Energiestrategie 2050 der Grünen

Szenarien und Massnahmen für den klimafreundlichen Atomausstieg

Version 1.5

27.6.2012

GRÜNE
Grüne Partei der Schweiz

Inhalt

Energiestrategie 2050 der Grünen 1
Szenarien und Massnahmen für den klimafreundlichen Atomausstieg 1
Atomausstieg: Szenarien und Forderungen 4
Atomausstieg und Klimaschutz sind machbar 4
Szenarien 4
Veränderung des Stromversorgungssystem 6
Winterliche Stromversorgung 6
Wirtschaftlicher Nutzen 7
Notwendige Massnahmen für den klimafreundlichen Atomausstieg 7
Teil I: Grüne Szenarien 9
Effizienz, Stromproduktion und Speicherbedarf für eine 100% erneuerbare Energieversorgung der Schweiz. 9
I.1 100% Erneuerbar bis 2050 10
I.2 Energieverbrauch und Effizienz 10
I.2.1 Elektrizität 13
I.2.2 Wärme 14
I.2.3 Mobilität 15
I.3 Annahmen zur Energieproduktion 16
I.3.1 Zubauraten 16
I.3.2 Technische und realisierte Potentiale 17
I.3.3 Kosten 18
I.3.4 Nicht-Erneuerbare Energien 19
I.4 Resultate der Energieproduktion 19
I.4.1 Erneuerbare Wärmeproduktion 21
I.4.2 Erneuerbarer Stromimport 22
I.5 Ausbau des Stromsystems 22
I.5.1 Kurzzeitige Speicher 22
I.5.2 Netzausbau 25
I.5.3 Saisonaler Ausgleich 26
I.3 Vergleich der Szenarien 31
Massnahmen für die Energiestrategie 2050 der Grünen 37
Teil II 37
Notwendige Massnahmen 37

Annex I: Berechnete Energieproduktion 2015 und 2050 (mit Lastkurve 2009, ohne Pumpspeicherung 2050) 52

Atomausstieg: Szenarien und Forderungen

Die folgende politische Zusammenfassung der Machbarkeit des Atomausstiegs sowie der Forderungen der Grünen wurde von der Geschäftsleitung am 28. Juni 2012 dem Vorstand zur Verabschiedung in der Sitzung vom 18. August 2012 unterbreitet.

Seit der Atom-Katastrophe in Fukushima ist einer breiten Mehrheit der Bevölkerung in der Schweiz klar, dass die Risiken der Atomkraft auch in einem hochindustrialisierten Land nicht genügend kontrolliert werden können. Deshalb sollen AKW nach Ende ihrer Lebensdauer von 40 Jahren, spätestens nach 45 Jahren abgestellt werden. Gleichzeitig müssen die Treibhausgasemissionen zum Schutz des Klimas in der Schweiz bis 2050 auf 1 Tonne CO_2 pro Kopf gesenkt werden. Dies ist eine Herausforderung für den Energie- und insbesondere Stromsektor. **Mit diesem Bericht zeigen die Grünen auf, wie die Energiewende rechtzeitig umgesetzt werden kann und welche Massnahmen dazu dienen können.** Im ersten Teil werden zwei grüne Szenarien für die Energieversorgung der Schweiz bis 2050 beschrieben. Im zweiten Teil werden die dafür notwendigen Massnahmen erläutert und jenen des Bundesrats gegenübergestellt. Der Bericht bietet die Grundlage für eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Energiestrategie 2050 des Bundes.

Da viele für das Energiesystem wichtige technologische und gesellschaftliche Parameter einer beträchtlichen Unsicherheit und einem raschen Wandel unterliegen, ist diese Arbeit als eine Momentaufnahme zu begreifen, welche regelmäßig überarbeitet und erweitert werden muss.

Der Bericht wurde von Bastien Girod, Jan Remund, Peter Stutz und Urs Scheuss zuhanden der Grünen erarbeitet. Ein erster Entwurf wurde in der Geschäftsleitung der Grünen Schweiz, in der Bundeshausfraktion der Grünen sowie der Fachgruppe Energie der Grünen Schweiz präsentiert und diskutiert. Darauf wurde der Bericht nochmals überarbeitet, insbesondere wurde ein zweites, auf Suffizienz basierendes Szenario aufgenommen. Weitere Rückmeldungen nehmen wir gerne entgegen.

Atomausstieg und Klimaschutz sind machbar

Szenarien

Es wurden zwei Szenarien entwickelt, welche aufzeigen, wie die AKW in der Schweiz gemäss Atomausstiegs-Initiative der Grünen vom Netz genommen und gleichzeitig die CO_2-Emissionen kontinuierlich bis 2050 auf das von der Initiative für eine Grüne Wirtschaft geforderte global verträgliche Mass von 1 Tonne CO_2 pro Kopf und Jahr reduziert werden können. Das eine Szenario setzt hauptsächlich auf Technologie und geht davon aus, dass die Stromnachfrage steigt. Das andere Szenario basiert auf Technologie und einer grundlegenden Veränderung (Absenkung) der Nachfrage. Folgende Prämissen sind beiden Szenarien zu Grunde gelegt:

- **Atomausstieg und Reduktion der CO_2-Emissionen** gemäss grünen Initiativen werden ermöglicht.
- Es werden bezüglich Stromproduktion **nur erprobte Technologien** berücksichtigt (z.B. kein Strom aus Geothermie). Damit sind die Szenarien langfristig eher konservativ.

- Es wird eine gleichbleibende **Selbstversorgung mit Strom** im Sommer wie im Winter sichergestellt (insgesamt resultiert eine deutliche Abnahme der Auslandabhängigkeit bei der Energieversorgung).

Im Rahmen dieser Annahmen wurden folgende zwei Szenarien entwickelt:

Technologie: Das Technologie-Szenario setzt auf zwei Strategien: Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Durch konsequenten Einsatz der Energieeffizienz-Technologien soll der Gesamtenergieverbrauch halbiert werden. Neue Gebäude werden energiepositiv, die energetische Sanierung von Gebäuden wird verbessert und die Sanierungsrate beschleunigt.

Der motorisierte Verkehr wird teilweise auf ÖV verlagert, vor allem aber durch Elektromobilität ersetzt. Kleinere, leichtere und viel effizientere Elektrofahrzeuge verringern nicht nur Energieverbrauch und CO_2-Emissionen. Auch Luftverschmutzung und Lärm werden damit drastisch reduziert.

Da mit der Erhöhung der Effizienz eine Substitution von fossiler Energie mit Strom (Wärmepumpen, ÖV, Elektromobilität) einhergeht, bleibt der Stromverbrauch trotz forcierter Stromeffizienz bis etwa 2030 konstant. Danach führt der beschleunigte Umstieg auf elektrische Mobilität (ÖV und Elektrofahrzeuge) zu einer Zunahme des Stromverbrauchs.

In diesem Szenario wird nur von wenig Verhaltensänderungen ausgegangen. Entweder, weil diese nicht gewollt sind oder weil die Verhaltensänderungen trotz politischen Massnahmen nicht herbeigeführt werden konnten. Mit diesem Szenario soll gezeigt werden, wie auch bei einer Zunahme des Stromverbrauchs der Atomausstieg und die Klimaziele erfüllt werden. Auch wenn dieses Szenario nur wenig Verhaltensänderung beinhaltet, so ist die Akzeptanz gegenüber Technologien wichtig. Der höhere Stromverbrauch bedingt eine höhere Stromproduktion. Vor allem für die winterliche Stromversorgung sind deshalb mehr Windkraftanlagen, freistehende Solaranlagen in den alpinen Regionen sowie Erhöhung von Staumauern notwendig.

Suffizienz: Das Suffizienz-Szenario setzt wie das Technologie-Szenario auf Energieeffizienz und Erneuerbare. Zusätzlich wird aber auch von einer klaren Verhaltensänderung der Bevölkerung ausgegangen. Beim Suffizienz-Szenario wird davon ausgegangen, dass es gelingt, die Menschen von einer leichteren, weniger auf Konsum orientierten Lebensweise zu begeistern und Zwänge und Anreize zur Verschwendung zu eliminieren. Dass dies nicht eine geminderte, sondern eine höhere Lebensqualität bedeuten kann, wurde verschiedentlich aufgezeigt.[1] Damit wird eine Trendwende in der Mobilität erreicht. Dank gegenüber dem Technik-Szenario noch besserer Raumplanung und der Abstimmung von Freizeit-, Arbeits- und Wohnort sowie der Förderung autofreier Siedlungen nimmt die Gesamtmobilität ab. Autofreie Siedlungen und innere Verdichtung erlauben zudem eine stärkere Verlagerung von der individuellen auf die energie-, aber auch platzsparende öffentliche und sanfte Mobilität zu Fuss und mit dem Velo. Die Wohnflächenverbrauch nimmt ausserdem nicht weiter zu, und für den winterlichen Stromverbrauch noch entscheidender: Die Gebäude werden etwas weniger stark geheizt, womit der Stromverbrauch für Wärmepumpen tiefer ausfällt.

Der wichtigste Unterschied zwischen den beiden Szenarien für die Stromversorgung ist, dass im Suffizienz-Szenario der tiefere Stromverbrauch den Bedarf für die Produktion neuer erneuerbarer

[1] Green Change – Strategien zur Glücksmaximierung, 2010, Bastien Girod.

Energien reduziert. Die Herausforderungen für die Energiewende bleiben jedoch grundsätzlich ähnlich.

Veränderung des Stromversorgungssystem

Da Wind- und vor allem Sonnenenergie unregelmässig anfallen, sind grundlegende Veränderungen des Stromversorgungssystems notwendig, um die Versorgungssicherheit jederzeit zu gewährleisten. Die beiden zentralen Herausforderungen sind:

- Intelligente und leistungsfähige Netze: Ohne leistungsfähiges Netz besteht mittelfristig die Gefahr, dass Photovoltaikanlagen bei hoher Sonneneinstrahlung oder Windkraftanlagen bei windigem Wetter abgestellt werden müssen, da die Netze die Spitzenleistung nicht aufnehmen können. Zudem wird sich in Zukunft der Lastfluss an sonnigen Tagen ändern, wenn die Haushalte dank ihrer Solaranlagen zu Produzenten werden. Darauf sind viele Netze noch nicht vorbereitet.
- Ausgleichskapazität: Ein hoher Anteil von Wind- und Solarstrom bedingt Ausgleichkapazitäten, damit auch in der Nacht sowie in Wochen mit wenig Wind und Sonne genügend Strom bereitgestellt werden kann.

Dank technischem Fortschritt (Machbarkeit von unterirdischen Leitungen auf allen Spannungsebenen) sowie sehr schlechter Koordination in der Vergangenheit, ist eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Netze möglich, ohne oberirdisch netto Leitungen auszubauen.

Die notwendige Ausgleichskapazität (Stunden- bis Wochenausgleich) kann im Technologie-Szenario bis 2030 mit bestehenden und in Bau befindlichen Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerken gewährleistet werden, im Suffizienz-Szenario aufgrund der geringeren Solarstromproduktion gar bis 2050. Zudem werden in Zukunft die Flexibilisierung des Verbrauchs sowie die neuen Speichertechnologien einen wachsenden Beitrag zur Ausgleichkapazität leisten können. Die grösste Herausforderung besteht jedoch im saisonalen Ausgleich.

Winterliche Stromversorgung

Trotz Umsetzung der Energie- und Stromeffizienz wird auch in Zukunft der Stromverbrauch im Winter grösser sein als im Sommer. Ausserdem produziert Solarstrom, insbesondere jener auf Hausdächern im Mittelland, im Dezember etwa 20% der Leistung, welche im Sommer produziert wird. Wenn die europäischen Nachbarländer ihren starken Ausbau der Windenergie fortsetzen, könnte es in der EU zu einem Stromüberschuss im Winter kommen. In diesem Fall könnte die Schweiz im Winter Strom aus Windenergie importieren. Doch auch in der EU ist der Stromverbrauch im Winter höher und es ist zu befürchten, dass in den nächsten Jahrzehnten weiterhin Gas- und Kohlekraftwerke im Winter für genügend Strom in der EU sorgen werden. Deshalb ist es für den Klimaschutz wichtig, die Saisonalität des Stromverbrauchs zu reduzieren. Dazu bestehen folgende Massnahmen:

- Mehr und grössere Wärmespeicher: Wärmepumpen in Kombination mit grossen Speichern, auch in der Erde verlegt, bringen Wirkungsgrade von 4 bis 7. Die verstärkte Verwendung solcher Systeme könnte den Stromverbrauch im Winter um einige TWh senken.
- Wärme-Kraft-Kopplung (WKK): WKK sind ideal, um die Saisonalität des Solarstroms auszugleichen. Aufgrund des Klimaschutzes können diese aber nur mit Biogas betrieben werden. Das zusätzliche Biomasse Potential liegt in der Schweiz etwa bei 3,5 TWh.

- Mehr Windkraft in der Schweiz: Wind produziert im Winter und bei schlechtem Wetter mehr Strom und ist damit eine gute Ergänzung für Solarstrom. Auf der KEV-Warteliste sind bereits 4 TWh Windanlagen verzeichnet. Durch Beschleunigung der Verfahren könnten diese bis 2035 realisiert werden.
- Photovoltaik auf Freiflächen in den Bergen: In den Bergen ist aufgrund der geringeren Bewölkung im Winter sowie der Reflexion durch den Schnee die Sonneneinstrahlung im Winter höher. Durch die Produktion von 2-3 TWh mit solchen Anlagen lässt sich die Saisonalität des Solarstroms reduzieren.
- Speicherseen: Der Bau- und Ausbau von Speicherseen erlaubt die Verlagerung der Stromproduktion in den Winter. Aufgrund der oft irreversiblen Beeinträchtigung der Landschaft solcher Anlagen wird hier jedoch nur eine Erhöhung um 2 TWh angenommen.

Insbesondere die letzten drei Optionen sind bei den Grünen nicht unumstritten. Wenn sich aber in Zukunft abzeichnet, dass diese notwendig sind, um Gaskraftwerke für den saisonalen Ausgleich zu vermeiden, so sind die Grünen bereit auch diese Optionen zu diskutieren. Dabei ist eine Priorisierung zu Gunsten des Natur- und Landschaftsschutzes vorzunehmen. Dazu ist eine gute Koordination der Standorte für Windanlagen wichtig, um die Belastung für Natur und Landschaft tief zu halten. Photovoltaik-Anlagen sind in erster Linie in bereits technisch belasteten Landschaften wie auf Industrieflächen, Lawinenverbauungen, Stauseen zu realisieren. Bezüglich Speicherseen ist die Mauererhöhung dem Bau neuer Seen vorzuziehen, da damit intakte Landschaften geschont werden. Voraussetzung für die Zustimmung zu letzterer Option ist aber ein verbindlicher Ausbaupfad für den Solarstrom, da sonst die Notwendigkeit nicht gegeben ist.

Im Suffizienz-Szenario reduziert der tiefere Stromverbrauch den Bedarf für die Produktion neuer erneuerbarer Energien. Damit reduziert sich auch der saisonale Ausgleichbedarf, womit heftig umstrittene Optionen (Freiflächenanlagen für Photovoltaik in den Alpen, Staumauererhöhungen) weniger dringend werden.

Wirtschaftlicher Nutzen

Nicht unerwähnt dürfen die positiven Effekte für die Wirtschaft bleiben. Die Effizienzmassnahmen und der Ausbau der Erneuerbaren führen zu hohen Investitionen im Inland und einer grossen Anzahl neuer Arbeitsplätze. Im Gegensatz zur heutigen Energiewirtschaft verbleibt in Zukunft ein viel grösserer Anteil der Ausgaben für die Energie (2010: rund 30 Mrd. Fr. / Jahr, Tendenz steigend) im Inland, statt grösstenteils in erdölreiche Gegenden abzufliessen. Insgesamt dürften sich die Kosten der Energiewende in der Grössenordnung von 100 Mrd. Fr. bewegen (etwa 2 Mrd. Fr. jährlich).

Diese Kosten sind aber in Relation zu den jährlichen Ausgaben für die Energie und dem schweizerischen BIP von ca. 500 Mrd. Fr. zu setzen. Zudem fördert die Energiewende Innovationen für umweltfreundliche und energieeffiziente Technologien, welche dazu beitragen, dass Schweizer Firmen auf dem global stark wachsenden Cleantech-Markt wettbewerbsfähig sind. Gleichzeitig wird die heute ausgeprägte Auslandabhängigkeit stark reduziert.

Notwendige Massnahmen für den klimafreundlichen Atomausstieg

Die vom Bundesrat am 18. April 2012 dargelegten Massnahmen sind zum grössten Teil ein Schritt in die richtige Richtung. Für einen rechtzeitigen Ausstieg aus der Atomenergie ohne Bau von Gaskraftwerken reichen die Massnahmen jedoch nicht aus. Insbesondere folgende Instrumente müssen verstärkt werden und dienen als Eckpfeiler für die Vernehmlassungsantwort der Grünen:

- **Ökologische Steuerreform**: Die ökologische Steuerreform ist nicht nur zu prüfen, sondern bis 2020 umzusetzen. Damit wird ein dauerhafter Anreiz für Energieeffizienz, erneuerbare Energieproduktion und Strom- und Energiesparen geschaffen.
- **Effizienz**: Die geplanten Anreize für die Energieeffizienz sind ungenügend. Neubauten müssen bis 2020 energiepositiv sein. Das Gebäudesanierungsprogamm muss weiter aufgestockt werden. Die CO_2-Emissionen der Personenwagen sind bis 2030 auf 40g/km zu senken. Und die wettbewerbliche Ausschreibung für Stromeffizienz ist soweit zu erhöhen, dass die Vermeidung einer kWh gleich stark unterstützt wird, wie deren Produktion. Dies kann auch über ein sogenanntes Decoupling-Model oder ein Bonus-Malus-System erreicht werden, welches Anreize für Stromversorgungsunternehmen schafft, in die Stromeffizienz zu investieren.
- **Erneuerbare**: Die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für muss entdeckelt werden. Der Bundesrat will bis 2020 die KEV nur auf 1,2 Rappen pro kWh steigen lassen, was klar ungenügend ist. Zum Vergleich: Heute beträgt diese in Deutschland bereits 6,8 Rappen pro kWh.
- **Nachfrage**:
    a. Flexibilisierung des Verbrauchs: Durch Anpassung der Stromtarife sowie intelligente Netze ist die Flexibilisierung des Verbrauchs zu fördern.
    b. Die Rahmenbedingungen sind so zu verändern, damit ein höherer für eine Reduktion der Stromnachfrage durch Verhaltensänderungen besteht. Dazu ist insbesondere in der Raumplanung stärker zu verdichten, in der Verkehrspolitik die (Umwelt-) Kostenwahrheit umzusetzen und Teilzeit Jobs zu fördern.

Teil I: Grüne Szenarien

Effizienz, Stromproduktion und Speicherbedarf für eine 100% erneuerbare Energieversorgung der Schweiz.

Hauptautor: Jan Remund

Ko-Autoren: Bastien Girod, Peter Stutz und Urs Scheuss

Version 1.5

27.6.2012

I.1 100% Erneuerbar bis 2050

Die Umsetzung der Energiewende – der Umstieg auf 100% erneuerbare Energien – in den nächsten 40 Jahren, ist eine unabdingbare Voraussetzung, um den Klimawandel in verträglichen Massen zu halten und um die Energieversorgung nachhaltig zu gestalten und zu sichern.

In der Schweiz bedeutet der Umstieg auf 100% erneuerbare Energien nicht nur den Ausstieg aus der Atomkraft, sondern vor allem den Ausstieg aus den fossilen Energieträgern, die heute 3/4 der Gesamtenergie ausmachen.

Die Energiewende wird nur gelingen, wenn sowohl die erneuerbare Strom- und Wärmeproduktion als auch die Effizienz stark erhöht und der Verbrauch reduziert werden und zusätzliche Strom-Speicherkapazitäten geschaffen werden und die Stromnetze ausgebaut werden.

Die Umstellung auf eine nachthaltige Energieversorgung umfasst somit nicht nur die nachhaltige Energieproduktion sondern insgesamt drei Punkte:

1. Effizienz und Suffizienz
2. Produktion von erneuerbarem Strom und Wärme
3. Ausbau Stromausgleichskapazitäten und –netze (inkl. smart grid)

Im Suffizienz-Szenario tragen zusätzliche Verhaltensänderungen zu einer Reduktion des Stromverbrauchs - und damit einem weniger hohen Bedarf an Stromproduktion - bei. Der Ausbau der Stromspeicher und -netze hängt direkt mit der erneuerbaren Energieproduktion zusammen, die im Gegensatz zur konventionellen Produktion weit weniger steuerbar ist und nicht immer dann anfällt, wenn der Strom benötigt wird.

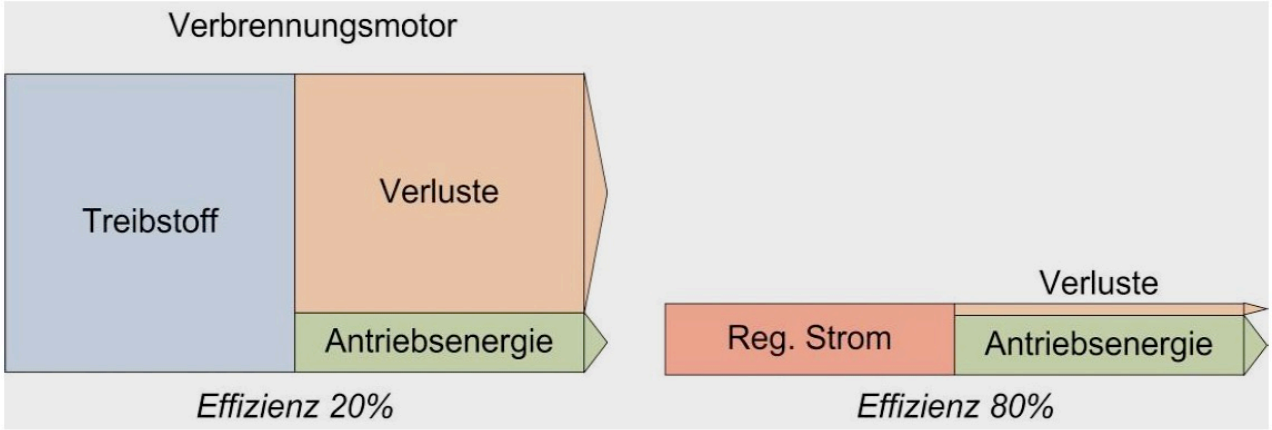
In der Folge wird auf die drei Punkte eingegangen. Es muss betont werden, dass alle Punkte miteinander verknüpft und abhängig von einander sind. Dieses Papier umfasst auch Aussagen über die gesamte Energie, allerdings liegt der Schwerpunkt bei der Elektrizität, deren Bedeutung in Zukunft noch zunehmen wird.

Diese Studie umfasst zwei verschiedene Szenarien. Das erste (Szenario „Technologie“) basiert auf eine eher technologisch orientierten Umsetzung der Energiewende. Das zweite beinhaltet zusätzlich auch mehr Genügsamkeit und weniger Verschwendung sowie Verhaltensänderungen (Szenario „Suffizienz“).

I.2 Energieverbrauch und Effizienz

Die beiden zentralen Bausteine der Effizienz-Strategie sind erstens die massiven Einsparungen bei den fossilen Energieträgern und zweitens die Umlagerung von den Fossilen auf die Elektrizität. Ohne Umlagerung wird die Energiewende nicht funktionieren, da elektrisch basierte Systeme – wie Wärmepumpen oder Elektroautos – rund 3 – 4 Mal effizienter als fossil betriebene Systeme sind (Abbildung 2). Dies ist auch der Grund dafür, dass selbst bei grossen Effizienzgewinnen beim Strom von 20-30% der Stromverbrauch insgesamt wahrscheinlich steigen wird. Die meisten Szenarien –

auch diejenigen der ETH Zürich[2] oder des Swiss Cleantech-Verbands[3] - sehen 2050 einen Verbrauch von 70-80 TWh (60 TWh in 2012) voraus.



Quelle: Sterner, Schmid, Wickert, 2008; WBGU, 2008

Abbildung 2: *Effizienzerhöhung durch Umlagerung auf Elektrizität am Beispiel der Mobilität (Jahrestagung FVEE 2011).*

Im Szenario „Technologie“, wird davon ausgegangen, dass bis 2050 gegenüber einem Referenzszenario jährlich mehr als 20 TWh Strom eingespart werden kann. Beim Szenario „Suffizienz“ werden 30 TWh Strom eingespart. Diese Einsparungen sind in der Stromverbrauchentwicklung aber nicht ersichtlich, da sie durch die Umlagerung von fossilen Energieträgern auf Strom (vor allem E-Mobility) überdeckt wird. Tabellen 1 und 2 enthalten die Energieverbräuche 2010 und 2050 (gerundete Daten basierend auf Studien der ETH- und des Swiss Cleantech-Verbands). Rund 50% des Gesamtenergieverbrauchs muss bei beiden Szenarien bis 2050 eingespart werden (Abbildung 3). Im Szenario des Bundesrats wird 2050 von einem Gesamtenergiebedarf von rund 155 TWh ausgegangen (davon ca. 65 TWh Strom). Dieses Szenario beinhaltet deutlich zu hohe fossile Anteile und dadurch auch einen zu hohen CO_2-Austoss.

Im Suffizienz-Szenario wird davon ausgegangen, dass die Bevölkerung von einer stärkeren Genügsamkeit und einem bewussten Stromsparen überzeugt werden kann und Zwänge und Anreize zur Energieverschwendung abgebaut worden sind. Im Bereich der Haushalte wird ein geringeres Wachstum von stromverbrauchenden Geräten angenommen. Zusätzlich wird im Winter etwas weniger stark geheizt. Bereits ein Grad tiefere Raumtemperatur reduziert den Strombedarf für Wärmepumpen um 7%.

Indem die Menschen weniger Arbeit und mehr Zeit mit Familie, Freunden und Hobbys verbringen, wachsen die Wirtschaft und der Konsum etwas weniger stark, womit auch in der Industrie der Stromverbrauch stärker abnimmt. Dies wird auch durch eine Verlagerung des Konsums von energieintensiven zu weniger energieintensiven Dienstleistungen und Produkten gefördert (z.B. Kultur statt Shopping). Durch eine bessere Raumplanung und verdichtetes Bauen, wird die Distanz zwischen Freizeit-, Wohn- und Arbeitsorten und damit der Mobilitätszwang reduziert. Gleichzeitig findet damit eine stärkere Verlagerung auf den öffentlichen sowie den Fuss- und Veloverkehr statt. Insgesamt führen alle diese Veränderungen im Suffizienz-Szenario zu einem noch tieferen

[2] www.esc.ethz.ch/events/seminars/2011/Energiezukunft_Schweiz_20111115.pdf
[3] www.swisscleantech.ch/images/official_documents/energiestrategie/energiestrategie_2_v2D.pdf

Gesamtenergieverbrauch als im Technologie-Szenario (20 TWh) wovon der Grossteil aus dem tieferen Stromverbrauch resultiert (15 TWh).

***Tabelle 1**: Energieverbrauch 2010 und 2050 nach Sektoren und Energieträgern in TWh für das Szenario „Technologie" (gerundet). Der als Rest bezeichnete Anteil besteht 2010 v.a. aus fossilen Energieträgern, aber auch aus erneuerbaren Energiequellen (z.B. Holz oder Fernwärme). Bis 2050 wird der Anteil der Erneuerbaren zudem steigen (auf 25 der 55 TWh). Die Wirtschaft beinhaltet Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen und Landwirtschaft.*

	2010			2050			Veränderung		
	Strom	Rest	Total	Strom	Rest	Total	Strom	Rest	Total
Haushalte	20	50	70	25	15	40	25%	-70%	-43%
Wirtschaft	37	63	100	35	25	60	-5%	-60%	-40%
Verkehr	3	82	85	15	15	30	400%	-82%	-65%
Total	60	195	255	75	55	130	25%	-72%	-49%

***Tabelle 2**: Energieverbrauch 2010 und 2050 nach Sektoren und Energieträgern in TWh für das Szenario „Suffizienz" (gerundet).*

	2010			2050			Veränderung		
	Strom	Rest	Total	Strom	Rest	Total	Strom	Rest	Total
Haushalte	20	50	70	20	15	35	0%	-70%	-50%
Wirtschaft	37	63	100	30	20	50	-19%	-68%	-50%
Verkehr	3	82	85	10	15	25	233%	-82%	-71%
Total	60	195	255	60	50	110	0%	-74%	-57%

Der nicht strombasierte Anteil („Rest") muss bei beiden Szenarien um 70% reduziert werden. Dies kann nur durch eine deutliche Erhöhung der energetischen Sanierungen sowie Null- oder Plusenergie-Standards bei Neubauten erreicht werden. Aufgrund der Elektrifizierung, welche mit der Dekarbonisierung einhergeht, steigt der Stromanteil um 25%. Im Suffizienz-Szenario wird dieser dank Abnahme der Nachfrage ausgeglichen. Der Anteil der Erneuerbaren im in Tabellen 1 und 2 sogenannten „Rest" muss von 15 auf 25 TWh gesteigert werden (v.a. Solarthermie, Wärmepumpen, WKK und Holz). Der fossile Anteil (30 TWh) muss weiter reduziert und durch erneuerbares Methan gedeckt werden (EE-Gas[4] sowie lokales Biomasse Potential), damit das Ziel von 100% Erneuerbaren bis 2050 erreicht wird.

[4] Siehe http://de.wikipedia.org/wiki/EE-Gas

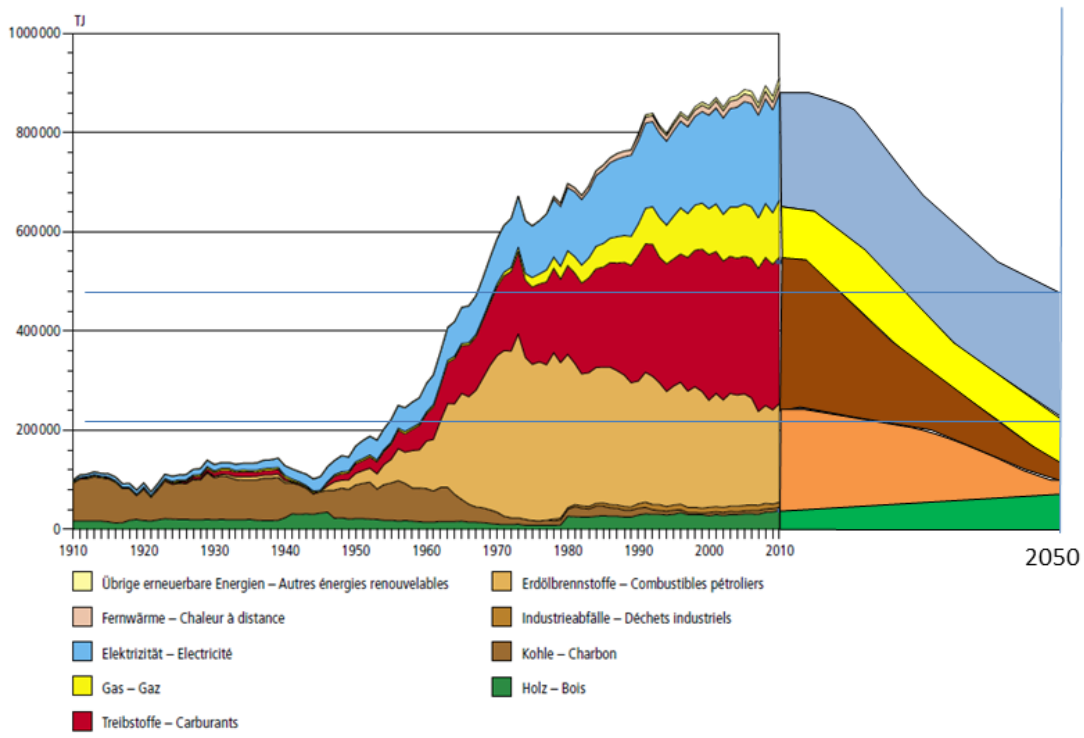


Abbildung 3: *Endenergieverbrauch 1910 – 2050 (bis 2010 basierend auf der Gesamtenergiestatistik 2010 des BFE) gemäss Szenario „Technologie".*

I.2.1 Elektrizität

Das Potenzial der Effizienz beim Strom ist gross. Rund 20-30% könnten mit heutiger Technologie eingespart werden.[5] Die Effizienzpotentiale sind deshalb konservativ bemessen. Durch vollständige Umsetzung der von den Grünen im zweiten Teil verlangten Massnahmen könnten diese Ziele überboten werden.

Abbildung 4 zeigt den Verlauf des Stromverbrauchs. Mit dem Szenario „Technologie" kann bis 2030 der Zuwachs mit Effizienzgewinnen ausgeglichen werden, danach steigt er um 1.25% pro Jahr an. Der Grund für diese Zunahme ist, dass ab 2030 insbesondere in der Mobilität mit einer stärkeren Umlagerung von fossilen Energien auf strombasierte Systeme gerechnet wird (Elektrofahrzeuge und ÖV). Ähnliche Annahmen wurden auch in der deutschen Übersichtsstudie des FVEE getroffen.[6] Mit dem Szenario „Suffizienz" wird mit stärkeren Effizienzmassnahmen und mit höheren Einsparungen gerechnet. Der Stromverbrauch sinkt bis 2035 um 0.3% pro Jahr ab und steigt danach (ebenfalls wegen verstärkter Umlagerung) um 0.5% pro Jahr an.

Im Gegensatz zu den Szenarien oben geht der Bundesrat von einem Anstieg des Stromverbrauchs bis 2030 aus, danach aber von einer Absenkung (auf 65 TWh). Dieses beinhaltet jedoch zu schwache und zu spät greifende Effizienzmassnahmen aber auch eine zu geringe Umlagerung von den Fossilen auf die Erneuerbaren.

[5] SAFE Studie: http://www.energieeffizienz.ch/files/SAFE_FS_Stromeffizienz_d.pdf
[6] www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf

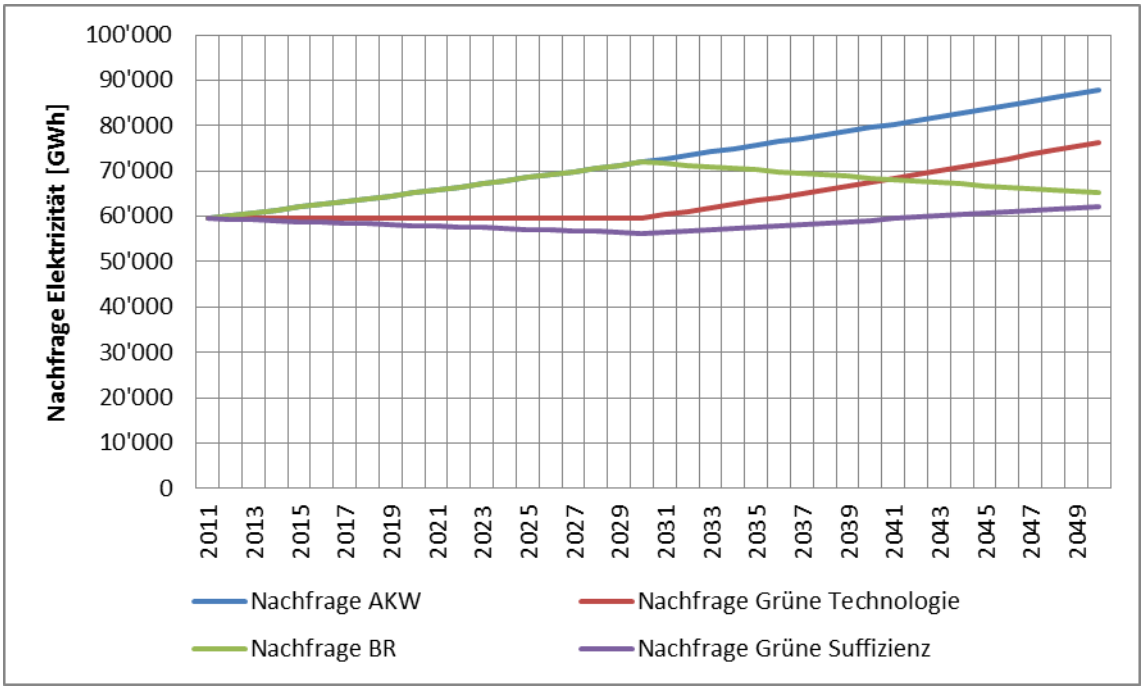


Abbildung 4: *Verlauf der Nachfrage der Elektrizität der 4 Szenarien (Verbrauch ohne Pumpspeicherung).*

I.2.2 Wärme

Bei der Wärme sind die Einsparmöglichkeiten noch grösser als beim Strom. Neue Häuser verbrauchen rund 10 Mal weniger Energie als alte und können sogar mehr Energie produzieren als sie verbrauchen (z.B. Minergie-A-Standard). Das Problem ist allerdings, dass Gebäude sehr lange Bestand haben (50-100 Jahre) und die Sanierungsrate zu tief ist. Es muss also gelingen, die Energie-Sanierungsraten deutlich zu steigern, damit bis 2050 60% der heute bestehenden Gebäude energetisch saniert werden.

Beide Szenarien gehen von folgenden Annahmen im Jahr 2050 aus:

- 60% der Gebäude werden saniert
- der Wärmebedarf der sanierten Gebäude sinkt um 50%
- Die neuen Gebäude sind ab 2020 energieautark bezüglich Wärme (spielen bei dieser Betrachtung also keine Rolle)
- 70% der fossil basierten Heizungen werden auf Wärmepumpen und WKK umgestellt
- Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen steigt um 25% von 3.1 auf 3.8, indem diese nur noch Erdsonden basiert sind (keine Luft Wärmepumpen).
- Der verbleibende Anteil wird zum grössten Teil durch Erneuerbare gedeckt (Holz, Fernwärme, Solarthermie)
- Durch den Klimawandel sinkt der Heizbedarf wahrscheinlich um 20% (bei einem Anstieg von ca. 1°C bis 2050 gegenüber heute).

Durch die Umlagerung auf Wärmepumpen erhöht sich der Stromanteil trotz Verbot der Elektrospeicherheizungen leicht auf knapp 10 TWh (Abbildung 5). Der fossile (nicht erneuerbare) Bedarf sinkt stark von 76 auf 2 TWh.

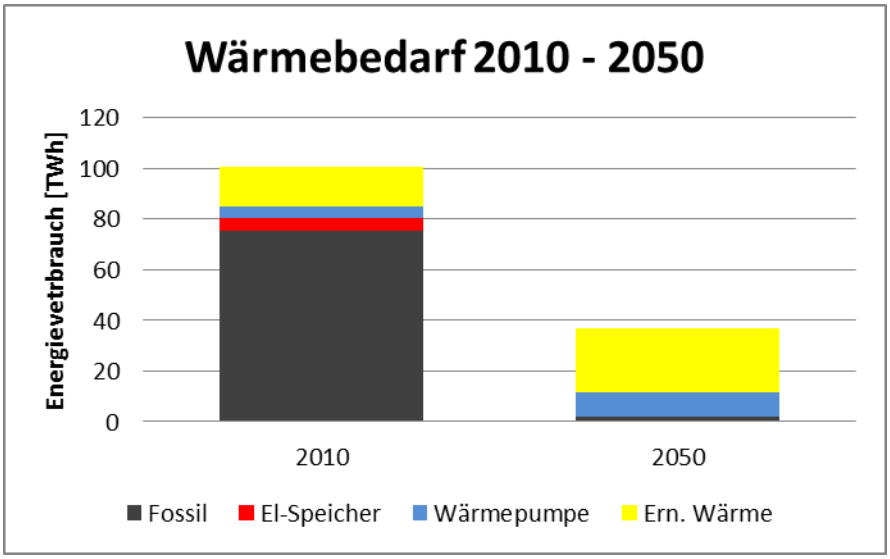


Abbildung 5: *Entwicklung des Wärmebedarfs zwischen 2010 und 2050. Der Bedarf sinkt von 100 TWh auf rund 37 TWh.*

I.2.3 Mobilität

Der Weiterausbau der Verkehrsinfrastruktur muss sich auf den öffentlichen Verkehr konzentrieren, welcher eine höhere Energieeffizienz aufweist und vor allem weniger Landfläche in Anspruch nimmt und damit das Kulturland schont. Weiterhin muss die Verkehrsplanung angebotsorientiert und nicht nachfrageorientiert sein. Jeder weitere Ausbau induziert durch eine Angebotserweiterung zusätzlichen Verkehr. Der Verkehrsfluss soll eher verlangsamt werden, da damit die Reisestrecken abnehmen. Es müssen Anreize geschaffen werden, um den Verkehrszuwachs und die Zwangsmobilität zu reduzieren (vor allem mit raumplanerischen Mitteln) und den Anteil des Fuss- und Veloverkehrs sowie des öffentlichen Verkehrs zu erhöhen. Im Technologie-Szenario wird diese Strategie ansatzweise, im Suffizienz-Szenario verstärkt umgesetzt.

Der motorisierte Individualverkehr (MIV) muss mittelfristig auf Elektrizität umgestellt werden. Elektrischen Fahrzeuge weisen von allen Alternativen für den MIV die beste Umweltbilanz aus. Elektromotoren brauchen ca. 0.7 MJ/km während auch effiziente Verbrennungsmotoren noch über 1 MJ/km verbrauchen.[7] Zudem reduzieren Elektrofahrzeuge die Luftverschmutzung und die Lärmbelastung massiv. Der Strom muss aber aus erneuerbaren Quellen stammen (Solar- oder Windenergie). Weiter müssen die Batterien über ihren gesamten Lebenszyklus betrachtet umweltfreundlicher werden. Insbesondere sind neben der Verwendung von erneuerbarer Energie für die Produktion die Materialkreisläufe zu schliessen und toxische Emissionen auszuschliessen. Schliesslich reicht es nicht, nur den Motor der Fahrzeuge zu ändern. Die Autos müssen gleichzeitig auch kleiner und viel leichter werden. Während zu Beginn die CO_2-Emissionen durch Effizienzgewinne der Verbrennungsmotoren und Hybride weiter gesenkt werden können, wird ab 2030 ein grossflächiger Umstieg auf Elektroautos angenommen, um die Klimaziele auch im Verkehrsbereich zu erreichen.

[7] Althaus, H. J., & Gauch, M. (2011). Vergleichende Ökobilanz individuelle Mobilität - Elektromobilität versus konventionelle Mobilität. Dübendorf: EMPA.

Neben der Effizienz und dem Zubau bei den Erneuerbaren braucht es auch Veränderungen des Konsumverhaltens. Insbesondere einen stärkerer Umstieg auf den öffentlichen Verkehr sowie eine höhere Akzeptanz von Elektrofahrzeugen, welche eine tiefere Reichweite als Benzinfahrzeuge aufweisen. Zusätzlich braucht es auch eine gewisse Genügsamkeit, um das Konsumwachstum zu reduzieren. Diese lässt sich aber durch die Politik nur schwer verordnen sondern muss über Anreize erreicht werden. Bei gewissen Luxus-Gütern wie dem Flugverkehr, wird voraussichtlich ein Verzicht aber unumgänglich sein, weil es kaum möglich ist die Umweltbelastung der Flugzeuge technisch auf ein global verträgliches Mass zu reduzieren.[8] Wiederum werden im Technik-Szenario diese Verhaltensänderungen nur ansatzweise erfolgen, während das Suffizienz-Szenario von einer starken Veränderung des Verhaltens ausgeht.

I.3 Annahmen zur Energieproduktion

Im Papier „Ausstieg aus der Atomkraft 3 Szenarien im Vergleich“ (Grüne Bern, Mai 2011)[9] wurde eine mögliche Entwicklung mit der Variante von AKW-Laufzeiten von 45 Jahren skizziert (Ausstieg bis 2029). Die vorliegende Studie basiert auf dieser Analyse, wurde aber aktualisiert.

Die Wahl der Annahmen ist der kritischste Punkt von Studien dieser Art. Die Annahmen wurden möglichst objektiv getroffen und sind eher konservativ. Unser Wachstumsmodell geht in der Anfangsphase für die Installation neuer erneuerbarer Technologien von einem exponentiellen Wachstum aus, das ab gewissen Schwellenwerten der Installation pro Jahr und der gesamten Installation regulatorisch gedämpft wird.

Dieses Papier gibt zwei mögliche Szenarien einer nachhaltigen Energieversorgung wieder. Da viele für das Energiesystem wichtige technologische und gesellschaftliche Parameter einer beträchtlichen Unsicherheit und einem raschen Wandel unterliegen, ist diese Arbeit als eine Momentaufnahme zu begreifen, welche regelmäßig überarbeitet und erweitert werden muss.

I.3.1 Zubauraten

Abbildung 6 zeigt das verwendete Wachstumsmodell für die Photovoltaik (PV). Für die anderen Erneuerbaren wurde grundsätzlich das gleiche Modell verwendet, wenn auch mit andere Zubauraten (Tabellen 3 und 4).

Erfahrungen aus den Nachbarländern zeigen, dass ein solcher Ausbau bei einer nicht begrenzten kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) durchaus übertroffen werden kann. So wurden z.B. 2011 in Belgien, welches bezüglich Grösse und Bevölkerung mit der Schweiz vergleichbar ist, PV-Anlagen mit einer Leistung von rund 1 GW installiert, was dort (wegen tieferer Besonnung) einer Produktion von 900 GWh entspricht.

[8] Girod, B., van Vuuren, D. P., & Deetman, S. (2012). Global travel within the 2 degree climate target. *Energy Policy*.

[9] Grüne Bern, Mai 2011: http://www.gruenebern.ch/fileadmin/user_upload/user_files/News_2011/Ausstieg_ch_v49-1_gruenes_Layout.pdf

***Tabelle 3**: Annahmen für die Wachstumsmodelle der verschiedenen Energiearten Sz. „Technologie“.*

Erneuerbare Energieart	Installation 2011 [GWh]	Wachstum [% / Jahr]	Max. Installation [GWh / Jahr]	Abschwächung oberhalb kumulierter Installation [GWh]
PV	50	30	900	9‘000 / 14‘000
Wind	20	50	250	4‘500
Wasser	20	20	90	2‘500
WKK	20	30	200	2‘500
Biomasse	20	30	200	2‘500

***Tabelle 4**: Annahmen für die Wachstumsmodelle der verschiedenen Energiearten Sz. „Suffizienz“.*

Erneuerbare Energieart	Installation 2011 [GWh]	Wachstum [% / Jahr]	Max. Installation [GWh / Jahr]	Abschwächung oberhalb kumulierter Installation [GWh]
PV	50	30	700	7‘000 / 11‘000
Wind	20	20	80	2‘000
Wasser	20	20	60	2‘000
WKK	20	30	200	2‘500
Biomasse	20	30	140	2‘500

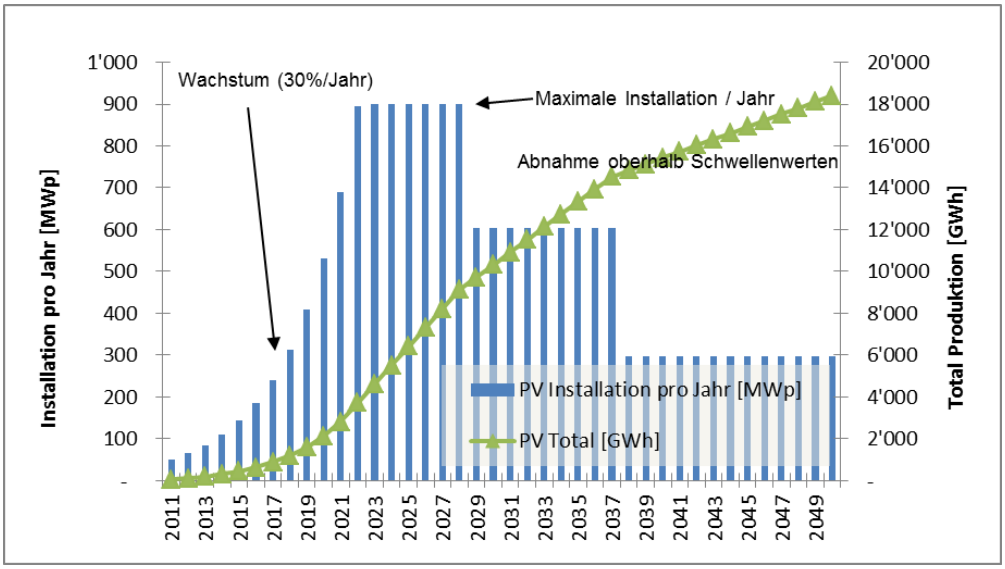


***Abbildung 6**: Verwendetes Wachstumsmodell für die PV (Szenario Technologie).*

Bei der PV wird mit einer für die Schweiz typischen Jahresproduktion von 1000 kWh/kWp und mit einem Anstieg des mittleren Wirkungsgrades von rund 13 auf 20% (im Jahr 2050) gerechnet.

I.3.2 Technische und realisierte Potentiale

Es ist zwischen technischen und den tatsächlich realisierten Potentialen zu unterscheiden. Die technischen Potentiale wären theoretisch möglich, sind aber aus ökonomischen und politischen

Gründen nicht immer opportun, weil sie zu hohen finanziellen Kosten und Nachteilen für andere Umweltanliegen wie Gewässer- oder Landschaftsschutz führen.

Wasserkraft: Bei der Wasserkraft wird nicht das gesamte technische Potential realisiert, sondern nur jenes welche nicht im Widerspruch zur Gewässerschutzgesetzgebung steht. Im Suffizienz-Szenario ist sogar eine leichte Abnahme der Wasserkaftnutzung möglich. Beim Ausbau der Wasserkraft wird zudem berücksichtigt, dass die Produktion auf Grund der einzuhaltenden Restwassermengen und des Klimawandels leicht zurückgehen wird (deshalb ist der Zuwachs netto auf 2,2 / 3,2 TWh begrenzt).[10]

WKK und Biomasse: Für WKK und Biomasse werden nur Holzenergie sowie Energie aus Abfällen von Landwirtschaft und Siedlungen aus der Schweiz berücksichtigt.[11] Da diese Energieproduktion unbestritten ist, wird sie in beiden Szenarien praktisch vollständig genutzt.

Photovoltaik: Die bei der SATW-Studie verwendeten Annahmen für die PV sind technologisch und ökonomisch bereits veraltet und deshalb viel zu tief. Das Potenzial der PV basiert auf der Arbeit von Gutschner und Nowak[12] und einer (unveröffentlichten) Studie des BAFU vom Januar 2012. Um die 17,2 TWh in 2050 zu erreichen, reichen die Photovoltaik-Anlagen auf Gebäuden nicht aus. Zudem könnten etwa 25% der Photovoltaikanlagen in den alpinen Regionen installiert werden, da dort die Produktion besonders im Winter viel höher ist. Deshalb wird langfristig auch von Freiflächenanlagen ausgegangen. Erste Priorität haben aber aus Gründen des Landschaftsschutzes Anlagen auf Gebäuden und Industrieflächen. Im Suffizienz-Szenario werden 4 TWh weniger Solarstrom benötigt, womit auch weniger Freiflächenanlagen notwendig sind.

Windenergie: Das Potenzial der Windkraft basiert auf neueren Schätzung (z.B. AEE[13] oder BFE) und beinhaltet auch Windanlagen in Wäldern. Das rein technische Windenergiepotential beträgt in der Schweiz etwa 20 TWh pro Jahr. Aufgrund des Landschaftsschutzes werden aber im Technik-Szenario bis 2020 nur 2.6 und bis 2050 nur 4.8 TWh realisiert. Im Suffizienz-Szenario sind nur halb so viele Windanlagen notwendig.

Geothermie wird in den Szenarien für die Stromproduktion nicht berücksichtigt, da insbesondere für die Stromproduktion die Unsicherheiten momentan noch zu gross sind und die beiden Szenarien wir eingangs erwähnt auf bereits heute verfügbare Technologien basieren. Geosonden zur Wärmenutzung und andere grosse Wärmespeicher werden jedoch im erhöhten Wirkungsgrad der künftigen Wärmepumpen berücksichtigt.

I.3.3 Kosten

Für die Berechnung der Entwicklung der Stromkosten werden die höheren Kosten des Solarstroms berücksichtigt, welche in den Szenarien eine grosse Bedeutung haben. PV-Kosten werden mit folgenden Rahmenbedingungen gerechnet:

- Aufgrund der Technologiekosten gemäss Peters et al. (2011) sinken die Kosten (LCOE) von 35 Rappen pro kWh in 2010 auf 17 Rappen in 2025 und 14 Rappen in 2035. Für 2050 werden Kosten von 9 Rappen pro kWh angenommen. Diese Kostenentwicklung ist eher konservativ im Vergleich zur ETH Studie (Andersson, Boulouchos, & Bretschger, 2011). In diesem Szenario wird bewusst mit konservativeren Zahlen gerechnet, indem die Kosten bei 12 Rp/kWh festgehalten werden

[10] http://www.satw.ch/publikationen/schriften/39_roadmap_d.pdf (2006)
[11] http://www.satw.ch/publikationen/schriften/39_roadmap_d.pdf (2006)
[12] http://www.netenergy.ch/pdf/BipvPotentialSummary.pdf, (1998)
[13] http://www.energyoptimizer.ch/media/60151/factsheetwindenergied%5B1%5D.pdf

(höhere Installationskosten in der Schweiz wegen relativ kleinen Anlagen und höheren Arbeitskosten).

- Speicherkosten der PV werden wie folgt berechnet: Bis 8 TWh werden keine Kosten verrechnet (diese sind ohne Speicherung integrierbar). Darüber hinaus werden gemäss Peters et al. (2011) Kosten von 6 Rp/kWh für die Speicherung (6 Stunden) berechnet (Abbildung 7). Es wird angenommen, dass die Speicherkosten aufgrund der technischen Entwicklung bis 2050 auf 3 Rp/kWh fallen. In den Szenarien werden die Kosten auf 6 Rp/kWh konstant gehalten.

Die Stromkosten wachsen in den Modellen um 1.5% pro Jahr (Basis 8 Rp/kWh im Jahr 2011). Produktions- und Nachfragedaten basieren auf der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik 2009 des BFE (2010).

I.3.4 Nicht-Erneuerbare Energien

Die Szenarien umfassen eine maximale Laufzeit der AKW von 45 Jahren, wie dies in der Atomausstiegsinitiative der Grünen verlangt wird. In der Annahme, dass eine allfällige Abstimmung im Jahr 2015 stattfinden würde, wird das AKW Beznau I ein Jahr nach Annahme der Initiative 2016 und die beiden AKW Mühleberg und Beznau 2 2017 abgeschaltet.

Die Produktion der konventionellen thermischen Kraftwerke (v.a. Kehrrichtverbrennungsanlagen und WKK) wird von 3 TWh (2011) bis 2050 auf 2.5 TWh linear gesenkt, weil aufgrund des Klimaschutzes weniger fossile verwendet werden dürfen und aufgrund der grünen Wirtschaft weniger Abfälle entstehen.

I.4 Resultate der Energieproduktion

Das Rückgrat der Energieversorgung bleibt die Wasserkraft, die zudem noch ausgebaut wird. Die grösste neue erneuerbare Stromquelle ist die PV (Abbildungen 7 und 8, Tabelle 5).

Die PV-Anlagen können zu einem grossen Teil (ca. 15 TWh oder 120 km^2 Dachfläche) auf den bestehenden Gebäuden gebaut werden. Um die angestrebte Solarenergieproduktion zu erreichen, sind zusätzlich eine gewisse Anzahl von Freiflächen-Anlagen nötig (2 – 5 TWh, entspricht 20 – 40 km^2). Dafür würden sich besonders Flächen (Weiden) über 1000 m.ü.M. eignen: Die höhere Sonneinstrahlung in dieser Höhe würde die Gesamtkosten des Solarstroms reduzieren. Zudem fällt die saisonale Schwankung bei Freiflächen in den Alpen weniger stark aus, da dort im Winter aufgrund besserer Besonnung (kaum Nebel) sowie Reflexion der Strahlung durch den Schnee mehr produziert wird (bei höher gelegenen und stärker geneigten Anlagen beträgt der Winteranteil bis zu 50%). Durch die höhere Einstrahlung in den Alpen und auf dem Jura (rund 50% höher als im Mittelland) und die günstige Installation, ermöglichen Freiflächenanlagen ein schnelles und günstiges Wachstum der PV.

Um das Ziel von 4.8 TWh Windenergie (6%) beim Szenario „Technologie“ zu erreichen, müssen ca. 80 Windparks mit 10 Anlagen in den Gebieten mit genügend Wind (Jura, Voralpengipfel, Alpenpässe und erhöhte Mittellandstandorte) aufgestellt werden. Der Hauptvorteil der Windenergie sind neben den bereits heute wettbewerbsfähigen Kosten (an windstarken Standorten) die gute Ergänzung zum Solarstrom, da in der Schweiz im Winterhalbjahr und bei tiefdruckbestimmtem Wetter (mit wenig Sonne) mehr Windenergie anfällt. Aus ökonomischer Sicht sollte die Windenergie vor allem vor 2025 stärker zugebaut werden, wenn die PV-Kosten noch höher als beim Wind sind. Das grösste Hindernis für die Realisierung des Windenergiepotentials sind die langen und komplizierten Planungsverfahren. Doch die Verbesserung der Technologie, wie Reduktion der Geräusche, erlauben diese Konflikte zu

entschärfen. Zusätzlich sind Massnahmen zur Vereinfachung der Verfahren notwendig (siehe Teil 2). Das Windpotenzial ist allerdings in der Schweiz im internationalen Vergleich relativ bescheiden (rund 5 Mal tiefer als die PV). Wenn das Windpotenzial nicht vollständig ausgeschöpft werden kann, würde deswegen die Umsetzung der Energiewende nicht gefährdet (die Windkraftproduktion müsste mit Windstromimporten oder mehr PV-Strom ausgeglichen werden).

Bei der Biomasse (v.a. Holz) und bei der WKK wird bis 2050 je ein realisiertes elektrisches Potenzial von 3.5 TWh gesehen. Dieses kann wie beim Wind relativ rasch umgesetzt werden und soll auch zum zeitlichen Ausgleich der Solar- und Windenergie genutzt werden (dazu müssen die Vergütungen so angepasst werden, dass diese Kraftwerkstypen vermehrt bedarfsabhängig produzieren). Auf eine Biomasseproduktion erster Generation (wie z.B. Mais für Biogasanlagen) sollte verzichtet werden, da dies sowohl ökologisch wie ethisch nicht vertretbar ist.

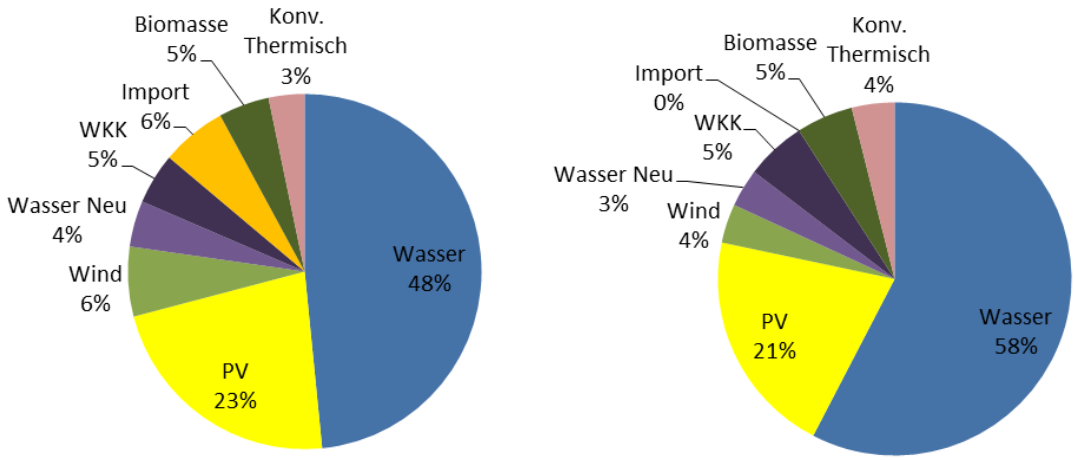
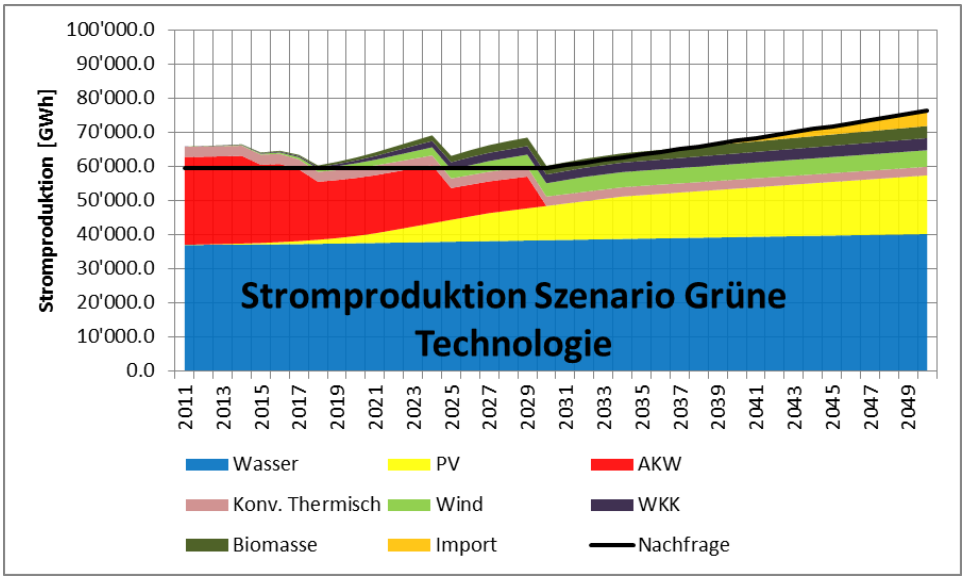


Abbildung 7: *Energieanteile 2050 beim Szenario „Technologie“ (links) und „Suffizienz“ (rechts).*



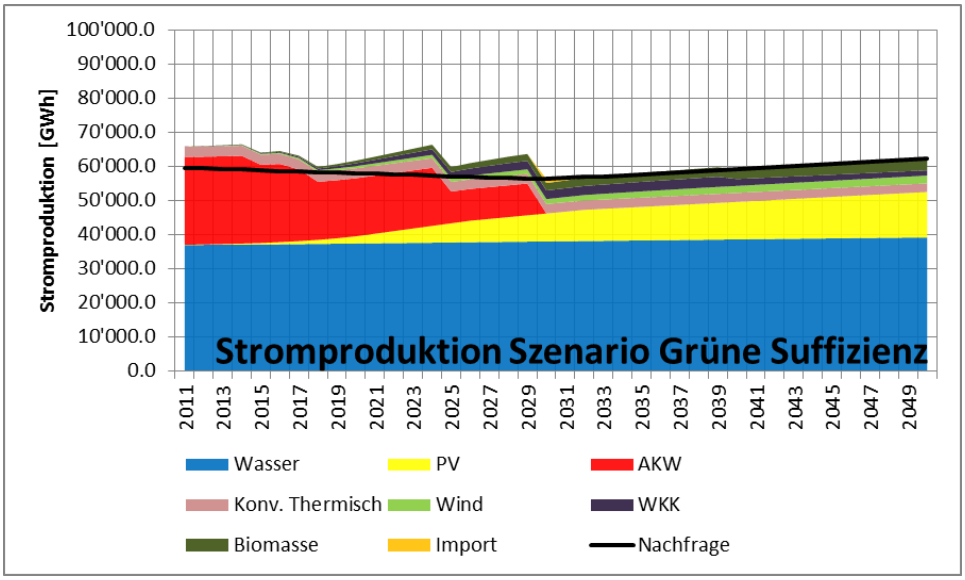


Abbildung 8: *Entwicklung der Stromproduktion bis 2050 gemäss Grünem Szenario (Atomausstieg bis 2029 – Laufzeit der AKW 45 Jahre).*
Tabelle 5: *Stromproduktion 2025 und 2050 in TWh in beiden Grünen Szenarien.*

	Technologie 2025	Technologie 2050	Suffizienz 2025	Suffizienz 2050
Wasser	38.0	40.2	37.7	39.2
PV	6.4	17.2	5.6	13.3
Wind	2.6	4.8	1.0	2.3
WKK	2.1	3.6	1.8	1.5
Biomasse	1.8	3.5	1.5	3.3
Summe EE neu	14.0	32.6	10.7	22.7
Konv. Thermisch	2.8	2.5	2.8	2.5
Import	-0.3	4.6	-2.0	0.0
AKW	9.3	0.0	9.3	0.0
Summe	63.1	76.4	59.8	62.2
Verbrauch	63.4	76.4	57.7	62.2

I.4.1 Erneuerbare Wärmeproduktion

Das Potenzial der solarthermischen Anlagen wird 2025 auf 2 TWh geschätzt und 2050 auf 6 TWh (ca. 1/3 des möglichen Potenzials). Die Dachflächen (rund 2 m^2 pro Kopf) reichen für die 6 TWh neben der Nutzung der PV gut aus. Solarthermische Anlagen senken indirekt auch den Strombedarf, da sie elektrische Systeme (Boiler) ersetzen und auch zur saisonalen Wärmespeicherung (z.B. mittels Geosonden) dienen können. Alleine mit kleinen Solaranlagen für die Warmwasserproduktion liesse sich einfach und rasch 1 TWh Strom sparen. Beim Holz (2010: 10 TWh) wird von einem Potenzial von 14 TWh Wärme ausgegangen (zusätzlich zu ca. 2 TWh Strom). Das Total der erneuerbaren Wärme (ohne Abwärmenutzung) beläuft sich damit auf 20 TWh.

I.4.2 Erneuerbarer Stromimport

In den Szenarien werden die Bezugsrechte für französischen AKW-Strom durch Bezugsrechte für Windenergie ersetzt (in der Grafik nicht eingezeichnet). Zwar ist eine Durchleitung im liberalisierten Strommarkt nicht mehr garantiert. Doch durch den Kauf oder die direkte Beteiligung am Bau von Windparks kann eine ähnliche Versorgungssicherheit erreicht werden. Während Onshore Windenergie bereits wettbewerbsfähig ist, wird dies für Offshore-Windanlagen bald der Fall sein. Insbesondere für letztere Option ist die Entwicklung eines europäischen Supergrid (mit verlustarmen Hochspannungs-Gleichstromleitungen) wichtig. Je höher die Vernetzung, desto grösser ist der regionale Ausgleich, desto geringer fällt der benötigte Speicherbedarf aus. Die Schweizer Wasserkraftwerke wären damit gut geeignet, um zum Ausgleich des fluktuierenden Solar- und Windstromanteils aus dem Ausland beizutragen.

I.5 Ausbau des Stromsystems

I.5.1 Kurzzeitige Speicher

Wie in Abbildungen 7 und 8 ersichtlich, ist in der Schweiz die Photovoltaik (PV) die grösste neue erneuerbare Energiequelle. Die PV hat allerdings den Nachteil, dass diese, wenn in der notwendigen Grössenordnung eingesetzt, zusätzliche Speicher notwendig macht, da die Sonneneinstrahlung unregelmässig und vor allem im Sommer einfällt (70% im Sommerhalbjahr, 30% im Winterhalbjahr bei Anlagen im Mittelland). Bei der Speicherung sind sowohl neue kurzzeitige (Tag/Nacht) als auch saisonale (Sommer/Winter) Kapazitäten nötig.

Abbildung 9 zeigt die gesamtschweizerische Stromproduktion an 10 Tagen im Frühjahr 2015. Die Grundlast wird durch AKW und Laufwasserkraftwerke geliefert. Die Spitzenlast durch Speicherkraftwerke (zu einem kleinen Teil auch durch Pumpspeicherkraftwerke und Import).

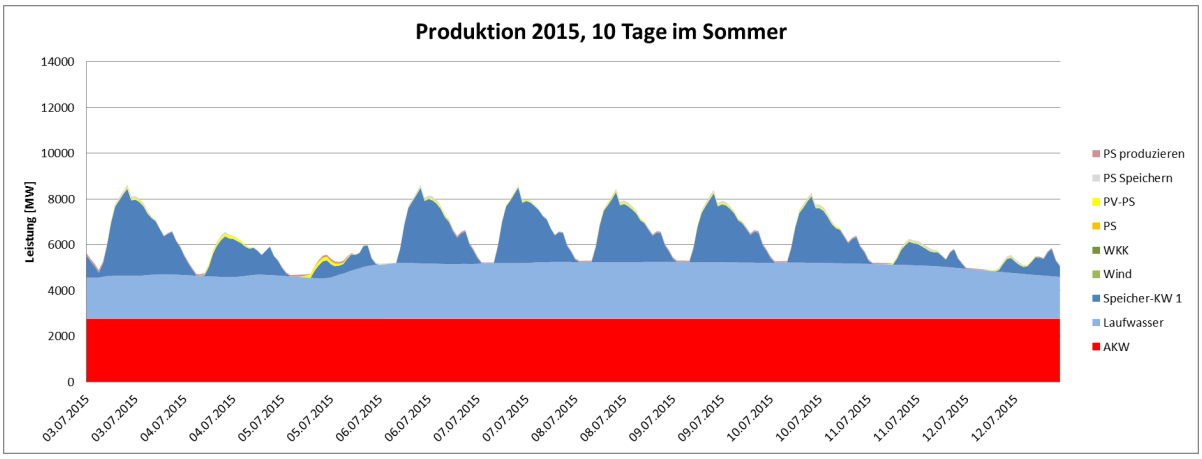
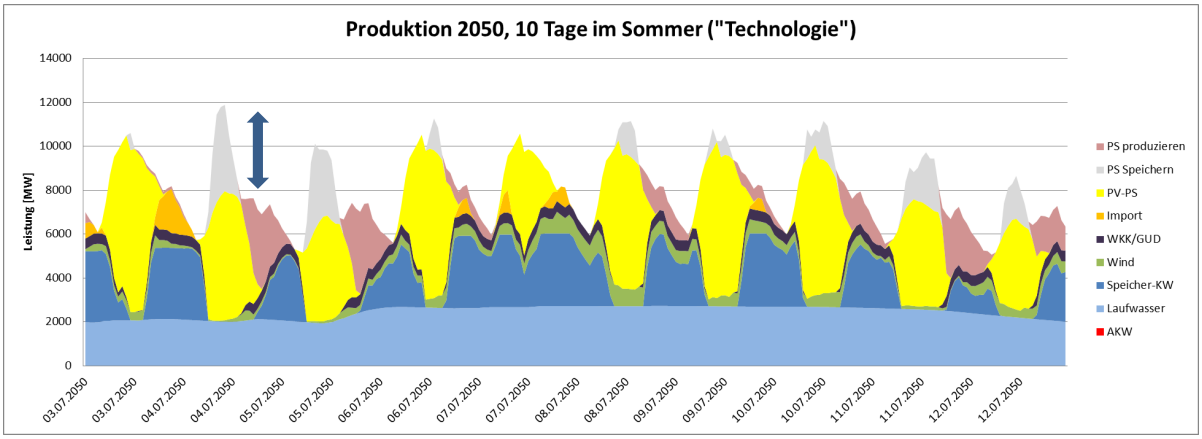


Abbildung 9: *Verlauf der gesamtschweizerischen Stromproduktion im Frühjahr 2015 (modelliert mit Wetterdaten von 2009).*



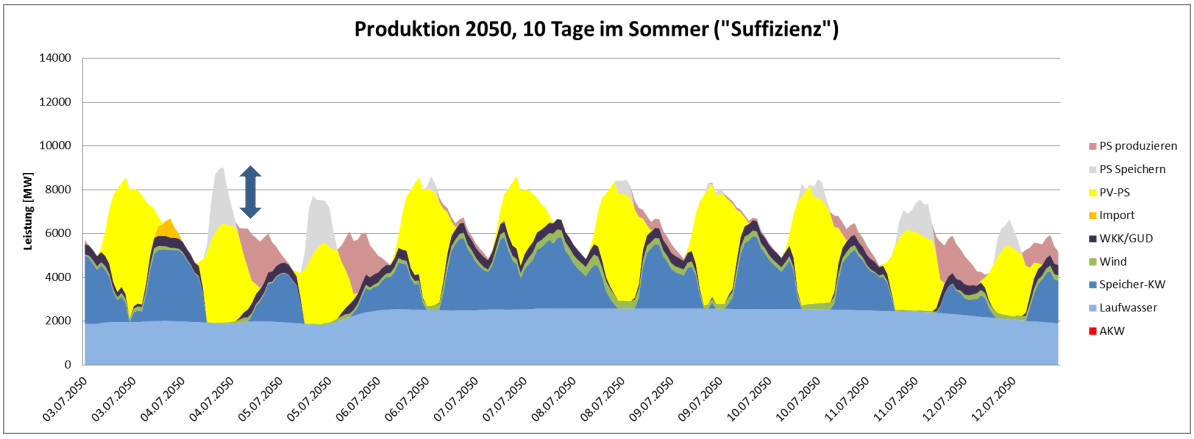


Abbildung 10: *Verlauf der gesamtschweizerischen Stromproduktion im Frühjahr 2050 (modelliert mit Wetterdaten von 2009) für das Szenario Technologie (oben) und Suffizienz (unten). Der gelbe und hellgraue Bereich zeigt die Produktion der PV-Anlagen, wobei der hellgraue Bereich zwischengespeichert wird. Der tägliche Speicherbedarf erhöht sich mit der PV stark (blauer Pfeil entspricht ca. 3.5 GW).*

Abbildung 10 zeigt den Verlauf der Stromproduktion im Jahr 2050 während den gleichen 10 Tagen im Frühjahr (wie Abbildung 9 auch mit dem Wetterverlauf des Jahres 2009).

Die gemessene Last (des Jahres 2009) wurde beim Szenario „Technologie“ linear um rund 25% erhöht. Bei der Produktion sind die Unterschiede zwischen 2015 und 2050 allerdings viel markanter. Die hohen PV-Spitzen (gelber und grauer Bereich; bis. ca. 12 GW) müssen durch geeignete Massnahmen ausgeglichen werden. In Abbildung 10 geschieht der Ausgleich mit Pumpspeicherung (PS). Am Tag wird Strom gespeichert (hoch gepumpt, hellgrau), am Abend wird produziert (PS produzieren, lachsfarbig). Der Ausgleich kann aber auch durch dezentrale Batterien oder Verlagerung der Last geschehen (demand response). Eine vollständige Stromversorgungsautarkie macht aus ökonomischen und ökologischen Überlegungen keinen Sinn. Deshalb geht das Grüne Szenario davon aus, dass ein Teil des saisonalen Ausgleiches durch Importe im Frühjahr gedeckt werden kann. Im Anhang II sind die entsprechenden Jahresverläufe der Abbildungen 9 und 10 dargestellt.

In der Modellierung wird bereits berücksichtigt, dass nicht alle Solaranlagen nach Süden ausgerichtet sind. Die stärkere Variation der Ausrichtung dämpft den gesamtschweizerischen Ausgleichsbedarf nur gering.

Der Speicherbedarf im zeitlichen Bereich Tag/Nacht wird markant steigen. **Ausgleichleistungen von 4 – 7 GW werden bei beiden Szenarien benötigt**. Heute sind in der Schweiz 1.5 GW Pumpspeicherleistung installiert und weitere 4.5 GW sind in Ausbau oder Planung. Auch wenn weder Lastverschiebung noch dezentrale Speicher verwendet werden - was unrealistisch ist und auch ökonomisch nicht sinnvoll wäre - würde der momentane Ausbau der Pumpspeicherung (Linth-Limmern, Nant de Drance, Grimsel, Lago Bianco, Veytaux-Hongrin) bis ca. 2045 ausreichen, wenn diese Kapazität nur für die Schweiz verwendet wird (Abb. 11). Aus einer europäischen Perspektive und in Kombination mit der Windenergie kann jedoch eine weitere Erhöhung der Pumpspeicherkapazitäten sinnvoll sein, insbesondere dort, wo Synergien mit dem Gewässerschutz bestehen in dem die für die Pumpspeicherung notwendigen Rückhaltebecken den Schwall und Sunk senken, welche für Flora und Fauna der Gewässer schädlich sind.

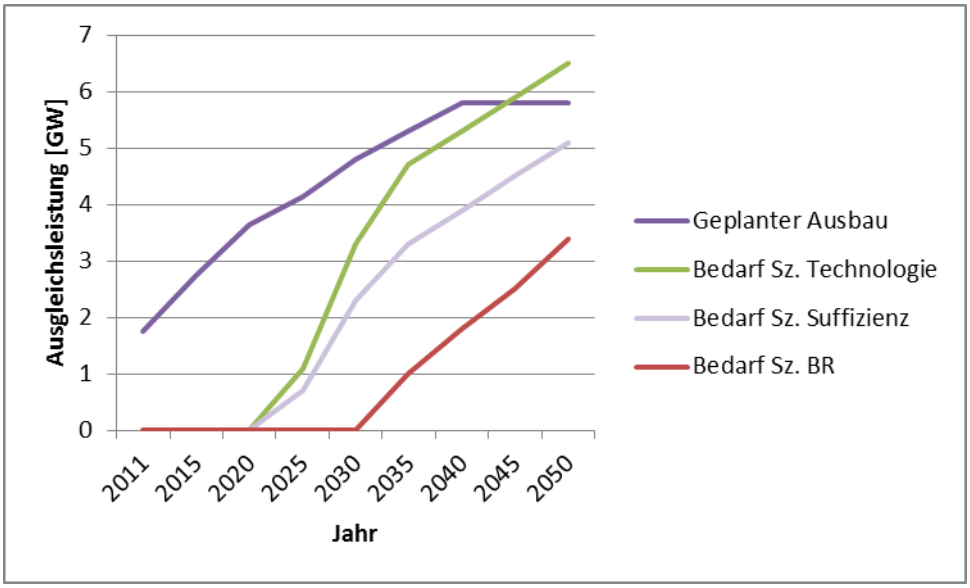


Abbildung 11: *Zunahme des Bedarfs zum Ausgleich der Schwankungen der erneuerbaren Energien in der Schweiz (ohne smart grids oder dezentrale Batterien). Der geplante Ausbau auf knapp 6 GW reicht bis 2045 – 2050 aus. Beim Szenario des Bundesrats (BR) mit höheren GUD-Anteilen steigt der Bedarf weniger stark und später an.*

Abbildung 12 zeigt den Zusammenhang zwischen der installierten PV-Leistung und dem Bedarf an Ausgleichsleistung. Die Ausgleichsleistung kann mittels Pumpspeicherung, Batterien oder auch Lastverschiebung (demand response) geschehen. Für alle drei Optionen ist die Entwicklung von smart grids notwendig, also Niederspannungsnetzen, in welchen Lasten und Produktion sowie Transformation für Mittelspannungsnetzte besser gesteuert werden können. Rund ein Drittel der installierten PV-Leistung müsste 2050 gespeichert werden können. Durch den hohen Anteil der PV wird der Speicherbedarf v.a. durch diese verursacht. Der Wind (ca. 2,5 GW) benötigt ca. 0,8 GW Ausgleichsleistung (also auch etwa 1/3 der installierten Leistung). Der Leistungsbedarf wurde so definiert, dass dieser dem 99.9% Quantil der Stundenwerte entspricht.

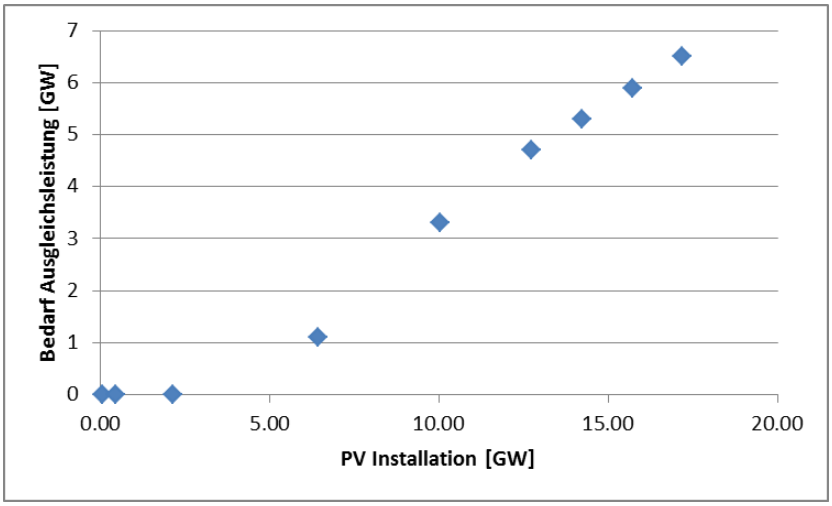


Abbildung 12: *Bedarf der Ausgleichsleistung in Abhängigkeit der installierten PV-Leistung . Die benötigte Speicherleistung beträgt rund einen Drittel der PV-Leistung (6 GW bei 18 GW PV).*

Der notwendige maximale 24-Stunden Energiespeicher beträgt rund 35 GWh. Der Speicherseeinhalt beträgt in der Schweiz je nach Jahreszeit 1.0 - 8.8 TWh. Die kurzfristige Energiespeicherkapazität ist deshalb keine Limitierung der PV Energie in der Schweiz. Die maximale Importleistung beträgt 2.7 GW beim Szenario „Suffizienz“ und 5.5 GW beim Szenario „Technologie“.

Da beim Szenario „Suffizienz“ weniger Wind und PV gebaut werden, sind die auszugleichenden Stromspitzen etwa 25% kleiner. Die Ausgleichsleistungen müssen trotzdem gegenüber heute stark ausgebaut werden. Da beim Suffizienz-Szenario gleichzeitig die Last kleiner ist (Abb. 10) und der relative Anteil der PV bei beiden Szenarien praktisch gleich ist (Abb. 7) nimmt die Ausgleichsleistung nicht linear ab.

I.5.2 Netzausbau

Der Netzausbau ist ohne dynamische Simulation schwierig zu beziffern. Entsprechende Arbeiten wurden an der ETH in Angriff genommen sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Das bestehende Netz muss sicherlich an die erneuerbare dezentrale Energieproduktion angepasst werden. Wie die Entwicklung in Deutschland zeigt, ist ein Ausbau des PV-Stroms auf 4% der jährlichen Stromproduktion noch ohne grössere Investitionen in die Netze möglich. Mittelfristig müssen einige Niederspannungsnetze und Transformatoren wegen der hohen PV-Durchdringung ausgebaut werden (statische Transformatoren müssen z.B. mit regelbaren ersetzt werden). Je nach Verwendung der Potenziale zur Lastverschiebung und dezentralen Stromspeicherung müssen die Verbindungen zwischen den Pumpspeicherwerken und dem Mittelland (wo viele PV-Anlagen auf den Hausdächern stehen werden) ebenfalls ausgebaut werden. Im Jura müssen zudem Mittelspannungsnetze wegen der Windkraft verstärkt werden. Der Ausbau ist somit eher auf der Nieder- und Mittelspannungsebene als – wie momentan geplant – auf der Höchstspannungsnetz-Ebene nötig. Das erleichtert den Bau der Leitungen, da diese nicht gleichermassen umstritten, günstiger und meist im Boden verlegt sind. Der Netzausbau kann weitgehend ohne Bau zusätzlicher Strommasten und oberirdischer Leitungen geschehen, in dem folgende Strategien angewendet werden:

- Unter den Boden: Heute bestehen technische Möglichkeiten, alle Leitungen bis zur Höchstspannungsleitung unterirdisch zu führen. Beim Bau kleiner Tunnel entstehen dadurch oberirdisch keine Veränderungen und lassen sich sogar Leitungen durch bergige Gebiete

unter den Boden verlagern. Eine solche Netzführung ist mit zusätzlichen Kosten verbunden, damit kann jedoch die Landschaft geschont werden und der Netzausbau kann schneller umgesetzt werden, da die Widerstände viel geringer sind.

- Koordination: Noch immer sind viele Netze schlecht ausgelastet, weil die Kooperation zwischen den verschiedenen Elektrizitätswerken ungenügend ist. Durch eine bessere Kooperation lassen sich viele Netze besser auslasten ohne neue Leitungen bauen zu müssen. Darum soll auch die 150-kV-Spannungsebene in die nationale Netzgesellschaft Swissgrid integriert werden. Ein Ausbau der internationalen Vernetzung (für lange Distanzen mit neuen verlustarmen Hochspannungs-Gleichstromnetzen) ist sinnvoll und zu unterstützen, denn er dämpft den Speicherbedarf signifikant, da sich auf Grund der Dimension der Wetterphänomene (z.B. Grösse von Tiefdruckzellen oder Wolken) eine starke räumliche Mittelung ergibt. Wie schnell der Ausbau erfolgt, ist jedoch schwierig abzuschätzen. Deshalb gehen die Szenarien nicht von einer starken internationalen Vernetzung aus, auch wenn die Grünen eine gute Zusammenarbeit mit der EU und damit eine gemeinsame Strategie zur Förderung der Erneuerbaren Stromversorgung unterstützen.

I.5.3 Saisonaler Ausgleich

Gleichzeitig zum Ausbau der Erneuerbaren müssen die bestehenden AKW in den nächsten Jahrzehnten abgeschaltet werden. Die AKW in der Schweiz liefern heute im Winter etwas mehr Strom als im Sommer (wegen den Revisionszeiten im Sommer). Im Winterhalbjahr weist die Stromproduktion im Landesinnern bereits heute eine Unterdeckung auf, da die Speicher- und Laufkraftwerke mehr Strom im Sommer als im Winter produzieren (wegen der Schneeschmelze in den Bergen und höheren Niederschlägen im Sommer). Die Umstellung von AKW- auf PV-Strom erhöht diese Unterdeckung bei beiden Szenarien stark. Mit jedem abgeschalteten AKW erhöht sich die saisonale Deckungslücke.

Eine hundertprozentige Deckung der Produktion im Winter im Inland macht aus ökonomischen und ökologischen Gründen keinen Sinn. Trotzdem sollte aus versorgungstechnischen Gründen das Defizit nicht allzu hoch ausfallen, denn ein starker Import nur im Winter wird zu einem grossen Teil aus AKW, Kohle- und insbesondere Gaskraftwerken stammen.

Wie hoch der gesamte Speicherbedarf in der Schweiz genau sein wird, hängt deshalb von verschiedenen schwer vorhersagbaren Faktoren ab. Zudem besteht im Gegensatz zu Deutschland[14] keine dynamische Studie für die Schweiz (ein Manko, dass das BFE oder das BAFU rasch beheben sollten).

Diese Studie basiert auf einfachen Annahmen und Modellen und kann nur die ungefähre Grössenordnung der benötigten Speicher wiedergeben. Es wurde die Annahme getroffen, dass im Sommer in Zukunft nur noch wenig Strom (Wasser oder PV) exportiert werden kann (wegen PV-Stromproduktion in den Nachbarländern).

Für die Abschätzung des zusätzlich benötigten Ausgleichsbedarfs wird der modellierte Zufluss zu den Speicherkraftwerken mit und ohne Klimawandel berücksichtigend verwendet. Beim Klimawandel wird eine Erwärmung von 1°C angenommen, welche ein späteres Einschneien und eine frühere Schneeschmelze zur Folge hat. Änderungen des Niederschlagsverhalten (intensivere Niederschläge, längere Trockenperioden, Verschiebung zu mehr Winterniederschlägen) sind nicht berücksichtigt.

[14] http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3997.pdf

Abbildung 13 zeigt mögliche Entwicklungen des zusätzlichen saisonalen Ausgleichsbedarfs.

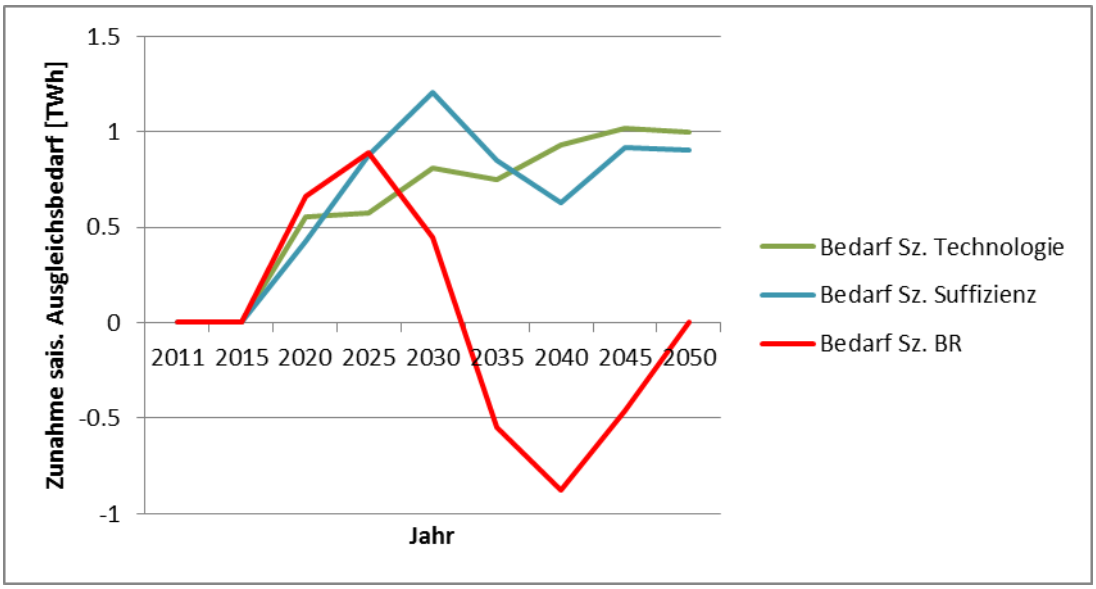


Abbildung 13: *Zunahme des saisonalen Speicher/Ausgleichsbedarfs je nach Szenario unter Berücksichtigung der Klimaerwärmung.*

Der Verlauf ist nicht linear sondern hängt insbesondere vom Anteil der GUD ab (deswegen zeigt der Bedarf beim Szenario des Bundesrates ein Minimum um 2040). Die grossen Unterschiede des benötigten zusätzlichen Ausgleichsbedarfs weisen auch darauf hin, dass bei dieser Berechnung die Unsicherheit viel grösser als beim täglichen Ausgleich ist. Beim Suffizienz-Szenario ist der Speicherbedarf 2050 rund 20% kleiner als beim Technologie-Szenario. Dies begründen wir damit, dass bei diesem Szenario 4 TWh weniger Solarstrom zugebaut wird. Da aber auch weniger Windenergie (2 TWh) zugebaut und die Wasserkraft weniger ausgebaut wird, nimmt der Ausgleichbedarf nicht so stark ab. Der saisonale Ausgleich ist also für beide Szenarien wichtig.

Im Folgenden werden verschiedene Strategien zum saisonalen Ausgleich betrachtet (siehe auch Zusammenfassung in Tabelle 6):

Erhöhung der Staumauern: Die Erhöhung von bestehenden oder der Bau von neuen Talsperren ermöglicht die Erhöhung der saisonalen Speicher. Heute kann in der Schweiz ca. 8.8 TWh Strom in Speicherkraftwerken gespeichert werden. Abbildung 14 zeigt den heutigen Verlauf der Produktion der Speicherkraftwerke, den modellierten Zufluss 2050 inkl. Klimawandel (in Energiewerte umgerechnet) und den für einen weitgehenden saisonalen Ausgleich benötigten Verlauf der Produktion.

Damit diese Verlagerung möglich wird, müssten die Speicher stärker ausgereizt werden und um ca. 1.0 TWh (10%) erhöht werden (Abbildung 13). Die Klimaerwärmung wird dem wachsenden saisonalen Speicherbedarf entgegenwirken, da v.a. die Schneeschmelze früher beginnen wird. Der Klimawandel dürfte den Speicherausbaubedarf gemäss diesen Abschätzungen um mehr als 50% senken.

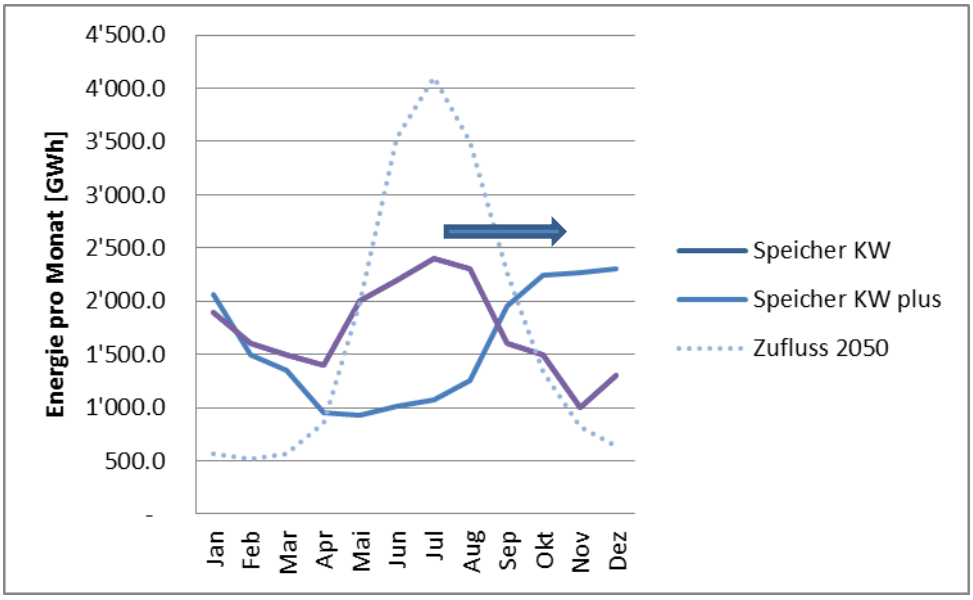


Abbildung 14: *Monatliche Produktion der Speicher-Kraftwerke ohne Speichererhöhung (Speicher KW) und mit möglicher Speichererhöhung (Speicher KW plus) im Szenario Technologie. Punktiert: modellierter Zufluss 2050 zu den Speicherkraftwerken. Um den saisonalen Ausgleich zu ermöglichen, müsste die Produktionsspitze vom Sommer in den Spätherbst/Winter verlagert werden (blauer Pfeil).*

Gaskraftwerke/WKK: Beim Szenario, das der Bundesrat im April 2012 veröffentlicht hat (ca. 14 TWh WKK und GUD und 10 TWh PV) würde der saisonale Speicherausbau für die inländische Produktion nicht benötigt, da die Gaskraftwerke den saisonalen Ausgleich übernehmen könnten. In einem grünen Szenario dürfen solche Kraftwerke aber nur mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Das einheimische Biomasse-Potential wird in beiden Szenarien („Technik“ und „Suffizienz“ bereits aufgebraucht. Weitere Gaskraftwerke oder WKK wären deshalb aufgrund des Klimaschutzes nur mit einem Anschluss an das in Deutschland wahrscheinlich notwendige „Power to Gas“ System (mittels Elektrolyse und Methanisierung von überschüssigem PV- und Windstrom erzeugtes synthetisches Erdgas) möglich. Der Wirkungsgrad (Strom-Strom) beträgt ca. 40% und die Kosten liegen auch mit Grosstechnologie zwischen 8 und 20 Rp/kWh.[15] Ob dieses System den relativ günstigen Strom aus Speicherkraftwerken in der Schweiz konkurrenzieren kann, ist aus heutiger Sicht fraglich.

Mehr PV-Anlagen in den Bergen: Ein grösserer Anteil an Freiflächen-PV-Anlagen in den Alpen verringert die Deckungslücke im Winter, da diese im Sommer und Winter praktisch gleich viel produzieren (weniger Nebel im Winter; steilere Neigungswinkel ermöglichen die Aufnahme der reflektierten Strahlung vom Schnee). PV-Anlagen mit einer Gesamtfläche von z.B. 4 km^2 in den Alpen könnten ca. ¼ TWh Winterstrom liefern. Freiflächen-PV-Anlagen auf Industrieflächen, Parkplätzen, entlang von Autobahnen, Transportanlagen oder Stauseen sind dabei zu priorisieren. Wichtig ist eine gute Raumplanung, die Freiflächenanlagen an gewissen Orten ermöglicht und anderen verbietet (Abbildung 15).

Mehr Windkraft: Zusätzliche 10 Windparks mit je 10 Anlagen (produzieren zu 60% im Winterhalbjahr) oder entsprechender Import könnten ebenfalls rund ¼ TWh Winterstrom liefern.

[15] alleine Deutschland weist einen Speicherbedarf von rund 80 TWh auf.

Mehr Effizienz: Stromsparen ist grundsätzlich bereits im Stromverbrauchszenario enthalten (siehe 2.1). Der Wirkungsgrad der Wärmepumpen könnte nur weiter erhöht werden, wenn in den neuen und sanierten Gebäuden Wärmepumpen mit grossen Speichern gebaut würden, welche als saisonaler Speicher dienen und die Jahresarbeitszahl auf 7 erhöhen.[16] Für den saisonalen Ausgleich müssten Geosonden 5 - 700 m tief sein. Aufgrund der ermöglichten Effizienzsteigerung wird diese Technologie von den Grünen unterstützt, ist aber erst noch weiter zu erproben.

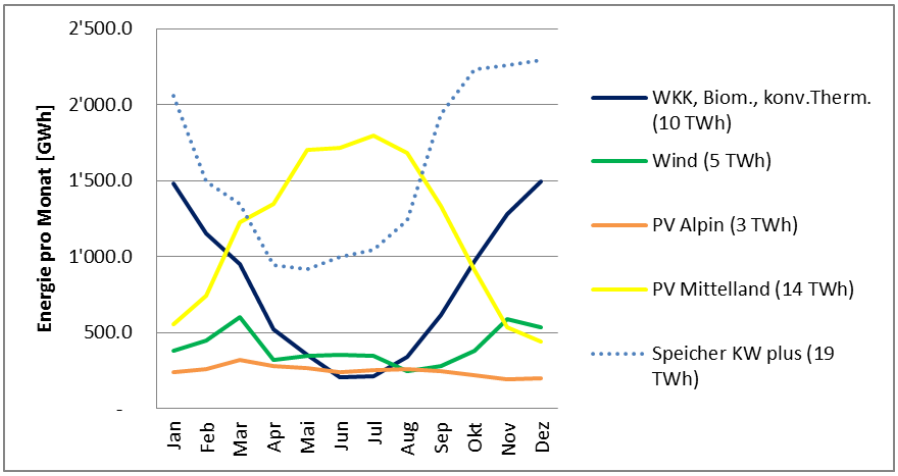
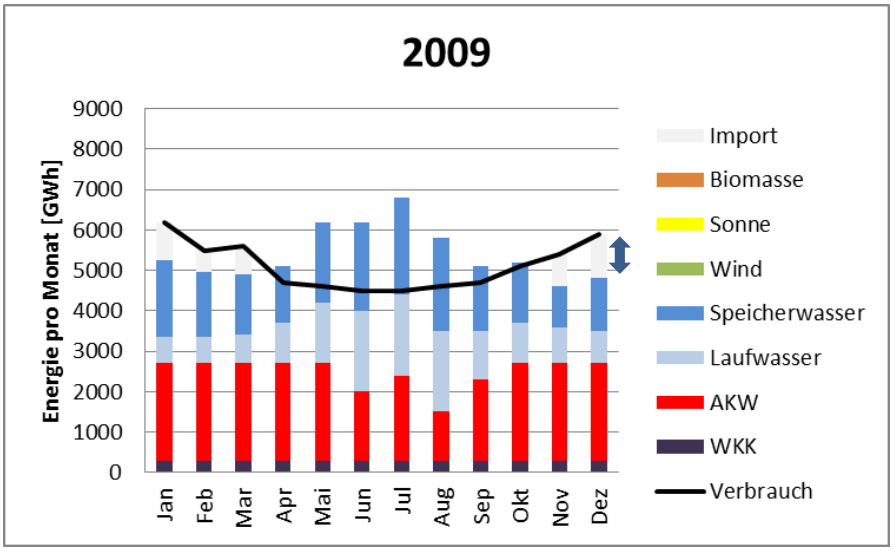


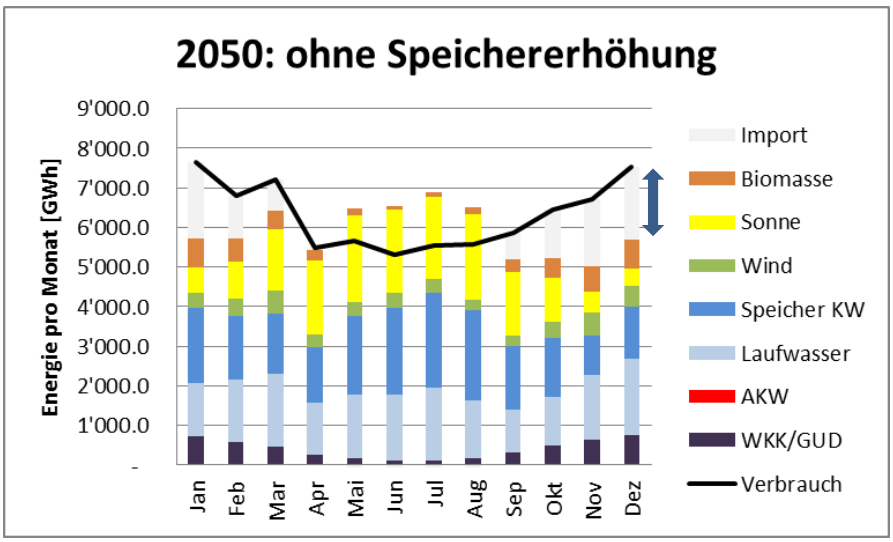
Abbildung 15: *Monatliche Produktion der WKK, Biomasse und konv. thermischen Anlagen, sowie der Windkraftanlagen und der PV in den Alpen („Alpin“: Samedan, 60°S) und Mittelland (Bern, 30°S) im Szenario Technologie (in Klammern: Jahresproduktion).*

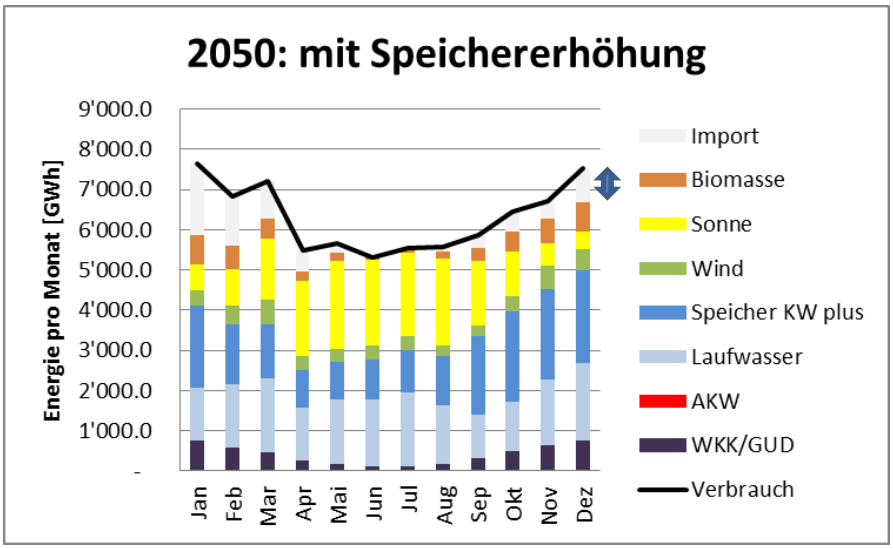
Tabelle 6: *Zusammenfassung der Ausgleichsoptionen für die Produktion von 0.25 TWh Strom während dem Winter.*

Ausgleichsmassnahme	Beschreibung, Beispiel
PV-Anlagen Mittelland	8 km^2 Fläche (50% Belegung der Fläche)
PV-Anlagen Mittelland, saisonal gespeichert mit Power-to-Gas	6 km^2 Fläche (50% Belegung der Fläche)
PV-Anlagen in Alpen	4 km^2 Fläche (50% Belegung der Fläche)
Staumauererhöhungen	0.87 km^2 (23 m Erhöhung, zusätzliches Speichervolumen 75 Mio. m^3, 1300 m Fallhöhe)
Windparks a 10 Windkraftanlagen a 2 MW	8 Windparks
Zusätzliche Suffizienz	Ca. 0.5 °C tiefere Raumtemperatur in allen Gebäuden der Schweiz (2050 mit Annahmen unter I.2.2)
GUD-Kraftwerk	100 MW Leistung (Betrieb v.a. im Winter) (entspricht ¼ eines durchschnittlichen GUDs)

[16] Leibundgut, H. (2011). LowEx Building Design. Zürich: vdf Hochschulverlag.


2009
Energie pro Monat [GWh]
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Jan
Feb
Mar
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Import
Biomasse
Sonne
Wind
Speicherwasser
Laufwasser
AKW
WKK
Verbrauch


2050: ohne Speichererhöhung
Energie pro Monat [GWh]
9'000.0
8'000.0
7'000.0
6'000.0
5'000.0
4'000.0
3'000.0
2'000.0
1'000.0
-
Jan
Feb
Mar
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Import
Biomasse
Sonne
Wind
Speicher KW
Laufwasser
AKW
WKK/GUD
Verbrauch


2050: mit Speichererhöhung
Energie pro Monat [GWh]
9'000.0
8'000.0
7'000.0
6'000.0
5'000.0
4'000.0
3'000.0
2'000.0
1'000.0
-
Jan
Feb
Mar
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Import
Biomasse
Sonne
Wind
Speicher KW plus
Laufwasser
AKW
WKK/GUD
Verbrauch

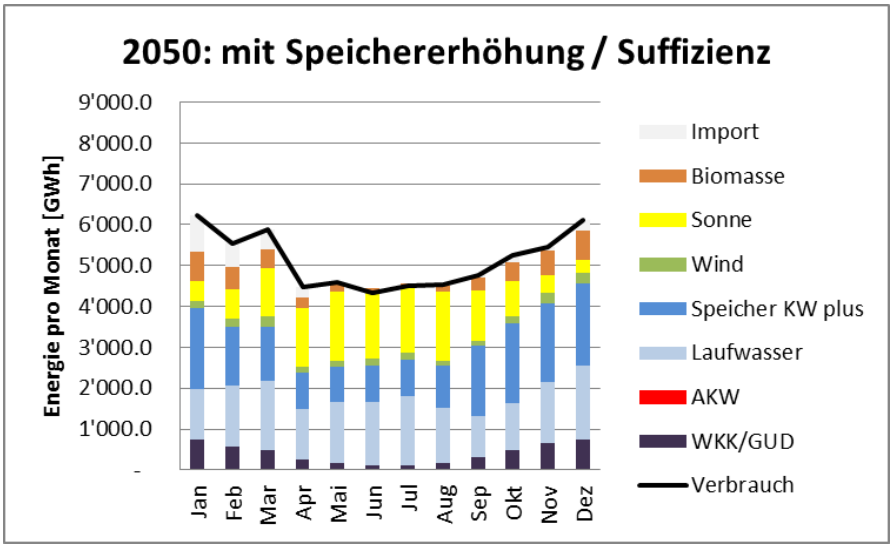


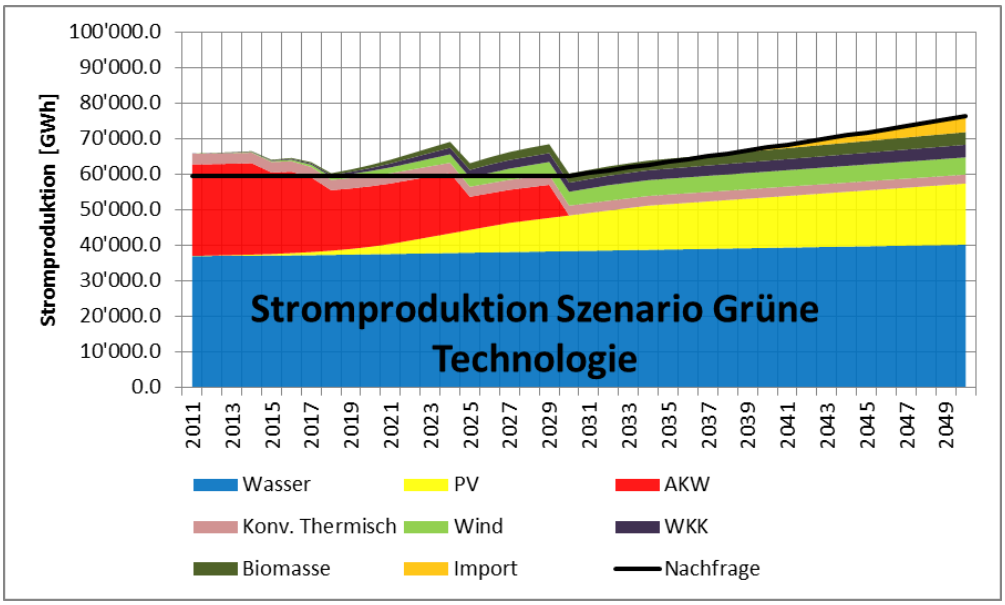
Abbildung 16: *Monatliche Produktion und Last in der Schweiz im Jahr 2009 und 2050 (Mitte: ohne, unten: mit Erweiterung des saisonalen Speicher Ausgleichs um ca. 1.5 – 2.5 TWh). Der saisonale Import- resp. Speicherbedarf erhöht sich in Zukunft stark (mit blauem Pfeil angedeutet).*

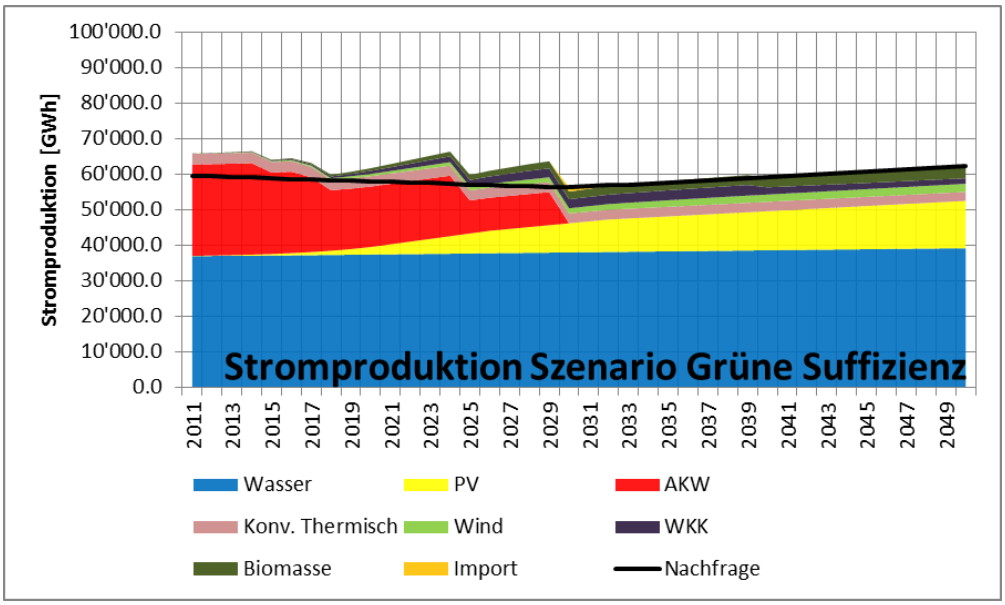
Bis 2050 wird sich die saisonale Unterdeckung je nach Ausbau der Speicherwerke weiter erhöhen. Falls dies verhindert werden soll, müssen die aufgeführten Massnahmen verstärkt werden.

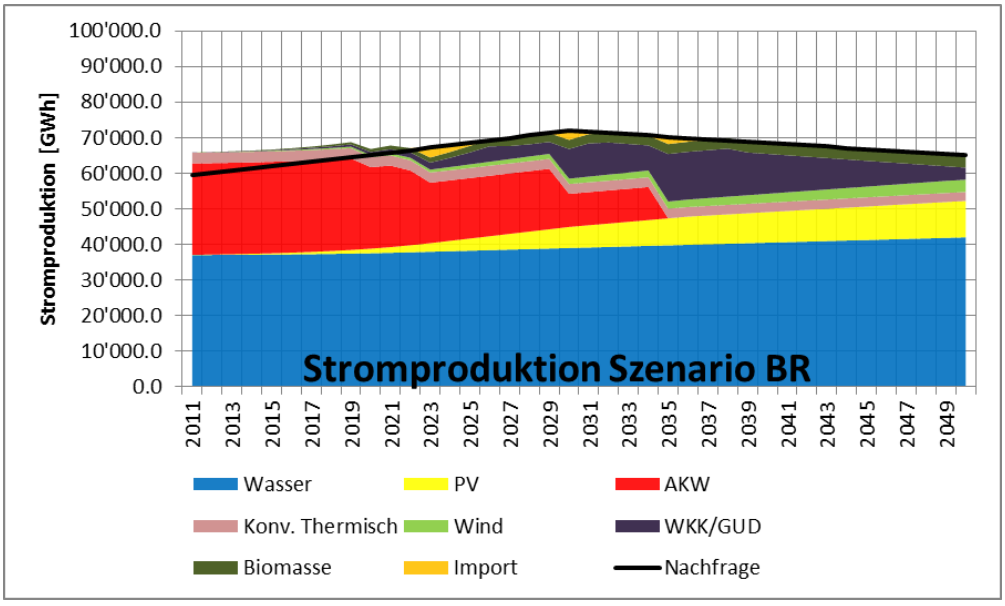
I.3 Vergleich der Szenarien

Abbildung 17 zeigt die verschiedenen zur Diskussion stehenden Szenarien, welche sich wie folgt charakterisieren lassen:

- Grüne Szenarien: Rascher Zubau der Erneuerbaren und Effizienzmassnahmen welche vor 2020 greifen.
  - Technologie: stärkerer Zubau, weniger Suffizienz
  - Suffizienz: weniger starker Zubau, mehr Suffizienz
- BR: Langsamer Zubau der Erneuerbaren und Effizienzmassnahmen, welche erst nach 2035 greifen.
- Atom-Lobby: Ersatz der AKW mit neuen AKW und keine Effizienzmassnahmen.
- Stromlobby: Wenn keine AKW, dann doch viele Grossgaskraftwerke.


Stromproduktion Szenario Grüne Technologie
Stromproduktion [GWh]
100'000.0
90'000.0
80'000.0
70'000.0
60'000.0
50'000.0
40'000.0
30'000.0
20'000.0
10'000.0
0.0
2011 2013 2015 2017 2019 2021 2023 2025 2027 2029 2031 2033 2035 2037 2039 2041 2043 2045 2047 2049
Wasser
PV
AKW
Konv. Thermisch
Wind
WKK
Biomasse
Import
Nachfrage


Stromproduktion Szenario Grüne Suffizienz
Stromproduktion [GWh]
100'000.0
90'000.0
80'000.0
70'000.0
60'000.0
50'000.0
40'000.0
30'000.0
20'000.0
10'000.0
0.0
2011 2013 2015 2017 2019 2021 2023 2025 2027 2029 2031 2033 2035 2037 2039 2041 2043 2045 2047 2049
Wasser
PV
AKW
Konv. Thermisch
Wind
WKK
Biomasse
Import
Nachfrage


Stromproduktion Szenario BR
Stromproduktion [GWh]
100'000.0
90'000.0
80'000.0
70'000.0
60'000.0
50'000.0
40'000.0
30'000.0
20'000.0
10'000.0
0.0
2011 2013 2015 2017 2019 2021 2023 2025 2027 2029 2031 2033 2035 2037 2039 2041 2043 2045 2047 2049
Wasser
PV
AKW
Konv. Thermisch
Wind
WKK/GUD
Biomasse
Import
Nachfrage

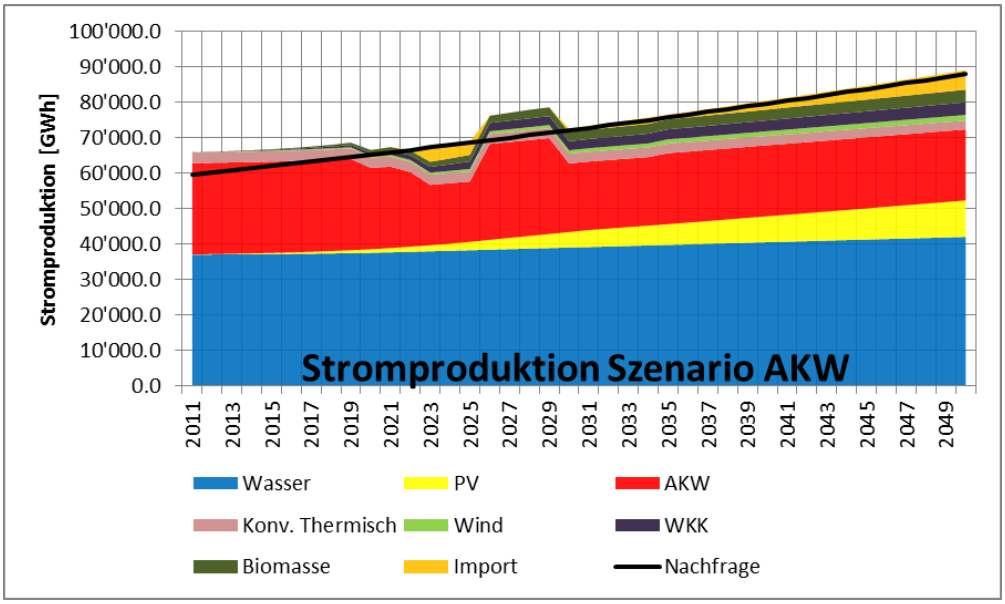


Abbildung 17: *Vergleich der vier Szenarien.*

I.3.2.1 Umweltbelastung und nukleare Risiken

In diesem Unterkapitel werden die Klimabelastung, die Belastung der Gewässer und Landschaft sowie die nuklearen Risiken der verschiedenen Szenarien verglichen. Am ausführlichsten wird der CO_2-Ausstoss betrachtet, da dieser mit dem Model detailliert quantifiziert werden kann.

Nukleare Risiken: Die nuklearen Risiken lassen sich unterteilen in die Risiken eines Unfalls, die Risiken beim Uranabbau und jene bei der Lagerung nuklearer Abfälle. Uranabbau und nukleare Abfälle hängen direkt mit der Atomstromproduktion zusammen. Deshalb scheidet hier das AKW Szenario am schlechtesten ab. Bezüglich Risiken eines Unfalls scheidet das Bundesratsszenario bis zum Abstellen des letzten AKW am schlechtesten ab. Denn die Laufzeitverlängerung auf 50+ Jahre birgt unquantifizierbare Risiken da die AKW ursprünglich nur für 40 Jahre konzipiert wurden. Die Grünen Szenarien schneiden bei allen nuklearen Risiken am besten ab, weil die AKW früher vom Netz genommen werden. Mit der geforderten maximalen AKW-Lebensdauer von 45 Jahren nehmen aber auch im Grünen Szenario die Risiken der einzelnen AKWs bis 2030 noch zu.

Gewässerschutz: Für den Gewässerschutz sind vor allem die Restwassermengen entscheidend. Die Grünen gehen im Vergleich zu den anderen Szenarien von einer moderaten Erhöhung der Wasserkraft um 3.2 TWh/Jahr und schneiden deshalb bezüglich Gewässerschutz sicher besser ab. Entscheidend für Flora und Fauna in und um die Gewässer ist aber nicht nur, ob, sondern auch wie die Wasserkraft genutzt wird. So besteht bei der konkreten Ausgestaltung von Wasserkraftprojekten ein erheblicher Spielraum um den Gewässerschutz besser zu berücksichtigen. Beim Szenario „Suffizienz“ können dank dem geringeren Ausbau um 2.2 TWh einige Konflikte vermieden werden.

Landschaftsschutz: Mit gewissen Erhöhungen von Staumauern sowie Windkraftanlagen führen die Szenarien von Bundesrat und Grünen zu einer zusätzlichen Belastung der Landschaft. Durch Koordination der Anlagen und gezielte Ausscheidung von Landschaftsschutzgebieten kann diese Belastung jedoch auf ein vertretbares Mass reduziert werden. Windkraftanlagen und PV-Anlagen auf Freiflächen sind zudem reversibel. Sie können nach 30 Jahren wieder entfernt werden, falls andere erneuerbare Energiequellen (z.B. Geothermie) diese in Zukunft überflüssig machen. Das AKW-

Szenario schneidet im normal Betrieb bezüglich Landschaftsschutz am besten ab. Aber es ist erstens wollen Politiker, welche dieses Szenario forcieren, bei anderen weit gravierenderen Belastungen der Landschaft, wie der Zersiedelung oder Stromnetze die Landschaft nicht schützen und zweitens wird bei einem AKW-Unfall der Wert der Landschaft für den Menschen vollständig zerstört. Beim Szenario Suffizienz können dank einer deutlich kleineren Zubaumenge einige Konflikte vermieden werden.

Klimabelastung: Der CO_2-Austoss der Stromproduktion beträgt bei beiden Grünen Szenarien im Schnitt der nächsten 40 Jahre 0.5 Mio. t CO_2/Jahr (2050 beträgt er 1.3 Mio. t im Szenario Technologie und 0.2 Mio. t im Suffizienz-Szenario). Dieser wird beim Technologie-Szenario verursacht durch den Import von ausländischem Strom (0.5 Mio. t), der zu Beginn mit rund 450 g CO_2/kWh belastet ist. Im Grünen Szenario wird dieser durch Bezugsrechte von erneuerbarem Strom stark sinken (die Berechnungen beruhen auf einer linearen Senkung bis auf 100 g CO_2/kWh im Jahr 2050). Die Stromproduktion mittels WKK verursacht 0.8 Mio. t (0.2 Mio. t beim Suffizienz-Szenario).

Im Vergleich zum Gesamtausstoss der Schweiz von rund 40 Mio. t CO_2/Jahr ist der Zuwachs von 0.5 Mio. t klein (rund 1 %). Der Gesamtausstoss wird im 2050 durch die massiven Einsparungen bei den fossilen Energieträgern bei beiden Szenarien auf rund 6 resp. 8 Mio. t CO_2/Jahr gesenkt (Abnahme von 80% gegenüber 2010) (Abbildung 18).

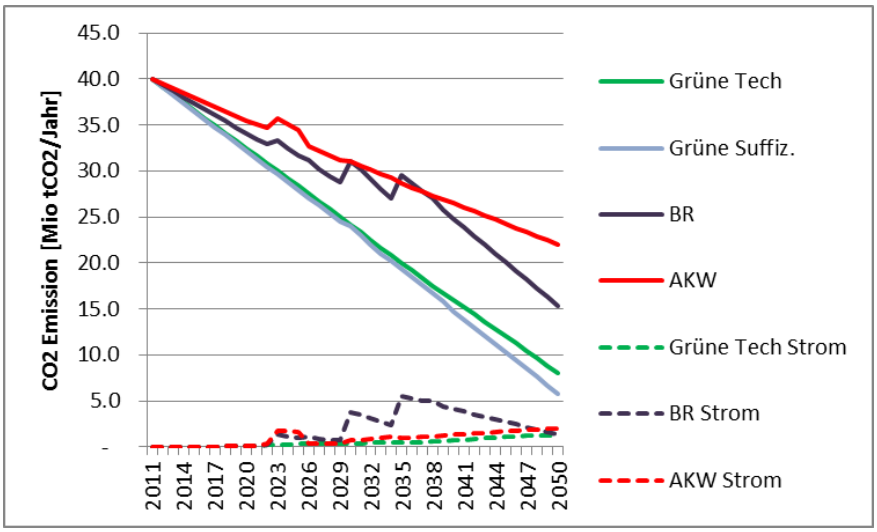


Abbildung 18: *CO_2-Ausstoss der vier Szenarien (gesamte Energie und Strom).*

Die Produktion mittels inländischen Gaskraftwerken (anstatt Import) würde zu einer ähnlichen Grössenordnung der CO_2-Belastung führen (wobei diese von der Nachfrage her nicht oder nur kurzfristig notwendig wären). Bei reduziertem PV-Anteil (10 statt 18 TWh) und erhöhtem GUD-Anteil (rund 12 TWh), was ungefähr dem Szenario des Bundesrats entspricht, würde die CO_2-Belastung der Stromproduktion im Schnitt auf rund 1.9 Mio. t CO_2/Jahr steigen. Der Gesamtausstoss der Energieproduktion gemäss Bundesratsszenario würde damit 2050 bei 15 Mio. t liegen.

Falls die Effizienzmassnahmen nicht ergriffen werden oder nicht greifen, erhöht sich der CO_2-Austoss der Stromproduktion deutlich. Eine Verlängerung der AKW-Laufzeit auf 50 Jahre verkleinert die CO_2-Belastung nur wenig.

Das AKW-Szenario verursacht bezüglich Strom ungefähr den gleich grossen CO_2-Ausstoss (es wird hier mit einem weniger starken Absinken der CO_2-Belastung des Importstroms gerechnet). Die CO_2-Belastung des gesamten Energieverbrauchs liegt wegen weniger starken Effizienzmassnahmen

deutlich höher (bei 22 Mio. t). Hiermit zeigt sich, dass nicht AKW die CO_2-Belastung senken, sondern die Effizienzmassnahmen.

I.3.3.2 Stromkosten

Abbildung 19 zeigt den Verlauf der Kosten der Stromproduktion. Durch die starke Kostensenkungsrate wird der PV-Strom schon 2020 auf 12 Rp/kWh sinken. Die Kosten des PV-Stroms werden durch die zusätzlich benötigte Speicherung bis 2050 wieder auf 15 Rp/kWh anwachsen. In dieser Studie werden bewusst hohe Kosten angenommen. Gemäss aktuellen Studien[17] kann mit deutlich tieferen Kosten der PV-Produktion gerechnet werden. Der Grund für die Zurückhaltung ist, dass in der Schweiz die Arbeitskosten der Installation den Preis dominieren werden und diese relativ hoch sind und dass im internationalen Vergleich eher kleinere PV-Anlagen montiert werden.

Bei beiden Grünen Szenarien wird gegenüber dem Basispreis (8 Rp. plus 1.5% Zunahme pro Jahr) im Jahr 2050 ein Mehrpreis von 2.5 Rp/kWh erreicht (1.5 Rp. für PV inkl. Speicherung, 1 Rp. für die restlichen Erneuerbaren). Dies ergibt pro Haushalt im Jahr rund 80 Fr. / Jahr (oder 7 Fr. / Monat), was absolut tragbar ist.

Der Endkundenpreis dürfte auf Grund der Annahmen von durchschnittlich 16 Rp/kWh auf 27 Rp/kWh steigen, wovon weniger als 3 Rp. der Zunahme durch die Erneuerbaren begründet sind. Die restliche Differenz entsteht durch allgemeine Zunahme des Strompreises, was dem heutigen Preisniveau von einigen Nachbarländern gleichkommt. Der massive Bau der PV führt demnach nur zu einem kleinen Anstieg der Stromkosten.

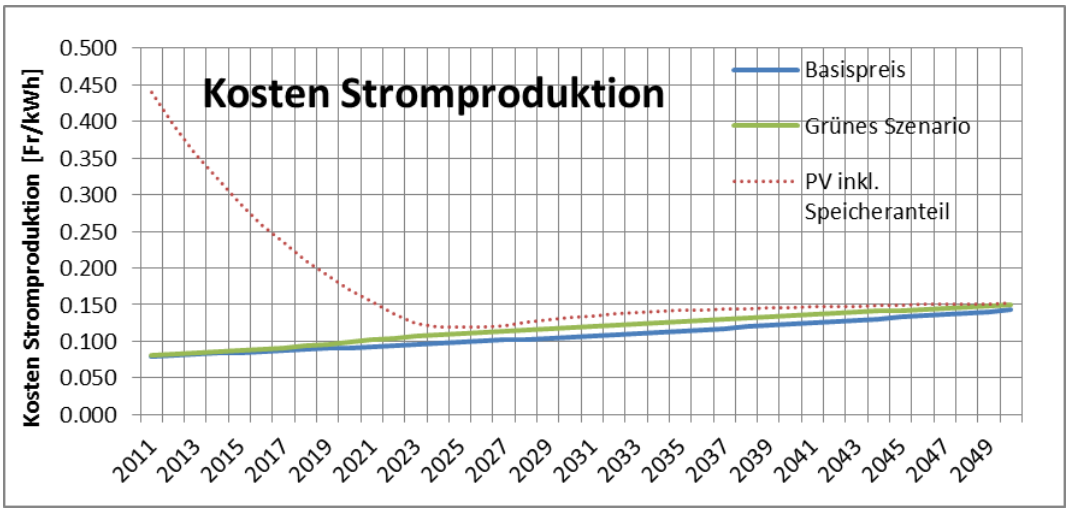


Abbildung 19: *Verlauf der Kosten der Stromproduktion für die beiden Grünen Szenarien und für ein Referenzszenario (mit 1.5% Preisanstieg pro Jahr). Gestrichelt: Produktionskosten der PV inkl. Speicher.*

Der Zubau der PV wird beim Szenario Technologie in den nächsten 40 Jahren rund 20 Mrd. Fr. Investitionen benötigen, was ebenfalls tragbar erscheint. Von den 20 Mrd. fallen rund die Hälfte oder

[17] Peters, M., Schmidt, T. S., Wiederkehr, D., & Schneider, M. (2011). Shedding light on solar technologies-A techno-economic assessment and its policy implications. *Energy Policy*, *39*(10), 6422–6439. Elsevier. Retrieved from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511005775

10 Mrd. im Inland an, da der Anteil der Module an den Installationskosten, die grösstenteils im Ausland hergestellt werden, zunehmend kleiner wird. Beim Szenario Suffizienz betragen die Investitionskosten rund 15 Mrd. Fr.

Abbildung 20 zeigt den Vergleich der Gestehungskosten der 3 verschiedenen Szenarien (beide Grünen Szenarien sind zusammengefasst). Der Strompreis unterscheidet sich nur minimal. Betrachtet man die gesamten Stromkosten (Stromverbrauch mal Strompreis), so fallen diese im Grünen Szenario am günstigsten aus, weil in diesem Szenario aufgrund der Effizienzmassnahmen der Stromverbrauch am deutlichsten sinkt.

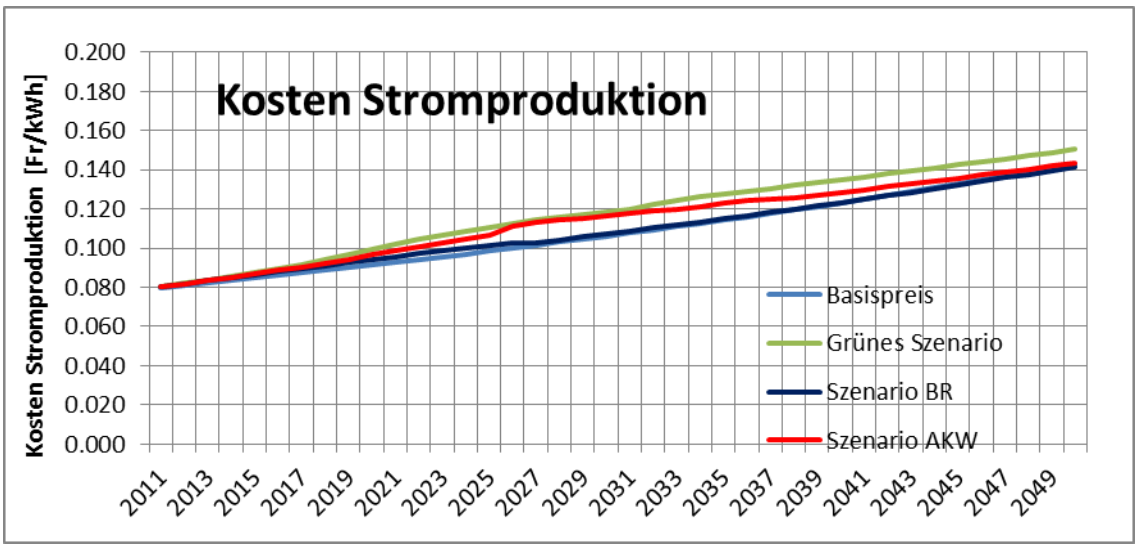


Abbildung 20: *Verlauf der Gestehungskosten der Stromproduktion für die drei verschiedenen Szenarien (beide Grünen Szenarien sind zusammengefasst, da sehr ähnlich). Bei den AKW wurde mit 12 Rp./kWh gerechnet (womit nicht alle externen Kosten eingeschlossen sind).*

Massnahmen für die Energiestrategie 2050 der Grünen

Teil II

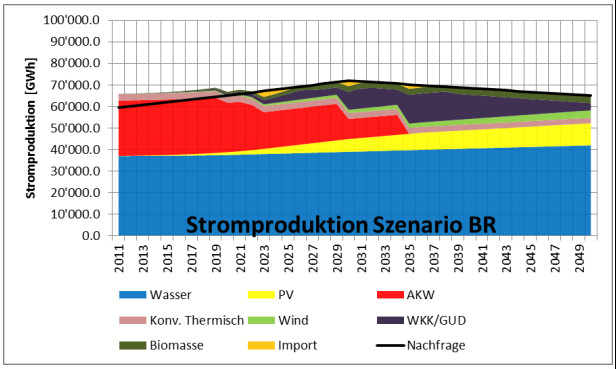
Notwendige Massnahmen

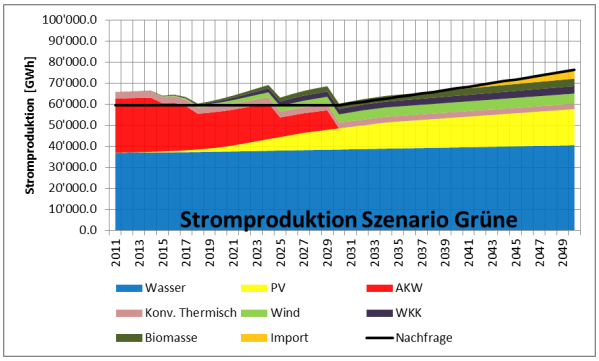
Die vom BR am 18. April 2012 dargelegten Massnahmen sind zum grössten Teil ein Schritt in die richtige Richtung. Für einen rechtzeitigen Ausstieg aus der Atomenergie ohne Bau von Gaskraftwerken reichen die Massnahmen jedoch nicht aus. Insbesondere folgende Instrumente müssen verstärkt werden:

- Effizienz: Die geplanten Anreize für die Energieeffizienz sind ungenügend. Neubauten müssen bis 2020 energiepositiv sein. Das Gebäudesanierungsprogamm muss weiter aufgestockt werden. Die CO2 Emissionen der Personenwagen sind bis 2030 auf 40g/km zu senken. Und die wettbewerbliche Ausschreibung für Stromeffizienz ist soweit zu erhöhen, dass die Vermeidung einer kWh gleich stark unterstützt wird wie deren Produktion. Dies kann über das bestehende ENAW Programm geschehen, oder später auch durch ein sogenanntes Decoupling-Model oder ein Bonus-Malus , welches Anreize für Stromversorgungsunternehmen schafft in die Stromeffizienz zu investieren.
- Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV): Die KEV für alle erneuerbaren Energieträger muss entdeckelt werden. Der Bundesrat will bis 2020 die KEV nur auf 1.2 Rappen pro kWh steigen lassen, was klar ungenügend ist. Zum Vergleich: Heute beträgt diese in Deutschland bereits 6,8 Rappen pro kWh.
- Flexibilisierung des Verbrauchs: Durch Anpassung der Stromtarife sowie intelligente Netze ist die Flexibilisierung des Verbrauchs zu fördern.
- Ökologische Steuerreform: Die ökologische Steuerreform ist nicht nur zu prüfen sondern bis 2020 umzusetzen. Damit wird ein dauerhafter Anreiz für erneuerbare Energieproduktion und Energieeffizienz geschaffen.

Energiestrategie des Bundesrates **Version vom 18. März 2010**	**Stellungnahme der Grünen**
Einleitend	
Das Energiepaket des Bundesrats basiert auf folgenden Überlegungen: - 1. Meilenstein 2020; 2. Meilenstein 2035; 3. Meilenstein 2050. - Quantitative Ziele: "Neue Energiepolitik" soll Gesamtenergieverbrauch der Schweiz gegenüber der Trendentwicklung bis 2050 um 70 TWh senken (Stromverbrauch: minus 21 TWh). Stromproduktion aus erneuerbaren Energien soll um einen Drittel erhöht werden und so schrittweisen Abbau der Produktion aus KKW ersetzen. Für Versorgungssicherheit in den Wintermonaten: Zubau von WKK und Gaskombikraftwerken. An bestehenden Klimazielen ist festzuhalten. - Autonomie: erste Etappe des Energiepakets geht überall von Potenzialen aus, die die Schweiz allein, ohne vertiefte internationale Zusammen-arbeit mit heute vorhandenen oder absehbar marktreifen Technologien erschliessen kann. - Effizienz: Um Energie- und Strombedarf zu decken, muss Verbrauch reduziert werden. Schwerpunkt liegt bei Anreizen im Gebäudebereich und der Industrie. - Erneuerbare Energien: Bei erneuerbaren Energien inklusive Wasserkraft und WKK ist Potenzial unter Abwägung von Schutz und Nutzen festzulegen. Dazu: Gebiete ausscheiden. Förderung durch KEV wird umgebaut. Um Warteschlangen künftig zu vermeiden, sollen PV-Anlagen bis 10 kW Leistung neu mit Direkt-Investitionshilfe und Net-Metering unterstützt werden. - Monitoring: tatsächliche Wirkung der Massnahmen, internationale Entwicklung sowie technologischen Fortschritte werden laufend beobachtet. Dank Monitoring kann Energiepaket mit weiteren Massnahmen ergänzt werden. - Energieabgabe: Bereits bestehende Instrumente CO2-Abgabe und KEV werden weitergeführt. Für nach 2020 soll eine weitere Etappe konzipiert werden. Übergang von bestehenden Förder- hin zu einem Lenkungssystem soll fliessend und innerhalb vertretbarer Übergangsfrist stattfinden. Die Arbeiten werden mit einem Bericht zur ökologischen Steuerreform des EFD koordiniert.	Die Energiestrategie 2050 (ES 2050) muss eine doppelte Ausstiegsstrategie sein: Ausstieg aus Atom und Fossil; daher ist ES 2050 auch direkte Fortsetzung der Klimapolitik nach dem neuen CO2-Gesetz. Die Energiestrategie 2050 ist jedoch noch nicht vollständig: - Förderung von Erneuerbaren und Energieeffizienz ist ungenügend - Keine Laufzeitbeschränkung bei den AKW und somit keine Planungssicherheit für Investitionen in Einsparungen, Effizienz und Erneuerbare - Planung von Gaskraftwerken (im europäischen Emissionhandelsystem ETS) für Stromautarkie - Keine Möglichkeit des langfristigen Import erneuerbarer Energie vorgesehen - Strategie für Netze und Speicher fehlt; dezentrale Energieversorgung stellt andere Anforderungen an Netze und Speicher als Grosskraftwerk-Strategie; ausserdem kann eine wirksame Einspar-Strategie die Netze entlasten.

Szenario





Der Energiemix 2010:
- Erdölbrennstoffe 21,9%
- Treibstoffe 32,3%
- Gas 12,7%
- Elektrizität 23,6%
- restliche Energieträger 9,5%.

Der Endenergieverbrauch der Schweiz lag im Jahr 2010 bei 911,55 PJ (253 TWh):
- Haushalte 29,8%
- Industrie und Dienstleistungen 35,1%
- Verkehr 33,7%.

Ausgaben der Endverbraucher: 30,53 Mrd. Franken.

Der Gesamtenergieverbrauch im **Gebäudebereich** (inkl. Strom) soll bis 2050 um 34,9 TWh gegenüber der Trendentwicklung (Referenzszenario) reduziert werden. Mit dem ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 sinkt der Gesamtenergieverbrauch bis 2050 um 23,4 TWh (67% Zielerreichung). Das Reduktionsziel beim Strom bis 2050 beträgt 13,8 TWh. Mit dem Massnahmenpaket können bis 2050 9,5 TWh eingespart werden (69% Zielerreichung).

Der Gesamtenergieverbrauch im **Industrie- und Dienstleistungssektor** soll bis 2050 um 32 TWh gegenüber der Trendentwicklung (Referenzszenario) reduziert werden. 14,9 TWh davon mit Massnahmen „Antriebe und industrielle Prozesse“, Rest mit den Massnahmen „Gebäude und Geräte“. Mit den Massnahmen des Energiepakets wird Gesamtenergieverbrauch bis 2050 um 4,9 TWh reduziert (33% Zielerreichung). Reduktionsziel beim Strom beträgt bis 2050 18,5 TWh (davon 7,4 TWh „Antrieben und industriellen Prozesse“, Rest „Gebäude und Geräte“. Die mit Energiepaket 2050 erreichbaren Stromeinsparungen betragen bis 2050 2,9 TWh oder 39% des Ziels.

Der Gesamtenergieverbrauch im **Mobilitätssektor** soll bis 2050 um 14,4 TWh gegenüber der Trendentwicklung (Referenzszenario) reduziert werden. Allenfalls Verschiebung von fossilen zu elektrischen Antrieben. Mit Massnahmen des Energiepakets wird Gesamtenergieverbrauch bis 2050 um 4,6 TWh reduziert (32% Zielerreichung).

Sparziel bei Gesamtenergiebedarf geht zwar in richtige Richtung, muss aber stark erhöht werden von ca. 220 auf 140 TWh (Ziel ETH Studie, Swiss Cleantech geht von 125 TWh aus). Zu hoher fossiler Anteil 2050 – ist angesichts Peak Oil unrealistisch. Zusätzlich muss Umlagerungspotenzial Fossil → Strom ausgenutzt werden, was zur Erhöhung des Strombedarfs führen wird: Netto-Zuwachs beim Strom um 20 TWh hilft 80 TWh fossile Energie sparen. Entscheidend wird auch sein, wie und wann verbindliche Vorschriften verschärft werden. Ausserdem: Angesichts des zu tiefen Sparziels sind die mageren Erreichungsquoten noch dramatischer. Somit: Reduktionsziele müssen und können verschärft werden! Unklar ist, mit welchen Erdölpreisen gerechnet wird.

2010 (TWh/a):

	Strom	Fossil	Total
Haushalte	20	50	70
Industrie/Gewerbe	37	63	100
Verkehr	3	82	85
Total	60	195	255

2050 (TWh/a):

	Strom	Fossil	Total
Haushalte	25	20	45
Industrie/Gewerbe	35	20	55
Verkehr	15	15	30
Total	75	55	130

Abnahme (TWh/a):

	absolut	prozentual
Haushalte	25	43
Industrie/Gewerbe	45	40
Verkehr	55	65
Total	125	49

Stromverbrauch steigt infolge Elektrifizierung bis 2050 um 2,2 TWh gegenüber der Trendentwicklung.	
Energieeffizienz	
1. Gebäude Die 1.64 Millionen Gebäude (davon 1.36 Mio. reine Wohngebäude) in der Schweiz verbrauchen 46% des inländischen Gesamtenergieverbrauchs [49% (83 TWh) des fossilen Inlandverbrauchs und 37% (22 TWh) des Stromverbrauchs]. Massnahmen: **Verschärfung der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEn):** - Die Sanierungsquote von derzeit 0.9% ist zu erhöhen (Altbauten) - Verschärfung Vorschriften für Neubauten + Umbauten - Verstärkte Durchsetzung SIA Standard 380/4 (Elektrizität im Hochbau) - Einführung Energieinspektion für Gebäudetechnik - Pflicht Betriebsoptimierung Gebäude	Verschärfung der MuKEn wird ausdrücklich unterstützt (Quasi-Nullenergiehaus bzgl. Heizung und Warmwasser bis 2020 [analog EU]). Sehr wichtig: Sanierungsquote von derzeit 0.9% erhöhen (Altbauten), wobei alle vor 1960 erstellten Bauten bis 2020 saniert sein müssen (etwa mit vom Bund offerierten zinslosen Darlehen). Übrige Bauten sind bis 2030 zu sanieren. Allerdings fraglich, ob allein mit Geldanreizen machbar. Verschärfung der Vorschriften für Neubauten und Umbauten wird ebenfalls ausdrücklich unterstützt, wobei Neubauten nur noch als mindestens Null-Energie (Minergie-P-Eco-Standard) zulässig sein sollen; Ziel ist Plusenergie (Ausdehnung der Dämmvorschriften auf Gebäudetechnik und Pflicht zu PV oder Solaranlage bei geeigneten Dachflächen).
Verstärkung des Gebäudeprogramms: - GEAK-Plus Pflicht (Gebäudeenergieausweis) für Förderbeiträge aus dem Gebäudeprogramm sowie bei Handänderungen von Gebäuden - Ausnutzungsziffer-Bonus beim Erreichen von energetischen Minimalstandards - Anreize für den Ersatz fossiler Feuerungen - Beiträge aus dem Gebäudeprogramm auch für energieeffiziente Ersatzbauten statt ausschliesslich Sanierung - Förderprogramm zum Ersatz von Elektroheizungen und Elektroboilern - Aufstockung Globalbeiträge des Bundes an kantonale Förderprogramme - Förderung der Umstellung auf erneuerbare Energien im Sanierungsbereich - Förderung von Nah- und Fernwärmenetzen sowie Anschlüssen	Alle Massnahmen zur Verstärkung des Gebäudeprogramms sind sinnvoll, entscheidend wird sein in welchem Ausmass das Gebäudeprogramm erweitert wird. Ausschlaggebend ist deshalb die Finanzierung. Vorschläge der Grünen: a) CO2-Abgabe auf Brennstoffe bis 2020 auf 120 CHF pro t CO2 (vorgesehener Erhöhungsschritt 60 CHF). b) Finanzierung des Gebäudeprogramms auch über die vorgesehene Stromabgabe, weil es nicht nur um CO2- sondern auch um Stromeffizienz geht. Förderprogramm zum Ersatz von Elektroheizungen und Elektroboilern ist zu schwach; im Energiegesetz des Kantons Bern war z.B. ein Verbot unbestritten. Ausserdem soll Sanierungspflicht eingeführt werden mit einer Frist von 10 Jahren).
Anpassung Steuerrecht: Die Sanierungsrate soll erhöht und die heute bestehenden Mitnahmeeffekte reduziert werden. Steuerabzüge für energetische Massnahmen bei Gebäuden sollen dann gewährt werden, wenn	Stossrichtung wird ausdrücklich unterstützt, wobei: a) Grundsätzlich: Nur Abzug für Massnahmen die weiter gehen als gesetzliche Vorschriften.

bestimmte Kriterien erfüllt werden, die mittels bestehenden Labels und Instrumenten (z.B. Minergie, GEAK) nachzuweisen sind. Bei Gesamtsanierungen sollen die Gesamtkosten über mehrere Jahre von den Steuern abgezogen werden können.	b) Bei Gesamtsanierungen sollen die Gesamtkosten lediglich über *maximal 4 Jahre* von den Steuern abgezogen werden können. c) Steuerlicher Anreiz für haushälterischen Umgang mit Wohnfläche (Wohnfläche/pro Kopf) d) Grundsätzlich keine Steuerabzüge für Mobilität. e) Haus-/Wohnungsbörse schaffen.
2. Industrie und Dienstleistungen Heute verbrauchen der Industrie- und Dienstleistungssektor rund 90 TWh Energie, davon 36 TWh Strom. Das entspricht rund 60% des gesamten heutigen Stromverbrauchs in der Schweiz (2010: 59,8 TWh). Massnahmen:	
Anreizmodelle: Unternehmen sollen sich neu gleichzeitig von der CO2-Abgabe und der KEV-Abgabe befreien können, wenn sie bestimmte CO2- und Energieeffizienzziele erfüllen. - Effizienzziele mit gleichzeitiger Befreiung von CO2-Abgabe und KEV-Zuschlag vereinbaren - Förderung der Stromproduktion aus nicht anders verwertbarer Abwärme - Abwärme in der Industrie	Anreizprogramme sind gut und schön, werden allein aber nie reichen. Ausserdem: Abgabebefreiung nur für Unternehmen, welche im direkten Wettbewerb mit ausländischen Unternehmen stehen und sehr energieintensiv sind.
Wettbewerbliche Ausschreibungen: Die heute bereits bestehenden wettbewerblichen Ausschreibungen zur Förderung der Stromeffizienz werden ausgebaut und die Förderbereiche erweitert. - Verstärkung und Ausbau Wettbewerbliche Ausschreibungen - Förderung der Stromproduktion aus nicht anders verwertbarer Abwärme	Konkreter werden: wettbewerbliche Ausschreibung erhöhen, bis mittlere Kosten 25 Rp. pro eingesparte kWh betragen.
Verstärkung freiwillige Massnahmen: EnergieSchweiz sorgt für die Unterstützung der Unternehmen, insbesondere durch die Intensivierung der freiwilligen Zielvereinbarungen mit Unternehmen sowie Massnahmen in den Bereichen Betriebs- und Prozessoptimierung, Energiemanagement-Systeme sowie Abwärmenutzung. - Intensivierung der freiwilligen Zielvereinbarungen mit Unternehmen - Betriebs- und Prozessoptimierung in Industrie- und Dienstleistungsbetrieben - Energiemanagement-System - Effizienz-Scheck für KMU	Wird ausdrücklich unterstützt.

3. Mobilität Der Verkehr hat einen Anteil von gut einem Drittel am Gesamtenergieverbrauch, rund 96% davon stammt aus fossilen Energiequellen.	Elektromobilität muss sich bis 2050 stärker durchsetzen; bis 2025 auf hybride/effiziente Diesel/Gas-Motoren setzen. Noch wichtiger sind weitergehende Massnahmen: a) Einführung von Mobility Pricing mit dem Ziel Mobilität insgesamt zu reduzieren (Verkehr vermeiden) und Anreiz zur Verlagerung auf öV und vor allem Velo- und Fussverkehr (Verkehr verlagern) b) Ausbaustopp bei Strassen und Rückbaustrategie entwickeln. c) Reduktion von Parkierungsmöglichkeiten und Aufhebung der Aufhebung der Parkplatzerstellungspflicht. d) Förderung der autofreien Wirtschaftens und Freizeitverhaltens.
Massnahmen: **Verbrauchsvorschriften:** - Weitere Verschärfung der CO2-Emissionsvorschriften im Strassenverkehr, abgestimmt mit der EU (95 g CO2/km). - Bonus-Malus-Modell bei Automobilsteuer für effiziente Personenwagen - Anpassung Trassenpreissystem im Schienenverkehr - Effizienzvorgaben im Schienenverkehr - Label / Energieetikette	Weitere Verschärfung der CO2-Emissions-vorschriften im Strassenverkehr, abgestimmt mit der EU (95 g CO2/km) wird ausdrücklich unterstützt, allerdings fordern die Grünen 80 g CO2 / km. Bonus-Malus-Modell bei Automobilsteuer für effiziente Personenwagen wird ebenfalls ausdrücklich unterstützt. Weitergehende Forderungen: a) auch Lieferwagen analog zu EU in Emissionsvorschriften aufzunehmen. b) Berücksichtigung des Strommix bei Elektro-Fahrzeugen um Anreize für erneuerbare Versorgung zu schaffen.
Verkehrsträgerübergreifende, vernetzte Mobilität: - Verstärkung Ecodrive für Personenwagen und Schienenverkehr - Intelligente und energieeffiziente Vernetzung der Verkehrsträger	Wird ausdrücklich unterstützt. Weitere Forderungen: a) Einführung der Alpentransitbörse b) obligatorisches Mobilitätsmanagement für Betriebe und Tourismusdestinationen
Energieeffiziente Verkehrsinfrastruktur: - Effizienzvorgaben für Strassenbeleuchtung - Effizienteste Technologien für Bau und Erweiterung der Verkehrsinfrastruktur nutzen - Forschung & Entwicklung	Wird ausdrücklich unterstützt.
Energieproduktion in der Verkehrsinfrastruktur: - Bereitstellen geeigneter Flächen (Lärmschutzwände, Dächer) - Pilotprojekt Überdachung Nationalstrassen mit Photovoltaik (1 km Teststrecke) - Pilotprojekt Schienenverkehr mittels Darlehen an SBB	Wird ausdrücklich unterstützt. Allerdings darf Bereitstellen von Flächen für Photovoltaik kein Argument für den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sein (Abschnitt „Energieproduktion in der Verkehrsinfrastruktur“ gehört eigentlich zu Kapitel 2 ‚Erneuerbare Energien‘).

4. Elektrogeräte Elektrische Industriemotoren, Haushalt- und Bürogeräte, elektronische Geräte und die Beleuchtung verbrauchen (Stand 2010) jährlich rund 44 TWh. Davon entfallen 60% auf Elektromotoren, 16% auf Haushaltgeräte, 18% auf Lampen und knapp 6% auf elektronische Geräte. Heute bestehen bereits für 13 Gerätekategorien gesetzliche Effizienzvorschriften bzw. energetische Mindestanforderungen. Ziele: Mit der neuen Energiepolitik soll der Elektrizitätsverbrauch in den Bereichen Kochen, Informatik &Kommunikation sowie Unterhaltungsmedien bis 2050 um rund 2 TWh gegenüber der Trendentwicklung (Referenzszenario) reduziert werden. Mit den Massnahmen des Energiepakets wird der Stromverbrauch dieser Geräte bis 2050 um 0,9 TWh reduziert (44% Zielerreichung). Massnahmen:	
Effizienzvorschriften: Effizienzvorschriften sollen auf weitere Gerätekategorien ausgedehnt und regelmässig dem technologischen Fortschritt angepasst werden. In begründeten Fällen sollen die Anforderungen über die in der EU geltenden Vorschriften hinausgehen. Vorgesehen sind strengere Vorschriften für Elektromotoren.	Wird ausdrücklich unterstützt. Entscheidend ist die Geschwindigkeit der Umsetzung. Zudem sind auch verbindliche Massnahmen zu ergreifen um ineffiziente Geräte vom Netz zu nehmen (z.B. alter Tiefkühler). Ausserdem: Best Available Technology Strategie und Verbot von verschwenderischen Geräten und Motoren.
Gebrauchsvorschriften: Kantone sollen Gebrauchsvorschriften einführen für Strassenbeleuchtungen, Beleuchtung von Schau-fenstern, Fassaden, Gebäuden, elektrische Beheizung von Aussenräumen oder präsenz-abhängiger Betrieb von technischen Anlagen.	Wird ausdrücklich unterstützt. Entscheidend ist die Geschwindigkeit der Umsetzung. Zudem sind auch verbindliche Massnahmen zu ergreifen um ineffiziente Geräte vom Netz zu nehmen (z.B. alter Tiefkühler).
Verstärkung freiwillige Massnahmen: EnergieSchweiz bearbeitet die Bereiche haustechnische Komponenten, Rechenzentren, Systemoptimierung, Beratung, Kommunikation, Smart Technologies. - Verstärkung und Ausbau EnergieSchweiz - Bildungsinitiative: Aus- und Weiterbildung im Energiebereich	Wird ausdrücklich unterstützt. Verbesserungen bei der Gebäudetechnik müssen auch Teil der MuKen und des Gebäudeprogramms sein.
Ausbau der Wettbewerblichen Ausschreibungen: Durch Wettbewerbliche Ausschreibungen (siehe Industrie und Dienstleistungen) soll die Verbreitung von Bestgeräten und/oder der vorzeitige Ersatz inneffizienter Geräte in Unternehmen und Gebäuden beschleunigt werden.	Konkreter werden: wettbewerbliche Ausschreibung erhöhen, bis mittlere Kosten 25 Rp. pro eingesparte kWh betragen (she. weiter oben).

5. Energieversorgungsunternehmen Energieversorgungsunternehmen (EVU) haben heute den Anreiz, möglichst viel Strom zu verkaufen. Nur vereinzelt bieten sie Dienstleistungen im Bereich der Energieeffizienz an. Ziele: Die EVU werden aktiv in die Förderung von erneuerbarer Energie und Energieeffizienz eingebunden. Massnahmen:	Ein Kernstück der Energiestrategie 2050. EVU spielen eine zentrale Rolle beim haushälterischen Umgang mit Energie.
Energieversorgungsunternehmen einbinden, Transparenzvorschrift: Die Anstrengungen der EVU zur Förderung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz sollen messbar, vergleichbar und transparent gemacht werden. Dieses Ziel soll in erster Linie über freiwillige Massnahmen erreicht werden.	Ungenügend; es braucht verbindliche Massnahmen.
Bonus-Malus-System zu prüfen für Energieversorgungsunternehmen	Wird ausdrücklich unterstützt. Umsetzung analog zur EU Efficieny Directive: Sparvorgaben von 1.5% pro Jahr. Das System soll aber Umlagerung von fossilen Energieträgern auf Strom nicht verhindern. Weiter ist auch ein Decoupling Model zu prüfen.

Erneuerbare Energien	
Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion liegt heute bei rund 56%. Dabei fallen 54% auf die Wasserkraft und 2% auf die neuen erneuerbaren Energien, wobei hier der Löwenanteil aus Kehrichtverbrennungs- und Abwasserreinigungsanlagen stammt. Wind, Biomasse und Sonne allein tragen aktuell nur 0,26% zur Schweizer Stromproduktion bei. Ziele: Mit der neuen Energiepolitik soll die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern bis 2050 um 22,6 TWh erhöht werden. Mit dem vorliegenden Massnahmenpaket werden die Potenziale der erneuerbaren Energien bis 2050 erschlossen und gefördert. Massnahmen:	Das Ausbauziel für die erneuerbaren Energien muss 30 TWh sein. Ausserdem fordern die Grünen den prioritären Netzzugang für Erneuerbare, d.h. die Pflicht des Netzbetreibers den Strom aus erneuerbaren Quellen abzunehmen.
Erhöhung der Fördermittel der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV): Aufheben des KEV-Gesamtkostendeckels sowie der Teildeckel für die einzelnen Technologien. Ausnahme: Die jährlichen Beiträge für die Photovoltaik werden im Voraus durch das BFE festgelegt, um ein nachhaltiges Wachstum der Branche sicherzustellen.	Es braucht eine Entdeckelung der KEV, auch für alle Technologien, die weniger als 25 Rp./kWh betragen, was bei Photovoltaik bald der Fall ist. Neu soll nur noch Kleinwasserkraft gedeckelt sein. Die KEV wird gemäss Bundesrat bis 2020 auf 1.3 Rp. /kWh erhöht (vgl. 2 cent /kWh in Deutschland heute). Grüne verlangen einen stärkeren und schnelleren Ausbau und 2 Rappen pro kWh bis

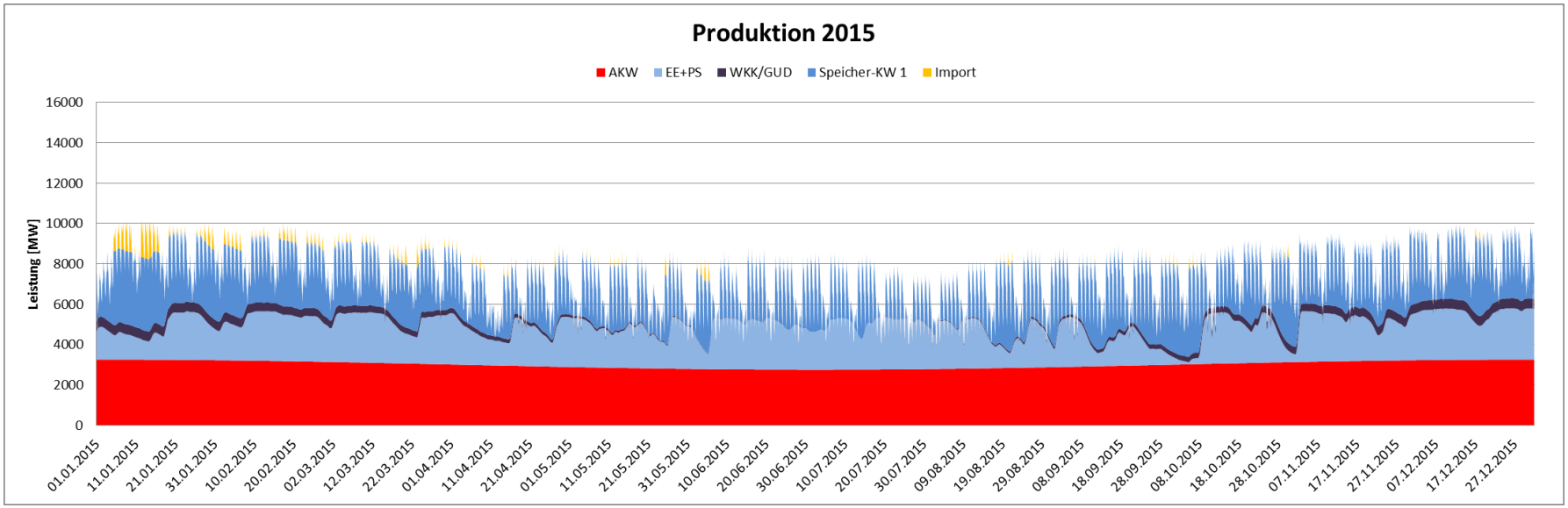
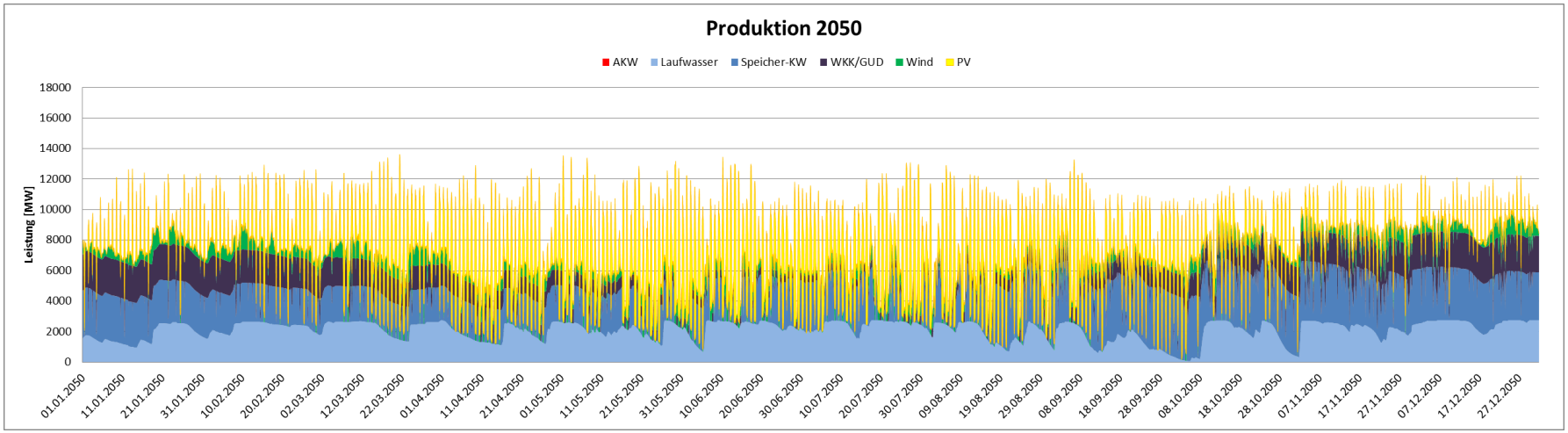
	2020.
Optimierung der Vergütungssätze der KEV: - Die Verzinsung des eingesetzten Kapitals (WACC) wird neu jährlich an die aktuellen Zinssätze angepasst. - Die Vergütungssätze werden schneller angepasst, um auf Preisschwankungen schneller reagieren zu können. - Die Vergütungssätze werden so ausgestaltet, dass eine bedarfsgerechte Produktion honoriert wird (Stabilisierung des Netzes). - Die Vergütungssätze können optional auch per Ausschreibung festgelegt werden (potenzielle Investoren bieten ihre individuellen Vergütungssätze an; günstigste Angebote werden berücksichtigt). - Die Vergütungsdauern sollen tendenziell verkürzt werden. Angestrebt wird – je nach Technologie – eine Vergütungsdauer zwischen 15 und 20 Jahren.	Ausdrücklich unterstützt wird, dass die Verzinsung des eingesetzten Kapitals (WACC) neu jährlich an die aktuellen Zinssätze angepasst wird. Ebenfalls Unterstützung findet, dass die Vergütungssätze schneller angepasst werden, um auf Preisschwankungen schneller reagieren zu können. Zu Bedenken ist dabei aber, dass sich dadurch auch das Investitionsrisiko vergrössern kann. Die Ausgestaltung der Vergütungssätze, für eine bedarfsgerechte Produktion (Stabilisierung des Netzes), darf nicht zu einer Benachteiligung von Wind- und Sonnenkraft führen. Das KEV Berechnungsmodell muss vor allem so angepasst werden, dass überhöhte Einspeisetarife wie in der Vergangenheit vermieden werden.
Keine KEV-Unterstützung mehr für kleine Photovoltaik-Anlagen (<10 kW): Es werden einmalige Beiträge in Höhe von maximal 30% der Investitionskosten ausbezahlt. Die Anlagen sollen nach dem Prinzip der Eigenverbrauchsregelung nicht mehr den gesamten Strom vom Netzbetreiber beziehen, sondern nur die Elektrizität, die sie selber nicht produzieren können (net metering). Der Mehrwert liegt in der Einsparung von Strombezugskosten.	Skeptisch: Wie wird die Massnahme finanziert und welche Anreize resultieren daraus? Funktioniert nur bei wenig Kunden, Kleinstanlagen machen aber 25% des Photovoltaik-Potenzials aus, das unbedingt genutzt werden sollte. Erzeugt ausserdem eine starke Verzerrung zwischen Gebieten, da die Stromtarife sehr unterschiedlich sind (12 – 25 Rp./kWh). Grundsätzlich hat sich KEV bewährt, wobei Investitionshilfen den Vorteil haben, dass die Subventionen nicht diskontiert werden. Sinnvoll ist sicher das net metering und die Förderung des Eigenverbrauchs. Diese müssen mit einem Demand-Response Programm gekoppelt werden.
Keine KEV-Unterstützung mehr für Anlagen der öffentlichen Hand: Stromproduktionsanlagen bei Kehrichtverbrennungs- oder Abwasserreinigungsanlagen sowie Kombianlagen mit fossilen Brennstoffen sollen nicht mehr unterstützt werden.	Dies darf nur Umgesetzt werden wenn neue Anreize geschaffen werden um diese Anlagen der öffentlichen Hand trotzdem zu realisieren (Verpflichtungen oder ähnlich). Insbesondere für PV-Anlagen auf öffentlichem Grund braucht es Anreize und auch hier hat sich das KEV bewährt.
KEV-Befreiung der Grossverbraucher: Energieintensive Produktionsstätten sollen unter bestimmten Bedingungen vollständig von der Abgabe für die KEV befreit werden (siehe Industrie und Dienstleistungen, Anreizmodelle).	Siehe auch weiter oben: Abgabebefreiung nur für Unternehmen, welche im direkten Wettbewerb mit ausländischen Unternehmen stehen und sehr energieintensiv sind. Zu viel Abgabebefreiung verteuert die KEV-Umlage, da sie auf weniger Kunden verteilt (hat in Deutschland zur Verteuerung der KEV-Umlage geführt; dieser Effekt ist heute grösser als der durch PV-Wachstum verursachte Anteil der KEV-Erhöhung).

Vereinfachter KEV-Vollzug: Die Strukturen für den Vollzug der KEV werden vereinfacht, die Anzahl Akteure verringert, um Doppelspurigkeiten zu vermeiden. Zudem soll die Aufsichtskompetenz des BFE verstärkt werden.	Wird ausdrücklich unterstützt.
Förderprogramm Tiefengeothermie: Die bestehende Risikodeckung des Bundes zur Abdeckung von Bohrrisiken soll aufgestockt und die Mittel für Pilot- und Demonstrationsanlagen erhöht werden.	Haltung der Grünen: wird ausdrücklich unterstützt; Finanzierung darf aber nicht KEV erfolgen, weil damit viel Geld KEV-Geld wieder blockiert wird.
Vereinfachung der Bewilligungsverfahren für Anlagen zur erneuerbaren Elektrizitätserzeugung: Kantone sollen Verfahren vereinfachen, konzentrieren und vereinheitlichen. Zudem sollen die Kantone für kleine Wasserkraftanlagen ein vereinfachtes Verfahren vorsehen. Die Eidg. Natur- und Heimatschutzkommission soll Fristen für die Begutachtung einhalten. Die Einführung von so genannten „Guichets uniques“ auf Bundes- und Kantonsebene soll geprüft werden.	Wird ausdrücklich unterstützt, wobei möglicherweise ökologisch problematische Vereinfachungen bei kleinen Wasserkraftwerken mit deren geringen Potential abgewogen werden müssen.
Gebietsausscheidungen für Anlagen zur Produktion von Strom mit erneuerbaren Energien: Bei der Raumplanung sollen geeignete Standorte für die Nutzung von erneuerbaren Energien ausgeschieden und bezeichnet werden. Der Bund übernimmt eine koordinative Rolle. Auf Bundesebene soll die Nutzung von erneuerbaren Energien als wichtiges nationales Interesse gesetzlich festgeschrieben werden.	Wird ausdrücklich unterstützt, speziell für Wasser- und Windkraft und Photovoltaik
Energieabgabe	
Für die Zeit nach 2020 sollen die CO2-Abgabe und der KEV-Zuschlag weitergeführt und allenfalls zu einer Energieabgabe auf sämtliche Energieträger weiterentwickelt werden. Dazu soll eine weitere Etappe konzipiert werden in der gemeinsam mit der Weiterentwicklung der Klimapolitik die Energiepolitik strategisch neu ausgerichtet wird. Dabei soll ein besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, dass der Übergang von bestehenden Förder- hin zu einem Lenkungssystem fliessend und innerhalb einer vertretbaren Übergangsfrist stattfinden wird. Das UVEK wird beauftragt, strategische Entscheide mit Bezug auf diese zweite Phase für die Vernehmlassung zu konkretisieren. Die Arbeiten werden mit einem Bericht zur ökologischen Steuerreform des EFD koordiniert.	Wird ausdrücklich unterstützt. Initiative für eine grüne Wirtschaft schafft notwendige Verfassungsgrundlage. Ökologische Steuerreform muss bereits als Option im ersten Paket der Energiestrategie 2050 enthalten sein.

Fossile Kraftwerke	
Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK): WKK-Anlagen sind dezentrale, fossil befeuerte Anlagen, die mit Erdgas betrieben werden und sowohl Wärme als auch Strom erzeugen. WKK-Anlagen liefern im Winterhalbjahr Heizwärme und Bandenergie und kompensieren so die in dieser Jahreszeit reduzierte Stromproduktion aus Sonne und Wasser. Ziele: Zu vertretbaren Mehrkosten und ohne ein umfangreiches Förderprogramm für WKK-Anlagen können die WKK-Potenziale bei den industriellen Prozessen, bei grossen Gebäuden und bei vereinzelten Wärmenetzen erschlossen werden. Dieses Potenzial liegt bei rund 2 TWh Strom.	WKK-Potential liegt bei 3 TWh.
Gaskombikraftwerke (GuD): Zur Gewährleistung der Netzstabilität und eines hohen Eigenversorgungsgrades der Schweiz sowie aufgrund des geringeren WKK-Potenzials bis 2050 werden voraussichtlich weitere GuD nötig (wenn die Importe möglichst klein ausfallen sollen). GuD liefern das ganze Jahr hindurch Strom (Bandenergie) und gewährleisten so die Netzstabilität. Ziele: Ein GuD emittiert je nach Grösse und Auslastung zwischen 0,5 und 1 Mio. Tonnen CO2 pro Jahr. Der Bundesrat hat entschieden, dass die klimapolitischen Ziele auch mit der neuen Energiestrategie einzuhalten sind. Das heisst, dass die künftigen Betreiber von GuD die CO2-Emissionen vollständig kompensieren müssen.	Grüne lehnen Bau und Betrieb von GuD ab. Es ist ökonomisch und ökologisch unsinnig, Importe auszuschliessen und damit den Bau von GuD zu begründen. Es besteht die Gefahr, dass auf Druck der Strom-Konzerne die Rahmenbedingungen für GuD so angepasst werden, dass AKW mit GuD statt mit Erneuerbaren ersetzt werden. Die Hürden für GuD müssen hoch gehalten werden oder das einen GuD für den Übergang muss ein absoluter Einzelfall (Spezialregelung) sein (z.B. als Kaltreserve für Swissgrid). Strenge Bedingungen (hohe Hürden) für GuD wären. Damit wären nicht mehr als 1-2 GuD betreibbar. Zudem müssten die Gaskraftwerke mit Bio- oder EE-gas betrieben werden oder die Emissionen 100% Inland kompensieren. Ein Anschluss an ans Europäische Emissionshandelsystem (ETS) ist abzulehnen, da diese Emissionskosten viel zu tief sind. Wenn sich die CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) in der Schweiz machbar erweist so ist diese zwingend vorzuschreiben.
Massnahmen:	
Gesetzliche Vorgaben zur Förderung effizienter WKK-Anlagen: Erlass von Mindestanforderungen an Wirkungsgrad, Wärmenutzung, Absatz von elektrischer Energie sowie an die maximal zulässigen CO2-Emissionen pro kWh.	Wird ausdrücklich unterstützt.
Eigenverbrauchsregelung und kostendeckende Rückliefertarife: WKK-Anlagen sind heute in der Regel nicht rentabel. Mit einer Eigenverbrauchsregelung und mit höheren, zeitlich abgestuften Rückliefertarifen soll die Kostendeckung erreicht werden. WKK-Betreiber müssten dann nicht mehr den gesamten Strom vom Netzbetreiber beziehen, sondern nur, was sie selber nicht produzieren können. Der	Wird ausdrücklich unterstützt.

Mehrwert besteht im Einsparen von Strombezugskosten und im Verkauf der Überschussenergie an den Netzbetreiber zu höheren, zeitlich abgestuften Rückliefertarifen.	
CO2-Kompensation: Die Betreiber von WKK-Anlagen sollen die strombedingten CO2-Emissionen vollständig kompensieren.	Es soll die gleiche Regelung wie für GuD gelten.
Anschluss an das europäische Emissionshandelssystem (ETS): Schweizer GuD-Betreiber können wie ihre europäischen Konkurrenten die verursachten CO2-Emissionen durch die Ersteigerung von Emissionsrechten abdecken.	Grüne lehnen Anschluss ans Europäische Emissionshandelsystem (ETS) ab. Beim ETS wurden anfangs zu viele Gutschriften gratis abgegeben. Das System funktioniert deshalb nur teilweise. Heutige Regelung (50% Inlandkompensation) ist bereits ein Kompromiss. (Die Kosten pro kompensierte Tonne CO2 sind in der Schweiz bei ca. 100 CHF, im ETS etwa 6 Euro. Falls das ETS in Zukunft verschärft wird (CO2 Preis von über 100 CHF pro Tonne) ist ein Anschluss denkbar.
Teilnahme der Schweiz am EU-Krisenmechanismus im Erdgasbereich: Auch in Krisenzeiten sollen Gaslieferungen in die Schweiz ohne Unterbruch stattfinden. Liberalisierung des Gasmarktes Schweiz ist zu prüfen.	-
Pilot- & Demonstrationsanlagen sowie Leuchtturmprojekte	
Pilot- und Demonstrationsanlagen (P&D-Anlagen) sind ein wichtiger Bestandteil des Technologietransfers von der Energieforschung in den Markt. Im letzten Jahrzehnt wurden die ordentlichen Mittel für P&D-Anlagen massiv gekürzt. Die Mittel sollen nun aufgestockt werden. Neben den ordentlichen P&D-Projekten sollen neu auch Leuchtturmprojekte gefördert werden. Als Projekte mit gläserner Werkstatt machen sie neue Technologien bekannt, fördern den Energiedialog und die Sensibilisierung in Fachkreisen und der breiten Bevölkerung und erhöhen die Marktakzeptanz neuer Konzepte und Technologien.	
Massnahmen: **Mittelaufstockung für P&D-Projekte**	Wird ausdrücklich unterstützt. Priorität bei Geothermie, Photovoltaik und Smartgrid-Systemen. Um die Smartgrids zur realisieren, sind auch entsprechende Gesetze anzupassen.
Leuchtturmprogramm mit Ausschreibung und Auswahlkriterien: Auswahl erfolgt im Wettbewerbsverfahren in jährlichen Ausschreibungen. Programmmanagement sowie quantitative und	Wird ausdrücklich unterstützt.

qualitative Zuschlagskriterien stützen sich auf bewährtes P&D-Programm des BFE.	
Vorbildfunktion Bund	
Der Bund soll seine Vorbildfunktion im Hinblick auf die Erreichung der Ziele der Energiestrategie wahrnehmen. Die Ebene Bund betrifft die Bundesverwaltung inkl. VBS, den gesamten ETH-Bereich und die bundesnahen Unternehmen, die vom Bundesrat strategisch geführt werden (Die Post, SBB, Skyguide, Ruag und Swisscom). Die bestehenden Ziele und Massnahmen der Organisationseinheiten sollen stärker auf die Ziele der Energiestrategie ausgerichtet werden. Vorbildfunktion öffentliche Hand, Ebene Bund: - Organisationsentwicklung im Bereich des Energie- und Umweltmanagements - Vollständige Übersicht über die relevanten Energiedaten - Systematische Überprüfung und höhere Verbindlichkeit von Zielen, Zielvereinbarungen und Indikatoren – mit Möglichkeit für Sanktionen - Sensibilisierung der Mitarbeitenden - Berichterstattung	Wird ausdrücklich unterstützt.
Programm EnergieSchweiz	
EnergieSchweiz ist das partnerschaftliche Programm für freiwillige Massnahmen im Bereich erneuerbare Energien und Energieeffizienz. EnergieSchweiz soll die Wirkung der geplanten, regulativen und marktwirtschaftlichen Massnahmen sowie der Fördermassnahmen der Energie- und Klimapolitik verstärken und einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien leisten. Zu diesem Zweck werden alle unterstützenden Massnahmen und so genannt freiwillige Massnahmen unter dem Dach von EnergieSchweiz zusammengefasst. Die Umsetzung des neuen, im Herbst 2012 vom Bundesrat zu verabschiedenden Konzeptes für EnergieSchweiz soll am 01.01.2013 starten. EnergieSchweiz fokussiert auf die Sensibilisierung, Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung und die Qualitätssicherung (Energiegesetz Art. 10, 11 und 13). Das Konzept wird durch rasch realisierbarer Projekte, z.B. Smart-Cities, -Buildings, -Metering und -Grids, Prozessoptimierung in der Industrie oder Abwärmenutzung und Wärmeverbundnetze verstärkt. Thematisch umfasst das Programm fünf technologische Schwerpunkte: Mobilität, Elektrogeräte, Industrie und Dienstleistungen, Gebäude und erneuerbare Energien. Ergänzt wird es durch die drei Querschnitts-Schwerpunkte Städte-Gemeinden-Quartiere-Regionen-Agglomerationen als wichtige Multiplikatoren,	

Kommunikation sowie Aus- und Weiterbildung. Massnahmen: - Verstärkung und Ausbau Programm EnergieSchweiz - Bildungsinitiative: Aus- und Weiterbildung im Energiebereich - Verstärkung Technologietransfer - EnergieSchweiz für Gemeinden - Qualitätssicherung bei erneuerbaren Energiesystemen - Sämtliche weitere freiwilligen Aktivitäten der übrigen Massnahmen	Wird ausdrücklich unterstützt. Sehr wichtig, aber wie wird Bildungsinitiative koordiniert? Der Masterplan Cleantech zeigt Lösungen auf, die in die Energiestrategie 2050 integriert werden müssen. (Das war übrigens ein Erfolg der Grünen.)

Annex I: Berechnete Energieproduktion 2015 und 2050 (mit Lastkurve 2009, ohne Pumpspeicherung 2050)