflikten entstehen können. In der Grafik zu den CO₂-Emissionen werden unterschiedliche Emissionspfade sichtbar: je nach Szenario kann die Entwicklung durch die Energiepolitik stark beeinflusst werden.

Die Szenarien illustrieren, dass die Reduktion der Erdölabhängigkeit die Bedeutung des Stroms in unterschiedlichem Ausmass erhöht. Entsprechend verbleibt, auch wegen der Alterung des Kraftwerkparks und der auslaufenden Stromlieferverträge, in jedem Szenario eine Deckungslücke bei der Stromversorgung. Für welche Massnahmen auf der Nachfrageseite sich die Politik auch immer entscheidet, sie kommt nicht darum herum, Grundsatzentscheide über das künftige Stromangebot zu fällen. Es geht um den Anteil der erneuerbaren Energieträger, der Kernkraftwerke, der fossilen Kraftwerke und der Importe. Attraktiv sind Varianten mit einer kleinen und erst spät auftretenden Deckungslücke. Attraktiv sind Mix-Varianten, die den Vor- und Nachteilen sowie den Entwicklungspfaden der Technologien Rechnung tragen.

Die Arbeitsgruppe hat für jedes Szenario verschiedene Angebotsvarianten durchgerechnet, von denen in der folgenden Grafik die wichtigsten dargestellt werden. Nicht aufgeführt sind jene Varianten, bei welchen die Stromlücke ausschliesslich durch Importe – sei es durch konventionellen oder grünen Strom – gedeckt wird.

A
Nuklear



Nuklear: Der Ausbaubedarf wird ab 2030 vorwiegend durch neue Kernkraftwerke der Generation III gedeckt. Als Übergangslösung sind von 2020-2030 Stromimporte nötig.

B
Nuklear
Fossil zentral



Nuklear und fossil-zentral: Um die Abhängigkeit von Stromimporten bis zur Inbetriebnahme eines neuen Kernkraftwerkes zu vermeiden, werden als Übergangslösung Gaskraftwerke zugebaut.

C
Fossil zentral



Fossil-zentral: Da Gaskraftwerke im Vergleich zu Kernkraftwerken eine kürzere Planungs- und Bauzeit haben, wird die Lücke, insbesondere der Ersatz für die Kernkraftwerke Beznau I und Mühleberg, als Übergangslösung mit solcher Anlagen geschlossen.

D
Fossil dezentral



Fossil-dezentral: Der Ausbaubedarf wird vorwiegend durch erdgasbefeuerte Wärme-Kraft-Koppelungsanlagen (WKK) gedeckt.

E
Erneuerbare



Erneuerbare Energien: Nebst dem autonomen Ausbau wird schon ab 2020 die Lücke mit erneuerbaren Energien (EE) geschlossen.

F
**Verkürzte/
Verlängerte Laufzeit**



Veränderte Laufzeit: Es wird eine Verkürzung der Laufzeiten der Kernkraftwerke auf 40 Jahre unterstellt. Es wird untersucht, wie die Stromlücke v.a. durch erneuerbare Energien geschlossen werden kann. Als Alternative wird auch eine Verlängerung der Laufzeiten der Anlagen Beznau und Mühleberg auf 60 Jahre untersucht.

G
Importe



Import: Die Lücke wird vorwiegend mit Stromimporten geschlossen.

Abbildung: Varianten des Elektrizitätsangebotes bis 2035

Quelle Prognos

Handlungsoptionen

Die Arbeitsgruppe hat in den einzelnen Szenarien die Wirkung zahlreicher Massnahmenkombinationen und Instrumente untersucht. Sie hatte jedoch keinen Auftrag, die politische Wünschbarkeit oder Machbarkeit abzuklären. Deshalb zieht das BFE an dieser Stelle aus den vorliegenden Expertenarbeiten die folgenden, vorläufigen energiepolitischen Schlüsse:

- Die **effizientere Energienutzung**, insbesondere in der Anwendung, aber auch bei Produktion und Verteilung, hat höchste Priorität. Die nicht verbrauchte Energie ist in der Regel die billigste und umweltfreundlichste. Entscheide fallen vor allem bei Neu- und Ersatzinvestitionen an. Bei Neu- und Umbauten von Gebäuden ist eine kontinuierliche Verschärfung der Technologie-Standards sinnvoll. Ohne eine qualitativ hochwertige Gebäudesanierung wird über Jahrzehnte hinaus die Chance verpasst, die Effizienz nachhaltig und kostensparend zu erhöhen. Im Zentrum stehen die Wärmedämmung, die Nutzung der Umgebungswärme mit Wärmepumpen und die solare Wassererwärmung. Bei den Geräten sind es die klare Kennzeichnung und Marktregeln, internationale Vereinbarungen mit Herstellern sowie Anreize für innovative Technologien. Im Verkehrsbereich soll der Umstieg zu effizienteren Fahrzeugen gefördert werden. Eine weitere Stärkung des öffentlichen Verkehrs sowie eine auf Achsen und Knoten ausgerichtete Siedlungspolitik sind entscheidend.
- Die Verbreitung der **Erneuerbaren Energien** soll mit Anreizen und Förderungsmassnahmen beschleunigt werden. Die erneuerbaren Energien, inklusive der kleinen und grossen Wasserkraft, haben in der Schweiz noch grosse Potenziale. Im Vordergrund stehen heute die Biomasse und das Holz (für Wärme, Elektrizität und Treibstoffe), der Strom aus Kehrichtverbrennungsanlagen, sowie die

Warmwassererzeugung in Gebäuden mit Umwelt- und Solarwärme. Mittelfristig haben die Geothermie sowie die Photovoltaik beachtliche Chancen. So können die erneuerbaren Energien langfristig einen stark wachsenden Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten. Wichtige Instrumente zur Förderung sind eine effizienzorientierte Einspeisevergütung für Elektrizität sowie Förderanreize und steuerliche Erleichterungen für die Wärmeproduktion und Treibstoffe aus erneuerbaren Energien.

- **Versorgungssicherheit bei der Elektrizität:** Für die Zeit nach 2012 muss die Schweiz eine Übergangsstrategie für die Sicherstellung ihrer Stromversorgung definieren. Im Vordergrund stehen dabei international abgestimmte Rahmenbedingungen für inländische Gaskraftwerke. Ziel ist einerseits eine im Sinne der **Klimapolitik** umweltverträgliche Deckung der Stromlücke. Andererseits soll die Investitionssicherheit gewährleistet werden, bis sich die erneuerbaren Energien durchsetzen, oder sich andere, aus Sicht der Klimapolitik und der Sicherheit vorteilhafte Lösungen (neue Kraftwerkgenerationen als Nachfolge der KKW) ergeben. Ebenso wichtig sind Investitionen in sichere und ausreichende Netzkapazitäten. Dafür braucht es einerseits stabile und bezüglich Dauer und Verlauf abschätzbare Bewilligungsverfahren. Andererseits gilt es auch, den Zeitbedarf direktdemokratischer Prozesse realistisch einzuschätzen. Angesichts der internationalen Vernetzung soll zudem die Energie-Aussenpolitik im Interesse der Versorgungssicherheit (Import, Stromaustausch) einen höheren Stellenwert erhalten. Im Vordergrund steht die Europäische Union, mit der entsprechende Abkommen geschlossen werden müssen. Aber auch durch bilaterale Abkommen mit ausgewählten Ländern soll die Zusammenarbeit vertieft werden.

- **Rahmenbedingungen für Wirtschaft:** Die Weiterentwicklung der Energiepolitik in Richtung Effizienz und erneuerbare Energien bietet für die Wirtschaft Chancen, neue innovative Produkte zu entwickeln und auch zu exportieren. Hingegen soll die Wirtschaft nicht kurzfristig durch plötzlich ansteigende Zusatzkosten belastet und so in ihrer Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigt werden.
- Die Schweizer **Energieforschung** muss im Rahmen einer internationalen Koordination gebündelt und verstärkt und der Technologietransfer besser verankert werden. Innovative Schweizer Energietechnologien müssen auf den internationalen Märkten aktiver vorgestellt und durchgesetzt werden können.

Nun ist die Politik gefordert, die nötigen Weichen zu stellen und Massnahmen zu treffen. Ein Fortschreiben der bisherigen Energiepolitik gefährdet die Versorgungssicherheit und macht die Schweiz noch stärker vom Import von Energieträgern abhängig. Zudem gibt sie zu wenige Anreize für die Energieeffizienz, die erneuerbaren Energien und den Klimaschutz. Die Arbeitsgruppe hat die Entscheidungsgrundlagen für eine sachliche Diskussion aufgearbeitet und den interessierten Kreisen zur Verfügung gestellt. Dabei hat sie in allen Bereichen energiepolitische Chancen ausgelotet. Politikerinnen und Politiker können sich nun ein klares Bild darüber machen, welche Entscheidungen mit welchen Folgen verbunden sind. Sie sind aufgerufen, eine auf die zentralen Fragen ausgerichtete Diskussion zu führen und möglichst rasch die politischen Rahmenbedingungen festzulegen. Ziel muss eine Strategie für die kommenden Jahrzehnte sein, die den grossen energie- und klimapolitischen Herausforderungen Rechnung trägt und von der Bevölkerung und der Wirtschaft akzeptiert wird.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen, Postadresse: CH-3003 Bern
Telefon +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00
contact@bfe.admin.ch, www.bfe.admin.ch