

Sachdokumentation:

Signatur: DS 3978

Permalink: www.sachdokumentation.ch/bestand/ds/3978



Nutzungsbestimmungen

Dieses elektronische Dokument wird vom Schweizerischen Sozialarchiv zur Verfügung gestellt. Es kann in der angebotenen Form für den Eigengebrauch reproduziert und genutzt werden (private Verwendung, inkl. Lehre und Forschung). Für das Einhalten der urheberrechtlichen Bestimmungen ist der/die Nutzer/in verantwortlich. Jede Verwendung muss mit einem Quellennachweis versehen sein.

Zitierweise für graue Literatur

Elektronische Broschüren und Flugschriften (DS) aus den Dossiers der Sachdokumentation des Sozialarchivs werden gemäss den üblichen Zitierrichtlinien für wissenschaftliche Literatur wenn möglich einzeln zitiert. Es ist jedoch sinnvoll, die verwendeten thematischen Dossiers ebenfalls zu zitieren. Anzugeben sind demnach die Signatur des einzelnen Dokuments sowie das zugehörige Dossier.



5 JAHRE JA ZUR ENERGIESTRATEGIE 2050

ZURÜCK ZUR VISION

White Paper

*Dr. Léonore Hälg, Nils Epprecht,
Felix Nipkow, Dr. Fabian Lüscher*

Zürich, 2. Mai 2022

Zusammenfassung

Am 21. Mai 2017 sagte die Schweizer Bevölkerung mit 58.2% Ja zu einer Totalrevision des Energiegesetzes. Die damit verbundene Botschaft ging jedoch weit über das eigentliche Gesetz hinaus: Die Revision wurde als Auftakt zur einer neuen «Energiestrategie 2050» verstanden – die grosse ökologische Transformation der Schweizer Energieversorgung. Vom damaligen ganzheitlichen Visionscharakter der Strategie ist bereits fünf Jahre später nicht mehr viel übriggeblieben, die aktuelle Debatte wird durch einen kurzfristigen Fokus auf einzelne Teilbereiche einer nachhaltigen Energieversorgung dominiert.

Eine erste Erfolgskontrolle zeigt zwar: Die im Rahmen des ersten Massnahmenpakets zur Energiestrategie 2050 festgelegten Ziele für das Jahr 2020 wurden allesamt erreicht: Rückgang des Energieverbrauchs um 12% (bei gleichzeitigem Bevölkerungswachstum von 20%) gegenüber dem Jahr 2000. Ausbau der erneuerbaren Energien um fast 5 Terawattstunden, wobei der Ausbau von Wind- und Wasserkraft sowie Geothermie unter den Erwartungen blieb, von Solarenergie dafür viel höher ausfiel. Dazu die Stilllegung eines ersten Schweizer ATOMKRAFTWERKS.

Die vorliegende Analyse fällt jedoch ein kritischeres Fazit darüber, ob diese Zielsetzungen zeitgemässen Ansprüchen an eine ganzheitlich nachhaltige Energieversorgung nach wie vor genügen. Dies umso mehr, als das zweite Massnahmenpaket mit einer Klima- und Energielenkungsabgabe bereits 2017 ersatzlos gestrichen wurde. Insbesondere beim Klimawandel, aber auch bei der Versorgungssicherheit, haben sich die Randbedingungen in den letzten fünf Jahren verändert und sprechen für einen viel rascheren Ausbau von erneuerbaren Energien im Inland. Dies sind aber nur die offensichtlichsten Veränderungen, die ihrerseits den umfassenden Blick auf weitere, bisher zu wenig adressierte Problemfelder einer ganzheitlichen Energieversorgungsvision zu verstellen drohen. Dazu gehört der Fokus auf den Gesamtenergiebedarf, inklusive Energieverbrauch im Ausland, ökologische Herausforderungen wie die Bedrohung der Artenvielfalt oder die Möglichkeit eines atomaren Unfalls sowie die gesellschaftliche Akzeptanz der Transformation.

Drei Handlungsstrategien können dazu beitragen, mittelfristig gleich mehrere dieser «blinden Flecken» der aktuellen Energiestrategie 2050 anzugehen:

- Mit der eingeleiteten Solarifizierung durchstarten,
- Instrumente implementieren, die den Ausstieg aus den fossilen und nuklearen Energiequellen adressieren, terminieren und sozial- und wirtschaftspolitisch abfedern, sowie
- Anreize, die dazu beitragen, den Energieverbrauch strukturell zu vermindern, in die Politikstrategien des Bundes und der Kantone betreffend Verkehr, Raum- und Ortsplanung, Wohnen, Konsum, usw. integrieren

Die Dringlichkeit der diversen Herausforderungen spricht dafür, diese Handlungsfelder parallel anzugehen und die dafür nötigen Politiken rasch zu implementieren.



Schweizerische
Energie-Stiftung
Fondation Suisse
de l'Énergie

Sihlquai 67
8005 Zürich
Tel. 044 275 21 21

info@energiestiftung.ch
PC-Konto 80-3230-3

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis	3
1. Ausgangslage – 5 Jahre Ja zur Energiestrategie 2050.....	4
2. Blick zurück – Erfolgskontrolle bis 2020	5
2.1 Energieeffizienz	5
2.2 Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion.....	5
2.3 Atomausstieg.....	6
3. Horizonterweiterungen – Ansprüche an eine nachhaltige Energieversorgung	7
3.1 Der Nachhaltigkeitsbegriff und seine globale Bedeutung.....	7
3.2 Nachhaltigkeit der EU-Energieversorgung.....	8
3.3 Nachhaltigkeit der Schweizer Energieversorgung.....	8
3.4 Übergeordneter Anspruch	9
4. Folgerungen – siebeneinhalb blinde Flecken der Energiestrategie 2050.....	11
4.1 Klimapolitischer Zeithorizont.....	11
4.2 Versorgungssicherheit	11
4.3 Energienachfrage und -produktion im Inland	12
4.4 Globaler Energieverbrauch	14
4.5 Biodiversität	15
4.6 Risiko einer radioaktiven Verstrahlung	15
4.7 Akzeptanz	16
5. Politikformulierung – drei zentrale Handlungsstrategien für die künftige Schweizer Energiepolitik.....	17
5.1 Mit Solarenergie durchstarten	17
5.2 Nuklearen und fossilen Ausstieg terminieren, implementieren und abfedern.....	19
5.3 Energiesparpotenziale nutzen	21
6. Fazit.....	23
A. Anhang.....	24
A.1. Indikatoren für die Nachhaltigkeitsbewertung eines Energiesystems (basierend auf Berg et al. 2003 und WEC 2021).....	24

Titelbild: Diego PH / unsplash

1. Ausgangslage – 5 Jahre Ja zur Energiestrategie 2050

Der Super-GAU im japanischen Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi im Jahr 2011 führte zu einer Zäsur für die Schweizer Energiepolitik, gefolgt von einer langfristigen Vision: Die Energiestrategie 2050 sollte die Energieversorgung fortan nachhaltig gestalten. Einerseits bedeutete dies den mittelfristigen Ausstieg aus der Kernenergie. Andererseits sollte dank verschiedenen Massnahmenpaketen die Abhängigkeit von fossilen Brenn- und Treibstoffen durch eine erneuerbare, mehrheitlich strombasierte Energieversorgung ersetzt werden. Das erste Massnahmenpaket, welches vom Schweizer Stimmvolk im Mai 2017 mit 58.2% angenommen wurde, fokussierte auf den Zubau erneuerbarer Stromproduktionskapazitäten und auf die Energieeffizienz, welche beide dank finanzieller Unterstützung erhöht werden sollten. In einem zweiten Massnahmenpaket sollte ein neuer Verfassungsartikel mit einer Lenkungsabgabe die Energie- und Klimapolitik zusammenführen und den Ausstieg des fossilen Zeitalters in der Schweiz einläuten. Diese zweite Reform ist bislang jedoch ausgeblieben, da das Parlament nicht darauf eingetreten ist.

In den fünf Jahren seit der Abstimmung ist eine nachhaltige und ganzheitliche Sicht auf die Energieversorgung wichtiger denn je geworden. Im Sinne des Pariser Klimaabkommens entschied der Bundesrat im August 2019, dass die Schweiz bis zum Jahr 2050 netto null Treibhausgasemissionen ausstossen soll. Dies kommt einer vollständigen Dekarbonisierung der Energieversorgung gleich. Im Juni 2021 lehnte die Schweizer Stimmbevölkerung jedoch eine weitere CO₂-Reduktion sowie verschiedene Massnahmen im Gebäude- und Mobilitätsbereich ab. Kurz zuvor, im Mai 2021, führte der Abbruch der Verhandlungen zu einem EU-Rahmenabkommen zur mittelfristigen Sistierung eines Stromabkommens mit der EU. Seither warnt die Eidgenössische Elektrizitätskommission (Elcom) verstärkt vor Stromversorgungsengpässen im Winter, die ab 2025 eintreten könnten, und empfiehlt unter anderem, rasch zusätzliche Versorgungskapazitäten im Inland aufzubauen. Die Situation hat sich mit dem Ukraine-Krieg seit Februar 2022 noch akzentuiert, da Gas-, Öl- und Uranimporte aus Russland unsicher und politisch fragwürdig geworden sind.

Paradoxerweise hat die Zuspitzung der Dringlichkeit für einen nachhaltigen Umbau der Schweizer Energieversorgung dazu geführt, dass in der öffentlichen Debatte vor allem Partikularinteressen propagiert werden und ganzheitliche Perspektiven zu kurz kommen.

Paradoxerweise hat die Zuspitzung der Dringlichkeit für einen nachhaltigen Umbau der Schweizer Energieversorgung dazu geführt, dass in der öffentlichen Debatte vor allem Partikularinteressen propagiert werden und ganzheitliche Perspektiven zu kurz kommen. Dominant sind insbesondere die Sorge um die Versorgungssicherheit (Strom und Gas) sowie die Dekarbonisierung. Das vorliegende White Paper kehrt zum visionären Ursprungsgedanken zurück. Es beinhaltet eine Erfolgskontrolle der ersten fünf Jahre Energiestrategie 2050 und aktualisiert die Ansprüche an eine nachhaltige Energieversorgung auf die heutige Zeit. Davon abgeleitet werden blinde Flecken der aktuellen Energie- und Klimagesetzgebung ermittelt und Handlungsstrategien formuliert, wie diese blinde Flecken angegangen werden können.

2. Blick zurück – Erfolgskontrolle bis 2020

Das erste Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050, wie es Anfang 2018 in Kraft gesetzt wurde, enthält im Wesentlichen drei Grundpfeiler: die Senkung des Endenergie- und Elektrizitätsverbrauch durch Energieeffizienz, den Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion und den mittelfristigen Ausstieg aus der Kernenergie. In der Folge wird auf deren Entwicklung seit der Annahme eingegangen.

2.1 Energieeffizienz

Für die Reduktion des Energie- und Strombedarfs durch erhöhte Energieeffizienz wurden Richtwerte für den Endenergie- und Stromverbrauch in den Jahren 2020 und 2035 eingeführt: Eine Reduktion des durchschnittlichen Endenergieverbrauchs pro Person bis im Jahr 2020 um 16% und bis im Jahr 2035 um 43% im Vergleich zum Jahr 2000. Zudem sollte der durchschnittliche Stromverbrauch pro Person bis im Jahr 2020 um 3% und bis im Jahr 2035 um 13% im Vergleich zum Jahr 2000 abnehmen. Dazu wurden verschiedene Massnahmen ergriffen, die vor allem im Gebäude- und im Verkehrssektor ansetzten. Einerseits wurde der Maximalbetrag für das Gebäudeprogramm, das durch die finanzielle Unterstützung energetischer Gebäudesanierungen die Energieeffizienz im Raumwärmebereich verbessern sollte, von 300 auf 450 Millionen Franken jährlich erhöht. Zusätzlich wurden die steuerlichen Anreize zur energetischen Gebäudesanierung ausgeweitet und neue Auflagen an die Kantone erlassen. Andererseits wurden die Emissionsgrenzwerte für Personewagen im CO₂-Gesetz verschärft und auf Lieferwagen und leichte Sattelschlepper angewendet. Dies sollte den Energieverbrauch dieser Fahrzeuge direkt senken, hängt deren Treibhausgasausstoss doch direkt von der Menge verbrannter fossiler Treibstoffe ab.

Die Richtwerte zur Reduktion des Endenergie- und Stromverbrauchs wurden schon einige Jahre vor 2020 erreicht, was darauf hindeutet, dass die Entwicklungen nachhaltig und nicht nur im Zuge der Corona-Pandemie entstanden sind.

Wie der Monitoring-Bericht des Bundesamts für Energie (BFE) zeigt, wurden die Richtwerte zum Endenergie- und Stromverbrauch mit minus 20.8% respektive minus 10.4% pro Person im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2000 erreicht ([BFE 2021a](#)). Beide Richtwerte wurden sogar schon einige Jahre früher erreicht, was darauf hindeutet, dass die rückläufigen Entwicklungen nachhaltig sind und nicht von verändertem Verhalten im Zuge der Corona-Pandemie herrühren.

2.2 Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion

Für den Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion wurden Richtwerte für die durchschnittliche jährliche Produktion aus erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft von 4.4 und 11.4 Terawattstunden für die Jahre 2020 und 2035 festgelegt. Die Wasserkraft sollte im Jahr 2035 37.4 Terawattstunden produzieren. Dieser Ausbau wurde mit Massnahmen im Bereich der finanziellen Förderung und einer Verkürzung der Bewilligungsverfahren flankiert. Der Netzzuschlag, welcher auf den Stromverbrauch erhoben wird und die Unterstützungsmassnahmen für erneuerbare Energien finanziert, wurde von 1.5 auf 2.3 Rappen pro Kilowattstunde angehoben. Gleichzeitig wurde die kostendeckende Einspeisevergütung für

Photovoltaik-Anlagen durch einmalige Investitionsbeiträge (Einmalvergütungen) ersetzt und eine Marktprämie für bestehende unrentable Grosswasserkraftwerke eingeführt.

Für den Ausbau der erneuerbaren Energien wurde der gesetzliche Richtwert für das Jahr 2020 erreicht und auch der Ausbau für den Richtwert für das Jahr 2035 ist auf Kurs.

Im Jahr 2020 produzierten die Wasserkraft 40.6 Terawattstunden ([BFE 2021b](#)) und die weiteren erneuerbaren Energien – das heisst Photovoltaik-, Windkraft-, und Biogasanlagen, sowie Feuerungen mit Biomasse(-anteilen) – mehr als 4.7 Terawattstunden ([Kaufmann 2021](#)). Der Richtwert für das Jahr 2020 wurde also erreicht und der Ausbau ist auch für den Richtwert für das Jahr 2035 auf Kurs ([BFE 2021a](#)).

2.3 Atomausstieg

Der Atomausstieg wurde eingeleitet, in dem neue Rahmenbewilligungen für Atomkraftwerke verboten wurden. Der Betrieb der bestehenden Kraftwerke kann so lange fortgeführt werden, als die Sicherheit gewährleistet ist und sie wirtschaftlich sind. Schliesslich wurde die Wiederaufbereitung abgebrannter Brennstäbe nach einem Moratorium definitiv verboten – diese müssen als radioaktive Abfälle entsorgt werden ([UVEK 2017](#)). Die Kraftwerke Beznau 1, Beznau 2 und Gösgen sind mittlerweile im Langzeitbetrieb angelangt. Das Kernkraftwerk Mühleberg wurde Ende 2019 vom Netz genommen. Bei dieser Ausstiegsentscheid gaben keine Sicherheits-, sondern wirtschaftliche Bedenken den Ausschlag. Der Entscheid wurde von der Eignerin BKW bereits 2013 und damit vor dem Ja zur Energiestrategie gefällt.

3. Horizonterweiterungen – Ansprüche an eine nachhaltige Energieversorgung

Auch wenn die Energiestrategie 2050 vor allem eine Antwort auf kurzfristige Veränderungen war, orientierte sich ihr langfristiger Anspruch an einer nachhaltigen Transformation der Energieversorgung. In diesem Kapitel wird elaboriert, welche Kriterien ein zeitgemässes nachhaltiges Energiesystem umfassen soll.

3.1 Der Nachhaltigkeitsbegriff und seine globale Bedeutung

Die wichtigste Definition des Nachhaltigkeitsbegriffs geht auf einen 1987 unter dem Vorsitz von Gro Harlem Brundtland verfassten UN-Bericht zurück ([WCED 1987](#)): «Dauerhafte Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.»¹ Der Bericht definiert eine nachhaltige Energieversorgung als «zuverlässig, sicher und umweltverträglich» (Seite 141) und an anderer Stelle zusätzlich als «wirtschaftlich tragbar» (Seite 167) und propagiert den Ausbau der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien. Dieser Nachhaltigkeitsbegriff spiegelt sich in der von den Vereinten Nationen 2015 verabschiedeten Agenda 2030 und den darin enthaltenen 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung wider, zu deren Umsetzung sich auch die Schweiz verpflichtete. So fordert Ziel 7 den «Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle» ([UNRIC 2022](#)). Nachhaltige Energie ist dabei direkt und exklusiv an erneuerbare Produktion gekoppelt, genauer an Wasserkraft, Biogas und Biomasse, Wind- und Solarenergie, Geothermie, Gezeiten- und Wellenenergie sowie erneuerbaren Kehrlicht ([ESMAP 2021](#)). Weder im Brundtland-Bericht noch in der Agenda 2030 wird Atomenergie als nachhaltig bewertet, da sie zu viele ungelöste Probleme verursacht: die militärische Nutzung, die hohen und weiter steigenden Kosten, Gesundheits- und Umweltrisiken, das Risiko von Atomunfällen sowie Entsorgung des radioaktiven Mülls.

Bereits 1987 ist nachhaltige Energie direkt und exklusiv an erneuerbare Produktion gekoppelt.

Wenn auch deren Entstehungsgeschichte nicht eindeutig geklärt ist, wurde die von Brundtland und ihren Koautor:innen entworfene Nachhaltigkeitsdefinition ab den 1990er Jahren vielerorts über ein Dreisäulenmodell operationalisiert. Nachhaltige Entwicklung hat dabei eine ökonomische, ökologische und soziale Dimension. Darauf aufbauend stellte der Weltenergieerater (*World Energy Council WEC*) das Energie-Trilemma mit den drei Faktoren Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und soziale Gerechtigkeit zusammen ([WEC 2021](#)). So soll die Versorgung mit Energie zuverlässig und ohne negative Auswirkungen auf Umwelt und Klima gewährleistet werden. Gleichzeitig soll der Zugang zu Energie für alle möglich und erschwinglich sein. Wie der Begriff «Trilemma» suggeriert, bestehen in fossildominierten Energiesystemen Zielkonflikte bei der Erfüllung dieser drei Anforderungen. Auch das Dreisäulenmodell beinhaltet aber das Problem, dass die einzelnen Säulen nicht abschliessend definiert und immer wieder neu interpretiert werden. So wird im Zusammenhang mit der ökologischen Nachhaltigkeit von Energiequellen oft nur auf die Treibhausgasemissionen einzelner Technologien fokussiert, da die Klimakrise (zu Recht) einen grossen Teil der öffentlichen Aufmerksamkeit genießt.

¹ Übersetzung von [WCED 1987](#), S. 37 durch Volker Hauff

3.2 Nachhaltigkeit der EU-Energieversorgung

Anfang 2022 hat die EU mit der Taxonomie-Verordnung einen «Rechtsakt zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel vorgelegt, der bestimmte Gas- und Kernenergie-tätigkeiten abdeckt» (EU 2022). Mit dieser Bezeichnung ist gesagt, dass es sich nicht um eine integrale Nachhaltigkeitsbewertung handelt, sondern um eine zeitaktuelle Hilfestellung des ökologischen Teilaspekts Klimaneutralität.

Bei der EU-Taxonomie handelt es sich nicht um eine integrale Nachhaltigkeitsbewertung, sondern um eine zeitaktuelle Hilfestellung für den ökologischen Teilaspekt Klimaneutralität

Ungeachtet dessen hat sich die EU auf sechs umfassende Umweltziele geeinigt: Klimaschutz, Klimawandelanpassung, nachhaltige Nutzung von Wasser- und Meeresressourcen, Wandel zu einer Kreislaufwirtschaft, Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung sowie Schutz und Wiederherstellung von Ökosystemen und Biodiversität. Artikel 17 der Taxonomie-Verordnung regelt darauf aufbauend, die sogenannten «Do No Significant Harm» (DNSH)-Kriterien, die Wirtschaftstätigkeiten vom Nachhaltigkeitslabel ausschliessen, wenn diese unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus zu einer erheblichen Beeinträchtigung der definierten Umweltziele führen (EU 2020). Um die Atomindustrie auf DNSH-Kriterien zu prüfen, hat die EU-Kommission Gutachten in Auftrag gegeben, die zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Die Unterschiede erklären sich zusammenfassend darin, ob die DNSH-Kriterien relativ im Vergleich zu fossilen Energiequellen oder absolut betrachtet werden. Die EU-Kommission entschied daraufhin, Investitionen sowohl in Atom- als auch in Gaskraftwerke während einer Übergangsfrist als klimaneutral einzustufen.

3.3 Nachhaltigkeit der Schweizer Energieversorgung

Die Nachhaltigkeit hat ihren Platz in der Schweizer Bundesverfassung, welche «ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits» (Art. 73) anstrebt und den Einsatz für «eine ausreichende, breit gefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch» (Art. 89) vorschreibt. Daran orientiert sich auch die Energiestrategie 2050 (Bundesrat 2013, S. 7565, 7587, 7738). Konkret werden drei Zieldimensionen formuliert: Reduktion des Endenergie- und der Stromverbrauchs, Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien und Senkung der energiebedingten CO₂-Emissionen (ökologische Dimension) unter dem Erhalt der hohen Versorgungsqualität und der preiswerten Energieversorgung (wirtschaftliche und soziale Dimension) (Bundesrat 2013, S. 7565). Dieser Zielbescrieb offenbart, dass die Transformation insbesondere im Bereich der ökologischen Dimension zu erfolgen hat – unter Beibehaltung des bereits sehr hohen Niveaus in der wirtschaftlichen und sozialen Dimension (siehe Abbildung 1).

Die Ziele der Energiestrategie offenbaren, dass die Transformation insbesondere im Bereich Ökologie zu erfolgen hat.

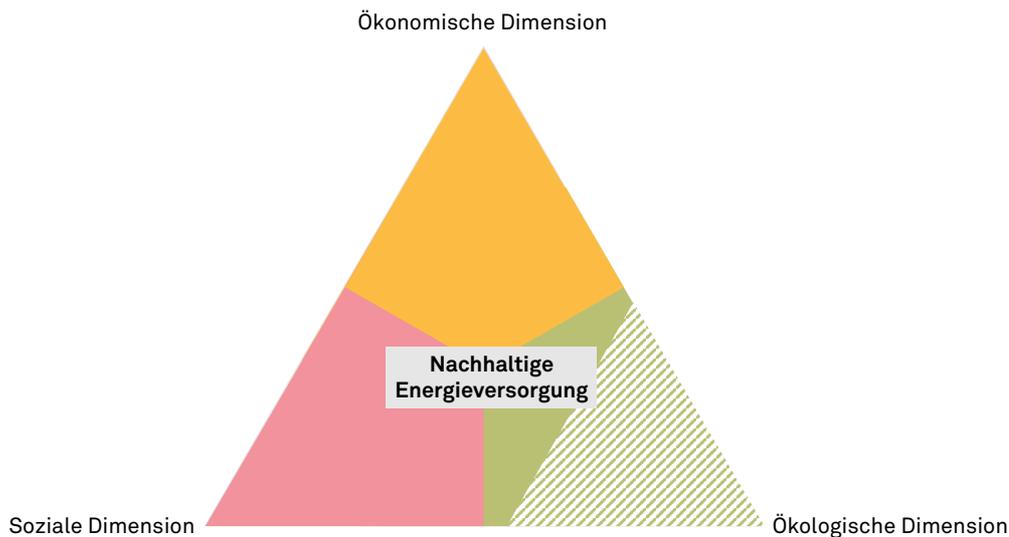


Abbildung 1. Die Energiestrategie 2050 soll die ökologische Transformation der Schweizer Energieversorgung sicherstellen, jeweils unter Erhaltung des bisherigen hohen Niveaus bezüglich Ökonomie und soziale Gerechtigkeit. Eigene Darstellung.

Im Detail bedeutet dies, dass der Wandel zu einer nachhaltigen Energieversorgung den Ersatz von Technologien und Anreizen, welche aus ökologischer Sicht schlecht abschneiden, erfordert. Die ökologischeren Alternativen sollen in der ökonomischen und sozialen Dimension möglichst gleichwertig sein.

Die Nachhaltigkeit eines Energiesystems bezüglich der drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und soziale Gerechtigkeit wird je nach Land anders beurteilt, da die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen und auch die Indikatoren für die drei Dimensionen variieren können (siehe beispielsweise [WEC 2021](#), [Berg et al. 2003](#), [Brown und Sovacool 2013](#)). Wiederkehrende Indikatoren, die für den Schweizer Kontext relevant sind, sind in der wirtschaftlichen Dimension die Versorgungsqualität, das heisst die Fähigkeit zur zuverlässigen Deckung der Energienachfrage, tiefe Energiepreise und eine stabile und dadurch verlässliche und antizipierbare Energiepolitik. Häufig genannte Indikatoren für die soziale Dimension sind die Konsumentenpreise, der Zugang zu Energie, die Sicherheit für Leib, Leben und Eigentum, die breite Partizipation an Prozessen und Entscheidungen bezüglich der Energieversorgung und Wahlfreiheit bezüglich Energieträger und -lieferant:innen. Die ökologische Dimension wird wie erwähnt oft nur mit dem Treibhausgasausstoss der einzelnen Energieträger gemessen, während die Ökobilanzierung doch ein bekanntes Mittel ist, weitere Umweltaspekte wie beispielsweise den Bodenverbrauch, die Bedrohung der Artenvielfalt oder die mögliche Gefährdung durch eine radioaktive Verstrahlung miteinzubeziehen. Eine detaillierte Diskussion der einzelnen Indikatoren und der Nachhaltigkeitsbewertung verschiedener Energieerzeugungstechnologien mit Bezug auf die Schweiz findet sich im Anhang.

3.4 Übergeordneter Anspruch

Die Dreieckmodelle in der Definition der Nachhaltigkeit sind stark vereinfachend und tragen mitunter dazu bei, dass Nachhaltigkeit zu einem *catch-all*-Konzept wird. Nachhaltigkeit ist deshalb vielfach mehr politisches Schlagwort als Etikette, die unter klaren Kriterien vergeben wird.

Die indikatorenbasierten Nachhaltigkeitsanalysen sind zwar wichtig, um abstrakte Ansprüche zu operationalisieren. Zielkonflikte sind jedoch typisch. Sie laden

dazu ein, den eigentlichen Grundgedanken der Nachhaltigkeit auszuklammern: Die Idee einer raumzeitlichen Ausweitung des Gerechtigkeitsbegriffs, wie er bereits in Artikel 73 der Schweizer Bundesverfassung formuliert ist. Nimmt man diese Perspektive ein, sollte Nachhaltigkeit nicht als Abwägen und Priorisieren von Kriterien, Indikatoren und Zielwerten und auch nicht als Analyse von Zielkonflikten und Konvergenzen dazwischen gedacht werden, sondern auf einen Paradigmenwechsel mit Betonung der «intertemporalen und der global-grenzüberschreitenden Gerechtigkeit» (Ekart 2016, *Theorie der Nachhaltigkeit*, S. 52). Dieser umfassende Zielgrundsatz muss für alle weiteren Aktivitäten in der Schweizer Energiepolitik handlungsweisend wirken.

Das Ziel einer intertemporalen und global-grenzüberschreitenden Gerechtigkeit muss für alle weiteren Aktivitäten in der Schweizer Energiepolitik handlungsweisend wirken.

4. Folgerungen – siebeneinhalb blinde Flecken der Energiestrategie 2050

Basierend auf der Analyse zeitgemässer Ansprüche an eine nachhaltige Energieversorgung für die Schweiz reflektieren wir die heutigen Zielsetzungen der Energie- und Klimagesetzgebung kritisch. Wo besteht zwischen Anspruch und heutiger Politik ein grosses Delta? Welches sind die blinden Flecken der Energiestrategie 2050?

4.1 Klimapolitischer Zeithorizont

Spätestens der Sonderbericht des Weltklimarats (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*) über die Folgen einer globalen Erwärmung über 1.5°C im Jahr 2018 zeigte auf, dass die Erderwärmung 1.5°C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter nicht überschreiten darf, um die Risiken für dramatische Folgen gering zu halten (IPCC 2018). Ein halbes Jahr nach der Annahme der Energiestrategie 2050 ratifizierte das Schweizer Parlament das Klimaabkommen von Paris, welches einen maximalen Temperaturanstieg um 1.5°C anstrebt (BAFU 2018). 2019 beschloss der Bundesrat, dass die inländischen Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null sinken sollen (Bundesrat 2019). Der IPCC-Sonderbericht zeigt jedoch auf, dass für die Einhaltung des 1.5°C-Ziels Netto-Null Treibhausgasemissionen bis 2050 *global* erreicht werden müssen. Dafür müssen hochindustrialisierte Länder wie die Schweiz früher Netto-Null erreichen. Dies gilt insbesondere für die Energieversorgung, wo emissionsarme oder -freie Technologien bereits vorhanden sind und Marktreife erlangt haben, was in anderen Emissionssektoren wie der Landwirtschaft, der Bauindustrie oder im Flugverkehr noch nicht der Fall ist. Es ist deshalb imperativ, die in der Energiestrategie ursprünglich für 2050 angepeilten Richtwerte bereits früher zu erreichen. Abgeleitet vom verbleibenden CO₂-Budget errechnet sich ungefähr das Jahr 2035 (Greenpeace 2022).

Es ist imperativ, die in der Energiestrategie ursprünglich für 2050 angepeilten Richtwerte für den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz bereits früher zu erreichen.

Es gilt deshalb sämtliche Politiken zu beschleunigen, die fossile Energiequellen insgesamt reduzieren und emissionsarme Energiequellen zu deren Ersatz voranbringen. Angesichts des nur noch sehr limitierten Zeitbudgets ist es dabei beinahe alternativlos, auf die Lösungen zu setzen, die verfügbar sind und das beste Kosten-Nutzen-Zeit-Verhältnis aufweisen. Dazu gehören Umweltwärmesysteme wie die Wärmepumpe, erneuerbarer Strom aus Wind und Sonne sowie die Elektromobilität.

4.2 Versorgungssicherheit

Die jüngsten staats- und geopolitischen Entwicklungen zeigen Unsicherheiten bezüglich der Stromimporte aus unseren Nachbarländern sowie der zukünftigen Versorgung mit Erdgas, Erdöl und Uran aus dem wichtigen Importland Russland auf (Gazenergie 2022). Die grosse Abhängigkeit der schweizerischen Stromversorgung von nuklearen Grosskraftwerken birgt zudem ein Klumpenrisiko, welches die Versorgungsqualität potenziell erheblich beeinträchtigt (Frontier Economics 2021). Schliesslich legt auch die Sistierung des Stromabkommens mit der EU dar, dass hohe Stromimporte in Zukunft mit Unsicherheiten behaftet sein könnten (Swissgrid 2021). Selbst wenn sich die Versorgungssituation wieder entspannen sollte, ist es für die Versorgungssicherheit und den künftigen politischen Handlungsspielraum der Schweiz sinnvoll, den Anteil an im Inland produzierter Energie zu

erhöhen und den Betrieb schweizerischer Kraftwerke mindestens vorübergehend stärker auf den Heimmarkt auszurichten und damit Abhängigkeiten zu verringern. Erneuerbare Energieproduktionsanlagen können mindestens im Betrieb im Unterschied zu fossilen oder nuklearen Alternativen vollständig auf Ressourcen im Inland zurückgreifen.

Autarkie kann schon aus Gründen der Versorgungssicherheit kein sinnvolles Ziel für die Schweiz sein, da diese unabhängig von den Produktionstechnologien steigt, je grösser das geographische Einzugsgebiet ist.

Gleichwohl kann Autarkie schon aus Gründen der Versorgungssicherheit kein sinnvolles Ziel für die Schweiz sein, da diese steigt, je grösser das geographische Einzugsgebiet ist – unabhängig von den zum Einsatz kommenden Produktionstechnologien. Nicht zuletzt deshalb treibt die EU die Stärkung ihres Binnenmarkts voran ([BFE 2017](#)), was bei den ausgeschlossenen Schweizer Netzbetreiber überhaupt erst vor die erwähnten Probleme stellt.

4.3 Energienachfrage und -produktion im Inland

Während der Energieverbrauch pro Person seit 2000 tatsächlich wesentlich gesunken ist, ist die Entwicklung beim absoluten Energieverbrauch weniger rosig: Er ist seit 2000 nur minim gesunken (siehe Abbildung 2). Vor allem im Verkehrssektor

Der reine Fokus auf die Emissionseffizienz der Fahrzeuge verkennt, dass in einem dekarbonisierten Energiesystem der Strom nicht im Überfluss vorhanden ist.

blieb der gesamte Energieverbrauch mit Ausnahme des Jahres 2020 und dessen Corona-bedingten Einschränkungen praktisch konstant. So wurde durch die Energieeffizienzmassnahmen der Energiestrategie 2050 nur das mehrheitlich durch das Bevölkerungswachstum getriebene Verkehrswachstum gedeckt². Die Emissionsgrenzwerte werden regelmässig überschritten (z.B. [BFE 2021c](#)). Ausserdem gibt es einen seit einigen Jahren sichtbaren Trend zu immer mehr treibstoffverbrauchenden Benzin- und Dieselaautos ([BFE 2021d](#)), und in Zukunft werden der Personen- und vor allem auch der Güterverkehr weiter wachsen ([ARE 2021](#)). Eine weitere Reduktion des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor ist nur durch eine konsequente Substitution der fossilen Energieträger und eine Reduktion der durch individuelle Fahrzeuge zurückgelegten Strecke zu erreichen³. Der reine Fokus auf die Emissionseffizienz der Fahrzeuge verkennt, dass in einem dekarbonisierten Energiesystem der Strom nicht im Überfluss vorhanden ist, weshalb die Erhöhung der Energieeffizienz im Verkehrsbereich notwendig ist.

Auch der Gebäudesektor konnte mit einer Reduktion des gesamten Endenergieverbrauchs von 8.7% in der Periode zwischen 2000 und 2020 nur minime Fortschritte machen⁴. Die Bereitstellung von Raumwärme in den Gebäuden macht dabei drei Viertel des Endenergieverbrauchs in diesem Sektor aus. Die Auszahlungen aus dem Gebäudeprogramm haben im Jahr 2020 erst 300 von 450 Millionen Franken erreicht ([Gebäudeprogramm 2021](#)). Die Anzahl der durchgeführten Projekte lässt nicht auf eine Erhöhung der Sanierungsrate von konstant rund einem Prozent

² Seit dem Jahr 2000 wuchs die Schweizer Bevölkerung um rund 20%, während die im Personenverkehr zurückgelegten Personenkilometer um rund 25% wuchsen.

³ Elektrofahrzeuge brauchen im Betrieb pro Personenkilometer rund einen Viertel bis einen Drittel der Energie von Benzin- und Dieselfahrzeugen, der Zug nur rund einen Fünftel. Datenquelle: [mobitool \(2020\)](#)

⁴ Witterungsbereinigter Energieverbrauch in Gebäuden von [Kemmler et al. \(2021\)](#).

schliessen⁵. Gleichzeitig werden das stete Wachstum und die Alterung der Wohnbevölkerung sowie die Nachfrage nach grösseren Wohnungen in Zukunft die Wohnfläche weiter ansteigen lassen (Weinert 2021). Weitere Anstrengungen, welche den Energieverbrauch in den Gebäuden besonders im Winter senken, sind nötig.

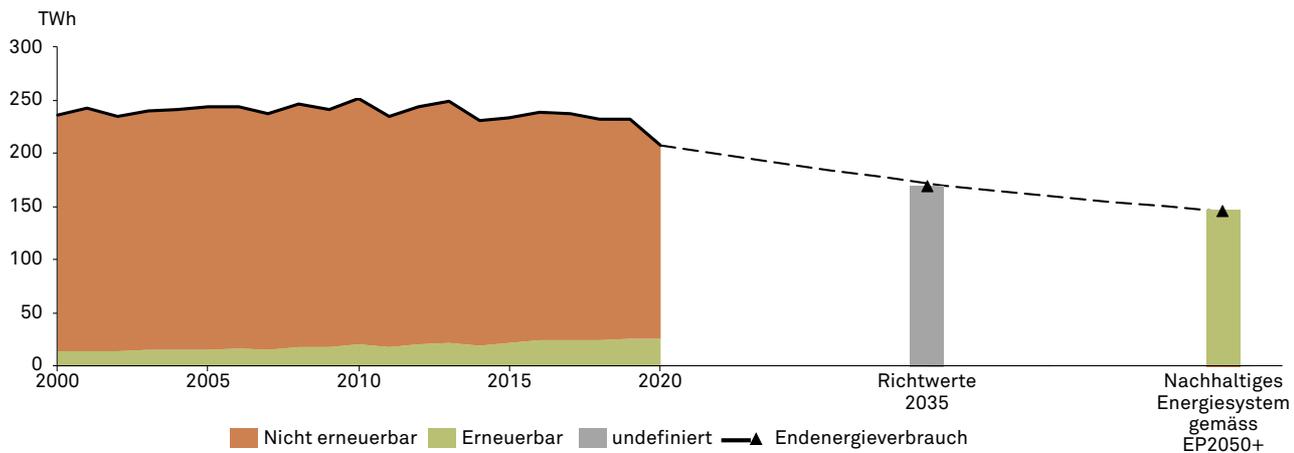


Abbildung 2. Historische und zukünftige Endenergienachfrage. Die Richtwerte entsprechen der 2017 angenommenen Energiestrategie 2050. Das nachhaltige Energiesystem entspricht dem dekarbonisierten Energiesystem, welches die Energieperspektiven 2050+ des Bundes im Szenario ZERO Basis für das Jahr 2050 vorsehen. Die durch Güter importierte graue Energie und der internationale Flugverkehr sind nicht miteingerechnet. Datenquellen: BFE 2021e und Kirchner et al. 2021.

Vermeehrt in den Fokus rücken sollte die erneuerbare Wärmeproduktion – werden beim Heizungsersatz doch immer noch in fast der Hälfte der Fälle fossile Heizsysteme installiert (Guerra 2021). Tatsächlich können in vielen Fällen fossile Heizsysteme relativ einfach und preisgünstig mit Wärmepumpen ersetzt werden. In dicht besiedelten Gebieten, wo oftmals ein Gasnetz besteht, braucht es eine langfristige Planung zu dessen Rückbau und Ausbau der Fernwärmenetze, welche beispielsweise mit erneuerbarer Wärme aus Grund-, See- oder Flusswasser, mitteltiefer Geothermie oder auch mit Holzheizkraftwerken betrieben werden.

Gasheizungen mit Biogas oder erneuerbarem synthetischem Gas zu betreiben, ist mit einer ganzheitlichen Sicht auf den Wärmesektor nicht empfehlenswert. So wird heute ein erheblicher Teil der fossilen Brennstoffe für Prozesswärme in der Industrie verwendet (Kemmler et al. 2021). In industriellen Prozessen werden oft Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius benötigt, zu deren Erreichung es selten Alternativen zu Gas- und Ölbrennern gibt. Das inländische Biogaspotenzial reicht zur Deckung von rund einem Drittel des fossilen Brennstoffbedarfs der Industrie (Thees et al. 2017). Die Technologien zur Synthetisierung von Gas aus erneuerbarem Strom haben den Marktdurchbruch (noch) nicht geschafft und sind unwirtschaftlich (Agora 2018). Es wäre schlicht zu schade, die kleine Menge an erneuerbaren Brennstoffen zu Heizzwecken in Gebäuden zu verbrauchen, wo günstige und klimafreundliche Alternativen bestehen.

Schliesslich ist auch die Stromnachfrage eine Kennziffer, die in der Energiestrategie 2050 definiert wurde. Ähnlich wie bei der Energienachfrage ist auch die Stromnachfrage seit 2000 gesamthaft sogar gestiegen und hat sich in den Jahren seit der Abstimmung zur Energiestrategie 2050 stabilisiert (siehe Abbildung 3). In

⁵ Im Jahr 2020 wurden vom Gebäudeprogramm 8'050 Wärmedämmungen und 2'240 Systemsanierungen finanziell unterstützt (siehe [Das Gebäudeprogramm \(2021\)](#)). Dies entspricht rund 0.5% der Gebäude mit Wohnnutzung.

Zukunft ist ein weiterer Anstieg sicher, denn die Elektrifizierung im Gebäudebereich und im Verkehr erhöht den Strombedarf. Die Energieperspektiven 2050+ des Bundes gehen davon aus, dass der Strombedarf im Jahr 2050 für die Erreichung des Netto-Null-Ziels um rund 19 Terawattstunden gegenüber dem Jahr 2019 steigt ([Kirchner et al. \(2021\)](#), Szenario Zero Basis). Mit der Stilllegung der Atomkraftwerke müssen zusätzlich rund 23 Terawattstunden pro Jahr ersetzt werden ([BFE 2021b](#)).

Jede zusätzliche Effizienzmassnahme, welche den Stromverbrauch effektiv senkt, reduziert auch den Bedarf an zusätzlichen Stromproduktionskapazitäten mit den entsprechenden positiven Konsequenzen, dass die Energiewende volkswirtschaftlich billiger und die Versorgungsqualität erhöht wird. Die Richtwerte der Energiestrategie 2050 reflektieren dies in keiner Weise.

4.4 Globaler Energieverbrauch

Die Energiestrategie 2050 konzentriert sich auf die direkt in der Schweiz produzierte und verbrauchte Energie. Dies sind die Bereiche, auf die der Bund Einfluss nehmen kann. Klimawandel, Biodiversitätsverlust und Ressourcenverbrauch sind jedoch globale Phänomene. Die Schweizer Bevölkerung konsumiert jedes Jahr das Zwei- bis Dreifache⁶ der inländischen Endenergienachfrage über den Import von Gütern, zu deren Herstellung und Transport Energie in anderen Ländern aufgewendet wird – sogenannte *graue Energie*.

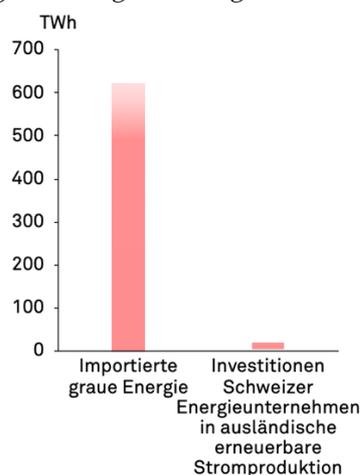


Abbildung 3. Vergleich der importierten grauen Energie und der Investitionen Schweizer Stromproduzent:innen in erneuerbare Stromproduktionskapazitäten im Ausland. Daten zur importierten grauen Energie sind geschätzt (siehe Fussnote 6). Datenquelle zu den Auslandsinvestitionen der Stromproduzent:innen: [Energie Zukunft Schweiz 2020](#).

Die Schweiz ist im Ausland nicht tatenlos, investiert sie doch in nachhaltige Energieträger in anderen Ländern über die Auslandskompensation inländischer Treibhausgasemissionen⁷ und durch die Auslandsinvestitionen der grossen

⁶ Die Schweiz verursacht rund das Doppelte der inländischen Umweltbelastung im Ausland ([Jungbluth et al. 2011](#)). Im Jahr 2019 verursachten Schweizer:innen sogar das Dreifache der inländischen Treibhausgasemissionen im Ausland ([Ritchie und Roser 2020](#)). Rund ein Drittel bis die Hälfte der importierten Treibhausgasemissionen wird über Güter wieder aus der Schweiz exportiert ([Iten und Nipkow 2020](#)). Es kann davon ausgegangen werden, dass sich der Faktor bezüglich des im Ausland über importierte Güter induzierten Energieverbrauchs in der Grössenordnung der Treibhausgasemissionen und der Umweltbelastung bewegt. Dies entspricht dem unteren Niveau der Schweizer Zahlen von Kulionis ([Ourworldindata 2022](#)).

⁷ Die Schweiz hat nach Artikel 6 des Pariser Klimaabkommens bilaterale Abkommen mit Peru, Ghana, Senegal und Georgien geschlossen ([BAFU 2021a](#)). Nun kann sie in diesen Ländern Emissionsminderungsprojekte finanzieren, welche der Schweiz angerechnet werden. Mit der Verlängerung des CO₂-Gesetzes bis Ende 2024, dessen Vernehmlassung Anfang April abgeschlossen wurde, plant der Bundesrat bis zu einem Viertel der Emissionsreduktionen im Ausland zu erzielen ([BAFU 2021b](#)).

Schweizer Stromproduzent:innen in erneuerbare Stromproduktionsanlagen. Ausländische Emissionskompensationen stehen jedoch in der Kritik, da sie Möglichkeiten des Gastlandes verringern, seine eigenen Treibhausgasemissionen zu senken, und die Realisierung von Emissionsreduktionsmassnahmen im Inland verhindern (z.B. [WWF 2017](#), [Peters 2020](#)). Das Auslandengagement der grossen Schweizer Stromproduzent:innen im Bereich der erneuerbaren Stromproduktion ist im Vergleich zur importierten grauen Energie ein Tropfen auf den heissen Stein (siehe Abbildung 4).

4.5 Biodiversität

Der Ausbau der erneuerbaren Energien erhöht in vielen Fällen den Druck auf unbebaute Gebiete und die Landschaft, da in diesen Räumen grosse Ertragspotenziale im Bereich der Wind- und Wasserkraft, aber auch der alpinen Sonnenenergie existieren. Bei Projekten muss die schwierige Abwägung zwischen globalen ökologischen Interessen (Ersatz fossiler Energien) und lokalen ökologischer Interessen (Verlust an für die Artenvielfalt relevanten Flächen) gemacht werden. Der Verlust an Biodiversität ist längst zu einer globalen Mega-Herausforderung geworden, die nur deshalb weniger im öffentlichen Fokus steht als die Klimakrise, weil sich die Implikationen des Aussterbens einer einzelnen Art nicht so einfach quantifizieren lassen. Das gemeinsame Papier der beiden UN-Panels zum Klimawandel und zum Biodiversitätsverlust gelangt klar zum Schluss, dass der Klimawandel und der Verlust an Biodiversität eine derart hohe Verknüpfung aufweisen, dass sie nur gemeinsam gelöst werden könnten. In der Praxis würden die Probleme jedoch häufig isoliert angegangen ([IPBES-IPCC 2021](#)). Ein Befund, der sich auch auf die schweizerische Energiepolitik übertragen lässt. In der Ausarbeitung des ersten Massnahmenpakets für die Energiestrategie 2050 war das Konfliktpotenzial der erneuerbaren Stromproduktion mit Natur und Landschaft wohl unterschätzt worden. Nun zeigt sich, dass viele Bewilligungsverfahren viel länger dauern als erwartet und so zu zusätzlichen Hürden für Investitionen werden. Verschiedene Akteure bis hin zur Elcom fordern deshalb grössere Einschränkungen in den Schutzbestimmungen ([NZZ 2021](#)) – und drohen so das Klimaproblem auf Kosten der Biodiversität zu lösen.

Solange nicht auf nationaler Ebene ein Ausgleichsmechanismus zwischen Schutz- und Nutzeninteressen etabliert wird, diffundiert die Verantwortung zur Erreichung der beiden äusserst dringlichen Umweltziele im Föderalismus.

Solange nicht auf nationaler Ebene ein Ausgleichsmechanismus zwischen Schutz- und Nutzeninteressen etabliert wird, diffundiert die Verantwortung zur Erreichung der beiden äusserst dringlichen Umweltziele im Föderalismus. Jedes einzelne Projekt beinhaltet für beide Seiten die Gefahr, zu einer Präzedenz für weitere nachfolgende Projekte zu werden, was sich in langwierigen und unnachgiebigen Verfahren zur gerichtlichen Überprüfung der Zulässigkeit solcher Projekte manifestiert.

4.6 Risiko einer radioaktiven Verstrahlung

Auch wenn die Wahrscheinlichkeit für einen Atomunfall klein ist, würde ein solcher mitten in den dicht besiedelten Ballungsräumen nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich und gesellschaftlich zu einer für die Schweiz bislang präzedenzlosen Katastrophe. Die Energiestrategie 2050 verlängert dieses Risiko insofern schleichend, als sie keine Laufzeitbegrenzung der Schweizer Atomkraftwerke vorschreibt.

Die Energiestrategie 2050 verlängert das Risiko eines schwerwiegenden atomaren Unfalls schleichend, indem sie die Laufzeit für Schweizer Atomkraftwerke nicht begrenzt.

Gingen die Entscheidungsträger:innen noch in der Erarbeitung der Energiestrategie 2050 von grundsätzlich rund 50 Betriebsjahren aus ([Bundesrat 2013 Seite 7592](#)), werden fünf Jahre später 60 Jahre Betriebslaufzeit von Behörden und Betreibern ernsthaft in Erwägung gezogen bzw. anvisiert ([NZZ 2021](#), [Axpo 2021](#)), die Nuklearbranche schiebt gar auf Laufzeiten von bis zu 80 Jahren ([energate 2021](#)). Untersuchungen zeigen jedoch, dass die Schweizer Gesetzgebung bislang nicht auf solche Laufzeiten ausgerichtet ist und die gängige Überprüfungspraxis an ihre Grenzen stossen kann, was wiederum das Risiko eines sicherheitsrelevanten Ereignisses erhöht ([INRAG 2021](#), [Mertins 2021](#)).

4.7 Akzeptanz

Die gesellschaftliche Akzeptanz ist insofern ein «halbblinder» Fleck der Energiestrategie, als er im Unterschied zu den übrigen blinden Flecken nicht akut ist.

Erneuerbare Energien erfreuen sich in der Schweiz bislang anhaltend hoher Zustimmungswerte ([GFS-Zürich 2021](#), [Stadelmann-Steffen et al. 2018](#)), wobei Photovoltaik am besten abschneidet, aber auch die übrigen Technologien wie Wind bessere Akzeptanzwerte aufweisen, als gemeinhin vermutet ([Suisse éole 2022](#)). Gegen konkrete Projekte kann es aber zu Widerstand aus der lokalen Bevölkerung kommen. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen, dass eine finanzielle Involvierung der lokalen Bevölkerung in die Projekte die Akzeptanz weiter erhöhen kann ([Schmid 2021](#)).

Ein zweites, wichtiges Akzeptanz-Kriterium betrifft die Energiepreise. Bislang sind die Energie- und Strompreise in der Schweiz vergleichsweise tief und stabil, und die Transformation wurde insbesondere im Strombereich verursachergerecht über die Konsumentenpreise finanziert. Die Verwerfungen an den Energiemärkten nach den Pandemie-geprägten Jahren 2020 und 2021, der Ukraine-Krieg sowie das erforderliche hohe Tempo in der Dekarbonisierung könnten jedoch zu einem Preisanstieg führen. Es ist offen, ob die Politik in Zukunft stärker intervenieren muss, um eine sozialverträgliche Transformation sicherzustellen. Für die langfristige Akzeptanz ist relevant, dass möglichst wenig vom Prinzip der Verursachergerechtigkeit abgewichen wird und keine pauschalen Fehlanreize entstehen, die den eigentlichen Zielen einer nachhaltigen Energieversorgung entgegenwirken.

Für die langfristige Akzeptanz ist relevant ist, dass möglichst wenig vom Prinzip der Verursachergerechtigkeit abgewichen wird und keine pauschalen Fehlanreize entstehen, die den eigentlichen Zielen einer nachhaltigen Energieversorgung entgegenwirken.

Zuletzt ist der Wunsch nach Wahlmöglichkeiten ebenfalls akzeptanzfördernd. Diese ist im Bereich des Heizöls sowie Benzin und Diesel vorhanden, im Bereich Gas und Strom jedoch eingeschränkt, da hier der Endkundenmarkt für Privatpersonen monopolisiert ist. Hinsichtlich nachhaltiger Energieformen kann zwar bei den allermeisten Anbietern jeweils Biogas oder ein erneuerbares Stromangebot gewählt werden, auf das reale Portfolio des Anbieters hat dies jedoch kaum eine Konsequenz ([Beobachter 2021](#)). Dies ist jedoch auch bei einer Marktöffnung nicht automatisch gegeben. Gefragt werden deshalb in Zukunft Politiken sein, bei denen die Kundenwahl eine möglichst direkte Implikation auf den Kraftwerkspark des Versorgers aufweist.

5. Politikformulierung – drei zentrale Handlungsstrategien für die künftige Schweizer Energiepolitik

Um die im vorangegangenen Kapitel ermittelten blinden Flecken der Energiestrategie 2050 anzugehen, lassen sich drei zentrale Handlungsstrategien synthetisieren, die im Sinne eines Best-Fit-Ansatzes von der Politik in den anstehenden Reformschritten priorisiert werden sollten.

5.1 Mit Solarenergie durchstarten

Solarenergie ist insgesamt mit den geringsten Gesamtkosten aus Sicht der Nachhaltigkeit verbunden. Photovoltaikmodule können auf bestehender Infrastruktur installiert werden und verursachen deshalb nur geringe ökologische Zielkonflikte. Sie sind modular und brauchen deshalb keine langen Vorlaufzeiten. Sie sind darüber hinaus die aktuell kostengünstigste Option für neue Produktionskapazitäten ([IRENA 2021](#)) und weisen hohe Akzeptanzwerte auf. Eine jüngere Studie weist für die Schweiz nur schon auf geeigneten Dachflächen ein jährliches Potenzial von über 50 Terawattstunden aus ([Meier 2022](#)). Daneben gibt es noch zahlreiche andere geeignete Standorte für Solaranlagen, namentlich auf bereits versiegelten oder infrastrukturnahen Flächen oder in spezifischen Fällen auch auf landwirtschaftlichen Flächen oder im alpinen Raum. Die Zubaugeschwindigkeit von PV-Anlagen lässt sich dank Skalierbarkeit in der Herstellung und Installation relativ simpel erhöhen.

Die Solarenergie hat zwar den Nachteil, dass sie nicht sicher abrufbar ist, über eine mittlere Zeit von mehreren Tagen und Wochen garantiert sie aber eine gesicherte Produktion ([Fraunhofer 2022](#)). Jede zusätzlich produzierte Kilowattstunde im Winter verzögert die Leerung der flexibel abrufbaren Speicherseen. Darüber hinaus weist die Solarproduktion im bezüglich Füllgrad der Speicherseen kritischen Frühjahr bereits wieder eine hohe Produktion auf (vgl. Abbildung 5). Die Solarenergie steigert also die Versorgungssicherheit im Zusammenspiel mit der Wasserkraft.

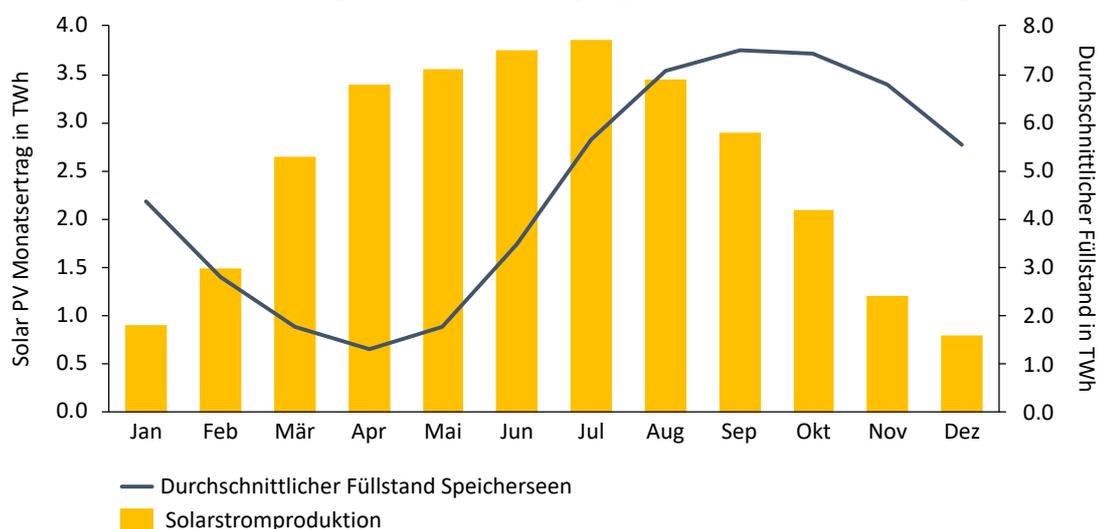


Abbildung 4. Monatliche Solarstromproduktion in einem teilweise auf Winterstrom optimierten Szenario (basierend auf [Bucher und Schwarz 2019](#)) und der durchschnittliche monatliche Füllstand der Speicherseen in der Schweiz von 2012 bis 2021 (berechnet mit Daten von [BFE 2022](#))

Damit erneuerbare Technologien wie die Solarenergie auf dem Markt bestehen, müssen sie sich jedoch gegen die etablierten Technologien durchsetzen, welche wirtschaftliche und institutionelle Vorteile geniessen. Das sind Kostensenkungen durch Skalen-, Lern- und Netzwerkeffekte, sowie institutionelle und institutionalisierte Netzwerke in der Politik, Wirtschaft, Forschung und Ausbildung ([Unruh](#)

2000, Sandén und Azar 2005). Benzinautos profitieren beispielsweise von einem Netz an Tankstellen und Autowerkstätten, einer funktionierenden Wertschöpfungskette, jahrzehntelanger Forschung sowie einer mit der Technologie vertrauten Bevölkerung. Für Elektroautos müssen viele dieser Vorteile erst erarbeitet werden.

In der Schweiz zeigt der langsame Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion, der Elektromobilität und von erneuerbaren Heizsystemen, dass die nicht nachhaltigen Technologien immer noch im Vorteil sind. Politische Fördermassnahmen für nachhaltige Technologien können schnell implementiert werden, sind effektiv (Hälg et al. 2018) und lösen oft weniger Opposition aus als Verbote etablierter Technologien, da sie sich nicht direkt gegen etablierte Technologien und deren Netzwerke richten (Meckling et al. 2015). Die heutige Förderpolitik bewirkt jedoch, dass Anlagen nur rund die Hälfte der geeigneten Dachflächen abdecken, da sich die Einspeisung des überschüssigen Stroms ins Netz nicht lohnt⁸.

Die Erfahrungen aus Deutschland zeigen, dass unter anderem eine generöse Vergütung der erneuerbar produzierten Energie und den Zugang zu günstigen Krediten (siehe Anhang A.2) entscheidend für die Marktdurchdringung der Photovoltaik sind. Ähnliche Resultate zeigen auch die Beispiele der Elektromobilität in Norwegen oder der Solarausbau in Kalifornien. Betreffend Vergütung zeigt eine Umfrage, dass für die Schweiz gerade im Bereich der privaten Investitionen Garantien, welche echte oder auch nur empfundene Risiken minimieren, wichtiger sind als mögliche finanzielle Gewinne (GFS-Zürich 2022).

Für grosse PV-Anlagen ist es zudem wichtig, Projektentwickler:innen und Investor:innen anzuziehen, welche einen Grossteil des produzierten Stroms ins Netz einspeisen. Für eine Solaroffensive bedeutet dies, dass zusätzliche Mittel – auch mit Fremdkapital finanziert – in den Schweizer Markt fliessen müssen⁹. Instrumente, welche die Investitionsrisiken verringern, sind nachweislich erfolgsversprechender als Instrumente, welche die Rendite erhöhen, wie dies bei den heutigen einmaligen Investitionsbeiträgen der Fall ist (Polzin et al. 2019).

Dächer und Fassaden von Vorreiter:innen werden für die Zielerreichung nicht ausreichen. Ein breiterer Kreis muss über unbürokratische Bewilligungsverfahren, Bauvorschriften oder grösser angelegte Contracting-Programme der öffentlichen Energieversorger erschlossen werden.

Attraktive finanzielle Rahmenbedingungen müssen aber nicht nur staatlich induziert werden. Um Mitnahmeeffekte zu vermeiden und den Ausbau möglichst effizient zu gestalten, ist Wettbewerb sinnvoll. Dies gilt vor allem für die lokale Ebene. Wird der Verbrauch hier möglichst optimal auf die Produktion abgestimmt, können damit Kosten bei der Übertragung und übergeordneten Speicherung gesenkt werden (BFE 2021f).

⁸ Die heutige Unterstützung mittels einmaligen Investitionsbeiträgen und die gleichzeitige regional sehr unterschiedliche, aber zumeist relativ tiefe Vergütung des ins Netz eingespeisten Stroms, ist oft zu wenig, um die Amortisation einer ganzen Dachanlage über die Lebensdauer sicherzustellen. Viele Eigentümer:innen von kleinen PV-Anlagen optimieren die Grösse der Anlage, sodass ihr Stromeigenverbrauch möglichst hoch ist. Das bedeutet jedoch, dass Dächer oftmals nicht ganz ausgenutzt und Anlagen auf grösseren Dächern finanziell uninteressant sind.

⁹ Dies können beispielsweise grosse und mittlere Energieversorger sein, welche auch dank Fremdkapital von Banken heute mehrheitlich im Ausland in den Ausbau von Wind- und Solaranlagen investieren. Da die Umsätze grosser PV-Anlagen, deren Produktion auf dem Strommarkt verkauft wird, wegen Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Strommarktpreise nicht kalkulierbar sind, sind die Investitionen in den Schweizer Markt limitiert. Dies wird sich in Zukunft noch akzentuieren, wird die gleichzeitige Produktion von Solarstrom die Preise zusätzlich kanibalisieren (Egli 2022).

Der Bau einer Solaranlage brauchte bisher neben dem verfügbaren Investitionskapital und einer gewissen Risikobereitschaft gegenüber der Amortisationszeit auch einen langen Atem im Umgang mit Behörden. Es ist davon auszugehen, dass die meisten bereits existierenden Anlagen von Leuten erstellt wurden, welche aus idealistischen Gründen ein erhöhtes Interesse an der Photovoltaik haben, eine hohe technische Affinität aufweisen oder diese im Zusammenhang mit einem Elektroauto angeschafft haben. Die Dächer und Fassaden dieser Vorreiter:innen werden aber zur Zielerreichung nicht ausreichen. Dafür muss ein viel breiterer Kreis an Hauseigentümer:innen, Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben, aber auch der öffentlichen Hand erschlossen werden, sei es über unbürokratische Bewilligungsverfahren, Bauvorschriften oder über grösser angelegte Contracting-Programme der öffentlichen Energieversorger.

Bereits heute ist absehbar, dass für eine Solaroffensive auch die Verfügbarkeit der Module und des ausgebildeten Fachpersonals, um die Anlagen zu planen und zu installieren, gesteigert werden muss. Beides schafft jedoch positive volkswirtschaftliche Effekte.

5.2 Nuklearen und fossilen Ausstieg terminieren, implementieren und abfedern

Fossilausstieg

Verschiedene Massnahmen, die über eine zusätzliche CO₂-Bepreisung den Verbrauch fossiler Energieträger hätten lenken und so reduzieren sollen, wurden mit dem CO₂-Gesetz im Juni 2021 verworfen. Die im September 2021 vom Bundesrat vorgeschlagene Alternative wie auch der indirekte Gegenvorschlag zur Gletscherinitiative der UREK-N vollziehen demgegenüber einen grösseren Teil der CO₂-Reduktion im Ausland, und die inländischen Massnahmen setzen auf die Förderung der Elektrifizierung (Ersatz Dieselbusse, Ausbau Ladestationen für Elektro-Autos, Ausbau Wärmepumpen etc.) ([BAFU 2021](#), [UREK-N 2022](#)). Derweil haben Grüne und SP angekündigt, eine Initiative zu lancieren, die ein staatlich angeleitetes Klimainvestitionsprogramm institutionalisieren soll ([Klima-Fonds 2022](#)). All diese Vorschläge vereint, dass sie für die Wende zu einem nachhaltigen Energiesystem und das Erreichen der Klimaziele vornehmlich auf den Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion und deren Wirkung als Substitut der fossilen Energieträger setzen – neue Massnahmen zur Emissionsreduktion stehen nicht im Mittelpunkt.

Das Fehlen neuer echter Massnahmen zur Reduktion der fossilen Energieträger im aktuellen politischen Diskurs hat verschiedene Gründe: Zum einen dominiert die Angst, mit Abgaben oder Verboten auf fossile Energieträger die Standortattraktivität zu verschlechtern und die Konjunktur zu beeinträchtigen. Zum anderen weist der Pariser Ökonom Thomas Piketty darauf hin, dass, solange Klimaschutzmassnahmen insbesondere in der Landbevölkerung und in einkommenschwächeren Haushalten Verlierer produzierten, sie nicht durchzusetzen seien und stattdessen rechte Parteien stärkten ([Piketty 2022](#)). Eine These, die auch hierzulande mit der Ablehnung des CO₂-Gesetzes und der seither laufenden SVP-Kampagne zum Stadt-Land-Graben und einer nuklear-basierten Energiepolitik Bestätigung findet.

Der Ausstieg führt zu zähen Rückzugsgefechten der betroffenen Branchen und Menschen ([Isoaho und Markard 2020](#), [Meckling et al. 2015](#)). Lenkungswirksame Bepreisungen fossiler Energien lassen sich, wie derzeit in zahlreichen Ländern beobachtet werden kann, nur in begrenztem Masse durchsetzen. Energie im allgemeinen und Strom im besonderen sind zu einem existenziellen Gut geworden. Eine

Lesart, die sich im bereits erwähnten Ziel 7 der nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen – dem Zugang zu bezahlbarer und sauberer Energie – und durch die verschiedentlich empirisch nachgewiesene sehr tiefe Preiselastizität bestätigen lässt (z.B. in [Kober et al. 2020](#)). Die Substitution der fossilen Energieträger durch erneuerbare birgt demgegenüber ein viel geringeres sozialpolitisches Sprengpotenzial. Es besteht jedoch die Gefahr, dass die erneuerbaren Energien nicht nur die fossilen wie auch nuklearen Energieformen substituieren, sondern diese in gewissen Sektoren ergänzen, sofern nicht parallel dazu die nicht-nachhaltigen Energieformen aus dem Markt genommen werden. So bleiben beispielsweise zahlreiche Hausbesitzer:innen trotz finanziellen Anreizen und Kampagnen bei einem fossilen System ([AEE 2020](#)).

Ein Blick über die Grenzen zeigt, dass Ausstiegs-Politiken eine Schlüsselrolle für eine erfolgreiche Transformation zukommt. So war beispielsweise in Deutschland rückblickend nach der Initiierung der Förderung im Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) die Terminierung des Atomausstiegs das wichtigste Instrument für den starken Zubau an Erneuerbaren ([Rogge und Johnstone 2017](#)). Auch in Grossbritannien waren verschiedene Massnahmen für den Kohle-Ausstieg für den beispielsweise Rückgang von einem Kohlestrom-Anteil an der Stromproduktion von knapp 80% Anfang der 1980er auf weniger als 2% im Jahr 2021 verantwortlich. Hier wurden in einem übergeordneten Klimagesetz Emissionsreduktionsziele formuliert, eine nationale CO₂-Preisuntergrenze eingeführt und zuletzt der endgültige Ausstiegstermin festgelegt ([Rentier et al. 2019](#), [Isoaho und Markard 2020](#)).

Ein Blick über die Grenzen zeigt, dass Ausstiegs-Politiken eine Schlüsselrolle für eine erfolgreiche Transformation zukommt.

Die Analyse zeigt: Es braucht einen Gleichschritt in der politischen Programmatik im Ausbau und für den Ausstieg. Beim Ausstieg ist es wichtig, Marktanreize zu einer Reduktion zu setzen, aber auch mit einer Terminierung ein klares Signal zu setzen. Die häufig überzeichneten Auktionierungen zur Ausserbetriebnahme von Kohlekraftwerken in Deutschland ([Bundesnetzagentur 2021](#)) zeigen, dass dabei auch eine Mischung möglich ist, in dem der Staat aktiv mit marktwirtschaftlichen Massnahmen Einfluss nimmt und den Ausstieg sicherstellt. Selbst bei der Bepreisung sind Massnahmen möglich, die die Sozialverträglichkeit sicherstellen. So hätten beispielsweise progressive Energie- und Stromtarife eine höhere Akzeptanz in der Bevölkerung als die derzeitigen linearen Tarife ([NFP 2019](#)). In Kalifornien wurden solche Bonus-Malus-Tarife bereits erfolgreich angewendet.

Die Gletscherinitiative ist bislang sowohl im Bundes- wie auch im Nationalrat auf Ablehnung gestossen ([Bundesrat 2021](#)). Dabei wird in der Debatte oft vernachlässigt, dass der langfristige Zeithorizont eine Vielzahl an Reduktionsmassnahmen zur Zielerreichung ermöglichen würde.

Atomausstieg

Der Dualismus von Ein- und Ausstiegspolitik gilt auch für den nuklearen Ausstieg. Die Unklarheit, die über die verbleibende Restlaufzeit besteht, zeigt sich in der aktuellen politischen Debatte, wo sich die Szenarien zur Energieversorgung, je nachdem ob von 50 oder 60 Jahren Laufzeit ausgegangen wird, zum Teil erheblich unterscheiden ([Kirchner et al. 2021](#), [Elcom 2020](#)). Dabei wird oftmals vernachlässigt, dass auch diese Laufzeiten eine theoretische Grösse bilden. So wurde das Kernkraftwerk Mühleberg aus wirtschaftlichen Gründen bereits nach 47 Betriebsjahren stillgelegt, während sich das Kernkraftwerk Beznau I bereits jetzt in seinem 53.

Betriebsjahr befindet. Für die Kernkraftwerk Gösgen (im 43. Betriebsjahr) und Kernkraftwerk Leibstadt (im 38. Betriebsjahr) wurden bereits verschiedene Investitionen für einen 60-jährigen Betrieb getätigt ([Nuklearforum 2021](#)). Das auf absehbare Zeit fehlende Stromabkommen mit der EU sowie der durch den Ukraine-Krieg unsicherer gewordene Gasimport führt dazu, dass noch wichtiger wird, ob die Atomkraftwerke mittelfristig noch liefern können oder nicht mehr, beziehungsweise dass neu zugebaute erneuerbare Kraftwerke die Atomkraftwerke termingerecht ersetzen können. Müssen die Atomkraftwerke früher als vorgesehen stillgelegt werden oder für längere Zeit vom Netz, besteht das Risiko eines zu geringen Stromangebots. Dieses Risiko existiert bereits heute. Verschiedene Stimmen fordern deshalb bereits, dass der Weiterbetrieb der Atomkraftwerke im Zweifelsfall durch den Staat finanziert werden müsste und damit ein vorzeitiger Stilllegungsentscheid des Betreibers aus wirtschaftlichen Gründen vermieden werden könnte (z.B. [Economiesuisse 2022](#)). Diese Sichtweise negiert jedoch, dass eine – auch vorübergehende – Ausserbetriebnahme auch aus Sicherheitsgründen erfolgen und diese zu erheblichem Stress für das Energiesystem führen kann. In sämtlichen Stressszenarien der Schweizer Stromversorgungssicherheit sind plan- oder unplanmässige Ausfälle von Schweizer Atomkraftwerken die Hauptursache ([Frontier Economics 2021](#)). Die Abhängigkeit von alternden systemrelevanten Grosskraftwerken sollte deshalb in jedem Fall vermieden werden.

Laufen die Atomkraftwerke umgekehrt länger als erwartet, besteht ein Stromangebotsüberhang, was zum einen die Rentabilität aller inländischen Produktionsanlagen senkt und zum anderen zu höheren Ausgaben als nötig für neue Erzeugungskapazitäten bzw. zum Erhalt der Atomkraftwerke in den nächsten Jahren führt. Das Beispiel Deutschland zeigt wie bereits oben andiskutiert, dass unter anderem dank der Terminierung der Laufzeiten der Zubau von Ersatzkapazitäten auf die Stilllegung der Atomkraftwerken ausgerichtet und die Stromerzeugung insgesamt über die Jahre konstant gehalten werden konnte ([Agora Energiewende 2022](#)).

5.3 Energiesparpotenziale nutzen

Ein grosser Teil unseres individuellen Energieverbrauchs ist strukturell bedingt. Das bedeutet, dass wir darüber nur implizit entscheiden können, da er durch die Art und Weise unseres Zusammenlebens und unseres Arbeitens hervorgerufen wird. Wir können den Energieverbrauch zwar beeinflussen, aber aufgrund zahlreicher exogener Faktoren und Treiber nicht abschliessend autonom darüber entscheiden. Auf politischer Ebene werden diese Energiesparpotenziale auf der Verhaltensebene bislang jedoch kaum adressiert. Das ist eine verpasste Chance. Denn neben persönlichen Entscheiden kann auch die Politik zum Energiesparen beitragen¹⁰. Die IPCC weist in ihrem neuesten Bericht auf das Potenzial solcher Massnahmen hin ([Skea et al. 2022](#)) und auch die Internationale Energie-Agentur hat im Zuge des Kriegs in der Ukraine eine Publikation veröffentlicht, die aufzeigt wie durch angepasstes Verhalten der Verbrauch von Erdöl reduziert werden kann ([IEA 2022](#)).

Anstatt auf Anstösse von aussen zu warten, die den strukturellen Energiekonsum verändern, könnte die Schweizer Politik aktiv wünschbare Entwicklungen initiieren und begünstigen.

¹⁰ Zum Verhältnis von Eigenverantwortung vs. politische Massnahmen: [SES 2021](#).

Wieviel Energiesparen bewirken kann, lässt sich aufgrund der schwachen Datenlage nur schwer quantifizieren. Im Szenario von négawatt Schweiz¹¹ werden 134 PJ als realistisches Energiesparpotenzial durch Suffizienz ausgewiesen, hauptsächlich in den Sektoren Transport und Gebäude. Das entspricht 17% des heutigen Verbrauchs und würde den Energiebedarf in einem dekarbonisierten Energiesystem wesentlich senken (siehe Abbildung 6).

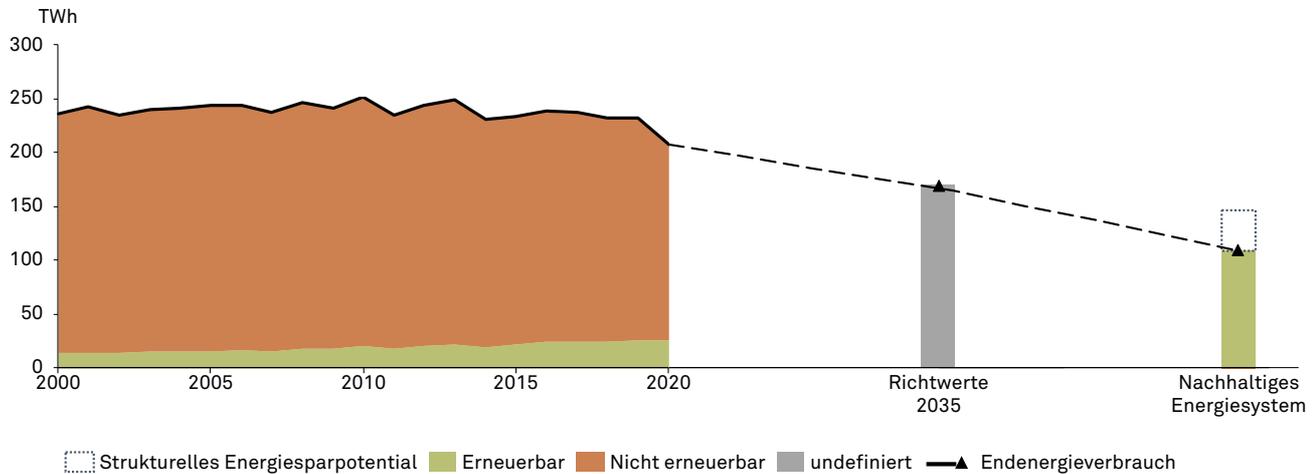


Abbildung 5. Historische und zukünftige Endenergienachfrage. Die Richtwerte entsprechen der 2017 angenommenen Energiestrategie 2050. Die durch Güter importierte graue Energie und der internationale Flugverkehr sind nicht miteingerechnet. Datenquellen: [BFE 2021e](#), [Kirchner et al. 2021](#) und [négaWatt Suisse 2022a](#).

Wieviel Energie eine Gesellschaft verbraucht, ist davon abhängig, wie wir unser Leben gestalten: Die Wohnfläche pro Person, die Entfernung zwischen Wohn- und Arbeitsort, die Gestaltung unserer Wohnquartiere, Arbeitsweisen und Konsumgewohnheiten beeinflussen den Energieverbrauch. Die Energieperspektiven 2050+, die die empirische Grundlage für die Schweizer Energiepolitik bilden, tendieren gerade bei den strukturellen Bedingungen der Schweiz dazu, den Status Quo als wünschbaren Zielzustand für die künftige Entwicklung zu definieren. Dies führt zu einer systematischen Vernachlässigung von gesellschaftlichen Entwicklungen mit grosser Implikation auf der Verhaltensebene ([Krysiak et al. 2021](#)). Natürlich sind diese schwer vorherzusehen, werden sie doch oftmals von disruptiven Veränderungen hervorgerufen bzw. verstärkt. Doch alleine in den letzten zwei Jahren riefen die Covid-19-Pandemie und der Ukraine-Krieg disruptive und teilweise nachhaltige Verhaltensveränderung im Energiekonsum hervor, die vorher in dieser Konsequenz undenkbar gewesen wären (siehe z.B. [Löschel und Werthschulte 2021](#), [Banholzer und Iten 2020](#), [Chang 2022](#), [CAN Europe 2022](#), [UBA 2022](#)). Anstatt auf Anstösse von aussen zu warten, könnte die Schweizer Politik aktiv wünschbare Entwicklungen initiieren oder begünstigen. Das gilt insbesondere für jene Bereiche, für welche eine klare Mehrheit der Schweizer Bevölkerung eine Entwicklung zu einem geringeren Energieverbrauch befürwortet, wie zum Beispiel das mindestens teilweise Arbeiten von Zuhause ([Deloitte 2021](#)).

¹¹ "Die Energiesparmassnahmen des negaWatt-Szenarios beruhen auf realistischen sozioökonomischen Annahmen (Beheizung der Wohnung auf 20°C statt 22°C, Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel statt des Autos usw.)" ([négaWatt Suisse 2022a](#), siehe auch [négaWatt Suisse 2022b](#)).

6. Fazit

Angedacht war die Energiestrategie 2050 als Paradigmenwechsel in mehreren Paketen hin zu einer ökologischeren Energieversorgung. Auch wenn sie in den fünf Jahren seit dem Erfolg an der Urne einige Entwicklungen angestossen hat, die die Schweizer Energieversorgung tatsächlich nachhaltiger gestalten, ist die ihr zugrundeliegende Vision etwas in Vergessenheit geraten. Dabei hat sich die Dringlichkeit für eine nachhaltige Energieversorgung, die hohen ökologischen, aber auch wirtschaftlichen und sozial-gesellschaftlichen Ansprüchen genügt, erhöht.

Das vorliegende White Paper zeigt, dass die Energiestrategie basierend auf den ersten Erfolgen unbedingt fortgeführt werden muss, ja gewissermassen alternativlos ist. Um zeitgemässen Ansprüchen an eine nachhaltige Energieversorgung zu genügen, sind jedoch höhere, aber auch vielfältigere Zielsetzungen nötig.

Das vorliegende White Paper zeigt, dass die Energiestrategie basierend auf den ersten Erfolgen unbedingt fortgeführt werden muss, ja gewissermassen alternativlos ist. Um zeitgemässen Ansprüchen an eine nachhaltige Energieversorgung zu genügen, sind jedoch höhere, aber auch vielfältigere Zielsetzungen nötig. Einerseits muss die Energiewende massiv an Geschwindigkeit zulegen, möchte die Schweiz ihre Pariser Klimaziele erreichen. Andererseits umfasst die ökologisch nachhaltige Transformation der Energieversorgung weitere Aspekte als den Treibhausgasausstoss verschiedener Technologien, welche auch miteinbezogen werden müssen. Auf wirtschaftlicher Seite ist dem Aspekt der Versorgungssicherheit und der Abhängigkeit von ausländischen Energielieferungen verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken. Und damit die Bevölkerung die Energiestrategie weiterhin trägt, ist auch der gesellschaftlichen Akzeptanz Sorge zu tragen.

Mit einer Solaroffensive, der Terminierung der fossilen und nuklearen Energieträger und der Nutzung struktureller Energiesparpotenziale schlagen wir drei Handlungsstrategien vor, welche komplementär angegangen werden können und in allen genannten Bereichen zu einer Verbesserung führen.

Ganz am Ende des UN-Nachhaltigkeits-Berichts 1987 schrieben die Autoren um Gro Harlem Brundtland: «Wir sind uns einig in der Überzeugung, dass die Sicherheit, das Wohlergehen und sogar das Überleben des Planets von solchen Veränderungen abhängen, jetzt.»

A. Anhang

A.1. Indikatoren für die Nachhaltigkeitsbewertung eines Energiesystems (basierend auf [Berg et al. 2003](#) und [WEC 2021](#))

Ökonomische Dimension

- Ein wesentlicher Indikator der ökonomischen Dimension ist die **Versorgungsqualität**, welche die Fähigkeit eines Energiesystems, die Energienachfrage zuverlässig zu decken, widerspiegelt. Eine hohe Versorgungsqualität kann durch technologische und geografische Diversität und die Möglichkeit für Importe erreicht werden. Die Versorgung der Schweiz mit Energie war und ist grundsätzlich gut gedeckt, jedoch stark auf Importe ausgerichtet ([Schweizerische Energie-Stiftung 2022](#)). Der Ausbau der inländischen dezentralen Energieproduktion kann zusammen mit den bereits existierenden (Speicher-)Wasserkraftwerken die Versorgungsqualität erheblich erhöhen, sofern die erneuerbaren Stromproduktionskapazitäten den Energiebedarf und die Speicherwasserkraft allfällige Leistungsspitzen abdecken können. Aufgrund der witterungsbedingten Produktion ist eine geografische und technologische Diversifizierung noch wichtiger. Essenziell ist deshalb auch der Stromhandel mit den Nachbarländern, denn die noch grösseren geografischen Unterschiede und Ressourcen stellen die Netzstabilität und die Versorgungsqualität sicher.
- Grosse Bedeutung kommt den **Energiepreisen** zu: Tiefe Energiepreise ermöglichen eine hohe wirtschaftliche Entwicklung. Die Grosshandelspreise für fossile Energieträger und Strom sind starken kurzfristigen Schwankungen ausgesetzt. Auf die lange Sicht gehen die Prognosen bezüglich der Energiepreise auseinander. Klar ist jedoch, dass effiziente Technologien wie Elektroautos und Wärmepumpen von den Energiepreisen unabhängiger sind, da ihr Betrieb weniger Primärenergie erfordert als die fossilen Alternativen. Erneuerbare Energien profitieren zwar von sehr tiefen Betriebspreisen, müssen jedoch teilweise gespeichert werden, was mit Zusatzkosten einher geht.
- Eine gewisse **Stabilität in der Energiepolitik** ist wichtig für die Wirtschaft. Zwar schliesst dies einen Wandel nicht aus, dieser sollte aber zu dessen wirtschaftlichen und sozialen Antizipation eine gewisse Vorhersehbarkeit und Planbarkeit beinhalten. Zudem sollen Wirtschaft und Gesellschaft über zu erwartende Veränderungen in Kenntnis gesetzt werden. So kann davon ausgegangen werden, dass der Ersatz fossiler Energieträger mit erneuerbaren Alternativen zu wesentlicher Wertschöpfung und Arbeitsplätzen im Inland führen können ([Hälg et al. 2021](#)).

Soziale Dimension

- Die **Konsumentenpreise** für die wichtigsten Energieträger sind auch ein wichtiger Faktor in der sozialen Dimension. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Energieträger wurden oben bereits diskutiert. Erschwerend kommt bei den Konsumentenpreisen jedoch hinzu, dass diese bislang überproportional die Kosten der ökologischen Transformation tragen, da die Wirtschaft von vielen Abgaben mindestens teilbefreit ist.
- Der **Zugang zu Energie** ist ein wichtiges Kriterium für die soziale Gerechtigkeit, das in der Schweiz generell jedoch sehr gut erfüllt ist. Die Nachteile von leitungs- oder netzgebundenen Energiequellen wie Erdgas und Strom, können

jedoch in der Schweiz zumindest teilweise gespeichert und transportiert werden. Insbesondere die Photovoltaik hat den Vorteil, dass sie praktisch überall bezogen und mit geeigneter Speicherung eine gewisse Autarkie im Zugang erzielt werden kann. Das Gleiche gilt zwar für Erdölprodukte, deren Anwendungen aber limitiert sind.

- Zentral ist der Indikator **Sicherheit** an Leib und Leben sowie am eigenen Eigentum. Negativ muss dies aufgrund des hohen Gefahrenpotenzials vor allem bei Kernkraftwerken bewertet werden. Umso mehr, als die staatliche Versicherungsleistung einen grösseren Atomunfall kaum genügend abdecken würde. Ebenfalls ein erhebliches Schadenspotenzial weisen Talsperren auf. Die Komplexität liegt jedoch weit unter derjenigen von Kernkraftwerken. Indirekt betrifft es auch die fossilen Energien, die durch Luftverschmutzung sowie die Erderwärmung negativen Einfluss auf die Gesundheit haben können.
- Die **Partizipation** an Prozessen und Entscheidungen insbesondere zu Standorten von Produktion und Übertragung von Energie ist in der Schweiz dank der hohen (direkt-)demokratischen Einbindung der Bevölkerung gut erfüllt. Technologiespezifisch ist zu sagen, dass die Akzeptanz von Solarenergie in der Bevölkerung von erneuerbaren Energiequellen am höchsten ist, gefolgt von Wind und Kleinwasserkraft. Am schlechtesten schneidet Geothermie ab. Atomstrom führt generell zu einer geringeren Akzeptanz von Energievorlagen ([Stadelmann-Steffen et al. 2018](#)).
- **Individualität** bezeichnet das Kriterium, selbst über Energieträger oder -lieferant:in entscheiden zu können. Aufgrund des monopolisierten Strommarkts ist dies mindestens im Strombereich heute unzureichend erfüllt. Aber auch bei den fossilen Energieträgern gilt, dass die bestehende gebaute Infrastruktur die Wahl stark einschränkt.

Ökologische Dimension

- Mit der Methodik der **Ökobilanzen** ist die aggregierte wissenschaftliche Bewertung in der ökologischen Dimension am weitesten fortgeschritten ([Andes 2019](#), S. 58-59). Der Methodenreichtum hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Gemein ist den Ökobilanzierungsmethoden, dass sie im Vergleich zu den Klimabilanzierungen nicht nur auf Treibhausgasemissionen fokussieren und weitere Umweltaspekte in die Bewertung aufnehmen. Wird die Umweltbeeinträchtigung zu einem einzigen Wert aggregiert, beinhaltet dies eine Gewichtung der verschiedenen Indikatoren, die schwierig herzuleiten ist. Häufig wird deshalb auf die ökologische Knappheit abgestellt, bei der sogenannte Umweltbelastungspunkte verteilt werden ([treeze 2021](#)). Ein Vergleich verschiedener Stromproduktionstechnologien anhand ihrer Umweltbelastungspunkte zeigt ein deutlich besseres Abschneiden der erneuerbaren Technologien (siehe Abbildung).

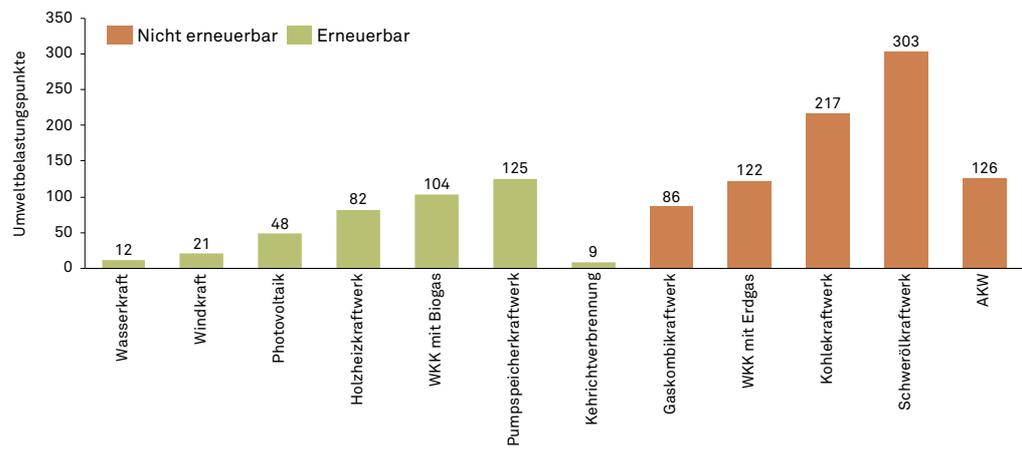


Abbildung 6. Umweltbelastungspunkte verschiedener Stromproduktionstechnologien. Datenquelle: [Stolz und Frischknecht 2016](#).