

Über Kernenergie sprechen – Jetzt!



Energie Club Schweiz
Club Energie Suisse
Club Energia Svizzera

1	INHALT	2
2	KERNENERGIE IST WELTWEIT IM AUFSCHWUNG. ERLAUBEN WIR AUCH IN DER SCHWEIZ MODERNE ANLAGEN!.....	3
2.1	<i>Einleitung</i>	3
2.2	<i>Geschichte.....</i>	3
2.3	<i>Die Revolution: Energiewende</i>	4
2.4	<i>Internationales</i>	6
2.5	<i>Bericht Technologiemonitoring (ETH und PSI): Dialog in der Schweiz</i>	8
3	UMWELTFREUNDLICH.....	9
3.1	<i>CO₂-armer Strom aus Kernkraftwerken.....</i>	9
3.2	<i>Materialflüsse und Rohstoffabbau.....</i>	10
3.3	<i>Ökobilanzen.....</i>	10
3.4	<i>Materialflüsse.....</i>	11
4	ZUVERLÄSSIG.....	12
4.1	<i>Flutterstrom und stabile Stromversorgung.....</i>	13
4.2	<i>Das Winterstromproblem</i>	14
4.3	<i>Zappelstrom im Netz.....</i>	15
4.4	<i>Exkurs: Rotierende (oder drehende) Reserve (auch Momentanreserve).....</i>	16
4.5	<i>Die Importstrategie.....</i>	17
4.6	<i>Vorrat.....</i>	19
5	WIRTSCHAFTLICH.....	21
5.1	<i>Alle Kosten der Erzeugung und Energiequalität berücksichtigen.....</i>	21
5.2	<i>Negative Strompreise – ist im Durchschnitt ist alles gut?</i>	22
5.3	<i>Subventionen im Energie- und Strombereich</i>	24
6	ARGUMENTE DER KERNENERGIE-GEGNER.....	26
6.1	<i>Die Entsorgung radioaktiver Abfälle sei nicht gelöst</i>	26
6.2	<i>Kernenergie sei gefährlich</i>	27
6.3	<i>Kernenergie könne nicht rechtzeitig ausgebaut werden</i>	28
6.3.1	<i>Erfahrungswerte zu Bauzeiten von Kernkraftwerken</i>	28
6.3.2	<i>Schneller Ausbau der erneuerbaren Energien und den dazu nötigen Speicherung und Netzausbau?.....</i>	30
6.3.3	<i>Immer neue Geistesblitze: wohin geht die Reise?</i>	30
6.4	<i>Die Diskussion über Kernenergie sei eine demokratische Zumutung</i>	32
7	SACHREGISTER	34

Kernenergie ist weltweit im Aufschwung. Erlauben wir auch in der Schweiz moderne Anlagen!

«Wer behauptet, alles zu wissen, offenbart nur seine eigene Ignoranz»
– Karl Popper

2.1 Einleitung

Karl Popper formulierte diese Idee als Warnung vor dem Dogmatismus und der Überheblichkeit im Wissen. Er stellte fest, dass das Wissen, das wir besitzen, nur ein kleiner Teil des gesamten Wissens ist, und dass es wichtig ist, sich dieser Tatsache bewusst zu sein, um weiterhin lernen und wachsen zu können. Inwiefern ist diese Diskussion eine «Ablenkung» und bindet so Res-

ourcen (allenfalls welche)? Wieso sollte man ausgerechnet über eine Form der Stromerzeugung nicht sprechen über alle anderen schon? Eine Diskussion ist immer sinnvoll und Wissen immer provisorisch. – Der beste Zeitpunkt für eine robuste Kernenergie Diskussion wäre 2011 gewesen – 75 Tage respektive 1'800 Stunden waren zu wenig. Der zweitbeste Zeitpunkt für eine vertiefte Diskussion ist heute.

Worum geht es in diesem Papier?

Die 2017 beschlossene Energiestrategie ist leider nicht definiert, beinhaltet aber neben dem Ausbau von neuen erneuerbaren Energien zwingend entweder den Bau fossiler Kraftwerke oder verstärkten Stromimport - teils in der Form von Wasserstoff. Dem will der Energie Club Schweiz eine Kombination von Wasserkraft und Kernenergie gegenüberstellen. Kurz- und mittelfristig sind wohl fossil betriebene Kraftwerke als Folge der überstürzten Energiewende unumgänglich. Sobald als möglich sollten diese aber durch stabil produzierende, CO₂-arme und kostengünstige Kernkraftwerke ersetzt werden.

2.2 Geschichte

Am Anfang war die SP mit dabei!

An der Generalversammlung des VSE 1964 forderte SP-Bundesrat Willy Spühler die Elektrizitätswerke auf, direkt von der Wasserkraft zur Kernkraft überzugehen, ohne den Umweg über fossile Energien. Daraufhin baute die NOK (heute axpo) mit Unterstützung von Westinghouse innerhalb von fünf Jahren den Druckwasserreaktor Beznau 1, der 1969 in Betrieb ging. Zwei Jahre später folgte Beznau 2. Parallel dazu errichtete die BKW in Mühleberg mit Hilfe von General Electric und ABB einen Siedewasserreaktor. Alle drei Reaktoren hatten eine installierte elektrische Leistung von je etwa 350 MW. Diese Projekte wurden ohne grössere öffentliche Diskussion realisiert.

«Die Diskussion über neue Atomkraftwerke ist ein gefährlicher Rückschritt und lenkt von den dringend notwendigen Investitionen in erneuerbare Energien ab.»



«Mich reut die Zeit, über AKW zu diskutieren», Aline Trede in «Tagesgespräch» von Radio SRF vom 8. September 2024.



«Die erneute Diskussion über Atomkraft ist eine reine Ablenkung, die keinen konkreten Beitrag zur Energiewende leistet und unnötig Ressourcen bindet.»

Kaiseraugst



Die heftigen Kontroversen rund um Kernkraftwerke entflammten erst mit dem Projekt Kaiseraugst in der Nähe von Basel. Die Basler Bevölkerung lehnte es ab, ein weiteres Risiko in ihrer Region zu akzeptieren, während sie die Risiken der chemischen Industrie tolerierte, da diese Arbeitsplätze und Wohlstand sicherte. 1975 wurde das Gelände besetzt, und die erste Volksinitiative «Wahrung der Volksrechte und der Sicherheit beim Bau und Betrieb von Atomanlagen», die den Bau neuer Kernkraftwerke de facto verhindert hätte, wurde am 18. Februar 1979 mit 51,2 % abgelehnt. Am 20. Mai 1979 stimmten knapp 70 % der Stimmden entgegen dem Widerstand der POCH, Teilen der SP, JUSO, PdA und der SVP einer Revision des Atomgesetzes zu. Damit wollte der Bundesrat die dringlichsten Probleme im Zusammenhang mit dem Bau neuer Kernkraftwerke lösen.

Häufige (Anti-) Atomabstimmungen

Es folgten weitere Abstimmungen: 1984 und 1990 lehnte das Schweizer Stimmvolk den Ausstieg aus der Kernenergie ab und nahm stattdessen ein zehnjähriges Moratorium an. In der Zwischenzeit hatten sich die Schweizer Stromunternehmen an den Neubauten der Kernkraftwerke in Fessenheim und Cattenom in Frankreich beteiligt, wodurch die Stromversorgung gesichert war und das Moratorium für Neubauten keinen grossen Widerstand auslöste.

Letzte (gescheiterte) Ausstiegsinitiative im Jahr 2016

Die Kernkraftgegner gaben jedoch nicht auf und brachten 2003 zwei weitere Volksinitiativen ein: «Strom ohne Atom» und «Moratorium Plus». Letzteres zielte auf eine Verlängerung des Moratoriums ab. Beide Initiativen wurden am 18. Mai 2003 deutlich abgelehnt: Die Atomausstiegsinitiative mit 66,3 % und «Moratorium Plus» mit 58,4 %. Trotz der anhaltenden Opposition wurde die Debatte 2016 mit der erneuten und bisher letzten Ablehnung einer Atomausstiegsinitiative endgültig beendet.

Rahmenbewilligungsgesuche

2008 reichten die Projektgesellschaften der damaligen Atel Holding (heute Alpiq), Axpo und BKW drei Rahmenbewilligungsgesuche für neue Kernkraftwerke an den bestehenden Kernkraftwerkstandorten ein. Das ENSI hatte alle drei Gesuche bereits 2010 geprüft und die damalige Energieministerin, BR D. Leuthard hätte die Entscheidung über die weiteren Schritte treffen sollen. Am 11. Februar 2011 genehmigte die Stimmbevölkerung des Kantons Bern das Projekt für das Ersatz-KKW Mühleberg der BKW.

Bundesrat prescht vor

Bereits am Montag, 13. März 2011, also drei Tage nach den Meldungen aus Fukushima legte der Bundesrat 2011 die drei damals hängigen Gesuche für drei neue Kernkraftwerke auf Eis. – Man könnte das als überstürzt bezeichnen.

2.3 Die Revolution: Energiewende

Kurzschlussentscheid auf wackliger Faktenbasis

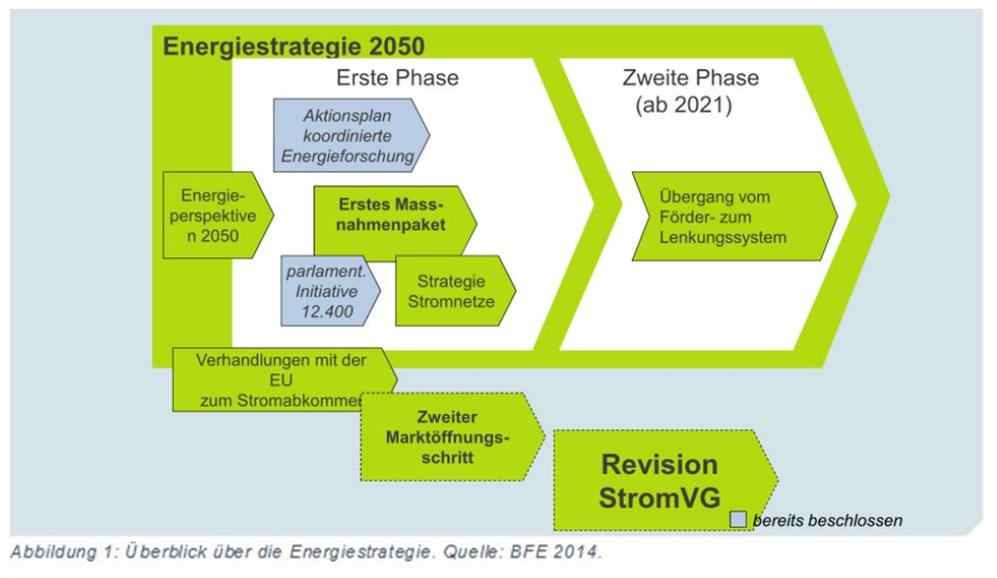
Am 25. Mai 2011 hatte die CVP-Bundesrätin D. Leuthard den Medien unter dem diffusen Schatten des Reaktorunglücks in Fukushima die Eckwerte der neuen Energiepolitik des Bundesrates vorgestellt. Lange bevor dessen Ursachen und Auswirkungen bekannt waren. Damit gab ausgerechnet BR D. Leuthard, die von den Linken einst als «Atom-Doris» verschrien worden war, den Startschuss zum schrittweisen Ausstieg aus der Atomenergie. Es gebe kein Technologieverbot. Man würde die weitere Entwicklung der Kernenergie genau verfolgen. Seit Anfang 2011 gab es aber keine Berechnungen von Energieperspektiven unter Einbezug neuer Kernenergie mehr. Weder vom Bund noch von der Branche (der VSE hält

zutreffend fest: «Die Kernenergie wurde gemäss der heutigen Gesetzeslage [Anm. d. Verf.: nicht] behandelt»). Dies mit der Begründung, dass man den Ausstieg nun beschlossen habe. Die Zahlen aus dem Jahr 2011 wurden von den Autoren selber ein Jahr später als «Schnellschussarbeit» bezeichnet. – Das war das Fundament des bundesrätlichen Ausstiegsbeschlusses.

Es gibt kein Dokument mit dem Titel Energiestrategie 2050 – deren Inhalt ist daher weitgehend unklar und er wandelt(e) sich im Laufe der Zeit

Die Energiestrategie 2050 war und ist keine Strategie und es gibt kein Dokument mit diesem Titel. Stossrichtungen ergeben sich aus der Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energie-strategie 2050 vom September 2013 und deren (bisher drei) weiteren Änderungen. Eine eigentliche Strategie aus der sich Massnahmen und Gesetzesprojekte ableiten liessen, gibt es nicht.

Die Energiestrategie in Abbildung 1 wollte zahlreiche weitreichende Vorlagen umsetzen. Ein beachtlicher Teil der viel Ideen wurde nie ernsthaft angegangen andere sind gescheitert (generelle Revision StromVG, Klimalenkungsabgabe und damit die gesamte zweite Phase der



Energiestrategie 2050 oder die vollständige Marktöffnung als Voraussetzung für das Stromabkommen). – Die Einspar- und Ausbauziele wurden im Gesetz festgelegt (und letztere später drastisch erhöht), die Diskussion über die dazu erforderlichen Massnahmen wurde ausgesetzt. - In den Niederungen des Konkreten ist es wesentlich schwerer, Konsens zu finden.

Wo ist die zweite Hälfte der Energiestrategie?

«Es ist die sukzessive Ablösung des bestehenden Fördersystems durch ein Lenkungssystem vorgesehen, mit einer Energieabgabe und einer Verteilung an Wirtschaft und Bevölkerung. Voraussichtlich wird dafür eine neue Verfassungsgrundlage zu schaffen sein.» Der Endenergieverbrauch kann mit den Massnahmen des ersten Massnahmenpaketes gemäss offizieller Dokumentation eine Reduktion von 45 % bis im Jahr 2050 herbeiführen. 2017 hat das Parlament auf Antrag der vorberatenden Kommissionen Nichteintreten auf die Vorlage der Klima- und Energielenkungsabgabe – dem so wichtigen zweiten Schritt – beschlossen. Die zahlreichen Nachfragen bürgerlicher Politiker im Parlament, wie denn die zusätzlichen Energieeinsparungen erreicht werden sollten, blieben unbeantwortet. Wie die beschlossenen Energiesparziele ohne den anfangs als notwendigen Schritt einer Lenkungsabgabe erreicht werden soll ist offen.

2.4 Internationales

Deutschland hat den Atomausstieg 2002 beschlossen

Am 14. Juni 2000 wurde in Deutschland eine Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen geschlossen. 2002 wurde diese im Atomgesetz rechtlich abgesichert. Damit beschloss Deutschland den Atomausstieg und dass keine neuen Kernkraftwerke mehr in Deutschland gebaut werden dürfen. Die Schweiz hat somit als einziges Land weltweit unter dem unmittelbaren Eindruck der Ereignisse in Japan einen grundlegenden Strategiewechsel in der Energiepolitik

Liste aller Länder die im Nachgang zu Fukushima vollzogen. Auch aus der Kernenergie ausgestiegen sind



Eigene Darstellung

dieser Bundesratsbeschluss wurde etwas gar rasch gefällt und stützte sich wie gezeigt auf übereilt erstellte Grundlagen. – Kein anderes Land auf der Erde hat sich aufgrund der Meldungen aus Fukushima zu einem grundlegenden Energiestrategiewechsel veranlasst gesehen.

Japan nutzt die Kernenergie wieder

Nach dem Unfall in Fukushima wurden alle 54 Kernkraftwerke in Japan schrittweise abgeschaltet, das letzte 2012. Kernenergie machte davor 30 % des Strommixes aus. Japan kompensierte den Ausfall durch verstärkten Einsatz fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung, was zu höheren Strompreisen und steigenden CO₂-Emissionen führte (CO₂ – Ausstoss Stromproduktion S. 9). 2022 hat die japanische Regierung beschlossen, dass bis 2030 20–22 % der Stromerzeugung aus Kernkraft und 36–38 % aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Um die Abhängigkeit von Öl und Gas zu verringern und die Klimaschutzziele zu erreichen, können Kernkraftwerke in Japan neu auf unbegrenzte Zeit laufen. Das Parlament setzte 2023 ein entsprechendes Gesetz in Kraft.

Klimaorganisationen setzen auf Kernenergie

Eine Vielzahl relevanter internationaler Klima- und Energieorganisationen sieht die Kernenergie heute als wichtiges Element, um die Klimaziele zu erreichen. Diese Aussagen werden von deren Studien detailliert und stringent begründet. Sie zeigen, dass Kernenergie als unverzichtbarer Bestandteil einer nachhaltigen und klimafreundlichen

Energiezukunft betrachtet werden muss. Die Schweiz hat sich verpflichtet, bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen, was bedeutet, dass die Treibhausgasemissionen nicht höher sein dürfen als die Menge, die durch natürliche und technische Speicher aufgenommen wird. Dieses



Ziel wurde im Klima- und Innovationsgesetz (KIG) verankert, das am 1. Januar 2025 in Kraft trat und auch Zwischenziele für die Jahre 2031-2040 sowie 2041-2050 festlegt. Gegen diese Zielsetzung gibt es soweit ersichtlich keine Einwendungen.

Pariser Übereinkommen

Fast alle Länder der Welt (195 Staaten) haben das Pariser Übereinkommen von 2015 unterzeichnet und ratifiziert. Nicht dazu gehören Libyen, Iran und Jemen. Der amerikanische Präsident hat den Austritt der USA 2025 dekretiert («drill, baby drill»). Die Signatarstaaten (darunter die Schweiz) sehen die einstimmigen Beschlüsse der Klimakonferenzen als bindend an. Sie haben mitunter folgender Aussage offiziell zugestimmt: «Beschleunigung von emissionsfreien und emissionsarmen Technologien, einschliesslich u.a. erneuerbarer Energien, Kernenergie [...]». Nur 13 der 195 Vertragsparteien des Pariser Abkommens haben ihre NDC 3.0 (Nationally Determined Contributions) bis zur Frist am 10. Februar 2025 eingereicht. Zimbabwe reagierte fristgerecht. Die Schweiz nicht.

UNO-Klimarat (IPCC)

Der UNO-Klimarat (IPCC) hat im Juni 2022 in seinem Bericht die ganze Palette der Optionen für die Minderung der Treibhausgase vorgeschlagen. Sie reicht von emissionsarmen Formen der Energieerzeugung – und dazu zählen die erneuerbaren Energiequellen ebenso wie ausdrücklich auch die Kernenergie – über Kohlenstoff speichernde Varianten der Landwirtschaft bis hin zum Schutz und zur Renaturierung von Ökosystemen sowie zum Energiesparen in all seinen technischen Varianten.

Follow the science?

Zusammengefasst zeigen diese wissenschaftsgestützten Positionen, dass die Kernenergie als unverzichtbarer Bestandteil einer nachhaltigen und klimafreundlichen Energiezukunft betrachtet wird. Die Dringlichkeit des Klimawandels erfordert (im Einklang mit der Bundesverfassung, Energieartikel Art. 89 BV) eine möglichst breit gefächerte Palette von Technologien der Stromproduktion. Kernenergie spielt dabei eine wichtige Rolle.

Europa setzt auf Kernenergie

16 europäische Länder gründeten 2023 die «EU-Kernenergieallianz». Sie planen den Aufbau einer integrierten europäischen Kernenergieindustrie und verpflichten sich, bis 2050 150 GW_e Kernenergie zum EU-Strommix zuzubauen.

Eine Steigerung von 50 % im Vergleich zum heutigen Anteil der Kernenergie in der EU. 400 Mal ein KKW Mühleberg. Allein in Europa.



Weltweit wird die Kernenergie als Chance wahrgenommen

Anlässlich der Klimakonferenz der Vereinten Nationen (COP 28) im Dezember 2023 haben sich 22 Länder zum Ziel gesetzt, die weltweite Kernenergieproduktion bis 2050 zu verdreifachen, um einen substanziellen Beitrag zur Erreichung des Netto-Null-Ziels zu leisten. «In Anerkennung der Schlüsselrolle der Kernenergie bei der Erreichung globaler Netto-Null-Treibhausgasemissionen / Kohlenstoffneutralität bis etwa Mitte des Jahrhunderts» («Net-Zero Nuclear Initiative»). Anlässlich der COP 29 schlossen sich sechs weitere Staaten der Erklärung an. Im Schlussdokument der 28. Klimakonferenz kommt erstmals das Wort nuclear explizit vor. Vorher war die Rede ausschliesslich von

«Erneuerbaren». Das Dokument wurde von allen Staaten des Pariser Übereinkommens verabschiedet. Auch von der Schweiz.

Weltweit wird der Ausbau der Kernenergie realisiert

Entsprechend dem zunehmenden internationalen Konsens, dass die Kernenergie eine wichtige Säule einer nachhaltigen Klima- und Energiepolitik ist, wurden weltweit zahlreiche Kernkraftwerksprojekte vorgeschlagen, sind in Planung (> 100) oder im Bau (> 60).

2.5 Bericht Technologiemonitoring (ETH und PSI): Dialog in der Schweiz

Fundierter Bericht der ETH und des PSI gemäss Art. 74a KEG

Warum hat das BFE den Bericht, der bereits am 1. Juli 2024 fertiggestellt wurde, erst im September und klammheimlich also ohne offizielle Medienmitteilung aufgeschaltet? Es gab keine Medienmitteilung dazu. Diese Verzögerung wirft Fragen auf, ob sie gewollt war und welche Motivationen dahinterstecken könnten. Der Bericht von ETH Zürich, EPFL und PSI, der die Grundlage für das Technologiemonitoring der Kernenergie darstellt. Artikel 74a des Kernenergiegesetzes sieht diese Berichterstattung von Bundesrat an Parlament vor. Diese wurde im Rahmen der Energiestrategie 2050 geschaffen. Nun kommen erstmals seit 2011 Fakten auf den Tisch. In den letzten 13 Jahren hat sich die Kernenergie und die Haltung vieler Länder dazu stark weiterentwickelt.

Kernkraftwerke vorgeschlagen, in Planung oder im Bau (kursiv)
Länder mit bestehenden Werken hellgrün, Neueinsteiger dunkelgrün



Eigene Darstellung | Datenquelle <https://world-nuclear.org>

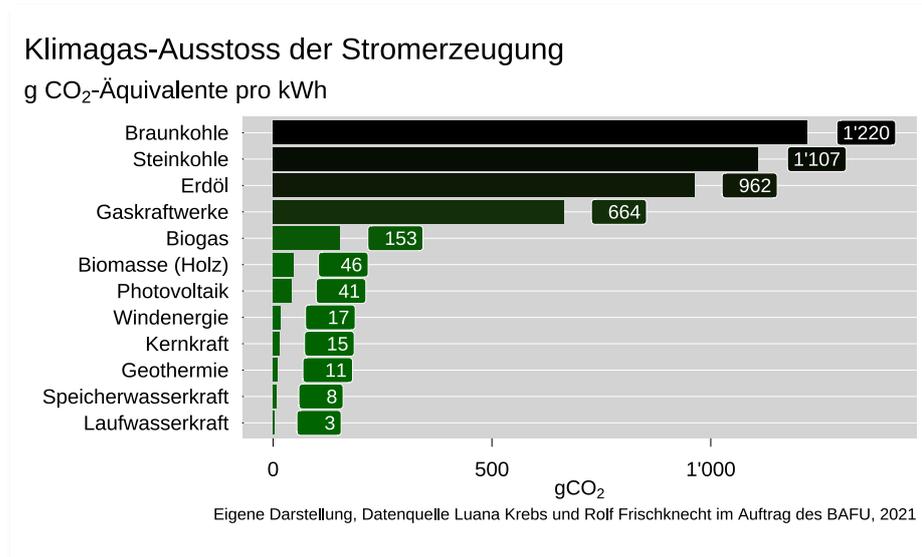
Die Kernenergiegegner möchten die Diskussion möglichst im Keim erstickten

Im Tagesgespräch vom 9 September 2024 führt NR Aline Trede aus, hinter den Diskussionen um die Kernenergie stehe die «fossile Lobby», denn sie zählt die Kernenergie zu den fossilen Energien. – Die Diskussion ist also wie gewohnt auf den Absender statt auf die Sache (wieso irren COP, IPCC usw.?) gerichtet. Ob die genannte fossile Lobby die gesamte ETH (und die meisten relevanten weltweiten Organisationen) erfolgreich unterwandert hat, darf angesichts der oft von der ETH geäußerten Begeisterung für die Energiestrategie bezweifelt werden. Eine Diskussion der Sache ist nirgends ersichtlich. – Ausgerechnet die Grünen, die behaupten, die Kernenergie käme nicht rechtzeitig, verzögern die Diskussion. Die Prophezeiung wird selbsterfüllend gemacht.

Kernenergie ist
CO₂-arm

3.1 CO₂-armer Strom aus Kernkraftwerken

Kernenergie ist eine CO₂-arme Form der Stromerzeugung. Das wird inzwischen selbst von den Schweizer Umweltorganisationen kaum mehr bestritten. Noch 2008 war auf «greenpeace.ch» zu lesen: «Atomenergie als Mittel zur CO₂-Reduktion? Das ist Unsinn. [...] In einer Kilowattstunde stecken so 90 bis 140 Gramm CO₂.» In einer aktuellen (Des-) Informationsbroschüre schreibt Greenpeace: «Kann die Nutzung der Kernenergie



unsere CO₂-Emissionen schnell reduzieren?» - es geht also nicht mehr um das ob. Nur um das wann. Natürlich gab es nie eine Distanzierung von solchen eindeutigen Falschaussagen. Im Gegenteil hält die Website des Kantons Zürich noch 2025 fest, dass die Kernenergie 117 g CO₂ pro kWh ausstosse.

Wo Sonne ist, ist
auch Schatten!

Für die zahlreichen und grossen Anlagen zur Produktion von Wind und Photovoltaik-Strom gemäss Zubauplan muss eine grosse Menge an Rohstoffen abgebaut werden. Im Vergleich zur Kernenergie handelt es sich um gewaltige Mengen. Dies weil Uran über eine sehr hohe Energiedichte verfügt. Es geht bei der Photovoltaik vor allem um Kupfer und Aluminium und bei der Windenergie auch Kobalt und Nickel. Um gleich viel Strom zu erzeugen wie ein Kernkraftwerk, müssen wir die Sonnenenergie auf einer Fläche von 50 bis 100 Km² einfangen. Auf ein einzelnes durchschnittliches Solarmodul (ca. 2m²) entfallen gut 1 Kilogramm Kupfer und etwa 200 Kilogramm Bergbauschlämme (Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei und andere Schwermetalle). Für die sichere Entsorgung, also Endlagerung von Milliarden Tonnen dieser Schlämme ist derzeit keine auch nur halbwegs sinnvolle Lösung in Sicht. Nebst diesen Problemen sind auch Kinderarbeit, mangelnde Sicherheit und Gesundheitsschädigung zu erwähnen. – Warum wird darüber konsequent geschwiegen?



Bergbau in Afrika (z.B. Kobalt, Kupfer). Quelle UNICEF

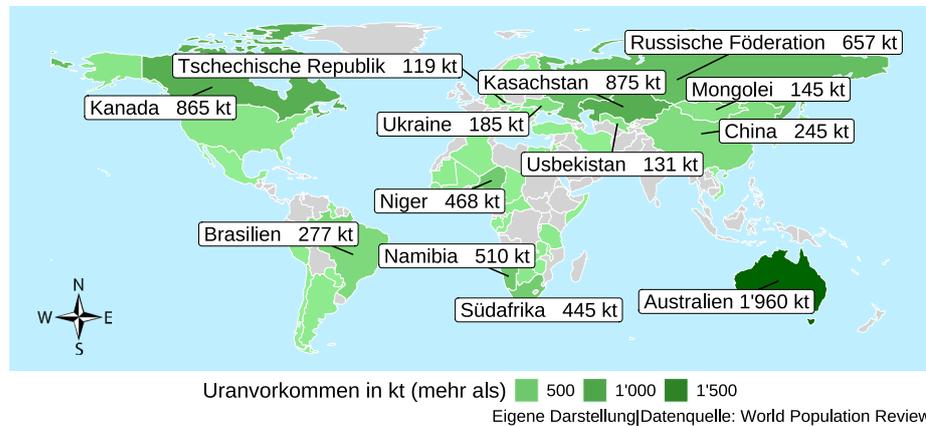
Die Klimabilanz der zwingend erforderlichen Anlagen für Speicherung und Transport der oft riesigen Mengen an Strom (zusätzlich erforderlicher Netzausbau) wird nirgends berücksichtigt. Die CO₂-Bilanz der stochastischen Stromerzeuger (Wind- und Sonnenenergie) wird durch den vermehrt vorgesehenen Stromimport zusätzlich verschlechtert. Treibhausgase sind ein globales Problem.

3.2 Materialflüsse und Rohstoffabbau

Genauso wenig wie die Steinzeit aus Mangel an Steinen endete, wird die Kernenergie nicht wegen mangelndem Uran aufgegeben werden.

Wenn man die aus Meerwasser gewinnbare Menge an Uran mitberücksichtigt, sind die Vorräte zwar rund drei Mal teurer als Uran aus traditionellem Abbau. Weil die Brennstoffe nur rund 10 % der Gesteinskosten der Kernenergie ausmachen, fällt das jedoch nicht signifikant ins Gewicht. Dann können die Brennstoffvorräte für menschliches Ermessen als unbegrenzt bezeichnet werden. – Selbst ohne neue Technologien, die dereinst die heutigen radioaktiven Abfälle als Brennstoffe nutzen werden.

Uranvorkommen günstiger als 260 USD/Kg in Kilotonnen (oberste 25 % der Herkunftsländer mit Mengenangaben)



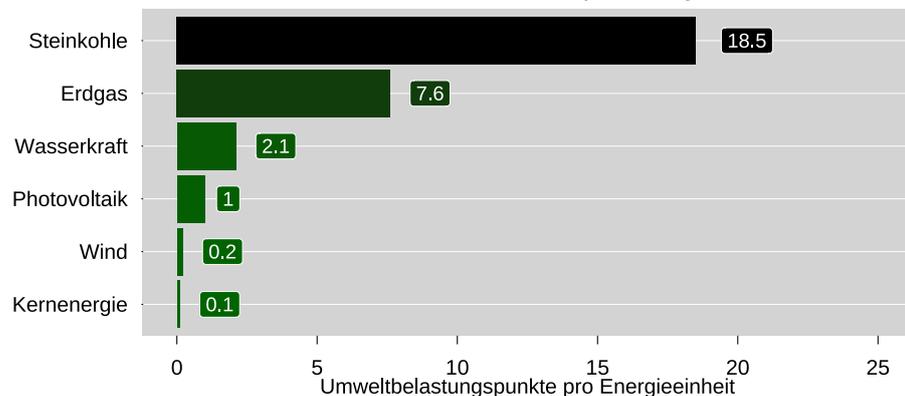
3.3 Ökobilanzen

Gesamt-Ökobilanz relevant

Der Klimawandel, die Süßwasser-Eutrophierung, die ionisierende Strahlung, die Humantoxizität, die Landnutzung, die Wasserressourcenverknappung sowie die Verknappung mineralischer, fossiler und erneuerbarer Ressourcen sind wichtige Umweltaspekte, die bei der Bewertung von Nachhaltigkeitsfragen berücksichtigt werden müssen. – Tut man dies, so schneidet die Kernenergie sehr gut ab.

Lebenszyklus-Auswirkungen auf Ökosysteme

Einschliesslich Einfluss auf Klimawandel in Punkten pro Energieeinheit



Ausnahmslos jede Technologie zur Stromerzeugung verursacht Umweltauswirkungen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg

Umweltauswirkungen können generell je nach Standort der Umsetzung und anderen Designentscheidungen stark variieren. Eine Windanlage im Norden Deutschlands wird wesentlich höhere Energieerträge liefern als eine vergleichbare Anlage in der Schweiz. Ebenso wird eine Photovoltaikanlage in Ägypten bessere Erträge erzielen als eine ähnliche Anlage in der Schweiz. Eine angemessene Energiepolitik sollte sich auf Lebenszyklusanalysen stützen und die Umweltauswirkungen aller Erzeugungstechnologien sowie der erforderlichen unterstützenden Infrastruktur des gesamten Energiesystems berücksichtigen. Speicherung und Netzausbau sind entscheidende Elemente der Dekarbonisierungsstrategien weltweit. Deren Auswirkungen werden soweit ersichtlich in keiner Studie in die Bewertung der Umweltauswirkungen der möglichen Stromsysteme einbezogen. Auch nicht von der UNECE (United Nations Economic Commission for Europe), die ein solches Vorgehen als unerlässlich sieht. Da es weltweit keine vollständig erneuerbaren Energiesysteme gibt, wären solche Untersuchungen sehr hypothetisch. Gerade in der Schweiz ist das ausschlaggebende Winterstromproblem bisher nicht adressiert. Es kann demzufolge nicht abgeschätzt werden, wie eine solche Lösung in ökologischer Hinsicht abschneiden würde. Die UNECE – Studie zeigt nur (aber immerhin) Elemente der zusätzlichen Umweltauswirkungen solcher Infrastrukturen und bezeichnet diese als nicht vernachlässigbar. Es steht fest, dass mit der vollständigen Vernachlässigung der Umweltauswirkungen dieser zwingend erforderlichen unterstützenden Systeme die negativen Auswirkungen erneuerbarer Energien massiv unterschätzt werden.



Bild einer Baustelle eines Windrades im Wald (Gemmini).

3.4 Materialflüsse

Materialschlacht

Wegen der sehr hohen Energiedichte des Kernbrennstoffs werden bei der Produktion von Strom aus Kernenergie vergleichsweise wenige andere Ressourcen verbraucht. Würde man die Brennstoffe abbilden, so wären die Säulen für Gas und Kohlestrom derart gross, dass man sonst nichts

Materialflüsse für 1 TWh Strom											
in Tonnen pro TWh											
Kraftwerk	Blei	Silizium	Eisen	Kunststoff	Aluminium	Kupfer	Glas	Zement	Stahl	Beton	Total
Gaskombi	0	0	1	0	1	0	0	0	170	400	572
Kernenergie	2	0	5	0	0	3	0	0	160	760	930
Biomasse	0	0	4	0	6	0	0	0	310	760	1'080
Kohle	0	0	1	0	3	1	0	0	310	870	1'185
Geothermie	0	0	9	0	100	2	0	750	3'300	1'100	5'261
Wind	0	0	120	190	35	23	92	0	1'800	8'000	10'260
Wasserkraft	0	0	0	0	0	1	0	0	67	14'000	14'068
Photovoltaik	0	57	0	210	680	850	2'700	3'700	7'900	350	16'447

Eigene Darstellung Datenquelle Der Quadrennial Technology Review (QTR), US-Energieministerium vom 1. September 2015

mehr sehen würde. Gleichzeitig wäre das Mass an verbrauchtem Uran derart gering, dass man es nicht abbilden könnte. Während man hier über

die Details streiten kann, stehen die Größenordnungen fest und die Unterschiede sind extrem. Die unbedingt notwendigen Speicher- und Netzausbauten sind hier nicht einmal enthalten! Diese immensen Materialberge müssen an die (oft entlegenen) Standorte gefahren werden und dazu müssen belastbare Wege und Strassen gebaut werden.

*Entsorgung der
Windräder voll-
ständig verdrängt.*

Die Entsorgung von Windrädern, insbesondere ihrer Rotorblätter, ist ein komplexes Problem und keineswegs einfach, wie oft behauptet wird. Die Blätter bestehen aus einem schwer recycelbaren Materialmix wie Kunststoffen, Aluminium und Carbonfasern. Ausserdem birgt das Zersägen der Blätter gesundheitliche Risiken, da dabei gefährliche, lungengängige Stäube freigesetzt werden. An der Spitze der Rotorblätter, die Geschwindigkeiten von bis zu 300 km/h erreichen können, lösen Hagel und Regentropfen durch Erosion Mikroplastik frei, Ewigkeitschemikalien (PFAS/PFOA) enthält, durch die Luft fliegt und als lungengängig gilt. In Deutschland wurden bereits zahlreiche Windkraftanlagen abgebaut, doch es fehlt weiterhin ein Entsorgungs- und Recyclingkonzept. Im Gegensatz zur Kernenergie können die anfallenden Kosten kaum vorhergesagt und somit auch nicht zurückgestellt werden. – Anders bei der Kernenergie..

Kernenergie produziert konstant Strom – sie ist stabil

4.1 Flatterstrom und stabile Stromversorgung

Kernenergie trägt wesentlich zu einer stabilen Stromversorgung bei. Sie produziert Tag und Nacht, im Winter und im Sommer zuverlässig Strom. Fossile Stromproduktion (mit Kohle, Gas und Öl) verfügt über dieselben energiewirtschaftlichen Vorteile, wie die Kernenergie. Sie ist aber in keiner Weise nachhaltig und sollte für die Stromerzeugung möglichst nicht genutzt werden. – Während die stochastischen Stromerzeuger (Wind- und Sonnenenergie) selbst im Optimalfall (weder Winter noch Nächte können vermieden werden) nur intermittierend produzieren, erzeugen Kernkraftwerke quasi immer ununterbrochen Strom. Um sich gegen Ausfälle der Kernkraftwerke zu schützen ist eine Diversifikation der Kernkraftwerke bezüglich Typen und Bauweise anzustreben. Für die Stabilität des Schweizer Stromsystems hat sich die Kombination von Wasserkraft und Kernenergie bewährt. Zusätzlich zur Grundlast (mit Kernkraftwerken bereitgestellt) kann bei Bedarf das Stromangebot durch Nutzung der Speicherwasserkraft jederzeit und substantiell erhöht werden. Aktuelle Kernkraftwerke können ihre Produktion sogar zeitnah erhöhen oder absenken (sog. Lastfolgebetrieb).

Volle Pulle! Man versuche, hier ein Glas Wasser zu füllen, ohne Wasser zu verschütten...



Sonnenenergie hingegen produziert rund 1'000 sogenannte Volllaststunden. Ein Jahr hat 8'760 Stunden. Für 7'760 Stunden muss die Sonnenenergie also zwischengespeichert werden. Während den Volllaststunden muss viel mehr Leistung erzeugt werden, um für die dunklen Stunden gewappnet zu sein. Kernenergie produziert rund 8'000 Volllaststunden. Da die Wartung der Werke in den Sommer gelegt wird, muss die Energie der Kernkraftwerke nie zwischengespeichert werden. Umgekehrt gesagt produziert beispielsweise Photovoltaik rund 8.5-mal mehr Leistung («volle Pulle») wenn gerade die Sonne scheint als ein laufendes Kernkraftwerk, welches pro Jahr genau dieselbe Energiemenge liefert. Für diese gewaltigen Leistungsspitzen braucht es rund 8.5-mal massivere Netze. Bei Dunkelflaute (sowohl Wind- als auch Photovoltaik produzieren aufgrund ungünstiger Wetterbedingungen nur sehr geringe Mengen Strom) fehlt es an Strom. Sie tritt am häufigsten in den Monaten November, Dezember und Januar auf. – Da braucht Europa den meisten Strom. Im Sommer werden bei schönem Wetter extrem hohe Strommengen

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE
Stellen-Analysen und Perspektiven

Oktober 2021

Energieperspektiven 2050+
Exkurs Winterstrom
Stromversorgung der Schweiz im Winterhalbjahr



1 Stromproduktion der Anlage eines Mitglieds des Energie Clubs Schweiz im April 2025: mal viel mehr Flatterstrom (gelbe Linie) als vorhergesagt (gestrichelte Linie) – mal gar keiner (Nacht). Die Lösung des Problems ist möglich, aber nicht billig und derzeit nicht adressiert..

produziert (Problem der Hellbrise). In diesen Fällen müssen Solaranlagen abgeregelt («negativer Redispatch») werden, so dass sie zu diesen Perioden keinen Strom ins Stromnetz abgeben. Allerdings verfügen nur sehr grosse Photovoltaikanlagen über dementsprechende Steuerungen. Die Abregelung der Photovoltaik wurde in den Energieperspektiven zwar vorgesehen, aber dramatisch unterschätzt, nicht zuletzt deshalb, weil mit dem Mantelerlass die Solarproduktion massiv erhöht werden soll. Im Jahr 2024 haben sich diese Abregelungen im Jahr 2024 gegenüber dem Vorjahr laut Bundesnetzagentur verdoppelt. Mit Kostenfolge. Allein die im Jahr 2024 in Deutschland zugebauten Photovoltaikanlagen entsprechen der Leistung von ungefähr 12 Kernkraftwerken. Wenn die Sonne scheint.

Mal sehr viel, mal gar nichts

Die Stromerzeugung stochastischer Stromproduktion schwankt einerseits im Tagesverlauf. Es ist davon auszugehen, dass diese Schwankungen aufgrund kurzfristiger Wettereinflüsse und Tages- resp. Nachtzeiten unter grosszügigem Einsatz von Geld ausgeglichen werden können. Der Kernenergieausstieg verschärft auch diese Problematik (siehe Exkurs rotierende Reserve). Ganz anders sieht es bei der saisonalen Speicherung aus (Sommer/Winter). Die Photovoltaik-Sommerstromüberschüsse können im Winter ohne Saisonspeicher nicht genutzt werden. Das System ist weder lang- noch kurzfristig stabil. Es braucht erheblichen Aufwand, das auszugleichen.

4.2 Das Winterstromproblem

Die saisonale Speicherung von Energie ist nicht im Ansatz gelöst

Die Lösung dieses Problems der übermässigen Bevorzugung stochastischer Energien ist derzeit nicht absehbar. Die Speicherung des überschüssigen Sommerstroms ist nicht einmal in der Theorie adressiert – von keinem Akteur. Es gibt einige vage Träumereien, die von Jules Verne inspiriert sind (Schlagzeilen: «CSP - hinter diesen drei Buchstaben steckt eine Energie-Revolution», Energy Vault, Wärmespeicherung in rissigem Gestein, Speicher in Eisenerz-Fässern lauten einige der Schlagwörter). – Das wäre, wie wenn Kernenergiebefürworter einzig auf Kernfusion setzen würden! Zum Thema Wasserstoff sagt der technische Bericht zu den Energieperspektiven 2050+ (Gesamtdokumentation der Arbeiten vom Dezember 2021) lapidar: «Saisonale Energiespeicher auf Basis von Wasserstoff wurden in den EP 2050+ nicht angenommen.»

Die Grundlagenarbeiten des BFE und prognos gingen von 6 Gaskraftwerken für die Schweiz aus

Alle konkreten Lösungsansätze zum Winterstromproblem haben sich bisher nicht konkretisiert. Die anfangs fest in der Energiestrategie 2050 vorgesehenen 4 bis 6 Gaskombikraftwerke (alle abgebildeten Schlagzeilen sind korrekt) wurden nicht weiterverfolgt. Im Gegenteil wurde dieser Teil der Energiestrategie im Nachgang zu Artikeln in der Sonntagspresse am 15. April 2012 weitestgehend tabuisiert. Die grundlegenden Studien der Energiestrategie 2050 gingen bald vergessen. Sie stehen aber unverändert zur Einsicht bereit.



Notkraftwerke wurden nötig

Zur Absicherung gegen eine drohende Strommangellage wurden bis Anfang 2023 drei Notkraftwerke realisiert bzw. unter Vertrag genommen. Diese Notkraftwerke vermögen zusammen etwa den Wegfall der Energie oder Leistung des Kernkraftwerks Mühleberg auszugleichen. In Birr stehen nun 8 Flugzeugturbinen, die

wohl mit Öl betrieben würden, denn die Schweiz verfügt über keine Gasspeicher. Die Kosten für die Miete der Turbinen in Birr betragen CHF 470 Mio. Das BFE startete im Juli 2023 eine Ausschreibung für Reservekraftwerke ab 2026. Die Ausschreibung wurde aufgrund zu hoher Kosten abgebrochen. – Man muss auf weitere warme Winter hoffen!

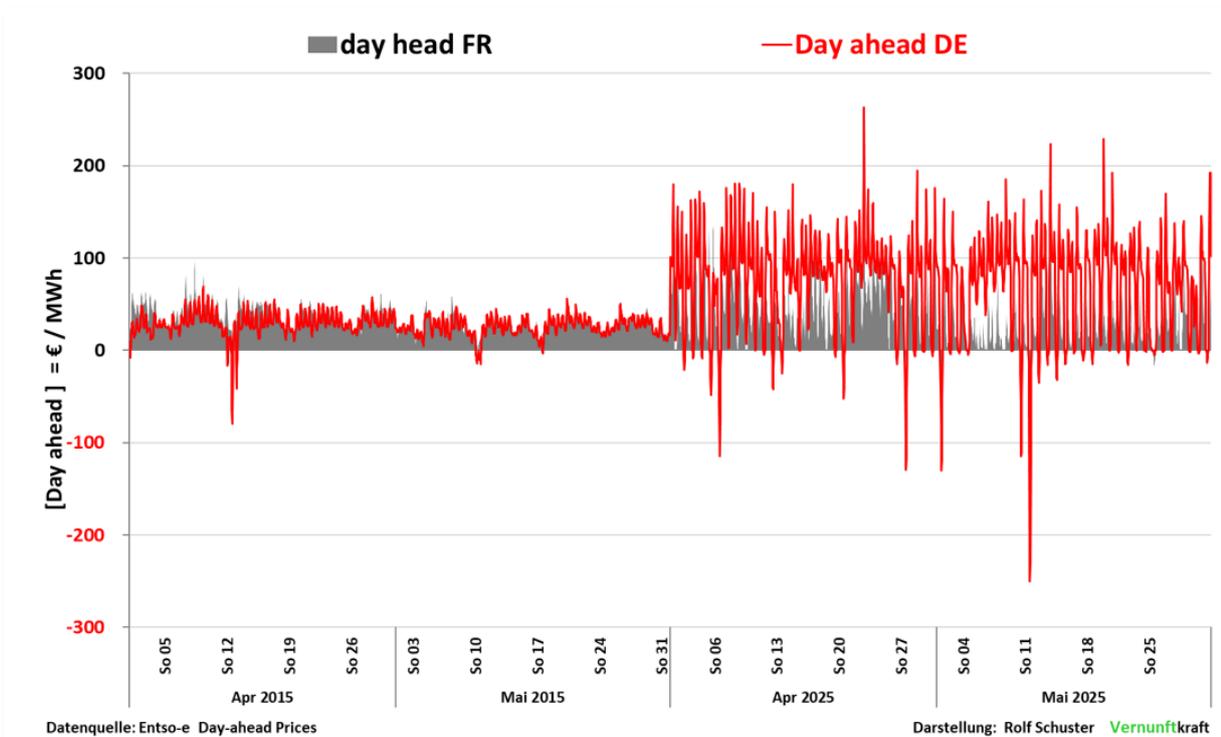
Power to Gas

Elektrolyseure mit denen man überschüssigen Strom in grünen Wasserstoff umwandeln und im Winter wiederum zu Strom zurückwandeln könnte, sind in der Schweiz nicht angedacht und wurden in den Arbeiten des Bundes verworfen, da die Verluste zu gross sind und diese vorab wegen der geringen Zahl der Betriebsstunden nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

Zunehmend instabiles Netz

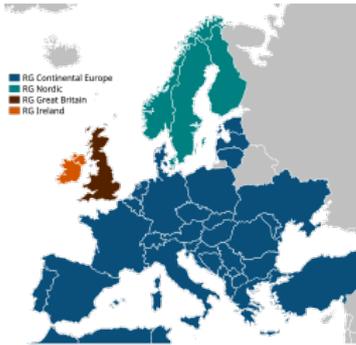
4.3 Zappelstrom im Netz

Untenstehende Grafik zeigt die Day-Ahead-Preise der Strombörse für einige Wochen in den Jahren 2015 und 2025. Es werden die zunehmenden und teilweise extremen Schwankungen deutlich, die die zugrunde liegenden Nachfrage- und Angebotsschwankungen widerspiegeln. Wenn es zu viel Strom im Netz hat, sinkt der Preis (teilweise ins Negative). Das System ist zunehmend unberechenbarer. – Es besteht ein Unterschied wie zwischen einer Autobahnfahrt und einer Fahrt über einen Bergpass. Parallel zeigt sich, dass das französische Netz (grau dargestellt) wesentlich stabiler geblieben ist als das deutsche (in rot dargestellt). Während Deutschland etwas mehr als 42 % seines Stroms aus synchroner Erzeugung mit Momentanreserve (vorab aus Kohle und Gas) gewinnt, liegt dieser Anteil in Frankreich weit über 80 % (hauptsächlich aus Kernenergie) – der Rest wird asynchron und damit instabil produziert – umgangssprachlich Flatterstrom. In Deutschland sind es rund 60 % des erzeugten Stroms. Manchmal weit mehr.



4.4 Exkurs: Rotierende Reserve (auch Momentanreserve oder drehende Reserve)

Stabilität der «synchronen Stromproduktion»



Die rotierende Reserve im Stromnetz, auch als Momentanreserve bekannt, bezieht sich auf die kinetische Energie, die in den rotierenden Massen von Synchrongeneratoren gespeichert ist (Prinzip des Schwungrades). Diese Generatoren sind in konventionellen Kraftwerken wie Kohle-, Gas- oder Kernkraftwerken zu finden welche direkt mit der Netzfrequenz gekoppelt sind. Die rotierende Reserve spielt eine entscheidende Rolle bei der Stabilisierung der Netzfrequenz und der Aufrechterhaltung der Netzstabilität. Photovoltaik- und Windkraftanlagen werden hingegen über Wechselrichter also mittels Leistungselektronik an das Netz angeschlossen. Sie stellen keine Momentanreserve zur Verfügung. Das ist nicht neu. Nachdem das deutsche Kernkraftwerk Biblis A infolge des Atom-Moratoriums 2011 vom Netz genommen wurde, traf man die Entscheidung, den Generator von Block A als rotierende Masse zur Förderung der Frequenzstabilität und zur Aufrechterhaltung der Spannung beizubehalten. Sie brachte bis 2018 (Trägheit, Momentanreserve) «Ruhe» ins System ein. Damit wurde dem Verlust konventioneller Kraftwerke, die im Zuge des Atomausstiegs wegfielen, teilweise kompensiert.

«Das europäische Verbundnetz ist die komplexeste Maschine der Welt», so Dr. Sönke Rogalla von Fraunhofer ISE. Traditionell ging es dabei um Spannungs- und Frequenzstabilität im Stromnetz. Ein neues Problemfeld ist die Resonanzstabilität, die durch den hohen Anteil von Photovoltaik und Windenergie zunehmend gefährdet wird.



*Fahrer unversehrt!
– Nichts passiert!*

Warnung blieb unbeachtet

Dieser sehr komplexen Infrastruktur stehen gefährlich unterkomplexe Argumentationen gegenüber. So heisst es beispielsweise auf der Website von Greenpeace Schweiz: «Einige europäische Länder wie Dänemark oder Deutschland können an Tagen mit hohem Ertrag bis zu 90% erneuerbare Energien in ihrem Strommix erreichen. Trotzdem gab es dort keine grösseren Stromausfälle.» - Und es gibt neunzigjährige Kettenraucher. Das stimmt genauso (anekdotische Evidenz).

Konkret handelte es sich beim Blackout auf der iberischen Halbinsel um eine «Katastrophe mit Ansage». Der spanische Übertragungsnetzbetreiber (entspricht der Swissgrid) warnte bereits im Februar konkret vor kritischen Situationen genau dieser Art: «Das Risiko von Abschaltungen bei der Stromerzeugung, die schwerwiegend sein und die Stromversorgung erheblich beeinträchtigen könnten, wird durch den hohen Anteil erneuerbarer Energiequellen und die Verringerung steuerbarer Erzeugungskapazitäten erhöht.» - «Um ein Stromnetz mit einem immer höheren Anteil an Sonnen- und Windkraftanlagen stabil zu halten, sind Experten wie etwa von der deutschen Bundesnetzagentur zufolge zusätzliche Investitionen notwendig.» (SRF 4 News, 17.06.2025, 17 Uhr)

red eléctrica

DIE Ursache?

Man sucht vielerorts vergeblich nach «der» Ursache für den Blackout. Unbestritten dürfte sein, dass mehrere Probleme zum grossen, teils tödlichen Stromausfall führten. In der Fliegerei braucht es im Schnitt um die sieben Fehler, die kumulativ auftreten müssen, um ein Schadensereignis zu bewirken. Das Stromnetz ist weit komplexer. – Im Grunde ist aber eine solche Analyse genau verkehrt. Es ist uninteressant, welches Ereignis genau zum Blackout führte, denn solche Ereignisse wird es immer geben und das Stromnetz muss mit ihnen umgehen können (Resilienz). Sicher ist, dass eine zu hohe Spannung im Netz vorlag, dass also mit anderen Worten zu viel Strom produziert wurde. Darauf hin

gingen Kraftwerke (automatisch) vom Netz, um sich vor Beschädigungen zu schützen.

Netz und Stromproduktion müssen Hand in Hand ausgebaut werden.

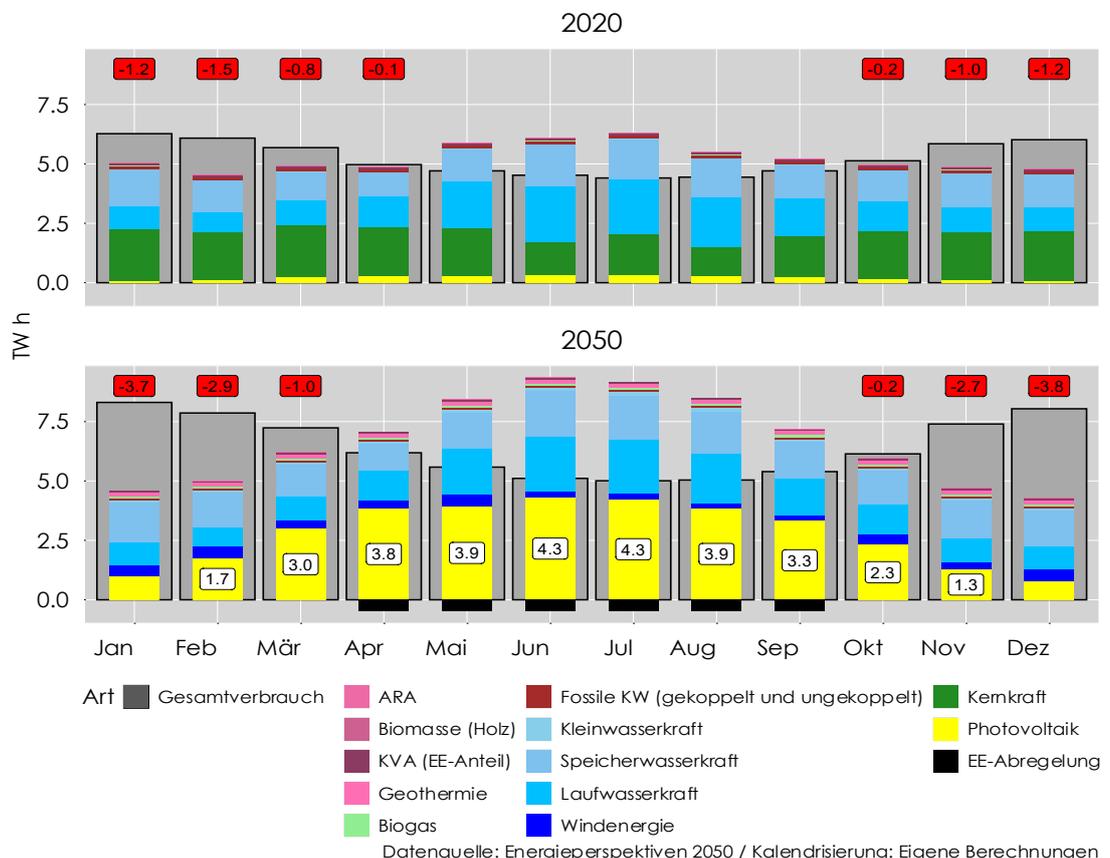
Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die Probleme und die Lösungen zwar erkannt sind, aber solche Anlagen nicht in nennenswertem Masse gebaut wurden oder werden. Das führt zu einer zunehmend risikoreichen Situation. Der Ausbau der stochastischen erneuerbaren Energien wie Wind- und Sonnenenergie muss Hand in Hand mit zusätzlichen Stabilitätsmechanismen erfolgen, genauso wie gleichzeitig die Netze und Speicher ausgebaut werden müss(t)en. Darüber wird aber weitestgehend geschwiegen. Auch die Kosten für solche Massnahmen sind derzeit kaum beziffert. Der Bericht der Akademien der Wissenschaft Schweiz von 2025 sagt dazu lediglich «die Bewertung der Gesamtsystemkosten mit und ohne neue Kernenergie ist sehr komplex und beinhaltet viele schwer abschätzbare Entwicklungen wichtiger Faktoren.» In den vierzig Franken, welche pro Jahr und Haushalt gemäss Abstimmungsunterlagen von 2017 zum Referendum gegen das Energiegesetz bezahlt werden müssen, waren diese Kosten jedenfalls nicht enthalten. – Die Sonne schickt keine Rechnung. Wahr aber nicht hilfreich.

4.5 Die Importstrategie

Jahresdurchschnittsbetrachtungen sind im Elektrizitätsbereich irreführend.

Der Strom-Importbedarf im Winterhalbjahr wird sich gemäss der offiziellen Energieperspektiven 2050+ bis ins Jahr 2035 trotz starkem Ausbau der erneuerbaren Energien massiv erhöhen. In untenstehender Grafik werden die monatlichen Stromlücken in roten Boxen beziffert. Derzeit ist geplant, diese fehlenden Strommengen zu importieren. Die geplante

Energiestrategie 2050: der Plan und die Lücken in rot
Monatswerte Stromproduktion (Farben) vs. Stromverbrauch (grau)



Ausserbetriebnahme der Kernkraftwerke nach 50 Jahren, die im Winterhalbjahr in den vergangenen Jahren zwischen 8.5 TWh und 14.5 TWh produziert haben, können einerseits nicht genügend durch den Zubau von erneuerbaren Energien ersetzt werden. Andererseits führt die Dekarbonisierung zu einer Erhöhung des Stromverbrauchs, so dass in Summe für das Winterhalbjahr 2035 eine Verdreifachung der Importmengen gegenüber 2020 notwendig ist, was in absoluten Zahlen 17.7 TWh entspricht. Fokussiert man die Betrachtung auf die drei Wintermonate, dann müssen die Importe sogar die Hälfte des Stromverbrauchs abdecken. Trotz des weiteren Zubaus der erneuerbaren Energien bis 2050 verbessert sich die Situation nur geringfügig, da parallel dazu auch der Stromverbrauch kontinuierlich und stark steigt. Vorab im Winter.

Im Winter fehlt der Strom.

Saisonspeicher gibt es nicht in der erforderlichen Grösse. Auch in diesem Bereich zeigt sich der ungenügende Fokus auf Speicherung und Netzausbau. Die Winterhalbjahresproblematik hat weitreichende Konsequenzen für die Schweizer Stromversorgung. Die offizielle schweizerische Energiestrategie 2050 zeigt das Problem auf. Man sieht, dass es von Planjahr zu Planjahr grösser wird und immer mehr Stromimport angenommen wird. Lösungen sind nicht in Sicht. – Selbst unter der Annahme, dass die geplanten Zubauten auch tatsächlich realisiert werden könnten, ist das Problem gross und wird derzeit in der Planung durch Importe adressiert oder besser gesagt offen gelassen. – Ob die erhöhten Zubauziele der neuen erneuerbaren Energien tatsächlich fristgerecht erreicht werden können ist mehr als fraglich. Trotz Beschleunigung und Vervielfachung der Beschleunigungsvorlagen.

Ganz Europa braucht im Winter mehr und produziert im Winter weniger Strom

1. Da sich die Produktionsprofile mit dem Ausbau von Wind- und Photovoltaikanlagen in ganz Europa annähern (mehr Sommerstrom in ganz Europa) und auch die Lastprofile ähnlich sind (höherer Winterstromverbrauch in ganz Europa), dürfte es zunehmend schwerfallen oder unmöglich sein, im Bedarfsfall überhaupt Strom zu importieren – es fehlt an der Exportfähigkeit und wohl auch zunehmend an der Exportwilligkeit der EU;

Im Winter ist Importstrom deutlich CO₂-intensiver als im Durchschnitt

2. Die Zeitfenster des Schweizer Verbrauchsüberhangs werden derzeit und in absehbarer Zukunft alternativlos massgeblich mit konventionellen, CO₂-intensiven Technologien gefüllt – der CO₂-Ausstoss wird im Vergleich zum CO₂-Ausstoss der Schweizer Stromproduktion durch den Import höher;

Wenn wir Strom verkaufen können, ist der Preis tief und wenn wir kaufen müssen, ist er hoch

3. Die Kosten des Stromimports in den Wintermonaten sind hoch und die Erträge beim Stromexport im Sommer tief, immer häufiger sogar negativ. Diese Differenz dürfte sich mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien weiter erhöhen, denn insbesondere bei länger anhaltenden kalten Dunkelflauten über grossen Teilen Europas dürfte die Bereitstellung von Strom äusserst kostspielig werden.

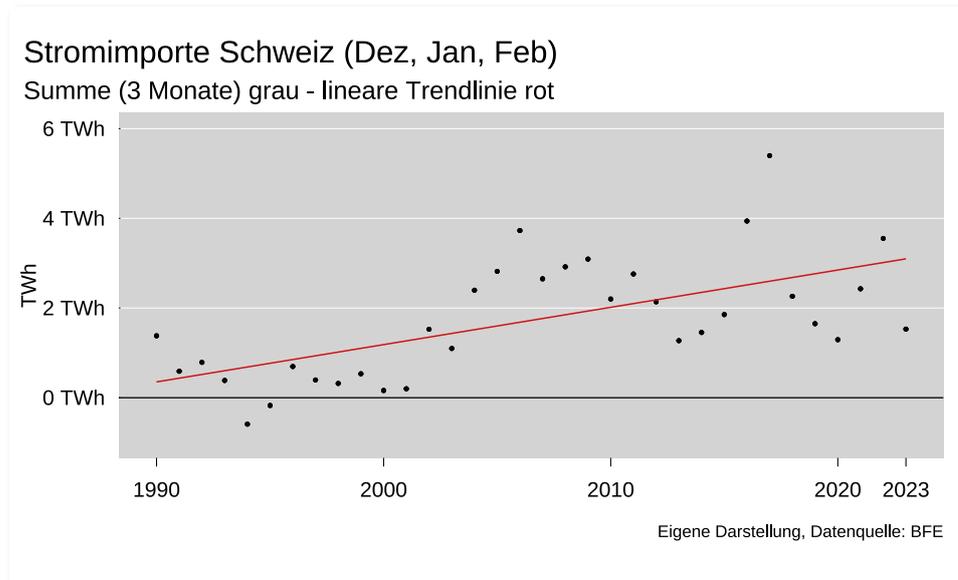
Energiestrategie 2050 als Importstrategie

Die Energieperspektiven 2050+ rechnen in den Wintermonaten mit Importen im ganz grossen Stil und werden so zur wichtigsten Quelle der Landesversorgung mit Strom. Fehlende physikalische Voraussetzungen, wie beispielsweise ungenügende freie Netzkapazitäten und geringe Produktion der Nachbarländer (reduzierte Exportfähigkeit), sowie Restriktionen der EU machen diese Strategie zunehmend unrealistischer. Und da die Gewährleistung einer sicheren Versorgung mit Strom für jedes

einzelne Land höchste Priorität hat, dürfte auch die Exportwilligkeit abnehmen.

Gefährlicher Trend seit 1990

Seit 1990 setzt die Schweiz in der Realität zunehmend auf Importe. Vor allem im Winter, wenn der Strom in Europa knapp ist, weil dann jeweils weniger Strom produziert wird (Sonne und Wasserkraft produzieren im Sommer mehr Strom) und weil gleichzeitig viel mehr Strom gebraucht wird (Licht, Heizungen etc.). Mit der Zunahme von Elektrofahrzeugen und -Heizungen (Wärmepumpen) wird gerade diese Winterstromnachfrage weiter und stark steigen (siehe Grafik oben).



Die Importstrategie ist für die Schweiz sehr gefährlich

Die Stromversorgung einfach ins (benachbarte) Ausland zu verlagern, ist eine hochrisikante Strategie, wie sich in den letzten Jahren gezeigt hat. Die Schweizer Bevölkerung hat auf diese ausländischen Werke kein Mitspracherecht. Der Trend ist aber eindeutig und eine Trendwende nicht in Sicht – im Gegenteil. Dekarbonisierung mit dem Ziel, weniger Heizöl, Diesel und Benzin zu verbrauchen, führt zwingend zu mehr Stromverbrauch. Vor allem im Winter. Das Winterstromangebot in der Schweiz muss stark erhöht werden.

4.6 Vorrat

Strom kann nicht gelagert werden – Kernbrennstäbe schon!

Strom muss dann genutzt werden, wenn er produziert wird. Er ist nicht direkt speicherbar. Jedoch ist Kernbrennstoff gut lagerbar. Die Volumina sind klein. Das hat mit der hohen Energiedichte von Kernbrennstoff zu tun. Es besteht daher – anders als bei Erdgas oder Erdöl – keine Erpressbarkeit der Schweiz. Tagesaktualitäten tangieren die Versorgung nicht.

Kernenergie verfügt über eine enorme Energiedichte

24 Tonnen Natururan könnten mit einem solchen Lastwagen transportiert werden. Das ergibt eine Terawattstunde Strom. Die gleiche Energiemenge in Kohle entspricht 16'000 solcher LKW ganz gefüllt. Mit ihrer Länge von 25 m entspricht das einer 400 km langen Kolonne solcher LKW. Sie reicht von Bregenz nach Genf. Stossstange an Stossstange.



Lastwagen von 25 m Länge mit 25 t Zuladung und einem Transportvolumen von 16 m³.

Die Versorgungssicherheit leidet

Die längerfristige Strommangelgefahr löste gemäss dem Risikobericht des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS) 2020 die Pandemie als Risiko mit der grössten Eintretenswahrscheinlichkeit und gleichzeitig den gravierendsten Auswirkungen ab. Die Versorgungssicherheit nimmt im Energietrilemma eine zentrale Rolle ein, da sie den eigentlichen Zweck der Energieversorgung darstellt. Natürlich könnten alle Nebenwirkungen eines Medikaments sofort und dauerhaft vermieden werden, wenn man das Medikament nicht mehr einnimmt. Leider figuriert die Schweiz in der Dimension Versorgungssicherheit (isoliert betrachtet) nicht mehr unter den ersten 20 Ländern im globalen Ranking des Energietrilemma-Indexes. In der Tendenz verschlechtert sich die Schweizer Versorgungssicherheit gar.

Fehlende Versorgungssicherheit ist nicht nur gefährlich, sondern sehr teuer!

Die Bewältigung der Energiekrise 2022 in Deutschland führte zu massiven Ausgaben, deren genaue Höhe schwer zu beziffern ist. Laut einem Bericht von Reuters hat Deutschland seit rund EUR 440 Mia. in Entlastungspakete, einen "wirtschaftlichen Abwehrschirm", Investitionen in LNG-Infrastruktur und weitere Massnahmen investiert. Genaue Zahlen liegen nicht aggregiert vor und es kann trefflich über einzelne (auch zusätzliche) Kostenpunkte gestritten werden. Die Grössenordnung selbst des unbestrittenen Teils ist aber auf jeden Fall beträchtlich. - Ökonomisch nachhaltig ist das auf keinen Fall.

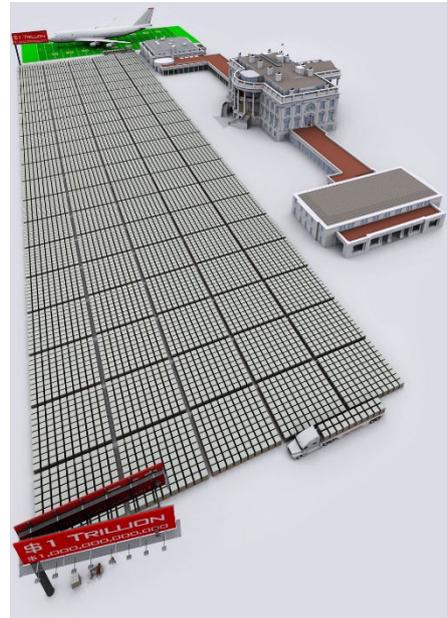
Eine Billion Dollars in Hunderternoten [die Amerikaner nennen das 1 trillion dollars]



Eine Million



eine Milliarde



eine Billion

Visualisierungen: The Visual Capitalist
<https://www.visualcapitalist.com/20-trillion-of-u-s-debt-visualized-using-stacks-of-100-bills/>

5.1 Alle Kosten der Erzeugung und Energiequalität berücksichtigen

Photovoltaik ist teurer als Kernenergie

Gondosolar produziert gemäss Plan dereinst jährlich 0.018 TWh (Projektstand 2025). Es kostet CHF 42 Mio. – Es bräuchte rund 720 Gondosolar-Parks um die Energie des KKW Olkiluoto III (13 TWh pro Jahr) zu erzeugen. Diese Anlagen würden rund CHF 30 Mia. kosten. Olkiluoto III kostete effektiv rund CHF 11 Mia. Inklusive der massiven Kostenüberschreitungen. Der Vergleich dieser beiden Stromproduktionsformen erscheint angemessen, da die Energiestrategie 2050 vorsieht, die wegfallenden Kernenergie-Kapazitäten und den Mehrbedarf an Strom (Entkarbonisierung) hauptsächlich durch Photovoltaik, Windkraft und möglicherweise Gaskraftwerke zu ersetzen. – Die oben genannten Kosten sind lediglich

Vollkosten

<i>Exkurs: Vollkosten der Stromproduktion</i>	
<i>Umwelt- und Gesundheitskosten</i>	Umwelt- und Gesundheitskosten entstehen durch negative Auswirkungen auf Natur und Menschen, wie etwa Gesundheitsschäden durch Feinstaub aus Kohlekraftwerken oder ökologische Schäden durch Windturbinen (Herstellung, Aufstellen etc.).
<i>CO₂ - Kosten</i>	CO ₂ - Kosten beziehen sich auf Ausgaben für Emissionszertifikate oder Abgaben, beispielsweise für Kohlekraftwerke oder Gaskraftwerke.
<i>Systemintegrationskosten</i>	Systemintegrationskosten fallen an, um erneuerbare Energien ins Stromnetz einzubinden, etwa durch den Bau von Batteriespeichern oder die Bereitstellung von Reservekapazitäten für schwankende Wind- und Solarenergie. – Wenn man auch in der Nacht Solarstrom haben will, kostet das.
<i>Gestehungskosten</i>	Gestehungskosten umfassen alle direkten Kosten der Stromerzeugung und variieren stark: Photovoltaik und Windkraft haben oft niedrige Gestehungskosten, während diese bei Kernkraft oder fossilen Brennstoffen höher ausfallen können. – Brennstoff kostet.

In der öffentlichen Diskussion wird quasi ausschliesslich über Gestehungskosten gesprochen. Die anderen Kostenelemente werden nicht erwähnt. - Sie kosten aber trotzdem! Auch wenn sie im Ausland anfallen (Umwelt und Gesundheit).

die Gestehungskosten. Folgekosten wie Speicherung und Netzausbau sind hier nicht inbegriffen.

Kernenergiestrom hat höhere Energiequalität

Die Qualität des neuen erneuerbaren (stochastischen) Stroms ist aber in keiner Weise vergleichbar mit bandenergiefähigen Energiequellen. Die PV liefert rund acht Mal weniger Volllaststunden pro Jahr. Das verursacht Kosten für Netz- und Speicherinfrastruktur welche die oft diskutierten (Gestehungs-) Kosten weit übersteigen. Es leuchtet (gerade nachts) ein, dass Solarstrom nicht tel-quel an der Strombörse verkauft werden kann. Diese setzt immer eine genaue Zeitspanne und Energiemenge für die Stromlieferung voraus. Somit kommen zwingend Zusatzkosten für die Veredelung des Stromes zu den Gestehungskosten hinzu, um zur gewünschten Zeit die gewünschte Strommenge in der erforderlichen Qualität liefern zu können. – Die Veredelung hat ihren Preis. Darüber wird fast nie gesprochen.

Eine erfolgreiche Klimapolitik muss kosteneffizient sein.

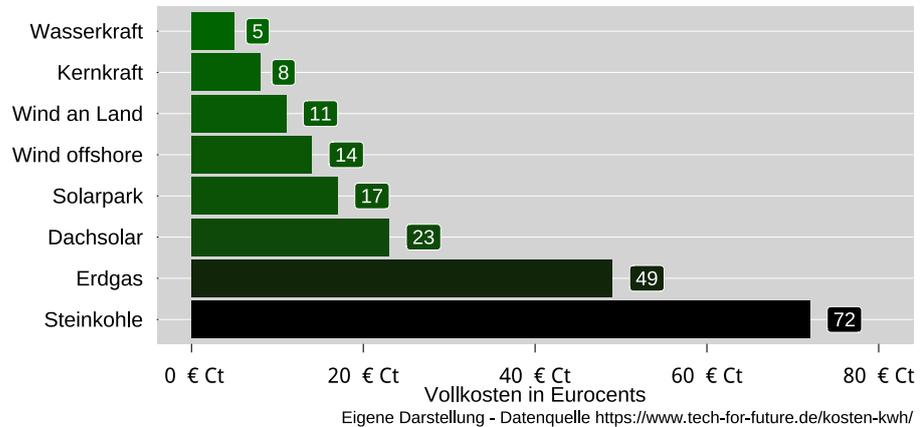
Die Kostenfrage ist auch in der Klimapolitik matchentscheidend. Wer auf ineffiziente Massnahmen setzt, verschwendet Ressourcen und verzögert Klimaschutz. Die Gesamtkostenunterschiede zwischen verschiedenen Stromerzeugern sind sowohl signifikant als auch relevant.

Die Vollkosten wurden und werden heute vernachlässigt

Das Problem der Schweizer Energiewende besteht darin, dass es keine offiziellen Abschätzungen von deren Vollkosten (siehe Exkurs) gibt! Die Schweiz befindet sich in dieser Frage im vollständigen Blindflug. Seit dreizehn Jahren! Konkret wurde der durch den Ersatz der Kernkraftwerke hauptsächlich durch stochastische Energien weder quantifiziert (wie viel Speicher ist nötig), noch spezifiziert (welche Technologie soll verwendet

Vollkosten in Eurocents pro kWh

Welche ist die günstigste Energiequelle 2024?



werden) und demzufolge konnten auch die Kosten der Speicher nicht geschätzt werden. Man verlässt sich einfach auf Stromimporte. Die häufig geäußerte Behauptung von alt BR D. Leuthard, wonach die Kernenergie ihre «komparativen Vorteile» verliere, wurde in den vergangenen 13 Jahren nicht einmal im Ansatz geprüft, geschweige denn belegt. Wir nutzen daher eine Arbeit von Florian Blum, die er auf seiner Website «Energy for Future» publiziert und reichlich mit Quellenangaben versehen hat.

5.2 Negative Strompreise – ist im Durchschnitt ist alles gut?

Kannibalisierungseffekte

In ganz Europa ist gleichzeitig Sommer oder Winter sowie Tag oder Nacht. Beides beeinflusst Stromproduktion und -nachfrage massiv. Deshalb kommt es europaweit zu einer grossen Überproduktion an Sonnenstrom im Sommer. Wenn dann auch noch die Nachfrage gering ist, resultiert ein Stromüberschuss. Das ist ein Problem. Stromnetze müssen zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein. In Fällen eines unvorhergesehenen

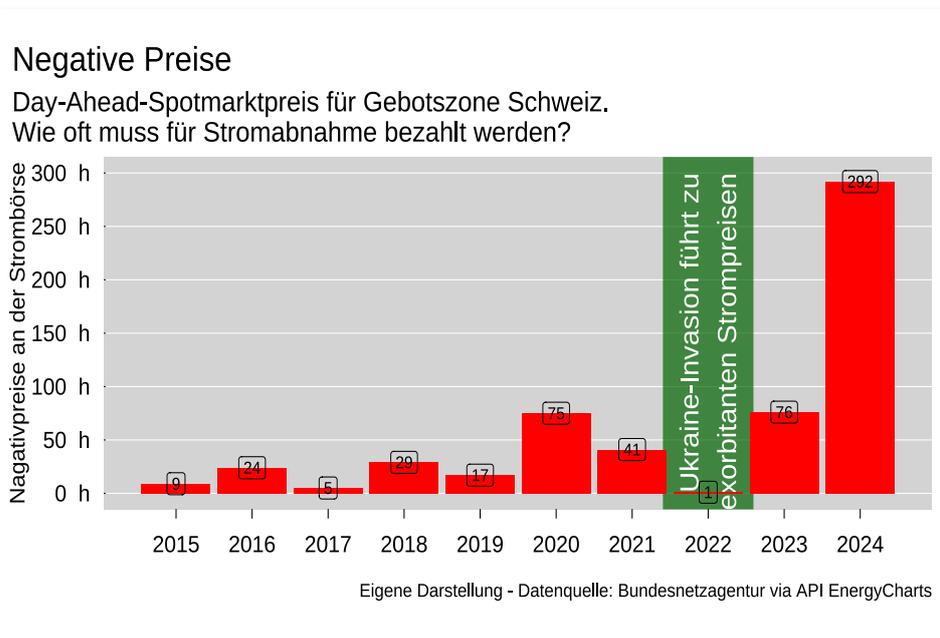
Ungleichgewichts werden kurzfristig bestimmte Kraftwerksbetreiber mit entsprechenden Verträgen dafür bezahlt, dass sie nicht produzieren oder Stromabnehmer werden dafür entschädigt, dass sie Strom abnehmen (sogenannte Systemdienstleistungen – auf jeder Stromrechnung explizit aufgeführt). An der Börse zeigt sich das Phänomen darin, dass man immer häufiger Geld erhält, wenn man den überschüssigen Strom abnimmt. Die Rede ist von negativen Strompreisen. Dabei wird Strom «entsorgt». – Stromproduktion zur falschen Zeit ist nicht nur nicht nützlich (wenn er nicht ausnahmsweise z.B. mit Pumpspeicherwerken gespeichert werden kann) sondern er muss gegen Gebühr entsorgt werden. Z.B. indem im Sommer Weichen der Bahnen geheizt werden.

Die Sonne scheint schon gratis, aber auf dem Weg zur Steckdose fallen verschiedene Kosten an.

2024 erlebte die Schweiz 292 Stunden mit negativen Spotmarktpreisen. Während dieser Zeit wurden die Stromabnehmer bezahlt um den Strom zu verbrauchen und um so Netzininstabilitäten oder gar Blackouts zu verhindern. Die Anzahl der Stunden mit negativen Strompreisen nehmen laufend zu. Die Interventionen in den Strommarkt in ganz Europa haben einen erheblichen Einfluss auf diese Strompreise. Insgesamt wurden in Deutschland von 2000 bis 2021 EUR 200.51 Mia. über die EEG-Umlage verteilt (die EEG-Umlage ist eine gesetzlich festgelegte Abgabe in Deutschland, die zur Finanzierung des Ausbaus erneuerbarer Energien dient und von den Stromverbrauchern über ihre Strompreise entrichtet wird. In der Schweiz heisst diese Abgabe KEV). – Die Behauptung, wonach die neuen erneuerbaren Energien konkurrenzfähig seien, ist offensichtlich falsch.

Häufiger negative Strompreise

Die immer häufiger auftretenden negativen Strompreise nützen den Stromkunden nichts. Auch sie können den Strom nicht speichern. Dass die Grossindustrie hierzulande (wie in Deutschland) auszusterben droht, muss für den Standort ein Weckruf sein – ein Weckruf, sich für die neuen Zukunftsbranchen (KI, Rechenzentren) richtig aufzustellen. Diverse Abgaben zur Förderung der erneuerbaren Energiequellen, für den verstärkten Netzausbau, zunehmende Kosten für Systemdienstleistungen führen zu höheren Strompreisen. Sie werden auf der Stromrechnung explizit ausgewiesen und können von jedem Stromkunden geprüft werden. «Auch in der Schweiz besteht die reale Gefahr der



Deindustrialisierung», sagt Pierre Yves Maillard. Der Gewerkschafter will Subventionen verteilen. Unter dem harmlosen Namen «Industriepolitik».

5.3 Subventionen im Energie- und Strombereich

Kernenergie ist die am wenigsten subventionierte Energieform

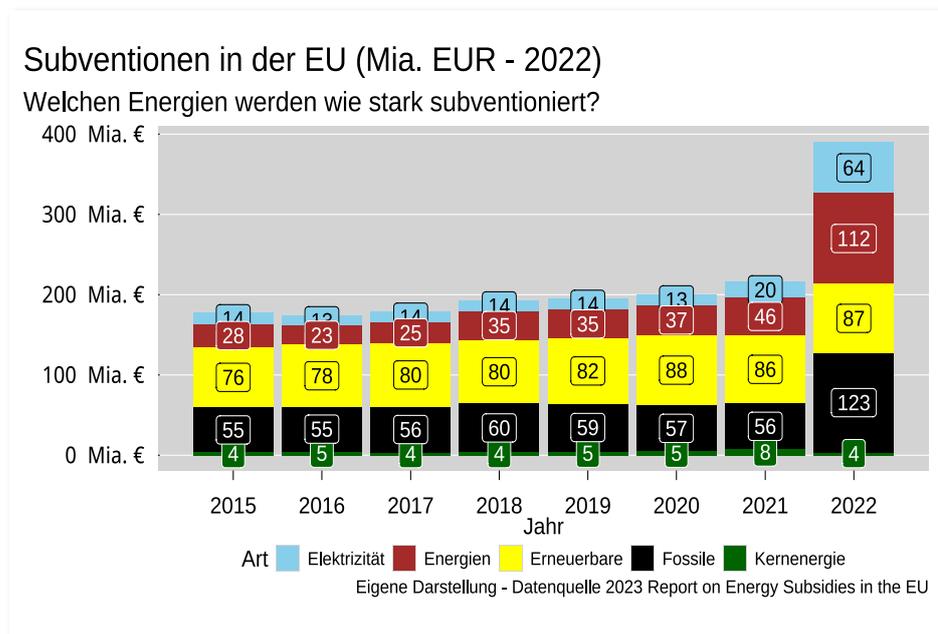
Häufig wird gesagt, die Kernenergie sei stark subventioniert. Ein Bericht der EU zeigt, dass die Kernenergie im Vergleich zu den erneuerbaren Energien praktisch keine Förderung erhält. Die Empfänger von Subventionen sind unter anderen die Landwirtschaft, sektorübergreifende Empfänger, Verkehr, Industrie, Haushalte und die Energiebranche. In dieser Betrachtung werden auch die Massnahmen zur Abfederung der hohen Energiepreise abgebildet. Im Jahr 2022 waren diese Zahlungen wegen der Ukraine-Invasion besonders hoch und umfassten auch Beiträge an Stromrechnungen und **Gasrechnungen**. Fehlende Versorgungssicherheit hat einen sehr hohen Preis! Interessant für unsere Zwecke sind die Förderbeiträge zugunsten erneuerbarer Energien im Vergleich zu jenen zugunsten der Kernenergie. Pikant ist dabei, dass Zahlungen im Zusammenhang mit der deutschen Entscheidung, Ende 2021 drei Kernkraftwerke abzuschalten in den Subventionen für Kernkraft enthalten sind. – Das ist die Entschädigung für eine faktische Enteignung, keine Subvention!

Die Folgekosten werden nie erwähnt

Wie gewohnt werden die Folgekosten des Ausbaus der erneuerbaren Energien auch in diesem Bericht aus der EU nicht erwähnt. Stromkunden respektive Steuerzahler finanzieren zwingend nötige Infrastrukturausbauten und weitere Folgekosten der verfehlten Energiepolitik, die überdies zu grossen Teilen auf Stromimporte abstellt ohne es zu wissen. Das gilt auch für die Schweizer Energiepolitik seit 2011. Die Bevölkerung trägt im Weiteren das finanzielle Risiko der plötzlichen und oft unvorhersehbaren Strompreisschwankungen. Entweder direkt durch bezahlen exorbitanter Strompreise oder indirekt als Steuerzahler zur Finanzierung der finanziellen Entlastung der Bevölkerung von hohen Energiepreisen. Meist beides.

Ohne Subvention kein Kraftwerksbau.

Wasserkraftwerke erhalten Investitionsbeiträge und Marktprämien, um ihre Rentabilität zu sichern und Investitionen zu fördern. Sonnenenergie und Windenergie profitieren ebenfalls von gesetzlichen Rahmenbedingungen, die den Ausbau dieser Technologien unterstützen, obwohl ihr Beitrag zur Stromproduktion in der Schweiz noch begrenzt ist.



Geothermie und Biomasse sind ebenfalls Teil des Förderprogramms für erneuerbare Energien, teilweise jedoch in geringerer Masse.

Notkraftwerke.

Gaskraftwerke, die als Reservekraftwerke fungieren, werden ebenfalls subventioniert, um in Notfällen die Stromversorgung zu sichern. Diese Gaskraftwerke sind Teil eines Konzepts zur Sicherstellung der Stromversorgung in kritischen Situationen. Im Falle einer Notlage, in der die Schweiz auf Erdgas zur Stromproduktion angewiesen wäre, ergibt sich ein Problem. Wir verfügen über keine nennenswerten Gasspeicher. In solchen Situationen müsste auf Erdöl als Alternative für die Stromerzeugung zurückzugreifen werden. Reichen die Erdölspeicher diesfalls? Wie lässt sich das mit dem beschlossenen Netto-Null-Ziel der Schweiz vereinbaren?

6.1 Die Entsorgung radioaktiver Abfälle sei nicht gelöst

Das Argument ist überholt

Dieses Argument ist alt! 1979 führte das Initiativkomitee in einem Standard-Referat aus: «Entgegen den Behauptungen von Atomindustrie und Behörden ist die Atommüll-Lagerung technisch nach wie vor ungelöst.» Das Argumente-Recycling der heutigen rückwärtsorientierten eingefleischten Kernenergiegegner lässt ausser Acht, dass die Welt sich seit 1979 massgebend verändert hat.

Entsorgungsnachweis 2006 erbracht

Heute kann nicht mehr auf die Entsorgungsfrage verwiesen werden, denn der Schweizerische Bundesrat hat am 28. Juni 2006 verfügt, dass «der Entsorgungsnachweis für abgebrannte Brennelemente, verglaste hochaktive Abfälle und langlebige mittelaktive Abfälle» erbracht worden sei. Gezeichnet: Alt Bundesrat Moritz Leuenberger. Zudem hat die NAGRA am 12. November 2024 das Rahmenbewilligungsgesuch für das Geologische Tiefenlager im Opalinuston am Standort "Nördlich Lägern" eingereicht. Das geologische Tiefenlager muss ohnehin gebaut werden, selbst wenn die Schweiz nie Kernkraftwerke betrieben hätte (Medizin, Industrie und Forschung). Die «sonstigen radioaktiven Abfälle» sind zwar weit weniger toxisch als Kernbrennstoffe, müssen aber auch sicher gelagert werden. Und sie brauchen viel Platz.



Die Schweiz hat einen Standort und das Geld für die Entsorgung radioaktiver Abfälle

Es wurden umfassende Arbeiten durchgeführt und unter breiter Mitwirkung der Bevölkerung ein intensiver und ausserordentlich breit abgestützter Prozess durchlaufen. Heute liegt ein konkreter Standort für ein geologisches Tiefenlager vor: bei Stadel ZH. Wegen der hohen Wert-



schöpfung der Kernenergie darf die Entsorgung der radioaktiven Abfälle durchaus etwas kosten. Keine Art von Abfall wird derart sorgfältig entsorgt. Auch gefährlicher Abfall nicht.

Für die Finanzierung der Entsorgung wurden während des Betriebs der Kernkraftwerke immense Rückstellungen gemacht und diese Ersparnisse erwirtschaften seit Jahrzehnten Erträge. Wie eine Pensionskasse. In- und ausländische Stromkunden haben diese Rückstellungen über den Strompreis finanziert. Während die Kernkraftwerke Beznau und Mühleberg bereits das gesamte erforderliche Geld für die Entsorgung einbezahlt haben, fehlen in Gösgen 2 % und in Leitstadt noch 7%, welche in der verbleibenden Laufzeit erwirtschaftet und einbezahlt werden. Die Finanzierung der Entsorgung ist gesichert (Stand 2021). Die Finanzierung der entstehenden Abfallberge aus ausgedienter Photovoltaik und Windenergieanlagen hingegen besteht nicht einmal auf dem Papier und die Finanzierung wurde noch nie breit diskutiert und keinesfalls zurückgestellt.

Der Abfall entsorgt sich über die Zeit von selbst

Kernenergie führt zu einer Million Mal weniger Abfall als dieselbe mit bei Kohle, PV und Wind produzierten Strommenge. Ein Teil der Spaltprodukte radioaktiver Abfälle hat Halbwertszeit von weniger als 100 Jahren. Sie strahlen stark und sind nach 1'000 Jahren praktisch verschwunden. Was stark strahlt, zerfällt schnell, was lange strahlt, strahlt harmloser.

Abfälle von heute sind Wertstoffe von morgen

Das Tiefenlager wird so gebaut, dass die Abfälle rückholbar sind falls abgebrannte Brennelemente künftig als Brennstoff eingesetzt werden können. Inwiefern und inwieweit abgebrannte Brennelemente künftig als Brennstoff dienen, steht derzeit noch nicht fest. Es werden gegenwärtig verschiedene und vielversprechende Ansätze in Forschung und Entwicklung verfolgt.

Bauchgefühl und Fakten

6.2 Kernenergie sei gefährlich

Ausgehend von den Schauergeschichten der Atomkraftgegner könnte man meinen, dass die Kernenergie die gefährlichste Form von Stromerzeugung sei. Aber nein - Im Gegenteil. Selbst wenn man sämtliche Unfälle wie Three Mile Island, Tschernobyl und Fukushima und deren Opfer mit dazu zählt. Das lässt sich mit zahlreichen Quellen belegen (Our World in Data, UNHCR, IEA, UNSCEAR etc.). Anders stellen das Studien der militanten Atomgegner dar oder Spielfilme wie das «China Syndrom».

Jahrzehntelange einseitige und falsche Darstellung

Die unzutreffende Intuition der Bevölkerung ist nicht weiter erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Kernenergie in den Nachrichten, Abstimmungskampagnen und auch in Unterhaltungsprogrammen als gefährlich dargestellt wird. Das hat sich ins kollektive Gedächtnis eingebrannt. Ähnlich wie bei der Flugangst ist es nun schwierig, die negativen Gedanken allein aufgrund von Fakten loszulassen.

Fossile Energien sind (lebens-) gefährlich – Kernenergie nicht

Untenstehende Grafik zeigt die wahre Gefahr der Stromerzeugung mittels Kohle und anderen fossilen Primärenergien. Allein in Deutschland wird die zusätzliche Mortalität wegen dem Ausstieg aus der Kernenergie auf mehr als 1'100 Todesopfer pro Jahr geschätzt. Dies weil vermehrt fossile Energieträger zum Einsatz kamen und die lokale Luftverschmutzung anstieg. Grossbritannien hat hingegen 2024 bezüglich Gesundheit und Stromversorgung Grund zum Feiern: es «schliesst als erstes G-7-Land sein letztes Kohlekraftwerk».

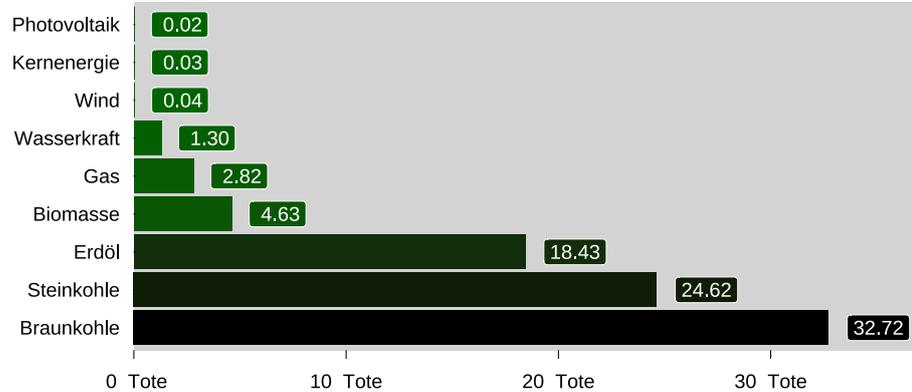


Angstmacherei
statt Fakten

Dass Kernenergie gefährlich ist, glauben auch deren Gegner nicht wirklich. Sonst müssten sie mit Nachdruck die Abschaltung aller Kernkraftwerke in der und um die Schweiz fordern. Um das Volk zu überzeugen, bräuchte es da aber noch massivere Angst-Kampagnen. 2016

Todesfälle Stromerzeugung pro TWh - weltweiter Schnitt

Welche ist die sicherste Energiequelle?



Eigene Darstellung - Datenquelle <https://ourworldindata.org/>

wollte das Volk nichts von einem Atomausstieg wissen und lehnte die Atomausstiegsinitiative klar ab. Selbst wenn bestehende Kernkraftwerke, wie in der Schweiz, als sehr sicher zertifiziert sind, wären neue Kernkraftwerke in jedem Fall noch sicherer.

6.3 Kernenergie könne nicht rechtzeitig ausgebaut werden

6.3.1 Erfahrungswerte zu Bauzeiten von Kernkraftwerken

Kernenergie kann
rasch ausgebaut
werden

Dieses Argument wirkt etwas zynisch, wenn man bedenkt, dass es von jenen Kreisen vorgebracht wird, die jede Diskussion um die Kernenergie jahrzehntlang erfolgreich verhindert, verweigert und verzögert und letztlich tabuisiert haben. Nichtsdestotrotz zeigt ein Blick auf die weltweiten KKW-Projekte, dass Kernkraftwerke innert nützlicher Frist gebaut werden können, wenn man will. Zusätzlich ist es so, dass mit den immer zahlreicheren KKW-Projekten die Lieferketten und das Knowhow und damit der Bau der Kernkraftwerke wieder beschleunigt werden. Für die sehr zahlreichen notwendigen Anlagen (neben jener für die Stromproduktion auch Anlagen zur Speicherung der Energie und Netzausbauten) für neue erneuerbare Energien braucht es auch zahllose Bewilligungen. Damit bestehen auch mehr Möglichkeiten, deren Ausbau zu verhindern und zu verzögern. Das verlangsamt den Ausbau einer Stromversorgung mit einem grossen Anteil an dezentralem Flatterstrom stark.

Schweden hat es
gezeigt

Ein Land sticht durch seinen Erfolg bei der schnellen Dekarbonisierung hervor. Von 1970 bis 1990 hat Schweden seine gesamten Kohlenstoffemissionen halbiert und die Emissionen pro Person um mehr als 60 Prozent reduziert. Gleichzeitig wuchs die schwedische Wirtschaft um 50 Prozent, und die Stromerzeugung hat sich mehr als verdoppelt. In keinem Land auf der Welt wurde bisher ausschliesslich mit neuen erneuerbaren Energien eine Stromversorgung erstellt – die Energiewende in den deutschsprachigen Ländern sind also Grosseperimente. Seit 1990 also seit 35 Jahren hat die deutsche Bundesregierung die Anschaffung von Photovoltaikanlagen zunehmend gefördert. In Deutschland werden heute noch 35% fossile Energien zur Stromproduktion eingesetzt.

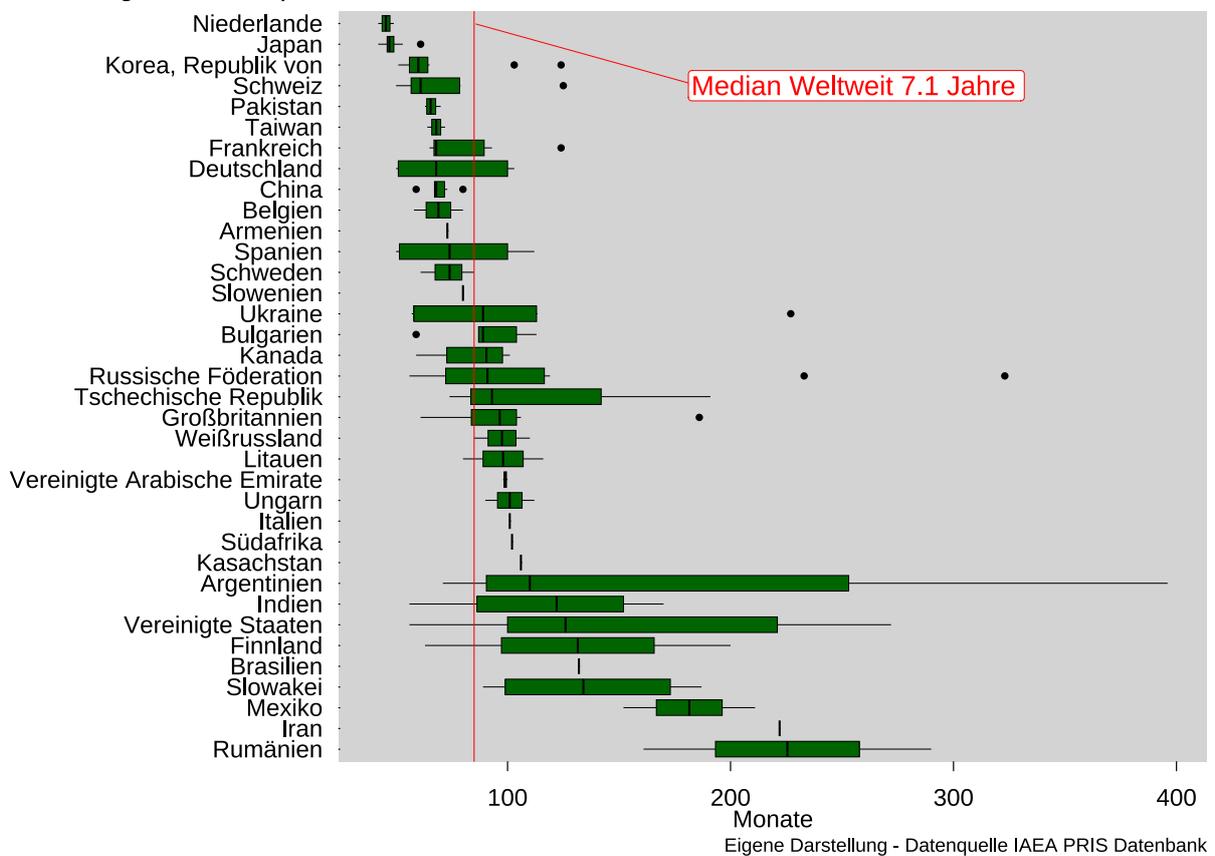
Grossbritannien hat derweil ohne Scheuklappen Erfolge präsentiert: «Grossbritannien schliesst als erstes G-7-Land sein letztes Kohlekraftwerk».

Kernkraftwerke werden in durchschnittlich 7.1 Jahren gebaut

Die Bauzeit aller in Betrieb befindlichen Reaktoren betrug im Median 7,1 Jahre. Die vier ABWR-Einheiten (Fortgeschrittene Siedewasserreaktoren von GE Hitachi/Toshiba) in Japan zeichnen sich durch ihre kurze Bauzeit aus, wobei alle in weniger als 4 Jahren und innerhalb der Budgets fertiggestellt wurden. Bei den kleinen modularen Reaktoren soll die Fertigung in der Fabrik noch raschere Bauzeiten ermöglichen. Man darf jedoch nicht vergessen, dass in Deutschland die Planung und der Bau des Berliner Flughafens sowie des Stuttgarter Bahnhofs jeweils rund 30 Jahre in An-

Bauzeit aller KKW weltweit die je aufgeschaltet wurden

Darstellung Bauzeiten pro Land



spruch nehmen. Lange Bauzeiten sind somit kein spezifisches Problem der Kernenergie. Die Schweizer Gemeinden mit Kernkraftwerken sind der Kernenergie gegenüber sehr positiv eingestellt. Das unterscheidet sie von den meisten Gemeinden mit anderen Formen der Stromerzeugung.

Planungs- und Verfahrensdauer

Die Abschätzung der Planungs- und Bewilligungsdauer für kerntechnische Anlagen ist komplex. Internationale Verfahrensdauern lassen sich nicht direkt übertragen, da rechtliche Rahmenbedingungen, politische Gegebenheiten und Umweltschutzanforderungen länderspezifisch stark variieren. Ein anschauliches Beispiel für langwierige Infrastrukturprojekte in der Schweiz ist die Hochspannungsleitung Chamoson-Chippis im Wallis, deren Realisierung von der ersten Konzeption bis zur Fertigstellung über drei Jahrzehnte in Anspruch nahm. Das hatte mit Kernenergie nichts

zu tun. Wenn wieder mehr Kernkraftwerke gebaut werden, nimmt die Bauzeit wieder ab.

6.3.2 *Schneller Ausbau der erneuerbaren Energien und den dazu nötigen Speicherung und Netzausbau?*

Es gibt eine Beschleunigung der Beschleunigungsvorlagen

Die Bauzeiten neuer erneuerbarer Energien müssen mit jenen der Kernenergieanlagen verglichen werden. Seit der Verabschiedung der Energiestrategie durch den Bundesrat in 2011 wurde das Energiegesetz vier Mal geändert.

1. Die erste Revision erfolgte im Juni 2013, noch drei Jahre vor dem Gesetz zum «ersten Massnahmenpaket» (oft fälschlicherweise als Energiestrategie 2050 bezeichnet). Ziel war es, den Ausbau neuer erneuerbarer Energien durch rasche und dauerhafte Mittelbereitstellung zu beschleunigen. Die Subventionen wurden dabei erhöht und bestimmte Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie als «im nationalen Interesse» definiert, um die Genehmigungsverfahren zu verkürzen.
2. Eine parlamentarische Initiative von NR Girod führte 2021 zu Einmalvergütungen für Biogas, Kleinwasserkraft, Wind und Geothermie und stellte eine weitere Vorlage zur Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien dar.
3. Der (Winter? -) «Mantelerlass» von 2024 war die jüngste Änderung des Energiegesetzes mit dem Ziel, den Ausbau weiter zu beschleunigen. Diese Beschleunigungsmassnahmen haben zu heftigen Diskussionen über deren Verfassungsmässigkeit und demokratischer Legitimation geführt.

Zweifel, ob der grundlegende Umbau der Stromversorgung rechtzeitig gelingt, sind berechtigt. Wegen den Unklarheiten bezüglich erforderlicher Nebenanlagen, wie Speicher- und Netzausbauten ist die Unsicherheit im Bereich des Ausbaus der stochastischen Energien sehr gross. Man hat damit keine Ahnung, wie lange der gesamte Umbau des Energiesystems dauern würde. – Die nötigen Anlagen sind nicht einmal definiert. Welche Art und wie viel Speicher braucht es? Welche Netzverstärkungen sind erforderlich? Welche Notkraftwerke müssen eingeplant werden?

6.3.3 *Immer neue Geistesblitze: wohin geht die Reise?*

Immer neue Forderungen

Eine weitere Vorlage, die Solarinitiative, wurde am Dienstag, den 11. Juni 2024 von Grünen, SP und Grünliberalen lanciert. Sage und schreibe zwei Tage nach der Zustimmung der Stimmbevölkerung zum Mandelerlass, dem «Stromgesetz». – Die Umrisse der Energiestrategie sind kaum definiert und laufend kommen neue – jeweils als alternativlos deklarierte – Zusatzanforderungen



Eine Solarinitiative fordert die Pflicht zur Installation einer Solaranlage auf allen Dächern. Die Schweiz leidet an Winterstrommangel. Es nützt somit nichts, an einem Nordhang, der im Winter maximal 1-2 Stunden Sonne pro Tag hat, eine PV-Anlage zu montieren. Oder in Nebelgebieten. Dort ist dieser Ausbau reine Geldverschwendung und Umweltverschmutzung. Der Sommerstromüberschuss wird noch grösser. Der Winterstrommangel bleibt.

dazu. Was wird uns die Energiewende am Ende kosten? Wann wird die Energiewende umgesetzt sein?

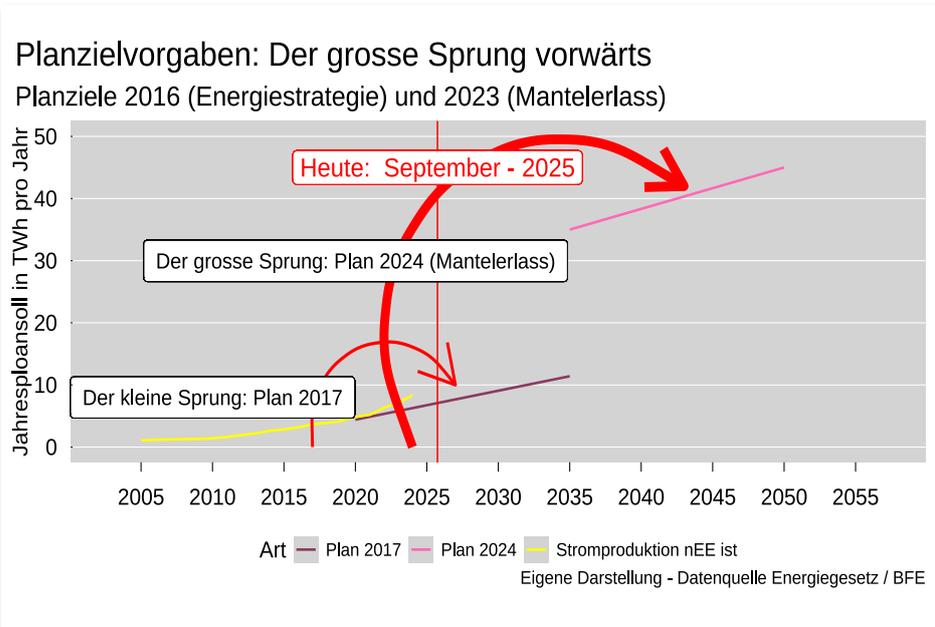
Vernachlässigung Folgeinvestitionen

Alle Betrachtungen vernachlässigen überdies den ebenfalls zwingend erforderlichen Netzausbau. Genauso wie den Ausbau der Speicherkapazitäten. Alle diese Folgeinvestitionen sind teuer, die grossen Projekte sind langwierig und stellen oft einen signifikanten Eingriff in die Umwelt dar. Photovoltaikstrom fällt dann an, wenn die Sonne scheint. Für die Stabilisierung des Stromnetzes sind sie erforderlich. (Speicher und Netz-) Projekte kaum angegangen.

Fehlender Realitätsbezug

Ein Vergleich zwischen den Zielsetzungen und der Realität beim Ausbau der Erneuerbaren zeigt, dass die Planziele rascher angepasst werden, als der Ausbau voranschreitet. Mit dem Mantelerlass hat man utopische Ziele gesetzt. Die zur Zielerreichung erforderlichen Massnahmen wurden weder diskutiert noch beschlossen. Sie werden uns früher oder später als alternativlose weitere notwendige Schritte auf dem Weg zur Energiezukunft präsentiert werden. Bisher wurden dazu die Subventionen für neue erneuerbare Energien erhöht.

Weiter fällt auf, dass die Ziele nicht nur «ehrgeiziger» (wohl eher utopischer) werden, sondern, dass die Daten der Zielerreichung gleichzeitig weiter in die Zukunft geschoben werden. Im Energiegesetz, welches vom Volk 2017 gutgeheissen wurde, war für das Jahr 2050 keine Zielgrösse für die Schweizer Stromproduktion vorgesehen. Die Stadt Zürich hat sich 2008 durch eine Volksabstimmung klar zur 2000-Watt-Gesellschaft bekannt und dieses Ziel in der Gemeindeordnung verankert. – Bei dieser Abstimmung wurde noch raffinierter vorgegangen: ein Zeitpunkt für die Zielerreichung wurde gar nicht thematisiert. Mehr als drei Viertel der Stimmberechtigten (75%) stimmten für die Einführung der 2000-Watt-Gesellschaft zu. Bedenken bezüglich der Umsetzbarkeit, unvollständiger Bilanzierung, wirtschaftlicher Auswirkungen, mangelnder Kontrolle, hoher



Kosten und möglicher Lebensstileinschränkungen bleiben bestehen.

Wer A sagt

Es ist nie zu spät für die Kernenergie. Je früher sie genutzt wird, umso früher kann sie ihre Vorteile ausspielen. Die heute anstehenden, durch die jahrzehntelange Tabuisierung der Kernenergie verursachten Probleme kann die Kernenergie nicht vollumfänglich lösen. Wir sind

zunehmend auf fossile Stromerzeugung vorgesehen. Genau wie in der Energiestrategie 2050 angenommen. Auch wer 2017 an der Urne nicht A gesagt hat, muss jetzt B sagen und (hoffentlich vorübergehend) fossile Kraftwerke für eine sichere Stromversorgung erlauben. Sobald möglich sollten dann aber saubere Technologien im Sinne der des UNO-Klimarates (IPCC) oder COP 28 angestrebt werden: erneuerbare und Kernenergie.

6.4 Die Diskussion über Kernenergie sei eine demokratische Zumutung

Tabuisierung der Kernenergie

Die Gegner der Kernenergie empfinden die Diskussion über die Aufhebung des Kernenergieverbots als Zumutung. «Die Schweizer Stimmbevölkerung hat sich 2017 deutlich für den Atomausstieg ausgesprochen. Diesen Entscheid muss auch der Bundesrat respektieren» schreiben die Grünen auf ihrer Website. Das Frauenstimmrecht wurde 1959 mit 67 % wuchtig abgelehnt. 12 Jahre später wurde es von 66 % der Männer gutgeheissen. – Zum Glück fühlte sich der Bundesrat nicht an den klaren Volksentscheid von 1959 gebunden.

Nach 13 Jahren stellt der Bundesrat einen Artikel seines Entscheides von 2011 zur Diskussion

Der Bundesrat hat 2011 das Verbot neuer Kernkraftwerke beschlossen und er will nun 2024 die Kernenergiedebatte neu führen und dem Volk eine Vorlage zur Aufhebung des Kernkraftwerkverbotes unterbreiten. In den 13 Jahren seit dem bundesrätlichen Entscheid hat sich die energiepolitische Situation weltweit grundlegend verändert, weshalb die Strategie des Bundesrats überdacht und diskutiert werden muss.

Über Kernenergie wurde schon sehr oft und in kurzen Abständen abgestimmt – auf Anregung der Kernenergiegegner

Seit 1979 wurden Volk und Ständen acht Volksinitiativen zur Einschränkung der Kernenergie vorgelegt. Es fanden Volksabstimmungen zu Initiativen in den Jahren 1979, 1984, 1990, 2003 und 2016 statt – teilweise sogar zweimal in einem Jahr. Alle scheiterten, abgesehen von der Moratoriumsinitiative. Sie wurde vier Jahre nach dem Tschernobyl-Unfall angenommen. Inhalt der erfolgreichen Initiative war aber gerade nicht der Atomausstieg, sondern ein zehnjähriges Moratorium – eine Denkpause. Der Unfall in Tschernobyl war grösstenteils auf politische Fehlentscheidungen der lokalen Behörden und die verantwortungs- und rücksichtslosen Versuche an einem laufenden Reaktor zurückzuführen. Der verwendete Reaktortyp ist zudem mit westlichen Anlagen nicht vergleichbar.

Es ist an der Zeit, die Kernenergie offen zu diskutieren – wie in vielen anderen Ländern.

2016 haben Volk und Stände die Atomausstiegsinitiative der Grünen klar abgelehnt. Es konnte aufgezeigt werden, dass importierter Strom generell über einen sehr hohen CO₂ Gehalt verfügt. Die Importkosten sind im Winter hoch. Es konnte an der EMPA nachgewiesen werden, dass gerade in diesen Perioden der CO₂-Gehalt des Stroms besonders hoch ist. Höher noch als der Durchschnittswert.

Tabu

Die Unlust, das Thema Kernenergie zu diskutieren ist greifbar. So lautete der Titel zum Interview mit Aline Trede im «Tagesgespräch» von Radio SRF vom 8. September 2024: «Mich reut die Zeit, über AKW zu diskutieren». Die Tabuisierung ist ein Element statischer respektive geschlossener Gesellschaften. Mit viel Energie wird versucht, das geltende «Narrativ» beizubehalten. Andere Ideen sind tabu. Auch wenn der Weltklimarat das anders sieht. Die Atomgegner fürchten diese Debatte, da die klaren und einfach überprüfbaren Argumente für die Kernenergie sehr überzeugend sind.



- Ausstiegsinitiative* 4
Bauzeiten 29
Beschleunigungsvorlagen 18
CO₂ 9
COP28 8
Dunkelflaute 13
Einleitung und Geschichte 3
Energiedichte 9, 12, 19
Energiequalität 21
Energiestrategie 2050 5
EU-Kernenergieallianz 7
Flutterstrom 13
Gaskombikraftwerke 14
Hellbrise 13
Importe 18
Importstrategie 17, 18
IPCC 7
Japan 6
Jules Verne 14
Kernkraftwerksprojekte 8
Klimaorganisationen 6
Kohlekraftwerk 28, 30
Lebenszyklus 11
Leistung 13
Lenkungssystem 5
Marktöffnung 5
Materialschlacht 12
Momentanreserve 15
Negative Strompreise 22
Netzausbau 10
Notkraftwerke 14
Ökobilanzen 11
Pariser Übereinkommen von 2015 7
Rahmenbewilligungsgesuche 4
Resonanzstabilität 16
Revolution 4
rotierende Reserve 15
Rotierende Reserve 14
saisonale Speicherung 14
Schnellschussarbeit 5
Speicherkapazitäten 32
Speicherung und Netzausbau 11, 18, 21, 31
Strategiewechsel 6
Technologiemonitoring der ETH 8
Uran 10
Versorgungssicherheit 20
verzögern 8
Vollkosten 21
Vorrat 19
Wasserstoff 14
Winterstromnachfrage 19
Winterstromproblem 14
Zappelstrom 15
Zielsetzungen 32
Zubauziele 18
zuverlässig 13